



El progreso  
es de todos

Mincomercio

# Analítica

# Analítica

## — **Presidente**

Ignacio Gaitán Villegas

## — **Autores**

Gerencia de Analítica

Rosana Velasco Chaves

Catalina Ordóñez Arias

Marion Restrepo Sánchez - Consultora externa

## — **Colaboradores**

Equipo INNPulsa Digital- CTDE

Luz Stella Gómez Fajardo

Víctor Manuel Galindo González

Sandra Milena Suárez Calderón

Juliana Gómez Puentes

## — **Consejería Presidencial para Asuntos Económicos y Transformación Digital**

Víctor Muñoz Rodríguez

Ramiro Chaparro Vargas

## — **VT SAS**

Víctor Manuel Tamayo Bustamante

Álvaro Diego Agudelo Arredondo

Óscar Eduardo Quintero Osorio

## — **Corrección de estilo**

Elkin Rivera Gómez

## — **Diseño original**

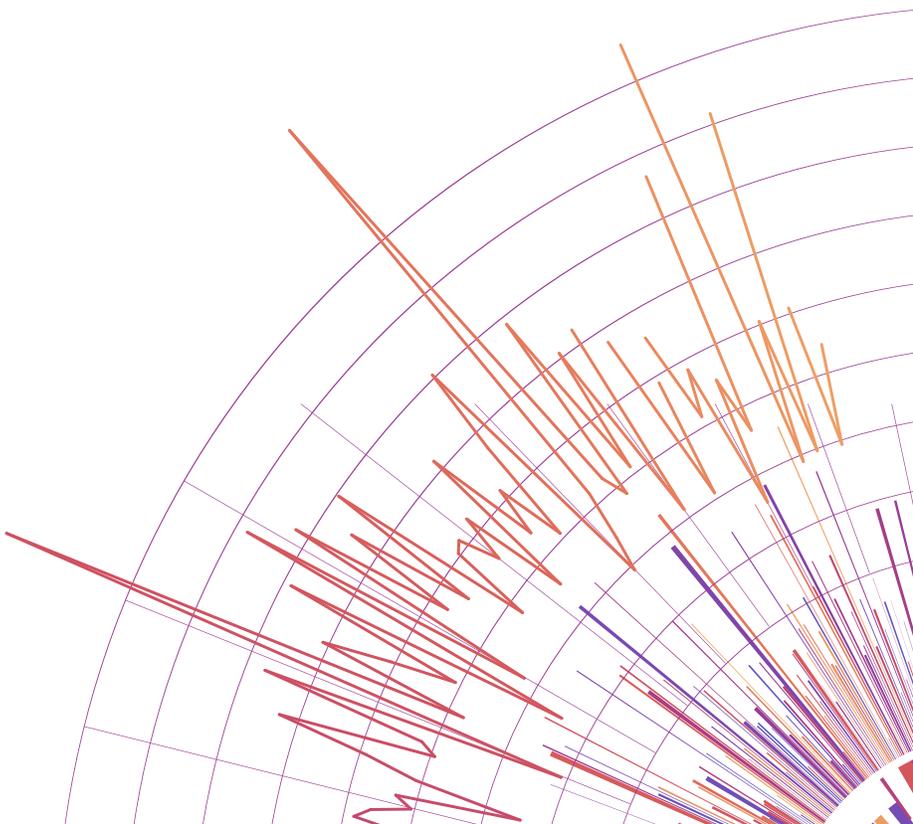
Francisco Julio Orjuela Rodríguez

## — **Diseño y diagramación**

María Alejandra Villafranca Pineda

## — **Fecha de publicación:**

Noviembre 20 de 2020



# ÍNDICE

---

<b>Editorial</b>	<b>Pág. 4</b>
<b>La cuarta revolución industrial, un desafío y una oportunidad para las empresas</b>	<b>Pág. 7</b>
<b>Aproximación a la industria 4.0 y su contexto en Colombia</b>	<b>Pág. 11</b>
— Contexto general de la industria 4.0 en Colombia	Pág. 16
— Principales retos del país	Pág. 23
<b>Apalancar los procesos de transformación digital: el primer paso para avanzar en el camino 4.0</b>	<b>Pág. 47</b>
— Centros de Transformación Digital Empresarial (CTDE)	Pág. 48
— Orígenes de los Centros de Transformación Digital Empresarial	Pág. 50
— ¿Qué se ha logrado gracias a los CTDE. Fase 1 (2018-2019)?	Pág. 54
— Los CTDE, un instrumento diseñado para promover el cierre de brechas entre regiones	Pág. 56
— ¿Qué viene para los CTDE?	Pág. 66
— Programa Nuevas Experiencias Tecnológicas (N.EX.T)	Pág. 69
<b>Sinergia ineludible: tecnologías y reactivación económica</b>	<b>Pág. 73</b>
<b>Glosario</b>	<b>Pág. 100</b>
<b>Referencias</b>	<b>Pág. 105</b>

---

# • Editorial

Estamos en la era de la cuarta revolución industrial, una era que representa un desafío para gobiernos, ciudadanos y, por supuesto, para los emprendedores y las empresas. En este entorno, la transformación digital ofrece oportunidades para mejorar la productividad y el bienestar; sin embargo, en Colombia, más del 60 % de las empresas aún no realiza procesos de innovación, lo que supone un desafío en materia de política pública que permita cerrar esta brecha.

Siguiendo esta línea, y teniendo en cuenta que uno de los propósitos de iNNpulsa Colombia es incentivar la innovación en las empresas colombianas para impulsar el desarrollo económico del país, nos dimos a la tarea de comprender en qué estado nos encontrábamos, cuántas empresas ya empleaban las nuevas tecnologías y cómo lo hacían. Este fue el origen de dos programas que se han llevado a cabo simultáneamente: los Centros de Transformación Digital Empresarial (CTDE) y el programa Nuevas Experiencias Tecnológicas (N.EX.T).

El programa de los CTDE, que realizamos de la mano con el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC), así como con el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MinCIT), surge con el objetivo de desarrollar capacidades en las medianas, pequeñas, micro empresas (mipymes), que les permitan superar las barreras de apropiación tecnológica a partir de la implementación de un plan de transformación digital, entendiendo factores como la heterogeneidad de las regiones, el grado de madurez de

adopción digital, al igual que el ciclo de vida y el tamaño de cada empresa.

Por otra parte, con N.EX.T nos enfocamos en incrementar la adopción de tecnología en sectores industriales tradicionales para aumentar las capacidades en el desarrollo de tecnologías emergentes y conectar la oferta con la demanda tecnológica. Además, buscamos sensibilizar a los líderes empresariales sobre las tecnologías de fabricación avanzada que podrían ofrecer beneficios de reducción de costos, eficiencia, productividad e innovación, lo que generaría mayores ganancias para estas compañías.

Durante el desarrollo y evaluación de los diagnósticos, encontramos que a la hora de pensar en intervenciones de política enfocadas en el desarrollo de industrias 4.0, se deben construir hojas de ruta diferenciadas para cada segmento empresarial. Así mismo, identificamos que para alcanzar niveles tecnológicos que respondan a las demandas de la cuarta revolución industrial, es primordial asegurar los procesos de transformación digital dentro de las organizaciones; esto no consiste solamente en dotar a las empresas de equipos o *software* sofisticado, sino en promover el desarrollo de habilidades y conocimientos de los colaboradores que les permitan usar de manera eficaz estas tecnologías disruptivas en sus procesos de crecimiento, producción y desarrollo.

Adicionalmente, debemos inculcar en nuestro ecosistema empresarial la idea de que la transformación digital no es exclusiva de las grandes

compañías, sino que involucra a toda la base empresarial que definitivamente requiere un elevado nivel de apropiación tecnológica para alcanzar su ventaja competitiva y permanecer en el mercado.

Sabemos que tenemos grandes desafíos, pero desde iNNpulsa Colombia disponemos de herramientas para enfrentarlos con éxito. En esta edición del boletín de *Analítica* se analizan las principales barreras que encuentran las organizaciones a la hora de adoptar tecnologías y se presentan las acciones que hemos emprendido desde iNNpulsa Colombia, con la articulación de los sectores público y privado, para mitigarlas. En las siguientes páginas se podrán encontrar tres secciones principales y la visión de un experto, de una persona que con dedicación y experiencia ha venido trabajando por la transformación digital de Colombia.

En la primera parte, se contextualiza sobre las tecnologías 4.0 y la cuarta revolución industrial. Seguidamente, se hace un diagnóstico de la implementación de las tecnologías 4.0 en el país y su impacto en el tejido empresarial nacional. Este apartado concluye con una revisión de las principales barreras que hay que enfrentar a la hora de adoptar dichas tecnologías.

En la segunda sección presentamos en profundidad la estrategia de los Centros de Transformación Digital Empresarial (CTDE) y los principales hallazgos que se hicieron con los diagnósticos realizados en el marco del programa Nuevas Experiencias Tecnológicas (N.EX.T). En la última sección, exploramos algunas tecnologías que pueden ser útiles para el proceso de reactivación económica en que está inmerso el país.

Adoptar nuevas tecnologías es un paso determinante en el crecimiento de los negocios. Por tal razón, esperamos que la información que se ofrece en esta publicación sea de utilidad para que los empresarios y emprendedores inicien o continúen su proceso de transformación digital a través de los diferentes instrumentos que tenemos para ellos, y de esta manera avanzar en la construcción de una Colombia más emprendedora.

**Ignacio Gaitán Villegas**  
**Presidente**



# INVITADOS ESPECIALES

La cuarta revolución industrial,  
**un desafío y una oportunidad**  
para las empresas

**Víctor Muñoz Rodríguez**

Consejero Presidencial para Asuntos Económicos y Transformación Digital

**Ramiro Chaparro Vargas**

Asesor de Big Data e Inteligencia Artificial

Consejería Presidencial para Asuntos Económicos y Transformación Digital



En Colombia, una de cada tres empresas se encuentra en desventaja en cuanto a la transformación digital y la cuarta revolución industrial (4RI).

Lo que parece una aseveración sobresimplificada, a primera vista obedece a un patrón emergente, según el informe más reciente de la Encuesta de Transformación Digital de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI). Al encuestar a las empresas manufactureras y de servicios del país e indagar sobre si estas poseen actualmente una estrategia en cuanto a transformación digital, el 63,5 % respondió que sí y el 36,5 %, que no. También se les preguntó si las empresas hicieron inversiones para su transformación digital durante el año 2018; el 66,5 % dijo que sí y el 33,5 %, que no. Finalmente, en cuanto a si las empresas contaban con una estrategia de seguridad digital, el 61,8 % dijo que sí y el 38,2 %, que no.

Desde este tercio de la industria, se puede hacer una primera reflexión: En el peor de los casos, ¿qué consecuencias tiene para una empresa permanecer *in absentia* frente a la transformación digital? Sin ánimo de demeritar, sino con fines ilustrativos, se responderá con otras preguntas: ¿qué consecuencias hubo para las fábricas de la primera revolución industrial que prescindieron del uso de la tecnología emergente llamada electricidad?, ¿qué consecuencias hubo para las empresas que calificaron el computador como un artefacto de moda transitoria?, o ¿qué implicaciones existen hoy para las empresas que desconocen el alcance de la internet en sus procesos de negocio?

Las respuestas para este tipo de reflexiones se pueden ver representadas en la pérdida de participación de su mercado, la falta de diferenciación de sus productos o el difuso reconocimiento de su propia marca. Mientras que, en el peor de los escenarios, las consecuencias se conjugan en pasa-

do, debido a que estas empresas no sobrevivieron a la selección natural propia de una revolución y, por consiguiente, fueron condenadas a la extinción inmediata.

Las razones para estas desventajas pueden ser tan variadas como el universo mismo de empresas. No obstante, en los años recientes, desde el Gobierno se han dado pasos agigantados en cuanto a su diagnóstico, con el objetivo de proponer estrategias en materia de talento humano, recursos tecnológicos y política pública, y superar los desafíos. Los obstáculos recurrentes expresados por los empresarios están asociados con ausencias en sus diferentes formas, tales como presupuesto, capital humano, liderazgo, modelo de negocio claro, cultura empresarial orientada a datos, mentalidad de cambio y conocimiento en transformación digital.

Cada dimensión de mejora representa retos considerables en las empresas con la puesta en marcha de iniciativas concretas: para la academia, en la formación de las capacidades tecnológicas, y para el Gobierno, en la articulación de políticas públicas que reducen las barreras de entrada en el uso y aprovechamiento de tecnologías emergentes.

Cabe destacar que los obstáculos mencionados anteriormente tienen uno en particular al que se le debe dar total prelación: la falta de conocimiento, que no está representada solamente en el entendimiento técnico para la implementación de iniciativas en cuanto a transformación digital, sino en la visión estratégica de su formulación, si bien es necesaria la formación del talento humano competente en la materia técnica de proyectos impulsados por tecnologías emergentes, donde el liderazgo de los directivos se encuentre alineado, en cuanto a las necesidades propias del negocio, con las soluciones en materia de transformación digital basadas en la 4RI.

Es cierto que la tecnología es un medio, mas no un fin. Sin embargo, la apropiación de la transformación digital y las tecnologías emergentes tiene mayores probabilidades de éxito en la medida en que los ideólogos y posteriores patrocinadores de las iniciativas sean aquellos más cercanos a los puntos de dolor que atentan contra la productividad y el crecimiento de cada empresa y negocio. Las capacidades para relacionar problemas con soluciones de la 4RI no son espontáneas, requieren un plan de formación consistente y sistemático a corto, mediano y largo plazo, encabezado por los líderes de las empresas.

La transformación digital encaminada hacia la 4RI es un fenómeno económico, social y global que facilita y mejora el crecimiento constante de las empresas. De lo contrario, instituciones, compañías e incluso sectores enteros sufrirían profundos impactos en materia de oportunidades de desarrollo social y económico. Así lo vivieron innumerables empresas en revoluciones anteriores, que fueron condenadas a la extinción de su nombre por falta de adaptabilidad y conocimiento. Por lo tanto, el liderazgo proactivo de los gobiernos en la formulación y promoción de estrategias y líneas de acción es imperativo para un óptimo avance, evolución y desarrollo.

En 2019, Colombia fue uno de los pioneros de la región en aprobar el Conpes 3975 como “La política nacional para la transformación digital e inteligencia artificial (IA)”, la cual busca impulsar la productividad habilitando la transformación transversal de todos los sectores, mediante el uso estratégico de tecnologías digitales. Esta política promueve múltiples líneas de acción, logrando disminuir las barreras de entrada a las tecnologías emergentes; creando condiciones en cuanto a la innovación digital; fortaleciendo las competencias del capital humano, y desarrollando las

capacidades para preparar al país en razón de los cambios que conlleva la IA.

Esta política busca reducir las barreras asociadas al desconocimiento y a la falta de cultura digital en el sector privado, donde se conformarán Centros de Transformación Empresarial, Centros de Excelencia en Big Data e IoT y Laboratorios de Transformación Digital. Las tres son iniciativas lideradas por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, con el apoyo del Ministerio de Trabajo y Colombia Productiva, que buscan poner al servicio del sector empresarial espacios en los cuales convergen empresas, universidades, entidades públicas y expertos que comparten casos de uso reales, metodologías vigentes y buenas prácticas de adopción. Además, cuentan con escenarios de experimentación para la validación en entornos controlados de necesidades y soluciones a través de tecnologías emergentes.

La Unidad de Proyección Normativa y Estudios de Regulación Financiera diseñará los ajustes normativos para modificar los sistemas de pago de bajo valor, aumentando las opciones de pagos electrónicos en la adquisición de bienes y servicios por parte de los consumidores. Con respecto al ecosistema de pagos de bajo valor, busca incrementar su eficiencia y competitividad involucrando actores e infraestructura de soporte, tecnologías utilizadas en el marco regulatorio. Estas acciones tienen como objetivo consolidar una infraestructura robusta para la economía digital. Alrededor del mismo eje de favorecimiento de la productividad empresarial, la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) habilitará el uso de la facturación electrónica como instrumento de financiamiento y negociación del sector privado con las garantías de fiabilidad, inmediatez y seguridad. Para ello, se dispondrá una plataforma tecnológica de factura electrónica que permita

ofrecer la factura como título valor, el acceso a las empresas que prestan servicios de *factoring* o compra de cartera al descuento y la interoperabilidad con sistemas de negociación electrónica. Esta iniciativa busca desarrollar el mercado del *factoring* en Colombia con posibilidades de acceso para las *fintechs*, las pequeñas y medianas empresas financieras.

El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, en conjunto con Colombia Productiva, desarrollará el portal [SoftWhere.com.co](http://SoftWhere.com.co) para fomentar la actividad empresarial mediante la interconexión de necesidades de las empresas ubicadas en todas las industrias con la oferta de productos y servicios tecnológicos del país.

Dentro del conjunto de iniciativas para el fomento del emprendimiento y la transformación digital se instalarán los Campus de Emprendimiento Exponencial C Emprende, con el fin de generar espacios de interacción y colaboración para el desarrollo de emprendimientos e innovación digital. En cuanto a esto, hay que resaltar la iniciativa del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, iNNpulsa Colombia y el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, que promueven el intercambio de conocimientos y experiencias, la movilidad de recursos, la socialización de otras iniciativas del Gobierno nacional, el contacto con inversionistas internacionales y la cercanía con actores claves del ecosistema. Adicionalmente, se dispondrá de una sede del Campus de Emprendimiento Exponencial C Emprende brindando servicios de apoyo para emprendedores y *start-up* que requieran fortalecer, crecer o consolidar su negocio a través de la adopción de tecnologías de la 4RI.

El componente financiero es esencial para toda la línea de acción orientada al fomento del emprendimiento acompañado de transformación digital. Para esto, el Banco de Comercio Exterior (Bancóldex) abrirá el Capital Fondo de Fondos, que incluye dentro de sus pilares la inversión de los fondos de capital emprendedor, cuyo objetivo contempla la innovación digital enfocada en tecnologías de 4RI e industrias 4.0. La conformación del Fondo de Fondos tiene como objetivo estimular la innovación y el emprendimiento respaldado por tecnologías digitales con impactos de alto valor económico y social.

Por último, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo e iNNpulsa Colombia incursionarán en la implementación de tecnologías avanzadas y emergentes para la producción manufacturera con el programa Nuevas Experiencias Tecnológicas (N.EX.T), el cual materializará el concepto de manufacturas avanzadas. Lo que busca es que las empresas experimenten e implementen tecnologías pertinentes a las industrias 4.0, destacando la internet de las cosas, Big Data, IA, robótica, realidad virtual, realidad aumentada, manufactura aditiva, impresión 3D y materiales avanzados.

La política nacional para la transformación digital e IA abarca muchas más líneas de acción e iniciativas que apuntan a atenuar la resistencia y las incertidumbres que traen consigo las grandes transformaciones tecnológicas. El mayor rédito para Colombia deberá ser el tránsito por el sinnúmero de cambios que trae la 4RI. Al final, las empresas y los individuos prevalecerán y serán quienes más temprano que tarde reconozcan sus roles y fortalezas en este camino.

# APROXIMACIÓN A LA INDUSTRIA 4.0 Y SU CONTEXTO EN COLOMBIA

S E C C I Ó N 1

# Cuarta revolución industrial: *la llegada de las tecnologías*

En las últimas décadas se ha evidenciado un creciente desarrollo de la innovación tecnológica a escala mundial que, además, ocurre de manera acelerada y llega cada vez a más ámbitos de la humanidad y sectores de la economía. Con este aumento de progreso tecnológico surgen preguntas sobre definición de conceptos, aplicaciones de tecnologías, usos e impacto que pueden tener en la población.

En el contexto actual, el uso de tecnologías, la inversión para potenciar el talento humano y el desarrollo de capacidades en materia de innovación como medio para fortalecer la base empresarial tienen un impacto en el crecimiento sostenido, la productividad y competitividad de las empresas, y la revitalización del crecimiento en los sectores generadores de empleo formal (Tutu & Burgess, 2018).

Por esto se debe enfocar la fuerza empresarial en la adaptación del nuevo mercado, la incorpora-

ción de nuevos modelos de negocio y la instauración de procesos organizacionales que resulten en ventajas competitivas por su alto contenido innovador, tecnológico y disruptivo.

Para lograrlo, las empresas deben adoptar algunas de las tecnologías exponenciales que trae la cuarta revolución industrial, de manera que las unidades productivas puedan consolidarse como fuente de competitividad (World Economic Forum, 2018). Sin embargo, es pertinente comprender, en primer lugar, los conceptos de cuarta revolución industrial e industrias 4.0, pues, si bien son palabras constantemente utilizadas, en muchos casos no hay claridad sobre su significado (Deloitte, 2016). A continuación se exponen algunas definiciones que acercan al lector a un entendimiento más profundo de dichos términos.



# Convergencia de tecnologías y cambio de paradigma

---

La llegada de la tecnología está cambiando la forma en que los negocios funcionan. Cada vez es más común que las organizaciones busquen identificar cómo la innovación tecnológica las puede impactar, en qué deben invertir y tener conocimiento, y cuáles son las que más se adaptan a las necesidades (Deloitte Insights, 2017; Deloitte, 2016). Es evidente para las empresas que su ventaja competitiva y su permanencia en el mercado están ligadas a las oportunidades que encuentren en el uso tecnológico (Deloitte Insights, 2017). Esto ha constituido un cambio de paradigma en la gerencia de negocios, en la producción e incluso en el consumo, abriéndole la puerta a una nueva era tecnológica.

La cuarta revolución industrial se basa en el principio de la convergencia de diferentes tecnologías que, gracias a la internet, la conectividad y los sistemas computacionales, borran los límites entre lo físico, lo digital y lo biológico. De esta forma, se produce un cambio de paradigma que permite una rápida informatización y digitalización (Basco, Beliz, Coatz & Garnero, 2018; WEF, 2018).

Esta transformación configura un escenario en el que se conecta en tiempo real a todos los actores del ecosistema, como lo son los consumidores, las empresas, los gobiernos, organizaciones, fábricas, etc. en cada etapa de la cadena de valor. Dicha conexión se realiza por diferentes medios, como teléfonos celulares inteligentes, computadores y sensores.

Esta unión permite conectar al ecosistema y generar interacciones de valor que pueden mejorar la fluidez en la información, lo cual tiene un impacto positivo en el proceso de toma de decisiones; permitir la retroalimentación dinámica en cada paso de la cadena de valor, lo cual brinda la posibilidad de realizar correcciones inmediatas y disminuir los riesgos; observar aumentos de productividad, debido a la optimización en el uso de recursos; incrementar los ingresos por medio de aumentar el entendimiento de los clientes y sus necesidades y mejorar los canales de comunicación y contacto con estos; entre otros beneficios (Deloitte, 2016).

Adicionalmente se da una transformación en el proceso de producción automatizado, en donde las máquinas empiezan a interactuar sin la necesaria participación humana (MinTIC, 2019). Al tener estos cambios, se producen naturalmente alteraciones en los procesos productivos, pues implica una reorganización del factor productivo del trabajo, hacia procesos que agreguen mayor valor no solo a la empresa sino a los trabajadores. Todos estos aspectos permiten que se dé un cambio radical en la forma en que se produce, se trabaja, se comunica e, incluso, se relaciona (Basco, Beliz, Coatz & Garnero, 2018). Por eso se le conoce como *revolución*.

Si bien muchas de las tecnologías que hoy componen la cuarta revolución industrial ya existían, la diferencia actual está en la manera en la que



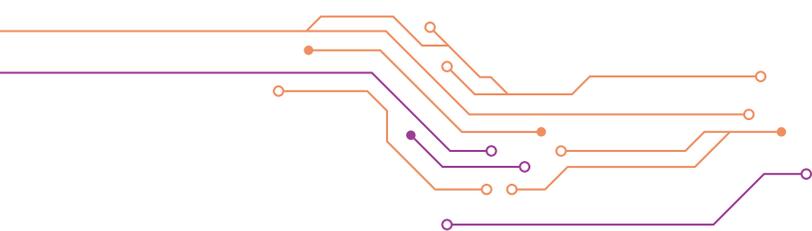
surgen, se utilizan, se apropian y convergen entre ellas (MinTIC, 2019; Cunningham, 2018). Para ejemplificar esto, se puede observar que la robótica tuvo su primer punto de inflexión al considerarse una tecnología en crecimiento y superar su papel de emergente desde el año 1994 (iNNpuls Colombia & ANDI, 2018); internet de las cosas, comúnmente conocido como IoT por su sigla en inglés, hace aproximadamente una década, desde 2011, pasó a ser considerada en crecimiento. Adicionalmente, la biotecnología tuvo su punto de inflexión en el 2004, cuando se consideró

en estado de crecimiento; y la realidad virtual/aumentada llegó a considerarse en crecimiento y superar la etapa de emergente desde el 2007 (iNNpuls Colombia & ANDI, 2018). Lo anterior evidencia que, aunque ya existía disponibilidad y avances en las tecnologías, la verdadera innovación reside en la manera en la que se usan los recursos y se crean cadenas de valor integradas en donde se empieza a compartir información que nutre cada etapa del proceso productivo (Basco, Beliz, Coatz & Garneró, 2018).

## *Así han asumido los empresarios el cambio de paradigma hacia la cuarta revolución industrial*

Ante la transformación en la demanda, los empresarios han de desarrollar nuevos modelos de negocio y formas de producción. En un escenario global que pide la hiperpersonalización, la producción debe contemplar el uso de tecnologías para satisfacer esta nueva necesidad del mercado. Gracias al uso de éstas, se pueden lograr impactos tales como los

siguientes: que los productos existentes sean más inteligentes, al agregar sensores, conectividad y materiales que permitan mejorar el desempeño; tener acceso a más datos generados por las tecnologías inteligentes; desarrollar productos y servicios completamente nuevos por medio de innovaciones en manufactura que permitan la producción a la medida



de las necesidades del cliente. Por otro lado, está la posibilidad de comercializar y vender productos y servicios que se ajusten más a las necesidades del mercado; mejorar la experiencia de usuario durante y después de la compra o el uso de servicios, y, finalmente, optimizar el rendimiento y la distribución (Deloitte, 2016; Basco, Beliz, Coatz & Garnero, 2018).

Es decir, la implementación de tecnología, sin importar su nivel de sofisticación, proporciona múltiples beneficios e impactos en diferentes áreas de la producción, a tal punto que se convierte no solo en una herramienta de supervivencia sino de crecimiento para las empresas. Actualmente, una industria debe introducir estrategias de producción y comercialización digital innovadoras para mantener ventajas competitivas a largo plazo, rompiendo así los paradigmas de competitividad según los cuales la producción a gran velocidad o a menor costo era suficiente para destacarse frente a la competencia (Matt, Modrak & Helmut, 2020).

En este sentido, la cuarta revolución industrial deja de ser únicamente una adaptación diseñada específicamente para un tipo de empresa, un sector o una economía desarrollada. Supone un reto para todos los empresarios de un país, pues frente a cambios constantes en las tendencias del mercado es apremiante tomar acciones que les permitan a los empresarios dar un paso hacia un estado de mayor eficiencia y competitividad.

Por esta razón, se debe analizar la implementación de industrias 4.0 que, si bien es un concepto relacionado con el de cuarta revolución industrial

y en la mayoría de los documentos se utiliza como sinónimo de esta, ambas tienen un origen diferente y, por consiguiente, a cada una le corresponde una definición específica. La industria 4.0, conocida en muchas ocasiones como *Industrie 4.0* en alemán, por su origen, hace referencia a la conexión de tecnologías integradas y a los procesos de producción inteligentes que llevan a una nueva era tecnológica que transforma radicalmente la industria, las cadenas de valor de la producción y los modelos de negocio (Germany Trade & Invest, citado en Deloitte, 2016; Cunningham, 2018). La industria 4.0 es un estado en el que los sistemas de manufactura y los objetos que se crean no están únicamente conectados y llevando información física al reino digital, sino que también se comunican y logran analizar y utilizar esa información para impulsar acciones inteligentes en el mundo físico. Es decir, se logra realizar una transición física-digital-física (Deloitte, 2016).

No se trata únicamente de integrar tecnología a la cadena por el hecho de digitalizarla y convertirla en una tendencia, sino por agregar valor a cada paso del proceso por medio del uso de dichas tecnologías. Es decir, cada componente de la cadena de producción y venta se verá influenciada positivamente por el uso de herramientas tecnológicas y apuntará a solucionar retos específicos de cada empresa (Kagermann, Helbig, Hellinger, & Wahlster, 2013) en (Matt, Modrak, & Helmut, 2020).

Para resumir, una de las grandes diferencias entre la cuarta revolución industrial y la industria 4.0 radica en que la segunda está más enfocada en el proceso de producción y manufactura. Sin embargo, con fines prácticos serán términos que se utilizarán para referirse al cambio de paradigma general que permite esta nueva era tecnológica.

# ¿Cuál es el contexto de Colombia?

A lo largo de los años, la economía en Colombia ha girado en torno a productos básicos y recursos naturales; sin embargo, en un contexto internacional volátil es urgente trabajar por la sofisticación y diversificación del aparato productivo. Para conseguir dicha actualización, la transformación digital y el uso de herramientas tecnológicas son primordiales (Política nacional para la transformación digital e inteligencia artificial, Conpes 3975, 2019). Si bien estos cambios son apremiantes por las oportunidades de desarrollo que conllevan, son un desafío enorme para el país, pues si estos retos no se asumen de manera oportuna, la brecha que ya existe entre Colombia y países más avanzados continuará creciendo (Política nacional para la transformación digital e inteligencia artificial, Conpes 3975, 2019; PND 2018-2022).

Por lo anterior, el Gobierno de Colombia ha realizado varias acciones dirigidas a alcanzar dicha transformación digital. Para el Estado, la digitalización implica una fuerte modificación de los procesos y la implementación de prácticas que incluyan el uso de herramientas tecnológicas modernas (PND, 2018-2022). La estrategia para mejorar la eficiencia de la administración públi-

ca por medio de la incorporación de tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) empezó con la iniciativa Gobierno en Línea en el año 2008<sup>1</sup>, seguida de la política de Gobierno Digital en el 2018. Estas surgieron con la convicción de que la transformación digital de la administración pública puede llegar a apalancar el proceso de transformación de toda la sociedad, generando un efecto multiplicador sobre las actividades productivas y la población (PND 2018-2022).

Sin embargo, diversos diagnósticos realizados por entidades coinciden en que Colombia afronta retos en las siguientes áreas: 1) lograr que un mayor número de empresas logren innovar en sentido amplio y estricto a partir del aprovechamiento en el uso de las TIC; 2) incrementar el grado de digitalización documental en las entidades y promover la modernización de las herramientas tecnológicas; 3) aumentar el número de trámites en línea; 4) crear una cultura de aprovechamiento de los datos; 5) implementar desarrollos claves, como la identidad digital y la interoperabilidad; 6) adoptar una instancia de alto nivel en el Gobierno para coordinar y articular los esfuerzos en materia de gobierno digital; 7) impulsar proyectos de

1. Decreto 1151 de 2008: 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.

alto impacto, por sectores, entre otros (PND 2018-2022). Así pues, es claro que Colombia aún no está en su total capacidad de adoptar y explotar tecnologías digitales que permitan la transformación de las prácticas gubernamentales, de los modelos de negocio y de la sociedad en general (Política nacional para la transformación digital e inteligencia artificial, Conpes 3975, 2019), lo que demuestra que aún existe un amplio campo de acción.

Ahora bien, profundizando en el sector empresarial, es claro que la transformación digital involucra a todos los sectores económicos y sociales, pues se ha encontrado que un aumento de 10 puntos en el índice de densidad digital se asocia con un incremento aproximado de un 0,4 % en el crecimiento total de la productividad en las economías desarrolladas, y un incremento de 0,65 % de la productividad total en los mercados emergentes (PND, 2018-2022).

Siguiendo esta idea, la innovación y el uso tecnológico son piezas claves para abordar los desafíos que afronta el país; sin embargo, el estado de desarrollo tecnológico de Colombia además de ser bajo, carece de una base empresarial fuerte, pues la economía está compuesta en gran medida por microempresas, en su mayoría unidades de subsistencia que suelen contar con bajos índices de apropiación tecnológica y altas cifras de empleo informal (OCDE, 2019). Esto resulta comúnmente en baja productividad, la cual se ve reforzada por la ausencia de presión competitiva. Es decir, no se presenta una fuerza que exija la adopción de TIC y herramientas tecnológicas disruptivas por parte de las

microempresas (OCDE, 2019). Esto impide que el país incremente su competitividad y ofrezca oportunidades para la creación de valor social y económico (Política nacional para la transformación digital e inteligencia artificial, Conpes 3975, 2019).

En los últimos años se han hecho numerosas encuestas y estudios que permiten tener una visión transversal del acceso, uso y adopción de tecnologías en el ámbito empresarial. Una de las que se analizaron es la primera gran encuesta TIC de 2017<sup>2</sup>, realizada por el Gobierno de Colombia, en la que se les preguntó a más de 3.000 empresas acerca del uso y retos que hallaban en la incorporación de TIC a sus procesos productivos. De esta encuesta llama la atención que tan solo el 68 % de las empresas afirmaron que tenían acceso a internet, lo cual permite calcular que un 32 % de la muestra no tiene conectividad. Esto, de entrada, reduce drásticamente la probabilidad de que ese porcentaje utilice tecnologías maduras, emergentes o avanzadas, ya que ni siquiera cuentan con internet. Además, se encontró que únicamente el 35 % de las empresas evaluadas realizan ventas de productos o servicio por internet y el 34 % compra por estos medios.

Lo anterior evidencia un retraso en términos de adopción de prácticas orientadas al comercio electrónico (MinTIC, 2017). Estas cifras son coherentes con los resultados hallados en la caracterización de las mipymes colombianas y conocimiento de su relación con las TIC, realizada en el 2018 en alianza entre el Centro Nacional de Consultoría y la Corporación Colombia Digital<sup>3</sup>. En este estudio

2. [https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-74002\\_Presentacion.pdf](https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-74002_Presentacion.pdf).

3. [https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-56356\\_recurso\\_1.pdf](https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-56356_recurso_1.pdf).

de carácter cuantitativo se encontró que de una muestra de más de 5.000 mipymes únicamente el 74 % de las evaluadas cuenta con conectividad y acceso a internet. Incluso esta caracterización demuestra que el porcentaje de empresas que utilizan herramientas o tienen prácticas de comercio electrónico es menor que el que se encontró en la primera gran encuesta TIC de 2017, pues según estos resultados solo el 27 % de las mipymes encuestadas realizó ventas en línea y el 20 % utilizó este canal para hacer compras.

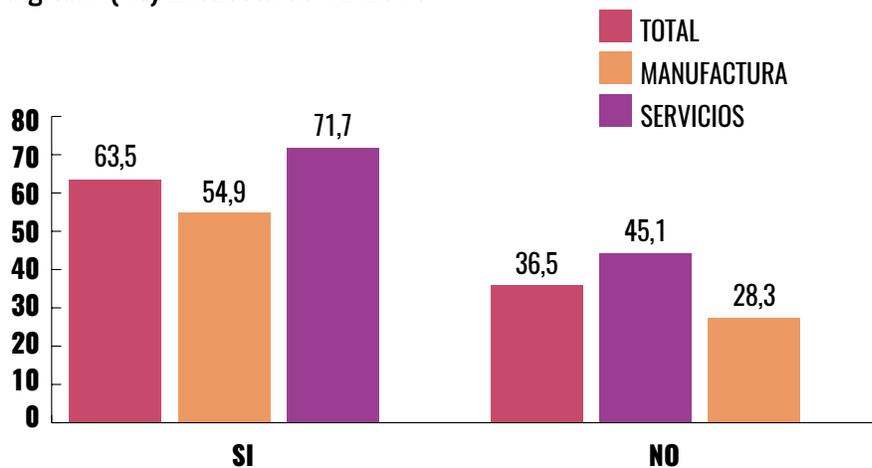
Estos datos permiten tener un panorama sobre el estado de madurez y acceso tecnológico. En la úl-

tima encuesta de transformación digital, de 2019, se encuentran datos que, si bien permiten ver rezagos y brechas, también evidencian avances, específicamente en las empresas enfocadas en las actividades de servicios. Esta encuesta tiene una periodicidad anual y aborda temas relacionados con la transformación digital, la cuarta revolución industrial y la estrategia digital, entre otros. Se les preguntó a las empresas si ya contemplaban una estrategia de transformación digital en sus modelos de negocio; el 71,7 % de las empresas enfocadas en servicios y solo el 54,9 % de las de manufactura respondieron que sí la tenían (ANDI, 2019).

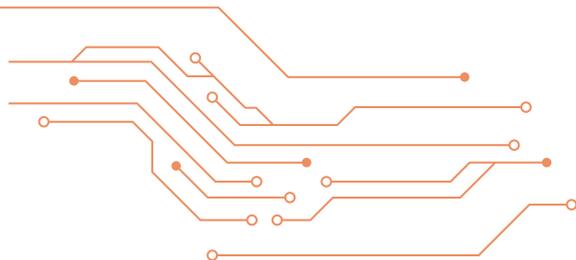
## Gráfico 1

*Estrategia de transformación digital por sector*

¿Tiene una estrategia de transformación digital? (%) Encuesta de TD 2019



*Fuente: Encuesta de transformación digital (ANDI, 2019).*

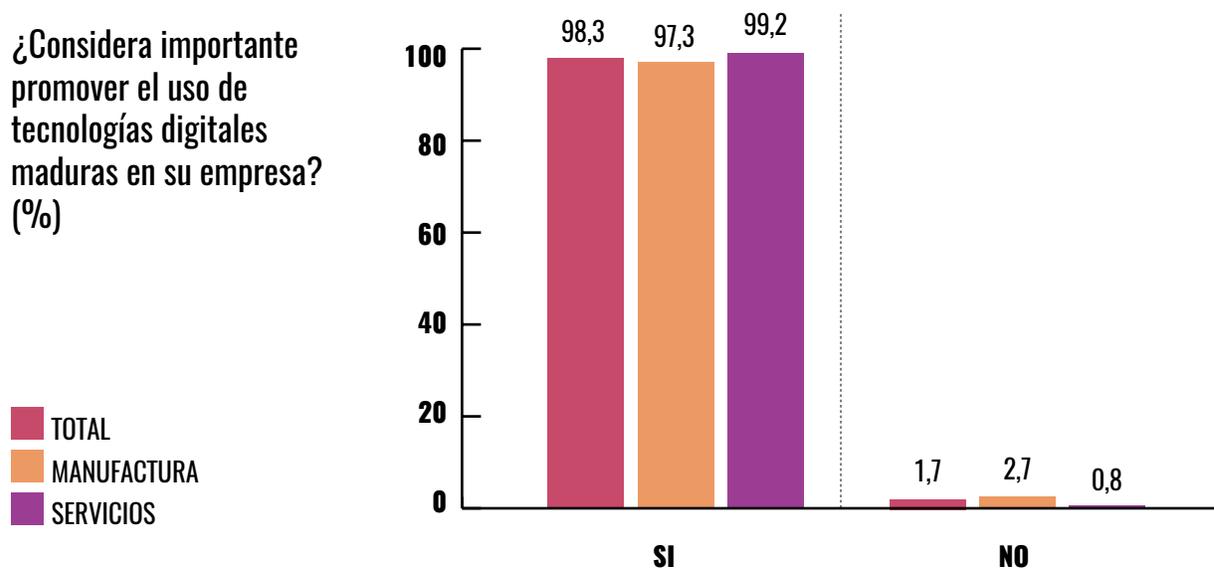


De acuerdo con esto, las empresas sí están contemplando la actualización de sus modelos de negocio, lo cual resulta alentador. Cuando se indagó por el plazo en el que lo ven viable, la mayoría respondió que en dos años esperan ser digitales; tan solo el 31 % ve la transformación a cinco años y un 2,2 % a diez años o más. Esto resulta coherente con las puntuaciones que le dieron a la importancia de promover el uso de tecnologías digitales

maduras, pues el 98,3 % de las empresas lo ven relevante. Además, según respondieron los empresarios, desde el 2018 más de la mitad de ellos (66,5 %) realizaron inversiones en la apropiación de transformación digital. Los incentivos elegidos como los más importantes para iniciar un proceso de transformación digital fueron crear nuevos modelos de negocio (39,1 %) y expectativas de los clientes (25,3 %) (ANDI, 2019).

## Gráfico 2

*Percepción de relevancia en el uso de tecnologías maduras*

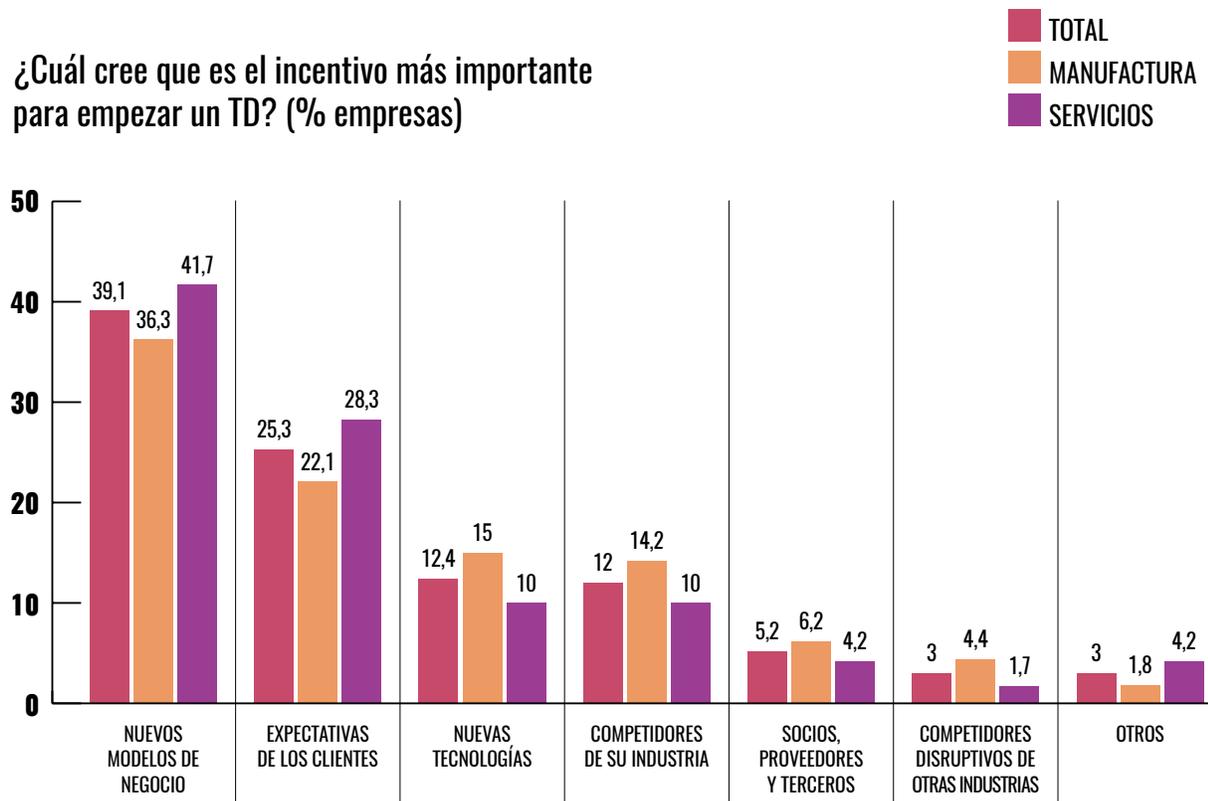


*Fuente: Encuesta de transformación digital (ANDI, 2019).*

### Gráfico 3

#### Incentivos para la implementación de tecnologías

¿Cuál cree que es el incentivo más importante para empezar un TD? (% empresas)



Fuente: Encuesta de transformación digital (ANDI, 2019).

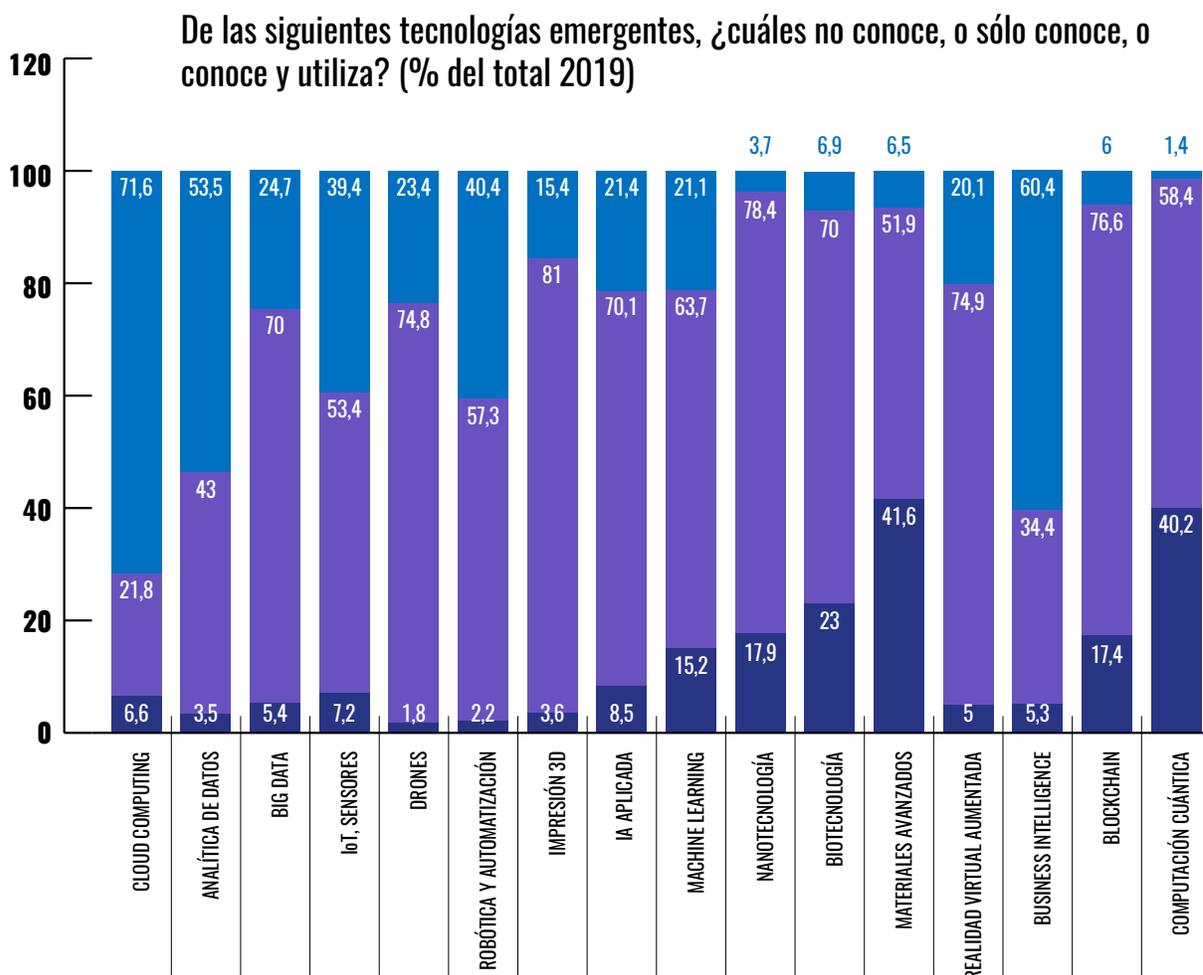
Según los resultados de la ANDI (2019), para la industria manufacturera los principales objetivos de la inversión fueron para la automatización de procesos, reducción de costos y presencia *online*. Por otro lado, en el sector de servicios, la inversión se destinó, principalmente, a automatizar procesos, seguido de reducir de costos y, en tercer lugar, lograr disrupción en su propia industria o en otras. A pesar de que se han realizado inversiones, llama la atención que solo un 35,7 % de las empresas reporta cuantificar el impacto de las inversiones en tecnologías maduras. Dicha medición se hizo principalmente por medio de la evaluación

del aumento de ingresos, la disminución de costos y la eficiencia en los procesos.

Ahora bien, evaluando las tecnologías emergentes, en la encuesta realizada por la ANDI se indagó si las empresas conocían, utilizaban o desconocían las tecnologías. En esta sección se encontró que la más utilizada es *Cloud Computing*, que la usa un 71,6 % de las empresas, seguida de *Business Intelligence* con 60,4 % y *Analítica de datos* con un 53,5 %. Por otra parte, las tecnologías más desconocidas son *Materiales avanzados*, dado que un 41,6 % de empresas no conocen el tema, y *Computación cuántica*, con respecto a la cual un 40,2 % de empresarios no saben qué es (ANDI, 2019).

**Gráfico 4**  
*Conocimiento y uso de las tecnologías emergentes*

■ NO LA CONOCE  
 ■ LA CONOCE  
 ■ LA CONOCE Y LA UTILIZA



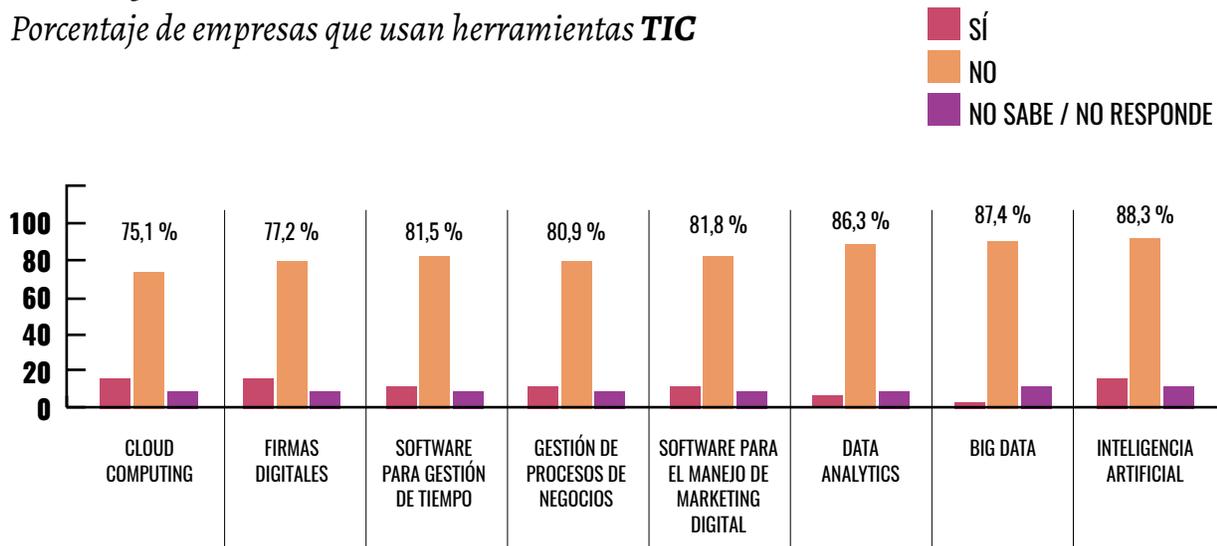
*Fuente: Encuesta de transformación digital (ANDI, 2019).*

Como se demuestra en la más reciente encuesta, cada vez se evidencia mayor disposición de las empresas y sectores a iniciar el camino de transformación digital; se le considera importante, se invierte en ella y se tienen incentivos y objetivos claros que motivan el inicio de la transformación digital. Aún se encuentra que las empresas se enfrentan fuertemente a diferentes barreras y desafíos para lograrlo de manera exitosa. La gran

mayoría de las empresas no utilizan herramientas TIC (gráfico 5), aunque, como se ha mencionado previamente, consideran que la apropiación de estas cumple un papel clave en el desarrollo de su negocio. Este hallazgo no solo está relacionado con la adopción de tecnologías más avanzadas, sino con aquellas tecnologías maduras necesarias para la solidificación de un modelo de negocio.

## Gráfico 5

Porcentaje de empresas que usan herramientas TIC



*Fuente: Conpes 3975, con datos de la Primera gran encuesta TIC 2017 del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC, 2017).*

Profundizando en estos retos, se encuentran cinco desafíos que reducen considerablemente el número de empresas que las utilizan. En orden de importancia, en 2019 se encontraron barreras en la implementación de una transformación digital exitosa: el presupuesto, 59,2 %; la falta de cultura, 57,1 %; y el desconocimiento, 55,4 % (ANDI, 2019). Por esta razón, se explorarán en este boletín de la siguiente manera:

- Baja inversión en investigación y desarrollo (I+D), la cual resulta fundamental para la adopción de tecnologías y permite la entrada a la cuarta revolución industrial (GII, 2019).
- Adopción desigual de tecnologías, principalmente basada en el desconocimiento técnico y la ausencia de visión en cuanto al impacto que dichas tecnologías pueden traer a corto y mediano plazo (GII, 2019; Basco, Beliz, Coatz & Garnero, 2018).

- Creencia de que el uso de tecnologías equivale a desempleo debido a la automatización de labores (Basco, Beliz, Coatz & Garnero, 2018; GCR, 2019).
- Ausencia de prácticas gerenciales, pues gran parte de los gerentes de las compañías siguen centrándose en las operaciones comerciales tradicionales, en lugar de poner el foco en las oportunidades que crean valor y productividad.
- El falso mito de que únicamente las empresas grandes o corporaciones pueden implementar tecnologías emergentes (Basco, Beliz, Coatz & Garnero, 2018; GII, 2019).

Es importante superar estos cinco obstáculos para lograr una transformación que apunte a la cuarta revolución en las economías, pues se ha encontrado que a medida que se intensifique el desarrollo tecnológico, los sistemas económicos crecen de manera más estable e innovadora (Sukhodolov, citado en MinTIC, 2019).

# Baja inversión en I+D

La inversión en investigación y desarrollo (I+D) es una de las cifras más relevantes al evaluar la voluntad de los sectores económicos y empresas para aportar nuevos conocimientos, tecnologías e innovación que garanticen su permanencia en el mercado (OCyT, 2018), pues es fundamental que un sistema de innovación cuente con un financiamiento suficiente y estable (PND, 2018-2022).

En el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 se afirma que un país obtiene resultados efectivos en materia de ciencia, tecnología e innovación con respecto a los recursos invertidos. Colombia superó solamente al 25,4 % de los países evaluados, con lo cual se evidenciaron debilidades en cuanto a la eficiencia de su inversión en el sector (PND, 2018-2022). Se estima que el gasto en I+D en el país es apenas del 0,3 % del PIB, mientras que México, Argentina y Brasil exhiben participaciones en el PIB del 0,4, 0,6 y 1,3 %, respectivamente. En esta misma vía, si bien la inversión en activida-

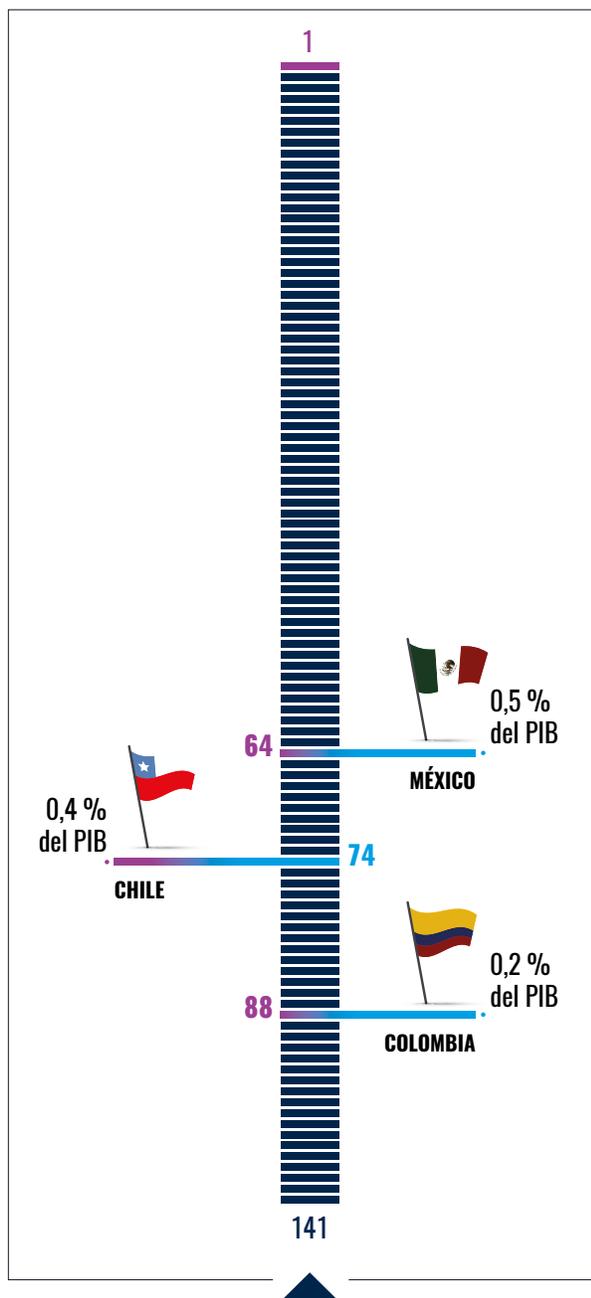
des científicas y tecnológicas (porcentaje del PIB) creció 57,6 % en el periodo 2010-2017, para este último año Colombia alcanzó el 0,65 %, cifra inferior a la que exhibieron Paraguay (0,93 %), Brasil (1,52 %) y Costa Rica (2,36 %) (Unesco, 2020).

A pesar de ser una de las inversiones claves para el acercamiento a la cuarta revolución industrial, como se mencionó, la inversión en I+D es baja. Según el Global Competitiveness Report (GCR)<sup>4</sup>, Colombia ocupa el puesto 88 entre 141 países en el *ranking* de inversiones en I+D, específicamente la sección dedicada al Global Competitiveness Index 4.0 (GCI 4.0)<sup>5</sup>. Si se compara esta medida con otros países líderes de la región latinoamericana, se encuentra que México y Chile ocupan los puestos 64 y 74, respectivamente, en el GCI4.0. En general, se demuestra que, aunque llevan una ventaja sobre Colombia, no tienen cifras de inversión verdaderamente altas ni ocupan puestos altos en el *ranking* de países que invierten en I+D.

4. El Global Competitiveness Report es realizado por el World Economic Forum y evalúa el panorama de la competitividad de 141 economías, proporcionando una visión única de los motores del crecimiento económico en la era de la cuarta revolución industrial. En la edición de 2019 se presenta el Global Competitiveness Index 4.0 (GCI 4.0). [http://reports.weforum.org/global-competitiveness-report-2019/?doing\\_wp\\_cron=1570623935.4483180046081542968750](http://reports.weforum.org/global-competitiveness-report-2019/?doing_wp_cron=1570623935.4483180046081542968750).

5. El Global Competitiveness Index 4.0 (GCI 4.0) forma parte del Global Competitiveness Report, realizado por el World Economic Forum. Abarca 141 economías, mide la competitividad nacional, definida como el conjunto de instituciones, políticas y factores que determinan el nivel de productividad de los países. [http://reports.weforum.org/global-competitiveness-report-2019/?doing\\_wp\\_cron=1570623935.4483180046081542968750](http://reports.weforum.org/global-competitiveness-report-2019/?doing_wp_cron=1570623935.4483180046081542968750).

# Global Competitiveness Report (GCR) 4.0



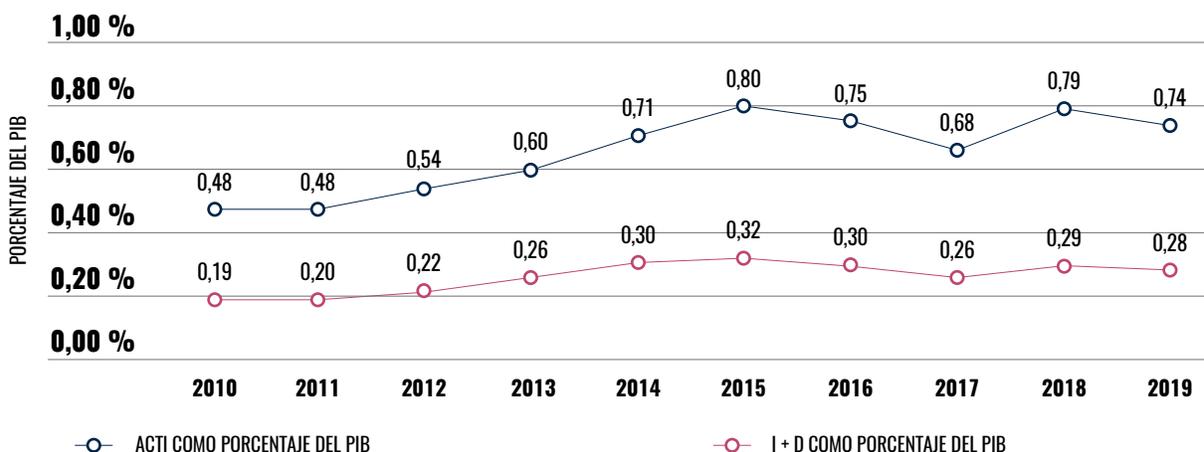
Global Competitiveness Index 4.0  
(edición 2019)

Ahora bien, realizando una comparación global, se encuentra que países líderes en Industrias 4.0 como Japón, Israel, Corea y Suiza, invierten porcentajes por encima del 3 % del PIB anual en actividades relacionadas con la investigación y el desarrollo. Haciendo énfasis tan solo en la subcategoría de inversión en I+D, el primer puesto del *ranking* lo ocupa Israel, con un 4,3 % de su PIB, seguido de Corea con una inversión de 4,2 %, y en tercer lugar se encuentra Suiza, con una inversión de 3,4 % (GCR, 2019). Los tres principales países que más invierten en estas actividades forman parte del top 20 de países más competitivos según GCR (2019). Israel, el país con más alta inversión en I+D, ocupa el puesto 20 en el índice, en el que se evalúan las medidas nacionales de competitividad, definidas como el conjunto de instituciones, políticas y factores que determinan el nivel de productividad; por otro lado, Corea ocupa el 13 y, finalmente, Suiza ocupa el puesto 5 dentro del mismo *ranking*. Es así como se hace explícita la relación entre adopción de tecnologías, cultura de innovación e industrias 4.0 con la inversión en investigación y desarrollo y se evidencia el efecto que tiene en la competitividad y productividad de la economía de los países.

Además de entender el panorama global en términos de inversión I+D, es relevante explorar la evolución que estas inversiones han tenido en los últimos años en Colombia. También resulta interesante explorar las inversiones que se han realizado específicamente en actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI), pues son aspectos relacionados con el núcleo de la cuarta revolución industrial.

## Gráfico 6

Evolución de la inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI) como porcentaje del PIB (2010-2019)



Fuente: OCyT; DANE - EDIT II a IX, EDITS IV a VI; Ruta N - Medición anual de innovación, 2015 - 2018.

Como se puede ver (gráfico 6), a partir del año 2011 se evidenció un aumento en la inversión en ACTI, la cual llegó a su tope en 2015 hasta alcanzar cifras del 0,80 % de inversión como porcentaje del PIB. Si bien la inversión ha rondado estas cifras, 0,79 % y 0,74 % en 2018 y 2019, respectivamente, son valores que continúan lejos del 1,5 % de inversión propuesta como meta para 2022 (Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, 2020).

En cuanto a la I+D, la situación es similar; sin embargo, la tasa de crecimiento de la inversión en I+D es inferior a la de ACTI. Desde 2013 hasta 2019, la inversión en I+D como proporción del PIB ha fluctuado entre el 0,26 y el 0,30 %. De hecho, en los dos últimos años, 2018 y 2019, se han presentado cifras de 0,29 y 0,28 %, respectivamente. En

Colombia aún no se llega a la mitad de la meta de inversión propuesta en este aspecto, pues se espera en 2022 lograr una inversión de 0,70 % del PIB en I+D, con al menos la mitad de esta cantidad representada por inversión privada (Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, 2020).

Ahora bien, observando la proveniencia de las inversiones en I+D en el año 2019, se encuentra que la mayoría derivaron de empresas (40,6 %), después de instituciones de educación superior (27,2 %), y posteriormente de centros de investigación y desarrollo tecnológico (21,2 %), entidades gubernamentales (8,8 %), entre las principales entidades ejecutoras de inversión. El total de inversión en I+D en 2019 fue de \$2.473.842 millones<sup>6</sup>.

6. Millones de pesos constantes de 2015.

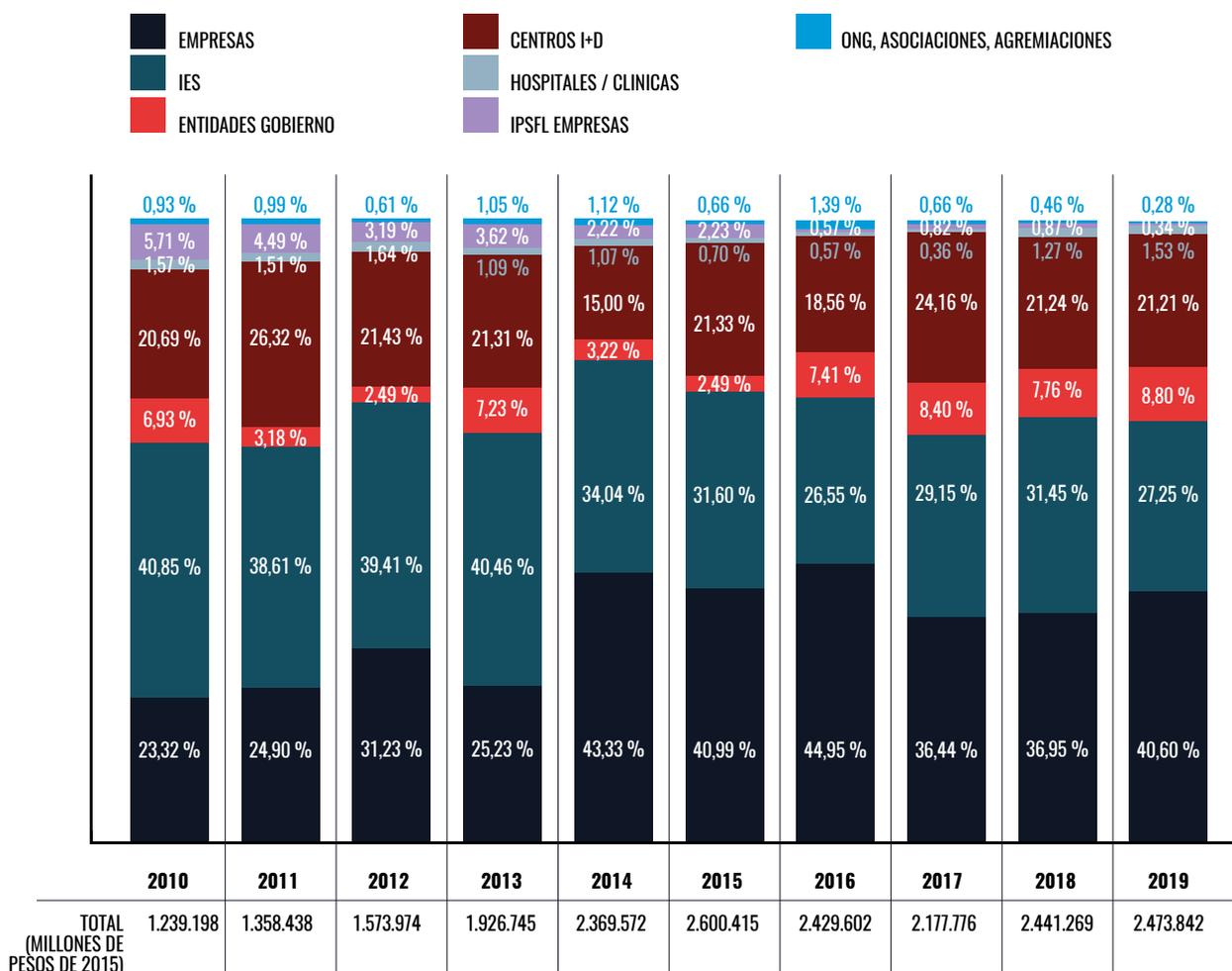
Por otro lado, se aprecia que las inversiones en ACTI en 2019 provinieron en su mayoría de empresas (38,8 %), luego centros de investigación y desarrollo tecnológico (23,1 %), entidades gubernamentales (17,7 %), instituciones de educación superior (17,7 %), e instituciones que hicieron pequeñas inversiones, como hospitales y ONG. El

total de inversión en ACTI en 2019 fue de 6.487.535 millones<sup>7</sup> (Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, 2020).

Estas cifras demuestran que el mayor porcentaje de inversión en I+D y en ACTI corresponde a recursos de las empresas (OCyT, 2018; Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, 2020).

## Gráfico 7

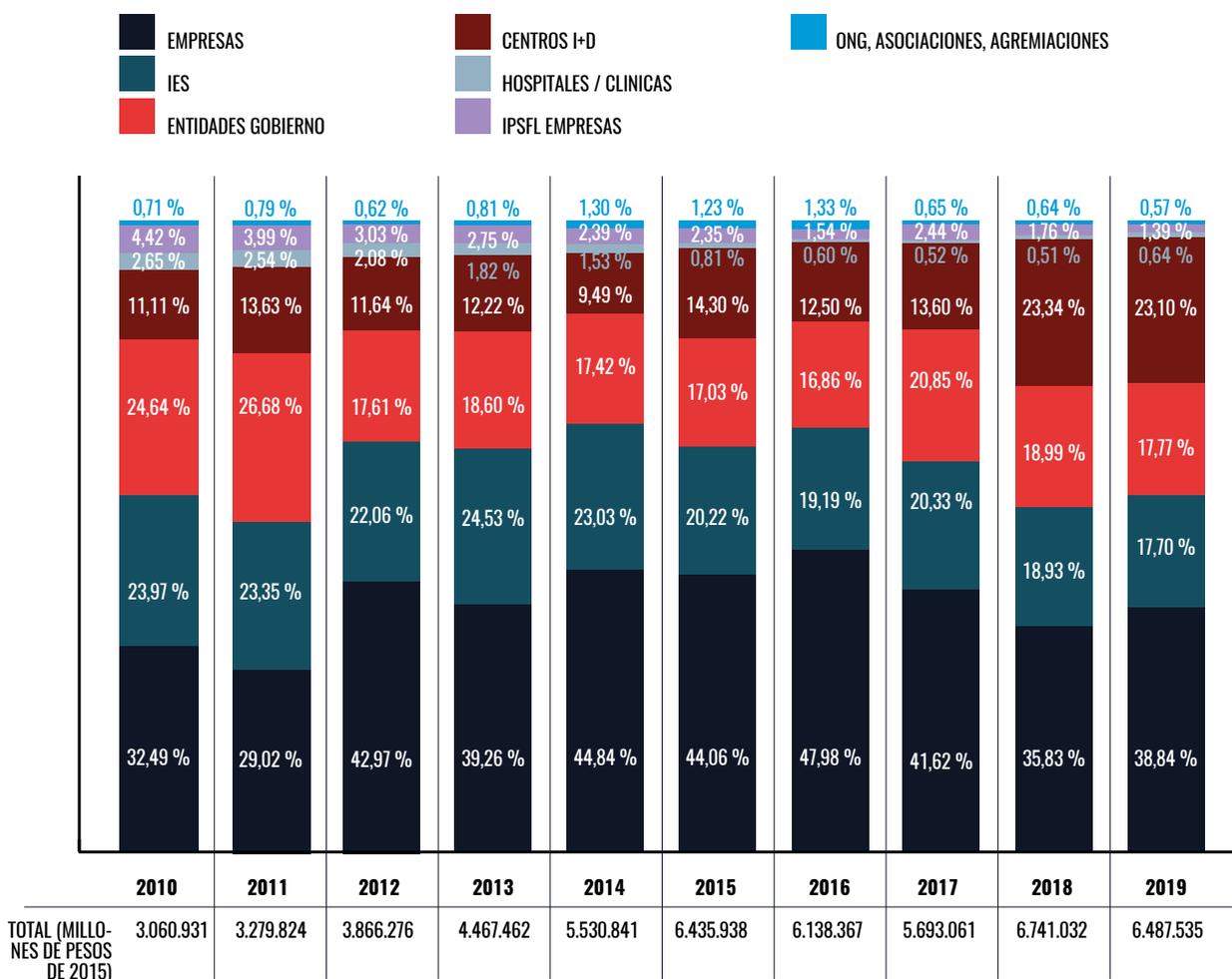
Inversión nacional en I+D por tipo de entidad ejecutora, 2010-2019



7. Millones de pesos constantes de 2015.

## Gráfico 8

Inversión nacional en ACTI por tipo de entidad ejecutora, 2010-2019



Finalmente, estas cifras evidencian que uno de los recursos más valiosos para la cuarta revolución industrial, la inversión en I+D, actualmente no se está explotando en Colombia, ya que es evidente que todavía falta inversión para llegar a los porcentajes esperados y considerados pertinentes para el país (Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, 2020). Adicionalmente, si se toman referentes globales, se puede ver que el campo de acción es grande aún para alcanzar porcentajes de inversión como los que realizan países líderes en tecnología.

En razón de que uno de los retos que se busca superar es estar preparados con el conocimiento y el desarrollo tecnológico necesarios para la transformación, la inversión en I+D debe aumentar y no debe provenir predominantemente de una sola fuente, puesto que debe ser una responsabilidad compartida y requiere una interacción entre diversos actores, como el Gobierno, la base empresarial, la academia, otras organizaciones e incluso la sociedad civil, dado que todos cumplen un papel en la preparación del país para recibir la cuarta revolución industrial (Basco, Beliz, Coatz & Garnero, 2018).

# Adopción desigual de tecnologías por falta de capacitación y de claridad en el impacto de las innovaciones

El segundo desafío está relacionado con una adopción desigual de tecnologías, que puede ser causada por ausencia de conocimiento, dado que las competencias y habilidades de la ciudadanía parecen estar alejadas de las que demanda el sector productivo, lo que supone un reto para la empleabilidad y la productividad (PND, 2018-2022). Es evidente que las transformaciones estructurales de la cuarta revolución implican inevitablemente nuevas formas de trabajar, lo cual requiere cambios en la organización de las empresas, en las relaciones entre ellas y en la necesidad de desarrollo de competitividad digital (MinTIC, 2019; PND, 2018-2022; Wiesner, Gaiardelli, Gritti, & Oberti, 2018).

La competitividad digital se define como la capacidad de una economía para adoptar y explotar tecnologías digitales conducentes a la transformación en las prácticas gubernamentales, modelos de negocio y la sociedad en general (PND, 2018-2022). Sin embargo, se ha encontrado que muchos esfuerzos de digitalización fallan debido a la complejidad y a la incomprendibilidad de los desarrollos tecnológicos o por la poca motivación de los empleados que ven sin sentido la adopción de innovaciones (MinTIC, 2019).

En primer lugar, los recursos humanos y su capacidad para realizar actividades en ciencia, tecnología e innovación son fundamentales para crear nuevas tecnologías y contribuir al fortalecimiento de la innovación (OCyT, 2018). Para tener un provecho real de los saltos que se pueden realizar gracias a la llegada de la tecnología y que han de impulsar las economías y cerrar las brechas que existen actualmente, debe haber un personal capacitado para realizar una adopción integral de las tecnologías. No se trata únicamente de usar algunas de las innovaciones sino de comprender en profundidad cómo se pueden integrar a los modelos de negocio y contextos colombianos.

Sin embargo, en Colombia el 65 % de las empresas formales dicen que tienen dificultades para encontrar mano de obra con las cualificaciones que necesitan, frente a un 77 % de empresas en el promedio de los países de la Alianza del Pacífico (ANDI, 2019). De hecho, el índice de competitividad digital de 2018<sup>8</sup> muestra a Colombia en una de las más bajas posiciones con un *ranking* de 59 entre 63 países. En el componente de conocimiento, Colombia pasó del puesto 51 al 57 entre 2014 y

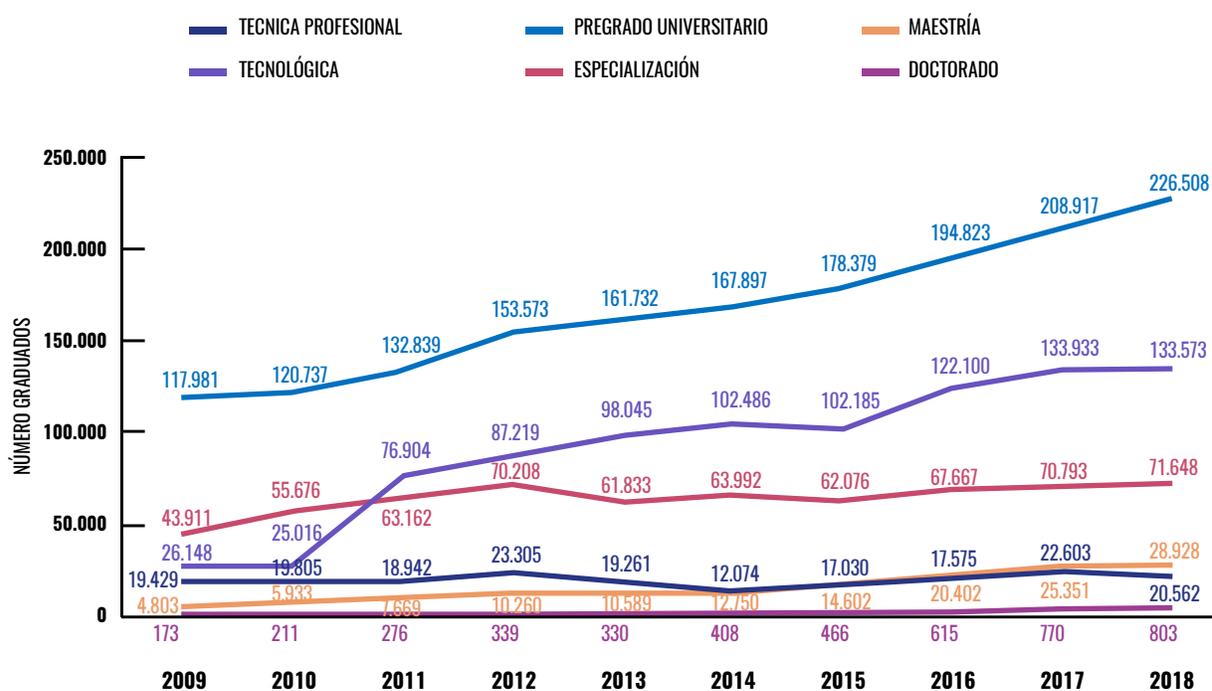
2018. Este componente mide si el país cuenta con el conocimiento necesario para descubrir, entender y construir nuevas tecnologías.

Por esto es pertinente evaluar cómo está actualmente la capacitación de los colombianos en

niveles de formación de educación superior, es decir, más allá de la primaria y el bachillerato. En el gráfico siguiente se puede ver la distribución en los niveles de formación, desde 2013 hasta 2018 (gráfico 9).

### Gráfico 9

Graduados en instituciones de educación superior (IES) colombianas por nivel de formación, 2009-2018



Fuente: Ministerio de Educación Nacional (MEN), Sistema Nacional de Educación Superior (SNIES).



Cabe destacar que hay una ventaja en la oferta y registro en formación en los niveles educativos técnico y tecnológico, pues estos permiten formar y capacitar capital humano en adopción y uso de tecnologías emergentes de manera ágil. Del mismo modo, se considera una ventaja el aumento en las cifras de estudiantes que finalizan pregrados universitarios; sin embargo, solo el 24,6 % de quienes se graduaron entre 2001 y 2018 en Colombia lo hicieron de carreras en áreas relacionadas con las ciencias, la ingeniería y la tecnología. Estas cifras suponen un desafío para el país, en la medida en que sigue siendo un porcentaje bajo y se espera que sean estas personas quienes lideren las transformaciones digitales que vendrán, dado que estarán capacitadas para adoptar y usar las nuevas tecnologías.

Del mismo modo, se observa que el número de maestrías y doctorados se ha mantenido relativamente bajo y constante a lo largo de los años; se ha encontrado que el 12,83 % de las maestrías que se hicieron entre 2009 y 2018 fueron en el área de ingeniería y tecnología, mientras que el 24,12 % de los doctorados correspondieron a esta área (OCyT, 2020). Si bien son porcentajes considerables, aún queda un amplio campo de acción para que los

porcentajes de colombianos que se especializan en estas disciplinas aumenten.

Para contar con una visión regional y establecer una comparación con otros países, se evaluaron los resultados obtenidos en el Global Innovation Index<sup>9</sup> (2020), en el cual se evalúa la categoría de *Capital humano e investigación*, dentro de la cual hay subcategorías que resultan pertinentes para este análisis, como *Educación en disciplinas como ciencia e ingenierías*<sup>10</sup>, *Número de investigadores de tiempo completo*<sup>11</sup> y *Empleo de capital humano altamente calificado*<sup>12</sup>. En la categoría general *Capital humano e investigación*, Argentina lidera la región en el lugar 48, seguido de Brasil en el puesto 49 y Chile en el 55. Por su parte, Colombia ocupa el puesto 82 (tabla 1) (GII, 2020).

**Tabla 1. Capital humano e investigación**

País	Puntaje	Ranking
Argentina	35,9	48
Brasil	35,8	49
Chile	33,1	55
México	32,1	58
Colombia	25,9	82
Ecuador	21	91

9. El Global Innovation Index (GII) proporciona 80 mediciones detalladas para 131 economías, por lo cual se ha convertido en una de las principales referencias para medir el rendimiento de la innovación de un país. En 2020 presenta su edición número trece (recuperado de [https://www.wipo.int/global\\_innovation\\_index/en/](https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/)).

10. La proporción de todos los graduados de nivel terciario en ciencias naturales, matemáticas, estadísticas, información y tecnología, fabricación, ingeniería y construcción como porcentaje de todos los graduados de nivel terciario.

11. Investigadores de tiempo completo por millón de habitantes (ITC/millón de habitantes). Es decir, los investigadores en I+D que son profesionales dedicados a la concepción o creación de nuevos conocimientos, productos, procesos, métodos o sistemas y en la gestión de los proyectos en cuestión.

12. Suma de las personas de las categorías 1 a 3 como porcentaje del total de personas empleadas, según el Instituto Internacional de Clasificación Uniforme de Ocupaciones (CIUO). Las categorías incluidas en ISCO-08 son 1 Gerentes, 2 Profesionales y 3 Técnicos y profesionales asociados (2009-2018).

Profundizando en las subcategorías previamente mencionadas, en porcentaje de *Graduados en disciplinas como ciencia e ingenierías*, se encuentra que México es líder con un 25,2 %, en el puesto 36, mientras que Colombia está en el puesto 51 con un 23,1 %. En cuanto a *Investigadores de tiempo completo por millón de habitantes*, se encuentra que el país que lleva la delantera es Argentina, con 1192,2 ITC/millón habitantes y ocupa el puesto 50 dentro del *ranking* de los países pertenecientes al GII 2020;

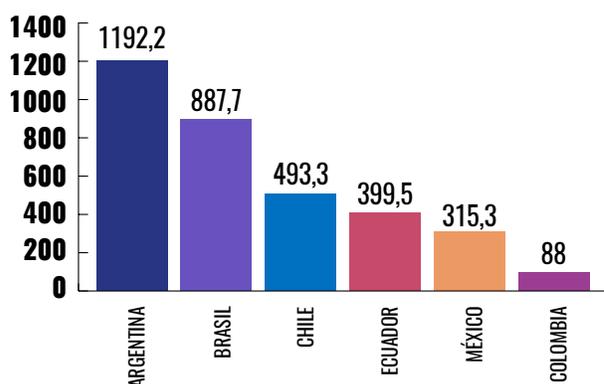
mientras que Colombia, tal como se explicó, cuenta con 88 ITC/millón habitantes y está en la posición 90.

Por último, resaltando la subcategoría *Empleo de capital humano altamente calificado*, Chile tiene el mejor *ranking* dentro de la región, en el puesto 55, con un 26,4 %, mientras que Colombia muestra un 16,7 % y ocupa, por consiguiente, el puesto 86 (GII, 2020).

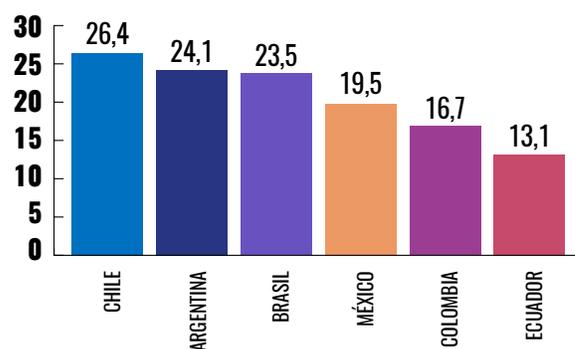
## Gráfico 10

Formación de capital humano en América Latina

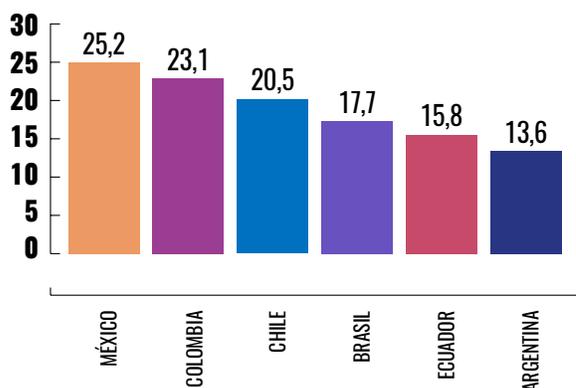
Investigadores FTE/mn pop (2020)



Capital humano altamente calificado y empleo % (2020)



Graduados en ciencias y tecnología % (2020)



Fuente: Global Innovation Index (2020).

A este panorama se suma que la tasa de eficiencia de la innovación<sup>13</sup>, que responde a la razón entre los resultados de innovación y los insumos de innovación, para Colombia es de 0,46 %, una de las más bajas de la región. Por otro lado, atendiendo a las cifras en innovación empresarial, siguiendo los datos de la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT), se encuentra que entre el 2017 y el 2018 solo el 20,7 % de las empresas fueron clasificadas como innovadoras en sentido amplio, en tanto que el 75,4 % de empresas resultaron ser no innovadoras. Esta cifra es inferior al promedio de empresas innovadoras en el sector manufacturero en América Latina, que es de 36,1 %; en la región, Argentina, Brasil y Chile son los países líderes (GPC, 2019).

Finalmente, se puede concluir que, al poner las cifras en perspectiva con otros países de la región,

en Colombia sí se está generando conocimiento y capacitación en las áreas necesarias para prepararse para la llegada de las tecnologías emergentes y de la cuarta revolución industrial, como es la formación en disciplinas enmarcadas en las ciencias y la ingeniería. Sin embargo, se evidencia el amplio campo de acción que queda disponible para aplicar este conocimiento en empleos de investigación o en aquellos en los que se requieran recursos humanos altamente calificados. No solo es necesario un foco en la formación de dichos profesionales y expertos, sino en la creación de trabajos que den sentido a ese conocimiento especializado, habilitando así posibilidades laborales para la población. De esta manera, las empresas aumentarán su clasificación de innovación y uso tecnológico.

## Revaluando mitos: *¿la tecnología es equivalente a mayor desempleo?*

Si bien es evidente que la innovación tecnológica trae consigo múltiples beneficios, con frecuencia despierta preocupaciones acerca de los efectos negativos que puede traer esta transformación. Una de las preocupaciones principales es sobre las repercusiones que traerá en el empleo y la fuerza

laboral, especialmente para aquellos trabajadores que pueden ser reemplazados por las tecnologías. Estos segmentos del mercado laboral temen verse perjudicados por el cambio tecnológico, sufriendo desempleo o disminución en ingresos, pues son labores que pueden ser automatizadas, principal-

13. Global Innovation Index (GII).



mente en el sector de manufactura y en las tareas repetitivas (Dieppe, 2020). De hecho, un estudio realizado por el Intal con base en los datos de la encuesta Latinobarómetro 2017, muestra que cuatro de cada cinco latinoamericanos perciben el avance científico tecnológico como una amenaza para el empleo. En particular, el 71 % considera que la inteligencia artificial y la robótica dejarán un saldo negativo en materia de creación de puestos de trabajo y solo el 24 % considera que estas tecnologías permitirán crear más empleo del que destruirán (Basco, Beliz, Coatz & Garnero, 2018).

Dado que las tecnologías pueden llegar a reemplazar la mano de obra, es igualmente cierto que también pueden servir como herramientas complementarias con las cuales se trabaja en conjunto para llegar a los objetivos deseados. Una evidencia de esto resulta de los datos de una amplia muestra mundial de economías que demuestran que el efecto de sustitución predomina a corto plazo. Una mejora del 1 % en la productividad laboral impulsada por la tecnología reduce el empleo en

el primer año en un 0,2 % en las economías avanzadas y en un 0,1 % en las economías emergentes y en desarrollo. Además, después de las mejoras tecnológicas evidenciadas desde 1980 hasta 2018, el empleo disminuyó en el 70 % de los mercados emergentes y las economías en desarrollo y en el 90 % de las economías avanzadas (Dieppe, 2020). Sin desconocer que las cifras son altas, más allá de una pérdida de empleo se debe entender el cambio como una reorganización del factor productivo, como es el trabajo hacia procesos que agreguen mayor valor no solo al empresario sino al trabajador, retomando la complementariedad que se puede dar entre la fuerza laboral y las tecnologías.

Ahora bien, ya se comprobó que las preocupaciones de transición hacia una industria con innovaciones tecnológicas están fundamentadas en el posible aumento de desempleo. Sin embargo, el aumento en productividad causada por el uso de tecnologías supera los costos de la transición a corto plazo y trae consigo un efecto positivo en los ingresos, en el que los aumentos de la renta-

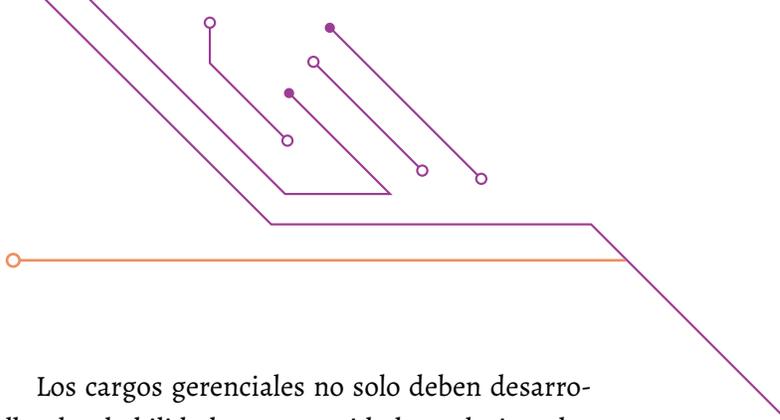
bilidad de la producción incrementan la demanda de mano de obra en los sectores afectados, o incluso en otros sectores (Aghion & Howitt, 1994, citados en Dieppe, 2020; Banco Mundial, 2019). La medida en que los efectos de ingreso compensen el efecto de automatización depende del tipo de tareas que se requieran para complementar las nuevas tecnologías y de la oferta de trabajadores con las habilidades apropiadas para estas labores (Acemoglu & Autor, 2011; Acemoglu & Restrepo, 2018, citados en Dieppe, 2020).

Esto significa que una fuerza de trabajo más educada y capacitada en habilidades y aptitudes novedosas relacionadas con tecnología llevará a una disminución en los efectos de desempleo por sustitución. Por esta razón, los países deben enfocar esfuerzos en implementar mejoras en las primeras etapas de la educación, con el ánimo de sentar las bases de niveles de formación y capacitación más avanzados (Banco Mundial, 2019), de manera que se observe un efecto de desplaza-

miento de los trabajadores hacia otras tareas, o incluso una nueva división de tareas y no una sustitución o automatización total del empleo (BID, 2020). Además de la capacitación en estas nuevas disciplinas y labores, se debe prestar atención a los programas de protección social, de manera que se pueda garantizar que los trabajadores desplazados de su labor puedan buscar oportunidades de transición en nuevas industrias o sectores (Dieppe, 2020).

Por otro lado, el segmento laboral gerencial y directivo también puede verse preocupado por la disrupción tecnológica, pues los modelos de negocios emergentes también resultan desafiantes en los niveles de gerencia y dirección. Por tal razón, el desarrollo de capacidades en la gerencia cobra cada vez más sentido, dado que en un ámbito 4.0, la empresa, sin lugar a dudas, tiene cada vez más acceso a información sobre sus clientes, a la vez que nuevos competidores entran al mercado, lo que supone un desafío. Se deben aprovechar los





datos y transformarlos en información útil para la toma de decisiones en la empresa.

En este sentido, es relevante que los directivos desarrollen e intenten desarrollar en la fuerza laboral ciertas habilidades cognitivas y sociales, dados los efectos positivos sobre el retorno salarial y los efectos en materia de productividad dentro de la empresa (OECD, 2018). Por ejemplo, las habilidades relacionadas con TIC, habilidades STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas), *marketing* y contabilidad y aquellas llamadas habilidades blandas, mejor llamadas socioemocionales, como gestión y comunicación, resolución de problemas, autoorganización y disposición para aprender. El desarrollo de estas habilidades es vital, pues la incorporación de nuevas tecnologías supondrá sin duda un cambio en la demanda de los perfiles laborales que estará más orientada hacia la ingeniería, la informática, la electrónica y el análisis de datos, así como las habilidades en resolución de problemas, pensamiento crítico y creatividad.

La llegada de las tecnologías no debe verse como una amenaza que conlleva una pérdida de empleo masiva, sino verla como una reestructuración en el factor laboral productivo que debe enfocarse en unas habilidades que se complementen con las herramientas tecnológicas y no que compitan contra ellas. Esta visión permitirá alcanzar todo el potencial en el aumento de productividad empresarial que a la vez trae numerosos beneficios e incluso abre la puerta a la demanda de mano de obra. Adicionalmente, se debe tomar en cuenta la oportunidad que tienen las empresas si se desarrollan las habilidades directivas necesarias para conducir adecuadamente la transición tecnológica.

Los cargos gerenciales no solo deben desarrollar las habilidades y capacidades relacionadas con modelos de negocios que superen las operaciones comerciales tradicionales, sino enfocarse en el desarrollo de ciertas habilidades de sus equipos de trabajo. La capacitación debe estar orientada en dos frentes; por un lado, la mejora en las habilidades de los trabajadores para potenciar el desarrollo de sus funciones actuales, y por otro, la recapitación, en la que el personal necesita profundizar y apropiarse de capacidades para asumir funciones diferentes o completamente nuevas.

En Europa y Estados Unidos, por ejemplo, se espera que la demanda de habilidades físicas y manuales en tareas repetibles y predecibles disminuya en casi un 30 % durante la próxima década. En contraste, se espera que la demanda de habilidades tecnológicas aumente en más del 50 %, las habilidades cognitivas complejas en un tercio, y las habilidades sociales y emocionales de alto nivel en más del 30 % (McKinsey Global Institute, 2018). Estas cifras muestran la importancia de trabajar en la capacitación del personal, pues la baja formación puede ser una barrera para la adopción de tecnologías dentro de las firmas. Este esfuerzo de capacitación debe permitir alcanzar una mayor cualificación del talento, desarrollar nuevos conocimientos y aptitudes aplicados al nuevo contexto, teniendo en cuenta que la adaptabilidad de los talentos también requiere un mercado laboral que funcione bien y que proteja a los trabajadores (GCR, 2019).



# Rol de las habilidades gerenciales en el aumento de la productividad

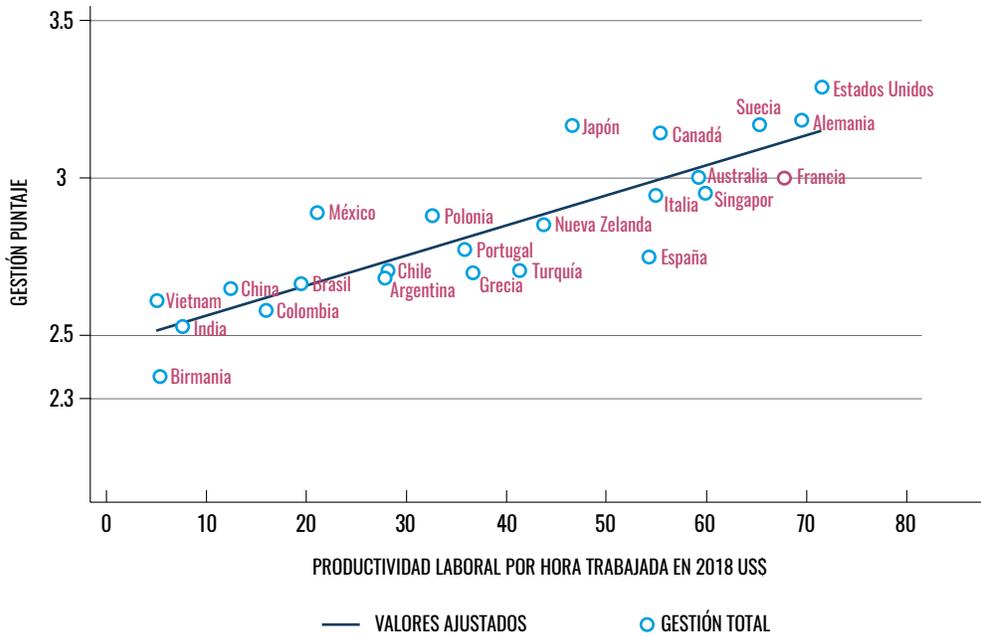
Comúnmente, la bibliografía refiere que las diferencias en la productividad entre empresas se puede explicar por las diferencias en la acumulación de factores productivos (capital y trabajo) o tecnologías para la producción y las prácticas gerenciales (Syverson, 2004). En este sentido, el avance en materia de innovación y nuevas tecnologías no está dado únicamente por las inversiones en I+D o en la formación de talento humano altamente competitivo, sino que también involucra las decisiones de los líderes empresariales por su capacidad de incidir en los cambios dentro de las organizaciones; esto marca la diferencia entre los países innovadores, líderes en tecnologías, y aquellos que no lo son.

Para profundizar en el entendimiento de estas diferencias en materia de productividad, Bloom y Van Reenen (2007) han propuesto un enfoque que sugiere que las firmas que adoptan una estructura de prácticas gerenciales, es decir, aquellas que implementan sistemas de monitoreo, seguimiento a objetivos y esquemas de incentivos, son más productivas, más rentables y crecen más rápido que las que no adoptan estas prácticas (Bloom, Lemos, Sadum, Scur & Reenen, 2014), dado que en su mayoría presentan mayores tasas de innovación e inversión en recursos de tecnologías de la información, entre otros (Bloom, Brynjolfsson & Foster, 2017).



## Gráfico 11

### Relación entre las prácticas gerenciales y la productividad laboral



*Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de Conference Board Total Economy & World Management Survey.*

Siguiendo esta perspectiva, se establece una relación entre la incorporación de prácticas gerenciales y la productividad en los países, y se halla una correlación significativa y positiva (0,78) con los niveles de productividad laboral de cada país. Si bien no es posible establecer un efecto causal a partir de la evidencia presentada, un amplio conjunto de experimentos sugiere que, por ejemplo, el pago de incentivos resulta esencial para explicar los diferenciales de productividad entre países.

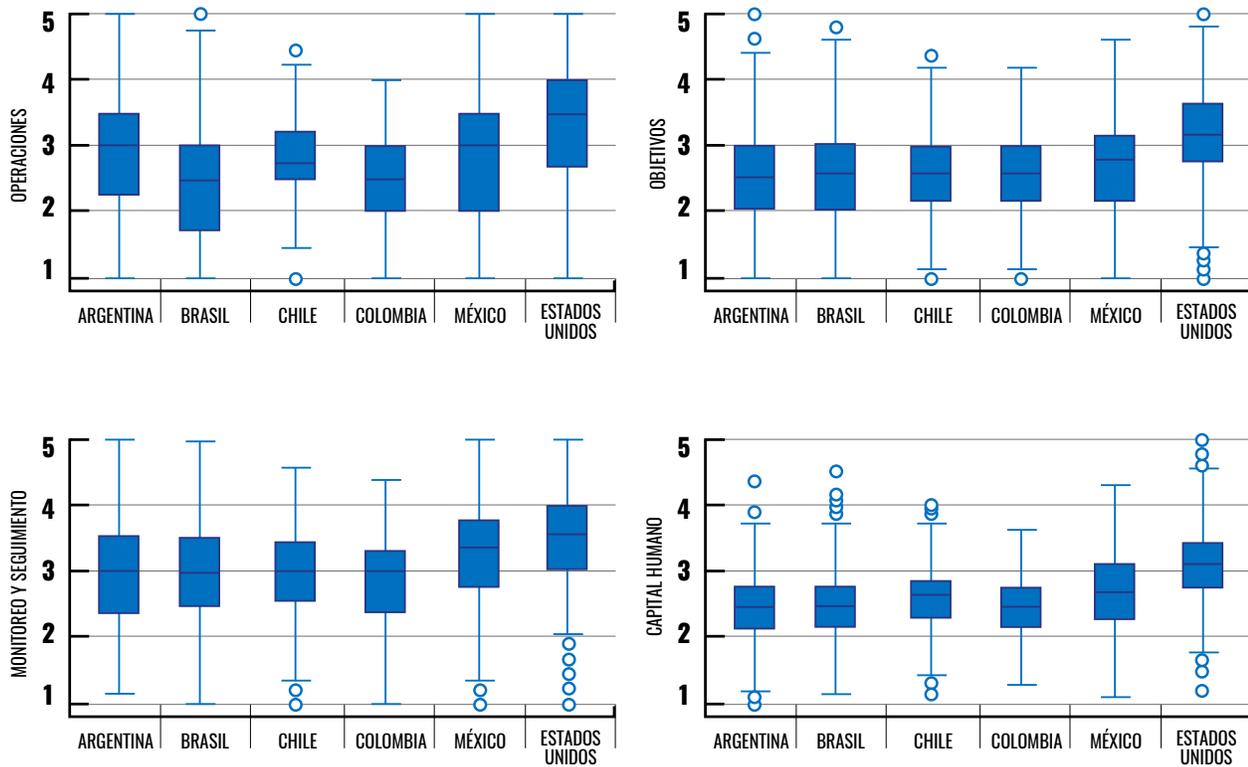
En materia de prácticas gerenciales, Colombia se ubica por debajo de Brasil, Argentina, Chile y México; este último es el país con mejor puntaje de la región. Al indagar en los resultados de la en-

cuesta World Management Survey en sus cuatro principales dimensiones: gestión de operaciones, monitoreo al desempeño, seguimiento a objetivos y gestión del talento humano (Bloom & Van Reenen, 2006) (gráfico 12), se encuentra que, en particular en el ámbito de *gestión de operaciones*, que indaga sobre los procesos orientados a la mejora continua, el uso de técnicas *lean*, así como la motivación detrás de los cambios dentro de la empresa en Colombia presenta un puntaje promedio menor que sus vecinos de América Latina, al igual que en la *gestión del talento humano*, que precisa si la empresa busca desarrollar, promover y retener a las personas con mejor desempeño.



## Gráfico 12

Dimensiones de las prácticas gerenciales por países seleccionados



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de World Management Survey.

Según Insights (2018), los resultados de su encuesta a ejecutivos en todo el mundo para medir la preparación empresarial y gubernamental, con el propósito de asumir los desafíos de la industria 4.0, se encontró que solo un tercio de los ejecutivos encuestados está seguro de su capacidad para actuar como administradores de su empresa durante los cambios asociados con la industria 4.0

y solo el 14 % resulta estar altamente seguro de que sus organizaciones están listas para aprovechar los cambios. En buena medida, esto se debe a que gran parte de los gerentes de las compañías siguen centrándose en las operaciones comerciales tradicionales, en lugar de poner el foco en las oportunidades para crear valor para sus grupos de interés directos e indirectos.

# Otro mito: *únicamente las empresas grandes o corporaciones pueden implementar tecnologías emergentes*

Las mipymes son actores claves en la economía de Colombia, pues representan el 97,4 % de la base empresarial. Al representar tan alto porcentaje, tienen un fuerte impacto en variables como el empleo y la creación de valor. Estas empresas responden por un 55,5 % del empleo formal de Colombia. En economías emergentes, las pymes suelen contribuir con un 45 % del empleo nacional y un 33 % del PIB (Matt & Rauch, 2020). Gracias a esto, se evidencia la importancia de apoyar el desarrollo productivo y competitivo de estas firmas, pues significará una gran contribución económica. Una de las maneras más evidentes de ayudarlas a que alcancen su máximo potencial es por medio del apoyo en el proceso de transformación digital

y acompañarlas a una llegada eventual de la cuarta revolución industrial (Matt & Rauch, 2020).

Las mipymes no ignoran la marcada tendencia que existe hacia las tecnologías y la industria 4.0 (Matt & Rauch, 2020), puesto que muchas ya reconocen el valor de aumentar la variedad de productos, permitir la personalización, tener disponibilidad de canales electrónicos con los clientes, utilizar los datos para tomar decisiones de manera más adecuada, disminuir tiempos y costos en la cadena de valor, entre otras prácticas permitidas por el uso de tecnologías (Spena et al., 2016, citado en Matt & Rauch, 2020).

Si bien han reconocido el valor agregado del uso de herramientas tecnológicas, no todas las imple-



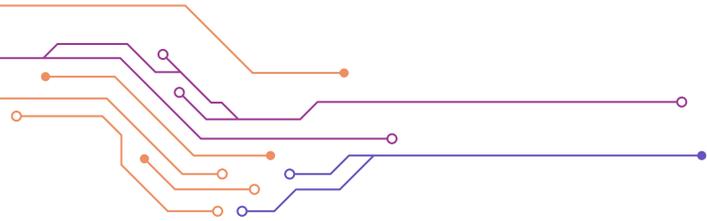
mentan aún, puesto que perciben en ello muchos retos, tal como se ha descrito previamente, y no todas están preparadas para enfrentarse a ellos (Matt & Rauch, 2020). De hecho, varias empresas pequeñas y medianas consideran que la implementación de las industrias 4.0 es compleja, alejada de su realidad y contexto, y en ocasiones expresan que no conocen claramente los beneficios de esta (Wiesner et al., 2018, citados en MinTIC, 2019). Esto explica por qué muchas pymes no se atreven a dar el salto tecnológico que traería nuevas técnicas de producción, desarrollo de modelos de negocio innovadores, aumento de productividad y crecimiento empresarial.

Al ignorar cómo hacer uso de las tecnologías existentes, consideran que solo las grandes empresas y corporaciones podrán tener acceso a ellas, puesto que las imaginan complejas y costosas, con lo cual validan el mito (Basco, Beliz, Coatz & Gärner, 2018; GII, 2019). Además, este pensamiento trae consignas como “La mayoría de las pymes no están preparadas para la industria 4.0”, “Las pymes se están perdiendo las tendencias del futuro”, entre otras similares que lo único que logran es desincentivar en este segmento (Olle & Clauß, 2015, citados en Matt & Rauch, 2020).

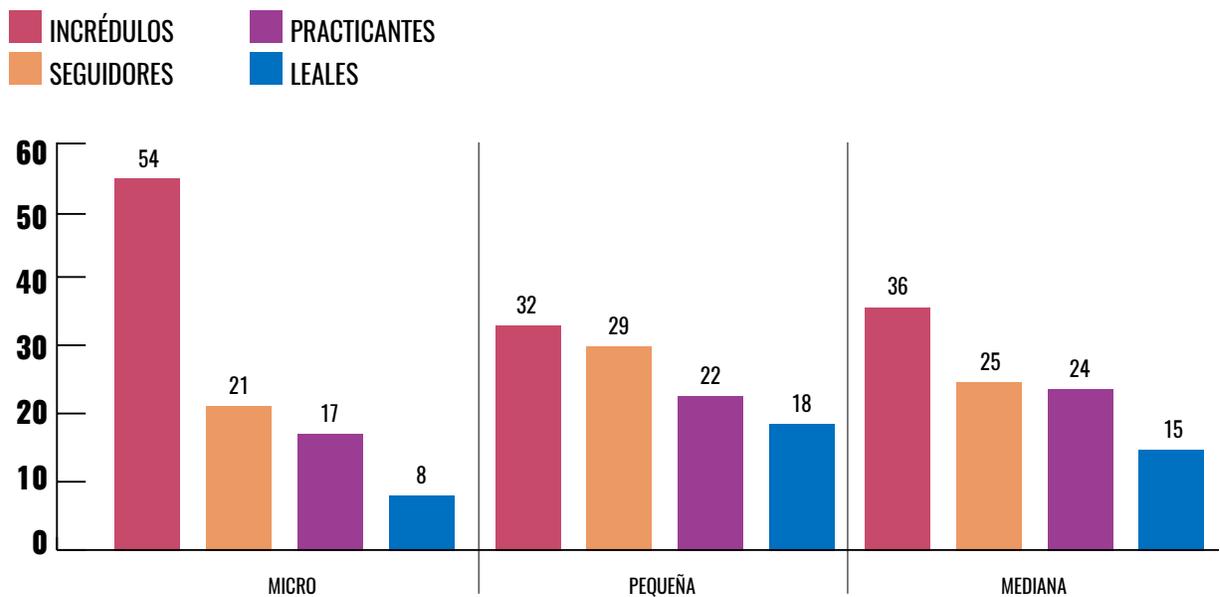
De acuerdo con un perfilamiento de las micro, pequeñas y medianas empresas en Colombia realizado por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en el año 2018 (Política nacional para la transformación digital e inteligencia artificial, Conpes 3975, 2019), hay



cuatro perfiles que describen la relación de las organizaciones con las tecnologías. Las empresas *incrédulas* son organizaciones que consideran la tecnología como una herramienta necesaria únicamente para algunas actividades muy específicas. Eso hace que tengan una visión limitada de la innovación a escala tecnológica y digital. En general, no promueven estrategias de digitalización ni de transformación digital. Luego están las *seguidoras*; son aquellas empresas que consideran importante invertir en 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. Después están las *practicantes*, organizaciones que han entendido el papel de las TIC en sus negocios, permitiendo la práctica y la innovación digital. El cuarto perfil son las pymes *leales*, que alcanzan un mayor grado de madurez, pues 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*. Según se encontró en el “Estudio de caracterización de las mipymes colombianas y conocimiento de su relación con las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC)”, estos perfiles se encuentran distribuidos como se muestra a continuación (gráfico 13).



**Gráfico 13**  
*Perfilamiento para las mipymes en Colombia*



*Fuente: Datos de las bases del PND, 2018-2022 (DNP, 2019, en Conpes 3975).*

Estos estados demuestran que aún hay baja capacidad de aprovechamiento de tecnologías que faciliten la llegada de la cuarta revolución industrial. La mayoría de las empresas estudiadas están en una etapa de incredulidad tecnológica (Política nacional para la transformación digital e inteligencia artificial, Conpes 3975, 2019) y eso lleva a que la implementación de herramientas tecnológicas se vea lejana, reforzando la creencia de que se aplica más a corporaciones grandes.

Debido a la incredulidad, muchas pymes no tienen una estrategia digital definida ni personal capacitado en tecnologías. Tampoco disponen de áreas dedicadas al uso de estas ni de equipos necesarios. De hecho, pueden estar en una etapa en

la que ni siquiera cuentan con conectividad, ciberseguridad básica o uso de TIC (Mittal, Khan, Romero & Wuest, 2018). Esto no significa que no puedan llegar a niveles de madurez tecnológica por su condición de empresa micro, pequeña o mediana. De hecho, las mipymes que sí tienen desarrollos tecnológicos y han alcanzado madurez en su estrategia digital pueden servir de modelos para otras empresas, compartiendo su experiencia o guiándolas en su proceso de uso, implementación y adopción de tecnologías.

Muchas de estas mipymes tienen la ventaja de ser flexibles, con mentalidad de innovación y espíritu emprendedor, y han demostrado que tienen muchas capacidades de adaptación (Matt &



Rauch, 2020). Gracias a estas características, se ha encontrado que tienen facilidad de reinventar productos y prácticas manufactureras, incluso mejor que empresas grandes y multinacionales (Matt & Rauch, 2020). Las firmas pequeñas se han convertido en una fuerza proactiva que busca mejorar las operaciones ante las presiones competitivas que han surgido por las brechas tecnológicas (Boughton & Arokiam, 2000).

En consonancia con lo anterior, se afirma que las mipymes serán las grandes beneficiadas de la digitalización y llegada de la cuarta revolución industrial, puesto que no solo pueden implementar cambios rápidamente (Deloitte, 2015), sino que lograrán obtener ganancias de manera más acelerada que si no adoptan las tecnologías. A escala global, muchas pequeñas y medianas empresas ya se están enfocando en digitalizar sus productos y procesos para destacarse en el mercado (PWC, 2015, en Matt & Rauch, 2020).

Para probar esto, se estudiarán casos de empresas colombianas pertenecientes a diferentes sectores económicos y regiones geográficas, las cuales han implementado tecnologías en sus modelos de negocio y han recibido grandes beneficios. Todas las compañías que se nombran en esta sección han sido beneficiarias del programa Aldea de iNNpulsa Colombia, de modo que se les ha hecho un acompañamiento y seguimiento pertinente.

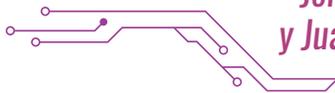
A continuación se expone el caso de las empresas Prótesis Avanzadas y Soluciones Arcossoft, que han demostrado que las tecnologías no son solo posibles únicamente para grandes empresas multinacionales, sino que, sin importar el tamaño de las unidades productivas, lo que resulta fundamental a la hora de adoptar tecnologías es contar con un modelo de negocio innovador que presente al mercado nuevos productos que se adapten a las necesidades de la población de un modo eficiente, buscando agregar valor incorporando elementos diferenciadores.

# Casos de éxito

## Prótesis Avanzadas

Beneficiario Programa de Emprendimiento de Alto Impacto Aldea 2019

**Fundadores**  
*Jorge Alberto Robledo  
y Juan Gabriel Arboleda*



Esta empresa tiene su origen en el departamento de Antioquia. Empezó operaciones en el 2016, es decir, tiene cuatro años de labores a pesar de que fue constituida en el 2015. Prótesis Avanzadas inició labores con los dos fundadores y para el 2020 ya cuenta con un equipo de seis empleados directos y tres indirectos que apoyan específicamente el área de I+D. Esta empresa pertenece al sector de fabricación de instrumentos, aparatos y materiales médicos (CIUU 3250). Sus ventas iniciales fueron de \$123.000 millones en 2017, el primero de ventas. Dos años después se duplicaron y cerraron el 2019 con ventas de \$330.000.000.

Como se puede ver, es una empresa joven y pequeña; sin embargo, eso no impidió que utilizara tecnologías exponenciales y de cuarta revolución industrial y hoy cuenta con reconocimientos y haya recibido premios como Ventures, Destapa Futuro de Bavaria y Aldea.

Nació como un proyecto universitario de ingeniería electrónica en la Universidad de Antioquia, ante la necesidad identificada en personas que sufrían de amputaciones buscaban soluciones funcionales y avanzadas, puesto que en Colombia las prótesis comúnmente utilizadas eran mecánicas de gancho. Al evaluar las tecnologías que existían en otros países y ver que aquí no había nada similar, ni siquiera en América Latina, se tomó la decisión de incursionar en la creación de la primera prótesis robótica de tecnología avanzada en el país. Al crear esta prótesis se buscaba unir la funcionalidad con la tecnología, de modo que se pudiera apuntar a segmentos de mercado como centros ortopédicos, entidades prestadoras de salud y personas naturales con necesidad de estas prótesis.

Lo primero que se hizo fue importar una impresora 3D, pues para el momento no era fácil conseguir distribuidores de estas tecnologías en

Colombia. Al contar con la tecnología de manufactura aditiva y tener la posibilidad de imprimir piezas, se inició el prototipado hasta tener un producto mínimo viable. A medida que iban desarrollando la prótesis, estudiaron muy bien el mercado, se dedicaron a comprender en profundidad a los clientes, conocer materiales y técnicas, y aprender de tecnologías previas para usar ese conocimiento. Luego perfeccionaron el prototipo para iniciar las ventas en el 2017.

Prótesis Avanzadas tiene dos focos tecnológicos; por un lado, está la impresión 3D, y por el otro, el uso de robótica y programación. La impresión 3D es fundamental, ya que permite la elaboración de piezas a gran velocidad. Debido a que se basan en metodologías de retroalimentación ágiles, se pueden imprimir piezas, testearlas en el prototipo y ajustar rápidamente para volver a imprimirlas con las correcciones esperadas. Por otro lado, en cuanto a robótica y programación, todo ha sido desarrollado por Prótesis Avanzadas, incluyendo los microcontroladores, los sen-

sores mioeléctricos y las tarjetas de mando de la prótesis. De hecho, se ensamblan estas partes en Colombia y todo el *software* de la mano ha sido desarrollado por la misma empresa.

Su relación con la tecnología es fundamental, puesto que todo su modelo de negocio gira alrededor de ella. La prótesis robótica implica muchos conocimientos técnicos y un equipo capacitado. Por eso, en Prótesis Avanzadas constantemente están formándose en temas de desarrollo y tecnología, para lo cual utilizan la plataforma Platzi. Si bien los fundadores tenían conocimientos específicos y crearon el prototipo ellos mismos, ahora cuentan con empleados de disciplinas que aportan al desarrollo de la empresa y de las versiones más avanzadas de la prótesis.

La empresa, que incursionó hace cuatro años en el país y la región con tecnologías no tan comunes, hoy en día ha pasado por más de siete versiones de la prótesis, cuenta con cerca de cien usuarios del producto y está desarrollando una versión con un guante cosmético hiperrealista que simula la piel y las características de una mano humana.

## Consejo de empresarios para empresarios

“ Es fundamental que tengan presente que el talento humano y los desarrollos tecnológicos colombianos en calidad pueden llegar a ser iguales a los internacionales. Tenemos el mismo nivel e iguales capacidades. Por otro lado, no tengan miedo de contar su idea y su modelo de negocio, es bueno apalancarse y abrir puertas. Ahora el tema de *open source* está cobrando más fuerza, es útil y hay que aprovecharlo ”

Prótesis Avanzadas



# Soluciones Arcossoft

Beneficiario Programa de Emprendimiento de Alto Impacto Aldea 2019

## Fundadores

María Claudia Quisoboni  
y Camilo Arcos Gómez



Otro ejemplo de una empresa que exploró la implementación de tecnologías en su modelo de negocio es Soluciones Arcossoft, fundada en el departamento del Cauca en el año 2017. En principio, trabajaban solo los dos fundadores y ahora cuentan con cinco empleados; adicionalmente, hay algunas labores que tercerizan. Esta empresa pertenece al sector de edición de programas de informática y fabricación de productos metálicos para uso estructural (CIUU 5820 y 2511). Durante su primer año facturó \$10 millones en ventas en 2017, y pasó a \$150 millones en el 2018 y \$300 millones en el 2019. Con estos datos se puede ver que es una empresa pequeña. Sin embargo, su base es completamente tecnológica y muestra un crecimiento acelerado. De hecho, han sido ganadores de premios Ventures, Índigo y Cidesco,

ente otros. De modo que se ratifica una vez más que no solo las grandes corporaciones tienen posibilidades de trabajar las tecnologías y tener éxito.

El modelo de negocio de Soluciones Arcossoft surge ante la necesidad de implementar medios alternativos de transporte urbano, específicamente un sistema de movilidad basado en el uso de bicicletas. Se integró la tecnología a las estaciones, las bicicletas y los usuarios por medio de una plataforma amigable de fácil manejo. Arcossoft desarrolla plataformas de préstamo automatizado para la operación y gestión de sistemas de bicicletas públicas que incluye el sistema de bicirrastreo. Esto se compone de un *software* (portal web y *app* móvil para la interacción del sistema con el usuario) y un *hardware* (estructura física, electrónica

e inalámbrica) para el aparcamiento de bicicletas públicas. Así pues, este sistema tiene control centralizado desde el cual se puede gestionar, monitorear y permitir la comunicación entre las estaciones y la central de control, de manera que los usuarios puedan verificar en tiempo real todos los aspectos del sistema en internet.

La tecnología es el elemento diferenciador y lo que ha permitido que ganen licitaciones y tengan reconocimiento. Por eso se enfocaron intensivamente en el desarrollo y proceso de I+D+i antes de tener un prototipo comercial. El conocimiento de ingeniería electrónica lo tenían los fundadores desde el inicio; sin embargo, a medida que avanzaba la creación del prototipo y del modelo de negocio contrataron a un desarrollador de apoyo. Es decir, se fortaleció el capital humano para mejorar y optimizar el proceso de desarrollo del producto.

En cuanto a los clientes que pueden implementar el proyecto desarrollado por Arcossoft, los segmentos de mercado son variados: pueden ir desde las entidades nacionales, gubernamentales, departamentales, centros comerciales, universidades, establecimiento privados y alcaldías. Actualmente varias instituciones municipales han puesto en marcha sistemas de bicicletas públicas. Un ejemplo

de ello es el convenio “Plan piloto de bicicletas públicas”, desarrollado en alianza con el Ministerio de Transporte; el sistema de bicicletas que se ha trabajado con la Alcaldía de Popayán, la Universidad del Cauca; Cali (Bicimío); Valledupar (Valledupar avanza en bici); Leticia y, recientemente, Manizales.

Esta empresa trabaja con diferentes tipos de tecnologías. Por un lado, realizan monitoreo de data, lo cual es primordial. Dicho sistema cuenta con un control centralizado (servidor de bases de datos SQL, MYSQL, servidor de correo, servidor web HTML, PHP, JAVA, CSS, HTTPS) desde el cual se pueda gestionar y monitorear el sistema (dominio, wifi, CPANEL). Adicionalmente, tienen tecnologías que permiten el seguimiento y comunicación de las bicicletas, las estaciones y los usuarios; es ahí donde entra la internet de las cosas. La comunicación entre las estaciones y la central de control se realiza bajo el protocolo TCP/IP, con el fin de que los usuarios puedan verificar en tiempo real todos los aspectos del sistema a través de internet, desde un terminal interactivo (tótem, celular, PC, tableta) que estará en cada una de las estaciones. Los dispositivos de estacionamiento y retención de bicicletas (Derbi) están controlados por el terminal de auto-servicio (identificación RFID, QR, NFC).

## Consejo de empresarios para empresarios

“ El principal consejo es encontrar y consolidar apoyo en el entorno empresarial mediante alianzas estratégicas, de manera que se disminuyan los gastos. Al principio es difícil tener todos los recursos, elementos y maquinaria; por eso, encontrar aliados es fundamental para optimizar recursos. Una opción es hacer un estudio de mercado para ver la competencia, estudiar qué convenios estratégicos se pueden suscribir y buscar aliarse con ellos, consiguiendo una relación de gana-gana y así lograr ser apadrinada por empresas grandes o con más experiencia, lo cual resulta útil para el crecimiento de la empresa ”

Soluciones Arcossoft

# APALANCAR LOS PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL: EL PRIMER PASO PARA AVANZAR EN EL CAMINO 4.0

---

S E C C I Ó N 2

# Centros de Transformación Digital Empresarial (CTDE)

## *Una herramienta para la consolidación de los modelos de negocio en Colombia*

En un escenario en el que la mayoría de las empresas del país involucran poco la innovación en sus procesos y solo una pequeña parte de ellas introduce nuevos productos o servicios al mercado, es fundamental hacer una serie de esfuerzos encaminados al apoyo del sector productivo en el uso y apropiación de las tecnologías digitales de manera integral, es decir, que propenda al desarrollo de habilidades digitales, cambios organizacionales y habilidades complementarias que contribuyan a la sofisticación de los procesos en las empresas.

El término *transformación digital* hace referencia al conocimiento, la apropiación y uso de tecnologías de la digitalización combinadas con la capacidad de liderazgo y el desarrollo organizacional. Esta combinación integral de elementos impacta positivamente el modelo de negocio de una empresa y, con esto, su desempeño. Se estima que las empresas con capacidades altas de digitalización y liderazgo obtienen valores muy superiores a la media de su sector, con un +26 % y +9 % en términos de rentabilidad y de productividad, respectivamente.

Por el contrario, las empresas que no desarrollan estas capacidades tienen -4 % de rentabilidad y -24 % de productividad frente a la media de su sector (Westerman, Bonnet & McAfee, 2014).

En este sentido, la transformación digital es un asunto relevante para la competitividad, y no está limitada a las empresas grandes, ya que se convierte en una necesidad para la base empresarial, ya que esta presenta poca o nula capacidad de digitalización y baja adopción de tecnologías en los modelos de negocio, lo que afecta la productividad agregada del país. Las firmas de menor tamaño, con menos de seis empleados, son menos propensas a la implementación de soluciones tecnológicas al verlas como un gasto en comparación con las medianas que, además, cuentan con personal capacitado y especializado para su aprovechamiento.

Tomando como referencia este contexto y atendiendo el tamaño empresarial en Colombia, se encuentra que la participación promedio anual de las microempresas sobre la base empresarial es del 93 %, y buena parte de ellas tiene menos de

cinco años de operación en el mercado, lo que supone un reto en materia de consolidación empresarial que, aunado a la brecha entre las empresas en la frontera tecnológica y las empresas emergentes que se ha ampliado en los últimos años, hacen evidente que para prevenir el crecimiento de la brecha se necesitan programas para estimular el incremento de la digitalización y otras tecnologías claves que contribuyen a procesos más eficientes y productos y servicios más sofisticados o que habilitan nuevos esquemas de negocio y mejores experiencias a los clientes.

Como respuesta a esta situación, la presente sección tiene como propósito dar a conocer desde sus orígenes la estrategia que dio paso a lo que hoy se conoce como los Centros de Transformación Digital Empresarial (CTDE), una respuesta integral en materia de política pública, desarrollada por iNNpulsa Colombia, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MinCIT), con la participación de varias instituciones a escala regional.

La estrategia CTDE tiene como objetivo desarrollar capacidades regionales que fortalezcan el

ecosistema local de las mipymes en múltiples puntos del país, a través del cual se puedan superar las barreras de apropiación tecnológica a partir de la implementación de un plan de transformación que responda a las necesidades más apremiantes de las empresas.

La relevancia de los CTDE se debe principalmente a la estructuración de un modelo robusto de atención a las empresas, desarrollado a partir de referencias internacionales y adaptado a las condiciones de desarrollo del aparato productivo del país, en especial al entendimiento de la heterogeneidad entre regiones, grado de madurez de adopción digital, ciclo de vida empresarial y tamaño de empresas. La concepción de atención integral implica prestar servicios de asesoría y consultoría, brindar herramientas tecnológicas al empresario, servicios para el desarrollo de capacidades en adopción de procesos, mentalidad, cultura y estrategia, los cuales se denominan habilitadores, y un servicio de acompañamiento y monitoreo continuo que le permite al empresario mantener conectado con las oportunidades que ofrece la tecnología para afrontar los diversos retos empresariales.



# Orígenes de los Centros de Transformación Digital Empresarial

En respuesta a todas las barreras que han sido identificadas a lo largo de los años y de numerosos estudios marco, se crean los CTDE con el ánimo de promover la innovación como instrumento para el desarrollo y la reactivación económica en las regiones, a través de servicios de asistencia técnica, capacitación y acompañamiento de las mipymes en lo que se denomina “la ruta de la transformación digital”, para que no solo las empresas puedan desarrollar modelos de negocio competitivos y productivos, sino que, al tomar acciones en la empresa, alcancen nuevos mercados y tengan ventajas de valor diferencial.

Esta estrategia surgió como respuesta a una serie de proyectos que se venían trabajando desde el 2013 con el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la iniciativa Vive Digital. Desde este año se han efectuado varios estudios y mediciones de tipo cualitativo y cuantitativo que han permitido conocer de manera transversal la relación que tienen las empresas con las tecnologías. A partir de esto, se han podido establecer líneas de acción, identificación de prin-

cipales barreras por superar y oportunidades para las entidades involucradas, entre otras.

En particular, en el proceso de construcción del programa se tomaron como referentes los hallazgos del estudio de caracterización de la relación entre las TIC y las mipymes realizado por iNNpulsa Colombia y el Ministerio TIC en 2016<sup>14</sup>, que logró identificar cuatro barreras que impiden que las empresas apropien las TIC:

- Poco conocimiento sobre las tecnologías.
- Necesidad de brindar acompañamiento a las empresas durante y después de la implementación de las soluciones TIC.
- Percepción de alto costo de las soluciones tecnológicas.
- Baja alineación entre la oferta y la demanda, que deriva en soluciones inadecuadamente dimensionadas o mal especificadas, a la luz de las necesidades de las empresas.

Adicionalmente, se hizo una revisión de modelos internacionales que cumplieran con los mismos

14. [https://mintic.gov.co/portal/vivedigital/612/articles-5328\\_cualitativa.pdf](https://mintic.gov.co/portal/vivedigital/612/articles-5328_cualitativa.pdf) y [https://mintic.gov.co/portal/vivedigital/612/articles-5328\\_cuantitativa.pdf](https://mintic.gov.co/portal/vivedigital/612/articles-5328_cuantitativa.pdf).

objetivos, de forma que el *know-how* global sirviera como referencia y guía. Uno de los referentes claves para el desarrollo de los centros fue el Programa de Incubación Tecnológica para Nuevas Empresas (TIPS, por su sigla en inglés), creado en Corea. Se desarrollaron unos centros de incubación de empresas que combinan la tutoría y el apoyo financiero, con el propósito de mejorar la productividad y no abogar únicamente por la supervivencia, sino también por el crecimiento de las empresas. En 2016, Corea ya contaba con 67 centros que apoyaban a 6.655 empresas. Alrededor del 80 % estaba ubicado en universidades y centros de investigación, lo que los hacía útiles para el desarrollo de la tecnología y la cooperación entre la industria y la academia. Al igual que los CTDE, el programa TIPS surge como una iniciativa del Gobierno para combinar el desarrollo tecnológico y los conocimientos especializados del sector empresarial, con la dirección y manejo por parte de operadores del sector privado; en este caso, los aliados regionales son las cámaras de comercio y los gremios.

Una vez diseñada la estrategia y sus componentes, se identifica que uno de los primeros aspectos por resolver es la necesidad de un marco común de conceptualización y referencia de medición que pudiera sistemáticamente medir el nivel de madurez de la transformación digital. Por tal razón, se desarrolló a partir de modelos internacionales y con la asesoría de expertos el “Modelo de madurez para la transformación digital (MMTD)”, creado y publicado en Colombia por el equipo de iNNpulsa Colombia y la Subdirección de Comercio Electrónico del MinTIC a comienzos de 2018<sup>15</sup>.

El modelo evalúa el estado o grado de adopción tecnológica y la capacidad organizacional que tiene la empresa para gestionar la transformación. Esta capacidad de liderazgo se conoce como habilitadores y hace referencia a elementos sociales que resultan ser condiciones transversales para desarrollar la digitalización, pues se debe apuntar a la estrategia y a la cultura, no únicamente al empleo operativo tecnológico para evolucionar hacia estadios avanzados de transformación digital.

**Gráfico 14**  
*Modelo de transformación digital de los CTDE*



15. [https://centrosdetransformaciondigital.gov.co/695/articles-78552\\_archivo\\_pdf.pdf](https://centrosdetransformaciondigital.gov.co/695/articles-78552_archivo_pdf.pdf).

Una parte fundamental del modelo es una reflexión sobre lo que la mipyme identifica como un proceso crítico dentro de su cadena de valor, lo cual orientará estratégicamente el esfuerzo de la transformación. Esto permite priorizar las acciones del proceso de adopción tecnológica por donde se debería iniciar. Con esto se espera que el esfuerzo se focalice en los procesos cuyos cambios se reflejen en menor tiempo en el desempeño empresarial.

Gracias a este enfoque personalizado en las prioridades, la situación actual y las necesidades de cada empresa, se reconoce que dentro del programa de CTDE cada plan de transformación tecnológica se adapta a las realidades individuales y no resulta en estrategias genéricas y descontextualizadas. Se contemplan los retos y la situación actual de esta, teniendo en cuenta su promesa de valor, su sector, su historia, su ubicación y las posibles amenazas de competitividad con las que

cuenta. Tener el análisis de la empresa en materia de habilitadores y uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones permite desarrollar una hoja de ruta aterrizada a las necesidades de cada empresa, que al ser concreta y realista propende a facilitar el cierre de las brechas existentes.

El proceso de intervención a las mipymes en su transformación digital es estructurado, basado en evidencia y especializado en cada una de las empresas que se asiste y no concluye con el diagnóstico y plan de transformación digital. Durante todo el proceso de implementación de las acciones de su plan, los empresarios cuentan con un equipo de asesores del CTDE para continuar recibiendo asistencia y apoyo, implementaciones tecnológicas, capacitaciones y conexión con otros servicios de fortalecimiento. En el proceso de acompañamiento se orienta al empresario para identificar cómo los cambios empiezan a generar resultados positivos en su negocio.

## SERVICIOS CTDE



**DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DIGITAL** de cada negocio por parte de consultores externos.



**DEFINICIÓN DE RUTAS** para transformar digitalmente cada negocio.



**ACOMPÑAMIENTO Y ASISTENCIA TÉCNICA** en el uso y apropiación de herramientas tecnológicas para el desarrollo de los negocios.



**IMPLEMENTACIÓN** de la solución TIC.



**ASESORÍA PARA POTENCIALIZAR LAS COMPETENCIAS DIGITALES** de las mipymes para transformar los negocios.



Con el propósito de tener un alcance regional amplio, se han hecho numerosas alianzas con instituciones en la mayoría de los departamentos del territorio nacional. Entre los principales aliados se encuentran cámaras de comercio, gremios, instituciones de educación superior y cajas de compensación. Su papel consiste en activar localmente la operación del centro, principalmente a través de la conformación de un equipo de profesionales conformado por un director y un grupo de asesores que, luego de ser capacitados, son los encargados de prestar los servicios según el modelo descrito.

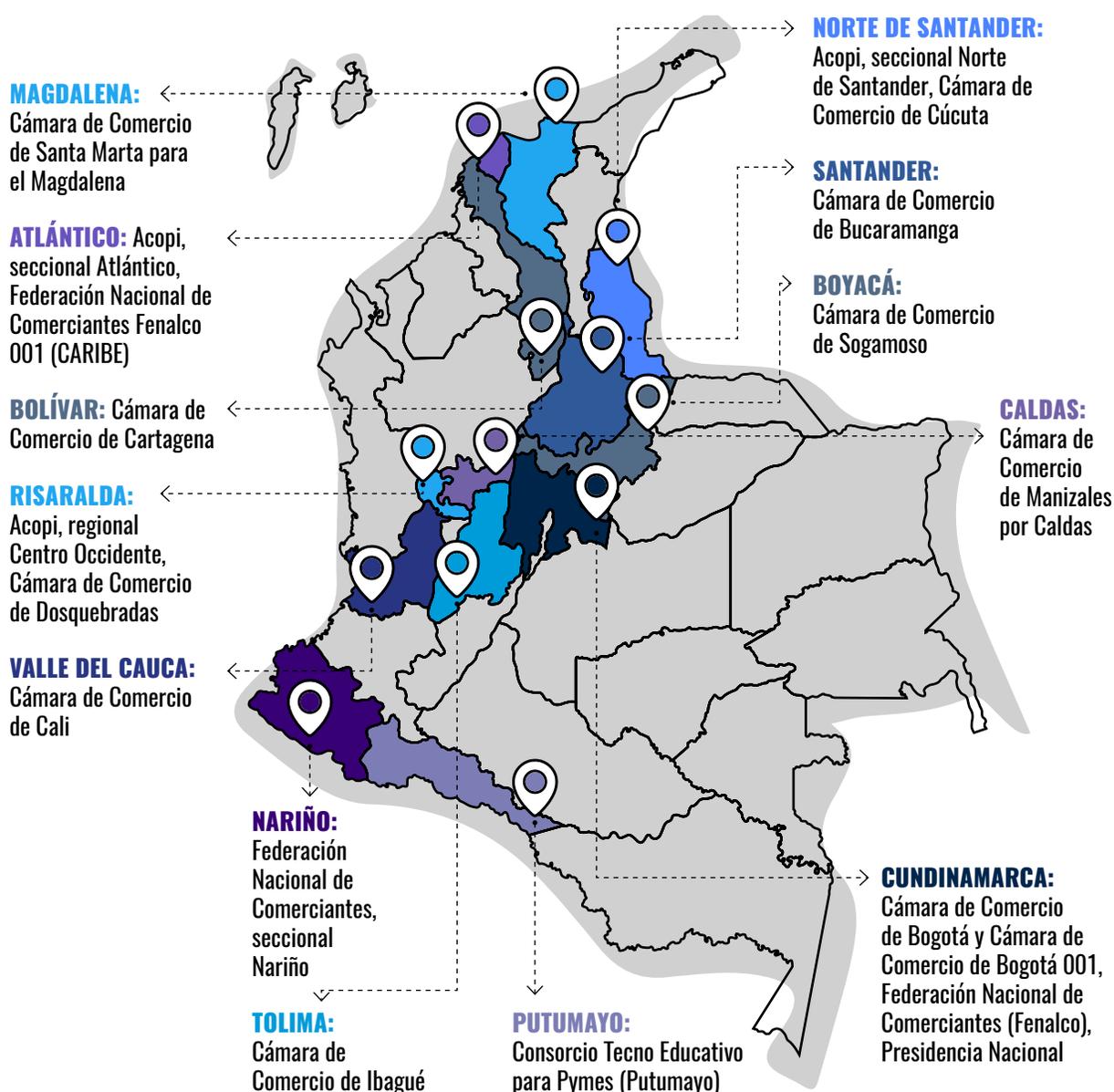
La construcción de alianzas entre actores público-privados es una parte fundamental de la estrategia de los CTDE, ya que este esquema permite involucrar actores privados en la entrega de servicios, con el ánimo de aumentar la calidad y generar más valor (Auzzir, Haigh, & Amaratunga, 2014). De hecho, se ha demostrado que la cooperación entre el gobierno y los agentes privados generará mejores resultados (Osborne, 2000; Auzzir, Haigh & Amaratunga, 2014), pues se inyecta una medida de dinamismo, aumenta la cobertura de los servicios, la innovación y la eficiencia de los programas (Auzzir, Haigh, & Amaratunga, 2014). Estas alianzas implican la coordinación entre las partes, el riesgo y el beneficio

compartidos y el acuerdo organizativo entre los socios para mejorar el proceso de cooperación. A esto se suma la relevancia de dichas instituciones en las regiones, las cuales se consolidan como un actor de confianza entre los empresarios, lo que ha permitido llegar a un mayor número de firmas de distintos sectores y tamaños, reconociendo la vocación productiva de cada región y permitiendo la producción de contenidos y servicios relevantes para esas comunidades.

Otra ventaja de estas alianzas cooperativas es que los actores pueden aplicar soluciones que aprovechen los conocimientos y la experiencia de los involucrados (Auzzir, Haigh & Amaratunga, 2014). Dos claros beneficios de las alianzas son los siguientes: por un lado, los actores privados pueden proporcionar conocimientos especializados en asuntos complicados, como aspectos financieros, tecnología, etc., y por el otro, entre los actores comienza a existir confianza sobre una base de beneficio mutuo para establecer redes de intercambio de datos y *know-how*. Es decir, se coopera para dar lo mejor desde su posición, propiciando así espacios que posibiliten la transferencia del conocimiento, el intercambio de información, el incentivo al uso de la experiencia propia de cada actor, entre otros.

# ¿Qué se ha logrado gracias a los CTDE? Fase 1 (2018-2019)

La primera fase de la estrategia, ejecutada entre 2018 y 2019, contó con una inversión de \$10.250 millones, con los cuales se logró tener presencia en trece departamentos, con la operación de dieciocho centros: Atlántico, Bolívar, Boyacá, Caldas, Cundinamarca, Magdalena, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Risaralda, Santander, Tolima y Valle del Cauca.



En esta primera fase se obtuvieron valiosos avances en el fortalecimiento del aparato productivo de las regiones colombianas y se sensibilizó a más de 24.500 empresarios acerca de la importancia de la transformación digital. Este esfuerzo estuvo orientado a despertar el interés de las empresas para ser intervenidas a través de los servicios ofrecidos en los centros.

Del total de empresas sensibilizadas, se hicieron un diagnóstico y una ruta de transformación digital a más de 11.000 empresas, de las cuales más de 3.500 realizaron acciones del plan de transformación, recibiendo el acompañamiento y el apoyo de los asesores de CTDE en sus regiones.



De las compañías que asumieron el proceso de diagnóstico empresarial en el marco del MMTD, se identificó que el 37 % tenía menos de un año en el mercado, el 27 % entre 1 y 4 años, el 16 % de 5 a 9 años y el 18 % más de 10 años. Estas cifras muestran que los centros son un escenario propicio para el desarrollo empresarial en cada una de sus etapas. Lo anterior se debe en buena medida a que su objetivo gira en torno a encontrar respuestas para atender las necesidades específicas y particulares, de modo que las empresas, sea cual sea su tiempo de operación en el mercado, pueden encontrar en los CTDE acciones y estrategias que les permitan abonar camino para su crecimiento.

Por otro lado, se encontró que el 30 % de dichas empresas cuenta con una persona empleada, el 33 %

tiene entre 2 y 3 empleados, el 22 % entre 4 y 9, el 12 % entre 10 y 50 empleados y el 3 % entre 50 y 100 empleados. Si bien las empresas de mayor dimensión son aquellas que tienen entre sus empleados personas con habilidades en soluciones tecnológicas, la composición de las firmas intervenidas a través de los centros muestra que, sin importar el número de empleados con los que cuente la empresa, la formación en el uso de tecnologías, cultura y organización digital es vital para el desarrollo de los modelos de negocio. Las empresas de menor dimensión son impulsadas hacia el logro de un mayor tamaño de empresa, mientras que las que son grandes reciben apoyo para escalar a niveles mayores de productividad.

De otra manera, sería aún más complejo para las micro y pequeñas empresas dar este salto, ya que en

estos casos la adopción de TIC es reactiva, es decir, la adquisición de tecnologías solo tiene lugar si el mercado lo exige, en buena medida por la fuerte barrera económica que estas empresas reportan para su adquisición, incluyendo, además, capacitación, mantenimiento y asesoría. En tanto, la adopción de TIC en el caso de las empresas medianas cuenta con un mayor desarrollo, ya que estas actúan proactivamente frente al tema, en parte porque cuentan con personal especializado, lo que hace del uso de tecnologías parte de su cultura empresarial.

Ahora bien, en cuanto a los sectores más representativos de la intervención de los CTDE, se encontró que los más asistidos prestan servicios; en estos se concentró cerca del 50 % de las empresas. Lo siguen los sectores de comercio al por mayor y al por menor, industrias manufactureras, alojamiento y servicios de comida, actividades profesionales científicas y técnicas, entre otros.

Del total de empresas beneficiadas por la estrategia, el 99 % de los empresarios identificaron al menos uno de los siguientes resultados positivos para su negocio después de trabajar junto con los CTDE:

- Mayor entendimiento de los beneficios que puede experimentar el negocio con el aporte de las soluciones TIC.
- Mejora del conocimiento y las habilidades de los trabajadores en soluciones TIC.
- Mejora en compromiso y motivación de las personas en la empresa.
- Identificación de oportunidades de mejora concretas en la empresa.
- Identificación de proyectos o adecuaciones concretas por desarrollar a corto plazo (menos de seis meses).

## Los CTDE y el cierre de brechas entre regiones

El modelo que ha guiado la operación de los centros incorpora múltiples soluciones tecnológicas. Esto se debe al entendimiento de la amplia heterogeneidad que existe en la base empresarial del país. Los CTDE están adecuados para brindar una óptima atención a las empresas que están en los primeros niveles de desarrollo, bien sea por su

tamaño o por el poco tiempo de operación en el mercado, y a la vez están preparadas para potencializar el crecimiento de las empresas más consolidadas que requieren sofisticar sus negocios para alcanzar un óptimo nivel de desarrollo.

Entender estas diferencias no es un tema menor, ya que las acciones y servicios de transformación



que brinden los centros deben estar en línea con el estado de la empresa, para así brindar soluciones bien sea en tecnologías maduras, que propendan a la automatización de funciones y redefinición de los procesos productivos, o en tecnologías avanzadas, que guíen la redefinición del modelo de negocio. Por esto, con el propósito de profundizar en el estado en que se encuentran las empresas aten-

didas, cabe destacar que el MMTD se desarrolló contemplando los habilitadores para la transformación digital y lo que se denomina negocio digital, y hace referencia al uso de tecnologías en la empresa (gráfico 15), los cuales, al considerar dos estados simplificados entre “bajo” y “alto”, según el avance de la empresa en cada dimensión, generan en el modelo cuatro cuadrantes.

### — Principiantes

Empresas de niveles de madurez más **incipientes** para los dos componentes.

### — Actualizados

Empresas con niveles de digitalización elevados, pero con habilitadores poco desarrollados.

### — Conservadores

Empresas con equipos y organización preparados para comenzar procesos de transformación digital, pero bajos niveles de digitalización.

### — Transformados

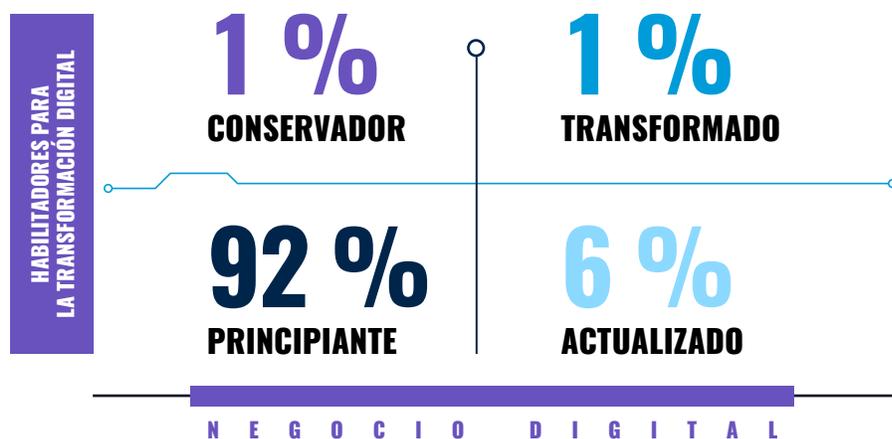
Empresas con niveles de madurez elevados que ya estarían llevando a cabo procesos de transformación, combinando tecnologías avanzadas con equipos y procesos de trabajo maduros.

En el marco de este modelo, en la primera fase de los CTDE, las empresas que pasaron por el proceso de diagnóstico se distribuyeron en los cuatro cuadrantes de la siguiente manera: el 92 % está en el cuadrante de principiante; el 6 % en el de actualizadas; el 1 % en el de conservadores, y el 1 % restante en el de transformados, que es adonde se pretende llevar a cada empresa con el plan de transformación digital, combinando acciones tanto de digitalización como de habilitadores.



### Gráfico 15

*Diagnóstico de madurez digital de las empresas intervenidas por los CTDE*



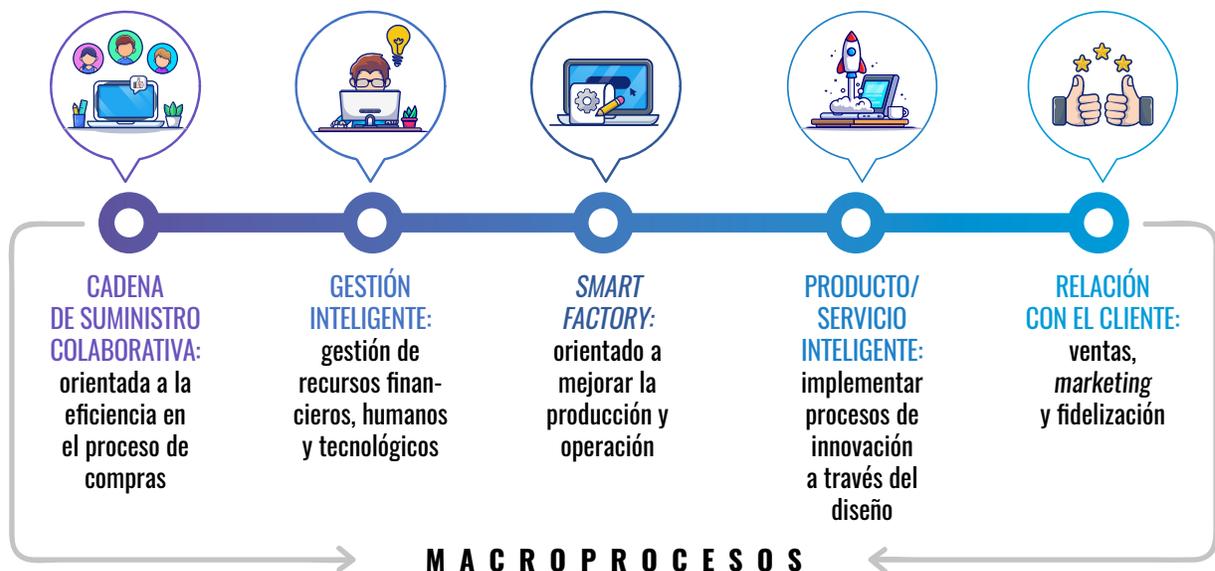
**Fuente:** Modelo de madurez digital de los Centros de Transformación Digital.

Al profundizar en este resultado por regiones, se encuentra que en las empresas hay territorios que, a pesar de ser clasificados como principiantes, son más propensos a la transformación digital. Esto se debe a que cuentan con mayores niveles de digitalización y habilidades organizacionales, como en los casos de Bogotá, Cali y Bucaramanga, que se ubican por encima del promedio nacional, mientras que otras regiones, como Putumayo e Ibagué, tienen los menores puntajes.

Estos datos muestran la necesidad de promover el cierre de brechas entre las distintas regiones del país. Como bien lo presenta el índice departamental de innovación (IDIC), es necesario profundizar en las estrategias que, frente a las vocaciones productivas de cada territorio, implementen las mejores prácticas en términos de innovación. Con esta lógica, los CTDE se han convertido en un referente, en buena medida por su trabajo articulado con las regiones, lo que le ha permitido

acoplar su oferta de instrumentos de gestión tecnológica a las necesidades de cada uno de los territorios. Este es uno de los aspectos claves dentro de la estrategia, pues adapta sus instrumentos en gestión tecnológica, aprovechamiento de las TIC y sensibilización sobre la cultura digital a la realidad de las empresas del territorio, lo que permite guiarlas de manera personalizada en la senda de crecimiento.

Con el propósito de atender las necesidades por región e individualidad de la empresa, el modelo MMTD orienta la realización del análisis de diagnóstico considerando la cadena de valor integral, de modo que pueda aplicarse a una empresa de cualquier sector económico. Para esto, se cuenta con la referencia de cinco macroprocesos que toda empresa hace.



El proceso de transformación requiere una hoja de ruta. En este sentido, el MMTD arroja el nivel de importancia que tiene cada uno de los procesos para las empresas. Para atender las necesidades a través de acciones de transformación, se cuenta con dos tipos de oferta tanto de capacitación como de soluciones tecnológicas que se clasifican según los procesos requeridos. Esta oferta puede llegar a constituirse como servicio del CTDE, bien sea porque se ha canalizado desde la dirección nacional del programa o porque se ha desarrollado localmente.

Entre las soluciones tecnológicas otorgadas por los centros para mejorar la *relación con el cliente* se encuentran los *Customer Relationship Management* (CRM), los tableros de ventas, una línea de *marketing* digital, los programas de fidelización, entre otros. En el caso del proceso de *gestión inteligente*, se encuentran la implementación de sistemas de gestión financiera y contable (ERP), *software* de inventario, factura electrónica, sistemas de control de activos, gestión de recurso humano y desarrollo del talento; ambas soluciones tienen un impacto

directo en la automatización de procesos transversales a todas las empresas y consecuentemente en su productividad. Con la implementación de estas soluciones se pretende que las empresas cuenten con mínimos vitales para desarrollar efectivamente su modelo de negocio, ya que desde los estudios preliminares se habían identificado estos procesos como críticos en la mayoría de las empresas, hipótesis que se confirmó durante la fase 1 de los CTDE. Producto de nuevos análisis en perspectiva para el 2020 y 2021, se fortalecerá la oferta nacional con una solución para comercio electrónico.

Igualmente, en la oferta de habilitadores se cuenta con la articulación del Programa Empresarial Digital del MinTIC, el cual ofrece cursos virtuales para mipymes en todas las aristas de desarrollo empresarial dentro de la economía digital. Es un recurso relevante, pertinente y práctico para apalancar el proceso de fortalecimiento empresarial

de las empresas en proceso de transformación digital del programa.

Para ejemplificar la operación de los centros durante la primera fase, se toma como referencia el funcionamiento de estos en tres departamentos con distinto desempeño en materia de innovación. Siguiendo los resultados del IDIC para 2019, se encuentra que Putumayo exhibe un desempeño bajo, mientras que Caldas presenta un desempeño medio alto y Bogotá constituye un referente al contar con un desempeño alto. Esta selección tiene como propósito presentar con mayor detalle algunos casos destacados, teniendo en mente que los otros 15 centros, de los que no se presentarán ejemplos, siguen el mismo patrón de los seleccionados, lo que muestra que los CTDE tienen presencia en buena parte del territorio nacional y, cualquiera que sea su rendimiento en materia de innovación, sus empresas tienen a disposición una herramienta para mejorar el desempeño.





## DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO

### CTDE de la Cámara de Comercio de Putumayo

En los últimos años, el departamento de Putumayo ha aumentado paulatinamente sus capacidades de innovación, a partir de avances importantes en investigación y desarrollo como porcentaje del PIB y la participación de graduados en ciencias e ingenierías. Sin embargo, persisten la baja sofisticación de mercado y de negocios, y la producción de conocimiento y tecnología. Siguiendo los resultados del IDIC, entre los cuellos de botella se destacan el bajo nivel de empresas innovadoras en sentido amplio y estricto, así como de TIC y creación de nuevos modelos de negocio, sumado a un bajo nivel de ventas por innovar y empleo intensivo por conocimiento, lo que impide en buena medida que las capacidades que ha ganado el departamento se reflejen en su desempeño.

Como respuesta a este contexto, y con el propósito de incentivar el empleo de TIC y la transformación digital de las empresas, en particular las de menor dimensión, se crea el Centro de Desarrollo Empresarial operado por la Cámara de Comercio de Putumayo, que presta servicios de asistencia técnica empresarial a pequeñas y medianas empresas con el objetivo de aprovechar las nuevas oportunidades de estrategia de negocios que surgen de la aparición de las

tecnologías de información y comunicaciones.

Este centro se consolida como una iniciativa para acelerar la cooperación de las empresas desde el entendimiento de las capacidades del departamento, a partir de la articulación entre entidades locales y nacionales orientadas a la investigación y el desarrollo tecnológico.

Dadas las condiciones de desarrollo del departamento, las soluciones se ajustan a las necesidades propias de las micro y pequeñas empresas. Tal es el caso de Arcade Game Bar, una empresa dedicada al expendio de bebidas, servicios de videojuegos y juegos de mesa que, al combinar múltiples elementos en su modelo de negocio, la definen como un espacio diferente de entretenimiento.

La empresa está ubicada en Mocoa y cuando inició su trabajo en el CTDE había llevado sus registros y operaciones de forma manual con el uso de la herramienta Excel, la cual en su momento permitía registrar las ventas y los gastos sin mayor alcance y trazabilidad. Cuando empezó la ruta de transformación digital, Arcade Game Bar recibió una capacitación en dos procesos, principalmente: gestión administrativa y control de inventarios, y la planeación de la producción de la empresa, que se presentan con mayor detalle más adelante (gráfico 16).

Para el desarrollo de estos procesos, la solución TIC implementada fue Alegria, que actualmente le permite a la empresa generar reportes acerca de las ventas, compras y rentabilidad en el tiempo, para analizar las ventas y obtener informe acerca de las tendencias de consumo de acuerdo con las temporadas.



## Gráfico 16 Soluciones educativas implementadas en Arcade Game Bar



**Fuente:** Modelo de madurez digital de los Centros de Transformación Digital.

Esta herramienta permite obtener un control de inventarios, ingresos y egresos, información esencial para planificar, hacer, verificar y actuar (PHVA), además de tener información actual, ágil y oportuna para la toma de decisiones y crear estrategias de mejoramiento.

La implementación de estas soluciones educativas y tecnológicas, así como han beneficiado los procesos dentro de Arcade Game Bar, lo han hecho con múltiples empresas micro y pequeñas que a la fecha no incorporan ningún tipo de tecnología en sus procesos más básicos, que son decisivos para el desarrollo de su modelo de negocio.



## DEPARTAMENTO DE CALDAS

### CTDE de la Cámara de Comercio de Manizales por Caldas

Caldas ocupa en el IDIC 2019 el séptimo lugar en el *ranking* general, lo que con una puntuación de 43,23 lo sitúa en los departamentos de desempeño medio-alto. Si bien este territorio cuenta con un buen porcentaje de empresas innovadoras en sentido amplio, aún debe trabajar por fortalecer su aparato productivo para apalancar un mayor número de firmas innovadoras en sentido estricto. Así mismo, el reto de Caldas está en consolidar una estrategia territorial basada en innovación y conocimiento, ya que experimentó retrocesos en el número de emprendimiento digitales, y en inversión TIC de las empresas que introducen nuevos métodos organizativos.

En este contexto, es necesario promover proyectos de articulación de las empresas con entidades especializadas como los Centros de Transformación Digital que apoyen a las empresas jóvenes e innovadoras mediante instrumentos técnicos. Este es el papel que desempeña el CTDE de Manizales, operado por la Cámara de Comercio de Manizales por Caldas. Aunque este centro, al igual que el de Putumayo, brinda soluciones tecnológicas básicas para operación, dado el grado de desarrollo en esta

materia en la región, se enfoca en mayor medida en generar soluciones con tecnologías más avanzadas, ofreciendo automatización de procesos claves para las organizaciones. Además, el centro también hace un acompañamiento en etapas fundamentales para la apropiación tecnológica (sensibilización, diagnóstico, plan de transformación, implantación de soluciones de TI y seguimiento).

Para contextualizar, se presenta el caso de la empresa Indupro Soluciones, especializada en generar ahorros y mayor competitividad a escala productiva en el sector manufacturero, a través de la implementación de herramientas de *Lean Manufacturing*, junto con el ensamble y la instalación de estructuras modulares.

La llegada de esta empresa al CTDE se ha traducido en mayor productividad para ella, pues con la implementación de la solución ERP sistema de gestión financiera y contable, Indupro Soluciones ha reducido la probabilidad de errores que se presentaban antes con la realización de labores manuales.

En particular, la empresa ha logrado lo siguiente con la implementación de la solución TIC:

- Reducir plazos de operación, gracias a que la centralización de la información en el ERP permite una eficiente administración de cotizaciones, órdenes de compra, cuentas de cobro, además del control de inventario, entre otras ventajas.
- Incrementar la productividad al reducir los tiempos de respuesta al cliente.
- Agilizar la comunicación con clientes y proveedores, al reducir los tiempos en las labores administrativas.

Esta implementación muestra que, sin importar el nivel de madurez de la empresa o la destreza de su personal en el uso de tecnologías, los CTDE están preparados para ofrecer soluciones óptimas a la necesidad de cada unidad productiva al brindar un acompañamiento personalizado, lo que incrementa sus probabilidades de avanzar en el desarrollo de sus negocios.

## REGIONES



# CIUDAD DE BOGOTÁ

## CTDE de la Cámara de Comercio de Bogotá

**B**ogotá y Cundinamarca, según el IDIC 2019, es la región que se encuentra en el primer lugar del grupo de desempeño alto del índice. Logra el mejor puntaje en dos subíndices: insumos y resultados. En particular, en los pilares de instituciones y sofisticación de negocios, lo cual se debe a la solidez de la administración pública local y el entorno político, regulatorio y de negocios, y al dinamismo en la tasa de creación de nuevos negocios. Sin embargo, la región tiene importantes retos para fortalecer y consolidar el sector productivo a través del desarrollo tecnológico, la transferencia

de conocimiento, la propiedad intelectual y la cultura de innovación empresarial.

Si bien Bogotá cuenta con un aparato productivo relativamente más consolidado que las regiones antes mencionadas, es una realidad que un buen número de empresas son muy pequeñas y no cuenta con ningún tipo de factor diferenciador en su modelo de negocio. En este sentido, la estrategia de los CTDE se constituye en una herramienta que puede potenciar el desarrollo y crecimiento de las empresas en la capital, a través del apoyo a la transformación digital de las empresas.

Para contextualizar, se presenta el caso de la empresa Cacao Ancestral Colombiano SAS, compañía familiar dedicada a la transformación de los mejores granos de cacao de Colombia en chocolatería de lujo. Esta empresa trabaja con familias cacaoteras en ocho regiones del país que se encargan de suministrar todos los insumos que se procesan posteriormente en la planta de producción *bean to bar*, es decir, de forma artesanal, pero refinada. En particular, esta compañía se especializa en la línea de chocolate amargo y bombones pintados a mano con rellenos naturales.

Para la empresa, el contacto con el CTDE logra obtener índices de mejora en sus sistemas de control interno, gracias a las soluciones TIC, ERP y CRM, lo que se ha traducido en una mejora en los indicadores de inventarios, rotación de productos, capacidad de compra y optimización de tiempos para el incremento de la productividad laboral.

La centralización de la información en una base de datos del total de las actividades de la empresa ha permitido, por ejemplo, mejoras significativas en el área comercial, pues al obtener los datos de los clientes se asignan rutas de

seguimiento comercial y análisis de estrategias de mercadeo. Así mismo, el negocio ha experimentado avances en el área de producción, específicamente en la compra de cacao y otras materias primas, lo que ha facilitado un mayor seguimiento y control de las operaciones con los proveedores.

El avance en estos procesos, además, ha fortalecido las capacidades de respuesta en procesos administrativos y operacionales dentro de la empresa, lo que ha ayudado considerablemente a la internacionalización de los productos de cacao ancestral.

Los casos presentados muestran cómo los CTDE están orientados a aportar a la gestión de conocimiento e innovación del mismo programa, propendiendo a construir espacios de comunicación activa que empiecen por compartir experiencias significativas que aporten inspiración y buenas prácticas, y que en la medida en que vaya madurando se puedan incluso compartir servicios interregionales que faciliten extender el proceso de intervención con experiencias complementarias o especializadas, según la vocación de desarrollo empresarial regional.

# ¿Qué viene para los CTDE?

## Fase 2 (2020-2021)

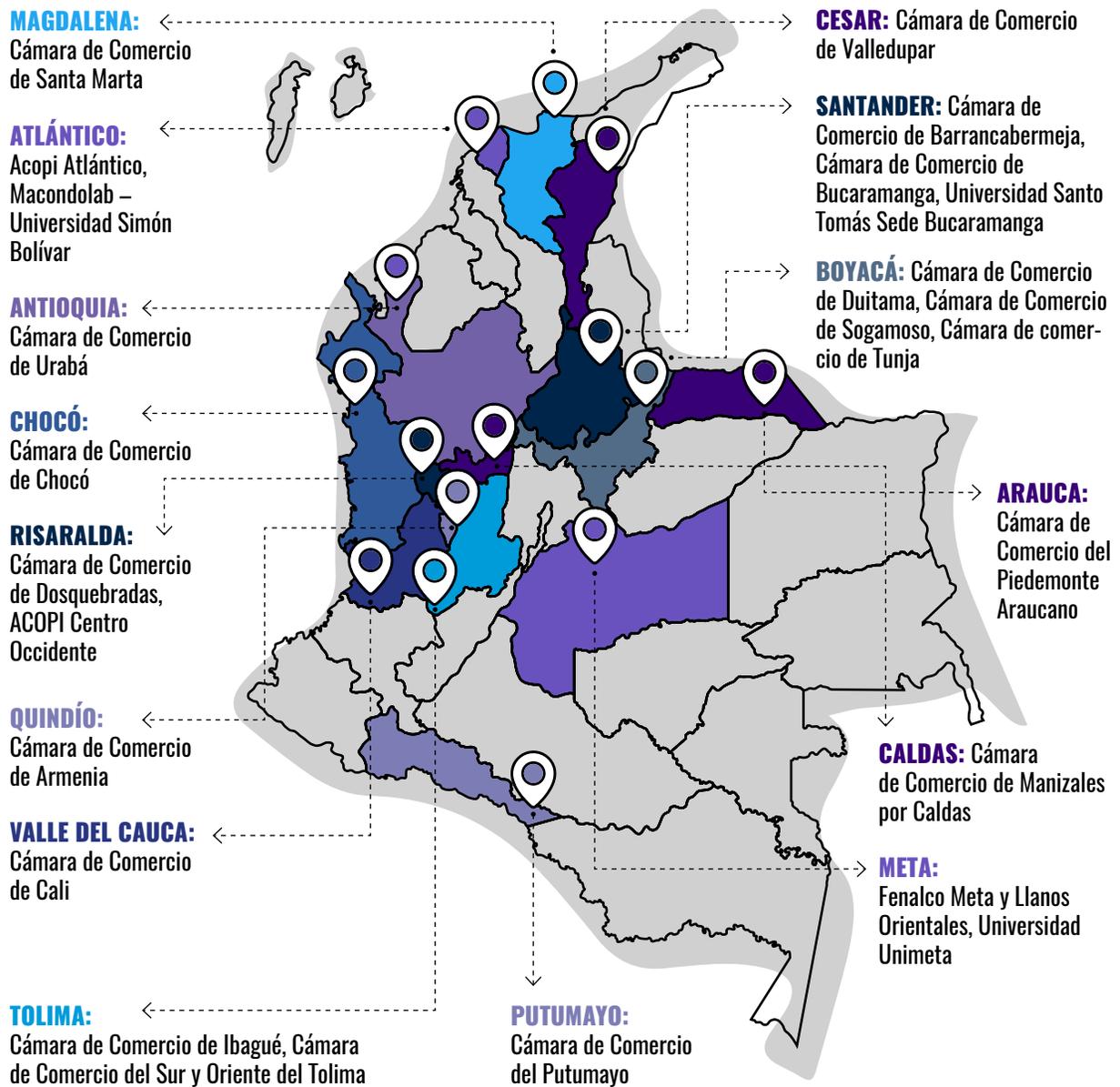


Debido al éxito obtenido durante la primera fase, se desarrolló la segunda, para ejecutarse en el 2020 y el 2021. Para la segunda etapa se han realizado alianzas con actores estratégicos en varios departamentos, de manera que se pueda ampliar la cobertura en el territorio nacional al punto de alcanzar 24 CTDE en el país. Con esta cifra en mente y una inversión de \$9.200 millones, se tiene estimado atender un aproximado de 10.000 mipymes.

Así mismo, se aspira a contribuir a la autosostenibilidad de los centros, de manera que a mediano plazo se puedan identificar nuevas fuentes de ingreso que complementen el esfuerzo económico institucional inicial, a través del patrocinio de empresas privadas (por ejemplo, empresas ancla del sector que incentiven el desarrollo de sus proveedores), del cobro por servicios de asesoramiento especializado o la alianza con el sector de las TIC por la promoción y venta de soluciones. Para esto es ne-

cesario actualizar la oferta de soluciones TIC regional, de modo que incluyan tanto servicios gratuitos como pagos de fácil acceso, buscando en todos los casos que la oferta de servicios se mantenga actualizada y vigente, según las necesidades regionales.

En esta misma línea, en la segunda fase de los CTDE, además de la oferta nacional de soluciones tecnológicas que se han mencionado, se dará mayor autonomía a cada centro para que pueda gestionar las necesidades de sus empresas, brindando respuestas más locales a estas, a través de la canalización de oferta local, como *software* de control de cultivos endémicos, comercialización de artesanías de características especiales o activación de tiendas virtuales para comunidades. Esto no solo permitirá articular una oferta que responda a las necesidades regionales, sino que servirá como aporte al desarrollo de un ecosistema TIC local.



El inicio de la segunda fase coincide con el año de la pandemia global, situación que ha generado retos, pero también muchas oportunidades para las empresas en el ámbito digital. Por lo anterior, el Programa CTDE no es ajeno a la necesidad de apalancar con acciones para poder potenciar el desarrollo económico y por eso tiene una gran relevancia dentro del panorama de la emergencia

nacional. Para garantizar una adecuada prestación de servicios, se han tomado las siguientes acciones:

- Prestación de los servicios reorientada a la atención remota.
- Incorporación de más contenidos orientados a la generación de ventas y comercio electrónico

para fortalecer las capacidades de los asesores de CTDE y, a su vez, habilitar asesoría en estos aspectos.

- Ampliación de oferta de soluciones TIC por medio de articulación con soluciones regionales, con lo que se espera transmitir mayores beneficios y capacidades digitales a los empresarios.

Si bien esta estrategia se viene desarrollando desde el 2018, se identifica a los CTDE como un instrumento concreto para la reactivación económica y, específicamente, para atender las necesidades de las mipymes.

A medida que se desarrolla esta estrategia para lograr la transformación digital de la base empresarial del país, se ha encontrado que la ejecución ha sido reconocida tanto a escala nacional como internacional. La estrategia CTDE ha recibido reconocimientos destacables como la mención y referenciación positiva en el informe de 2019 de la OCDE<sup>16</sup> sobre la transformación digital en Colombia, en

que se analiza la evolución reciente de la economía digital en los países, se examinan las políticas relacionadas con la digitalización y se formulan recomendaciones para aumentar la coherencia de las políticas en este ámbito.

Adicionalmente, en septiembre de 2020 recibió el premio como la mejor iniciativa mundial en la categoría *e-business* de los Premios de la Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información (CMSI) (WSIS en inglés). Este es un reconocimiento valioso, ya que la estrategia de los CTDE fue escogida como ganadora entre más de 800 iniciativas postuladas desde múltiples países del mundo. Los jurados tuvieron en cuenta la repetibilidad y sustentabilidad de los CTDE, aspectos que se destacaron, puesto que el proceso de intervención se caracteriza por un servicio que integra la adopción de herramientas digitales con el fortalecimiento de la cultura y organización en el contexto de la economía digital, lo que ha transmitido y activado las capacidades regionales.

16. [https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-106833\\_going\\_digital\\_in\\_colombia.pdf](https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-106833_going_digital_in_colombia.pdf)  
<https://www.oecd-ilibrary.org/sites/5786e2c8-en/index.html?itemId=/content/component/5786e2c8-en>

## NUEVAS EXPERIENCIAS TECNOLÓGICAS

El programa N.EX.T surgió como una iniciativa enfocada en aumentar la adopción de tecnología en sectores industriales tradicionales de Colombia, con el ánimo de incrementar sus capacidades en el desarrollo de tecnologías emergentes y conectar la oferta con la demanda tecnológica, pues, si bien las empresas han evidenciado contacto con las industrias 4.0, lo han hecho de una forma reactiva ante los cambios en el mercado, mas no proactiva.

El propósito que guio el programa fue la implementación en las empresas del sector manufacturero de tecnologías, tales como *big data*, manufactura aditiva, inteligencia artificial, internet de las cosas, robótica, sistemas de realidad aumentada y virtual, entre otras, con el fin de que sus productos y procesos de pro-

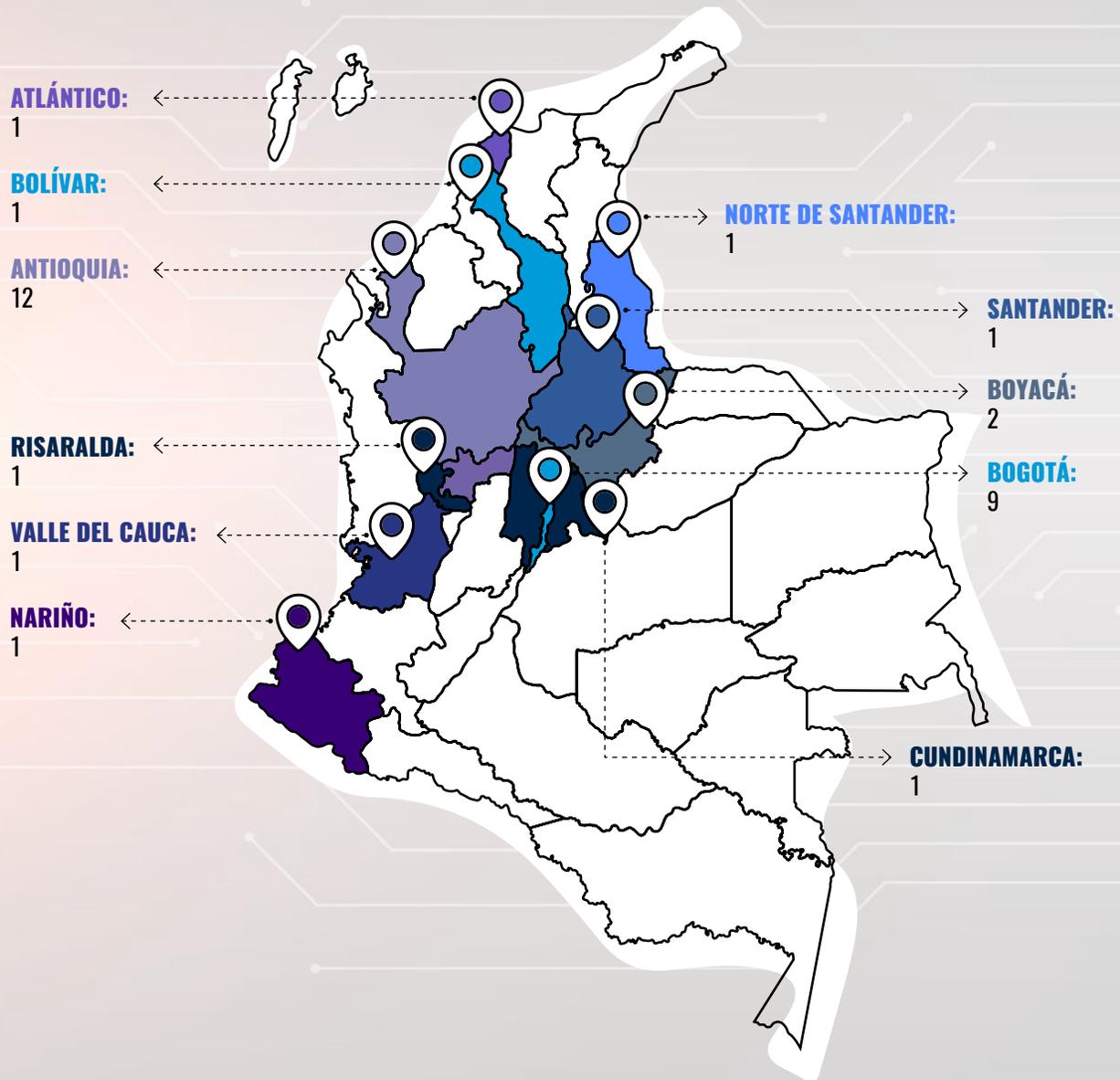
ducción se ajusten a las dinámicas propias de la cuarta revolución industrial.

Para esto, se buscó identificar empresas manufactureras con motivación de adoptar tecnologías, las cuales pertenecían a diferentes sectores y tamaños, lo que permitió obtener una visión transversal de los retos y necesidades de cada uno de los segmentos. También se trabajó de la mano de los líderes empresariales, con el propósito de sensibilizarlos sobre las tecnologías y los beneficios que podrían obtener al implementarlas. Adicionalmente, se caracterizaron e identificaron las capacidades tecnológicas y organizacionales y, por último, se conectaron instituciones de investigación y líderes globales de tecnología con empresas manufactureras para abordar las necesidades de dichas empresas y desarrollar soluciones innovadoras.



## REGIONES IMPACTADAS

La primera fase de diagnóstico permitió ahondar en el conocimiento del estado tecnológico de las 33 empresas seleccionadas ubicadas en 11 departamentos de Colombia, y se obtuvieron resultados en dos sentidos. El primero, en las cuatro dimensiones del diagnóstico: estrategia y organización, mercado, tecnología habilitante y manufactura avanzada; y el segundo, en los retos que afrontan las empresas de acuerdo.





## 1. ESTRATEGIA Y ORGANIZACIÓN

En cuanto a la estrategia y la organización, es pertinente incentivar la innovación entre empresas, para empujar la cocreación de soluciones que integren capacidades de diferentes empresas, de manera que se puedan fortalecer y crear ecosistemas. Además, el gobierno desempeña un papel fundamental para establecer programas específicos de apoyo que promuevan la transformación productiva y la activación de la industria 4.0.

## 2. TECNOLOGÍA HABILITANTE Y MANUFACTURA AVANZADA

Una importante conclusión en términos de tecnología habilitante y manufactura avanzada es que se debe tener en cuenta que la industria 4.0 gira en torno a la generación y aprovechamiento de los datos de producción. Sin embargo, un cuello de botella para el desarrollo de capacidades analíticas y el apalancamiento de decisiones es el bajo uso estratégico de la informa-

ción recogida en el nivel operativo. Para obtener provecho de esto, lo primero que se debe hacer es promover la digitalización como medio para fortalecer el proceso de toma de decisiones a partir del uso de información actualizada.

## 3. MERCADO

En cuanto al mercado, se debe tener en cuenta que es el que da la pauta de las soluciones que se implementan a la medida de los clientes. Por eso se deben crear espacios destinados a conectar a las empresas con la oferta de tecnologías maduras, tales como CRM y ERP, y dictar capacitaciones pertinentes y acompañamiento durante su proceso de implementación, pues si bien estas son tecnologías maduras, aún no son comunes en las empresas del país, y son fundamentales para eventualmente empezar a promover y avanzar en proyectos con tecnologías emergentes.

Otros hallazgos destacables contemplan diferencias entre empresas grandes, medianas y pequeñas:

# 45,5 %

**GRANDES  
EMPRESAS**

En el caso de las empresas grandes, el reto está en flexibilizar y agilizar los procesos de producción. Este desafío surge puesto que sus procesos ya están estandarizados y tienen estructuras que respaldan las áreas en el nivel de tecnologías de la información y tecnologías de la operación por separado, lo cual significa que se deben hacer grandes esfuerzos para habilitar los flujos de información desde las plantas de manufactura hasta las áreas administrativas, es decir, un flujo de “abajo para arriba”. El enfoque de este reto radica en la integración de las tecnologías IT/OT, de modo que se logre hacer analítica con los datos que se recojan. Al permitir el análisis de la data, las empresas tendrán la posibilidad de ajustar su oferta y cumplir con las expectativas de hiperpersonalización que caracterizan a los mercados actuales.

# 36,4 %

**MEDIANAS  
EMPRESAS**

En el caso de las empresas medianas, tienen dos retos principales: el acceso al apalancamiento financiero necesario para adquirir las tecnologías y la mejora de sus métodos de operación. En estas empresas, algunos de los procesos no están completamente estandarizados, y en realidad cuentan con pocos recursos para soportar todas las áreas de la compañía; por consiguiente, el nivel de tecnología suele ser limitado. Sin embargo, entienden la importancia de adoptarlas y esperan hacerlo pronto.

# 18,1 %

**PEQUEÑAS  
EMPRESAS**

Ahora bien, en el caso de las empresas pequeñas, estas tienen el reto de capturar y defender el mercado, es decir, deben esforzarse por conseguir ventas y fortalecer su modelo de negocio. El nivel de tecnología con el que cuentan suele ser básico y no tienen claridad frente al concepto de integrarse a cadenas de valor. Para estas empresas, los beneficios económicos de proyectos de industria 4.0 no son fáciles de sustentar financieramente.

El diagnóstico de N.EX.T permite evidenciar qué acciones son fundamentales a la hora de pensar en programas enfocados en el desarrollo de industrias 4.0. Como se mencionó anteriormente, los resultados por tamaño de empresa muestran que las intervenciones orientadas a mejorar el proceso de adopción tecnológica deben ser diferenciadas y adaptadas a cada segmento y tamaño empresarial.

Para finalizar, se hizo evidente que se debe trabajar de la mano de los líderes y de la alta dirección de las empresas, de manera que estos

cuenten con las habilidades de gestión requeridas en una transformación tecnológica. Es esencial que haya una clara visión del propósito de la implementación tecnológica, es decir, qué beneficios e impactos causarán en su modelo de negocio. Así, los líderes deben fijar objetivos a mediano y largo plazo que guíen un plan de acción estructurado para su ejecución.

Por último, para medir el nivel de avance y éxito, se deben construir indicadores que permitan el seguimiento de las acciones realizadas.



# **SINERGIA INELUDIBLE: TECNOLOGÍAS Y REACTIVACIÓN ECONÓMICA**

---

S E C C I Ó N 3

# Tecnologías *para la reactivación económica*

Durante el 2020, la economía se ha visto fuertemente golpeada por la pandemia causada por el covid-19; las cifras de desempleo han aumentado en Colombia, las ventas de la mayoría de las empresas se han visto afectadas, las dinámicas sociales y de consumo se han modificado hasta el punto de que ha sido difícil predecir comportamientos, entre muchos otros cambios. Todo esto, evidentemente, ha tenido un fuerte impacto en los negocios y en las necesidades que han surgido para los empresarios. Se ha vuelto apremiante desarrollar estrategias de recuperación que permitan un crecimiento acelerado, con el fin de retomar los niveles precrisis y contribuir al incremento de la productividad dentro de las empresas.

Las empresas se enfrentan al reto de ajustar costos, operaciones, cadenas de suministro, canales de comunicación con los consumidores, es decir, reestructurar sus procesos para ser efectivos en la producción y distribución de sus productos. Lo verdaderamente complicado para los líderes es que deben enfrentarse a esta recuperación sin un conocimiento amplio de su negocio, sin datos históricos e información que contribuya al entendimiento del mercado, lo cual dificulta enormemente la toma de decisiones.

Uno de los principales cambios es que la pandemia ha obligado a las empresas a migrar a un esquema de trabajo remoto, acelerando el uso de las tecnologías y herramientas nuevas y aumentando la conectividad digital; estos cambios han impulsado un proceso acelerado en el uso de las tecnologías y plataformas entre los trabajadores, lo que incide positivamente en el desarrollo de habilidades digitales.

Otro cambio es evidente en los hábitos de consumo, pues el confinamiento ha incentivado el comercio electrónico, que aumentó el 73 % en los primeros meses de la pandemia (5 de abril y 3 de mayo, en comparación con la última semana de marzo) (MinTIC, 2020). Gracias a esto, el ecosistema ha desarrollado maneras de conectar la oferta y la demanda. Claramente, la tecnología se ha convertido en una de las pocas opciones accesibles o viables para los consumidores. Si bien no todos los mercados pueden estar tan avanzados tecnológicamente en las áreas minoristas, muchas empresas sí se pueden beneficiar de una estrategia de comercio electrónico más proactiva, ya que las soluciones tecnológicas se vuelven aún más buscadas y preferidas.

Como se puede ver en los retos expuestos, la tecnología es protagonista a la hora de buscar

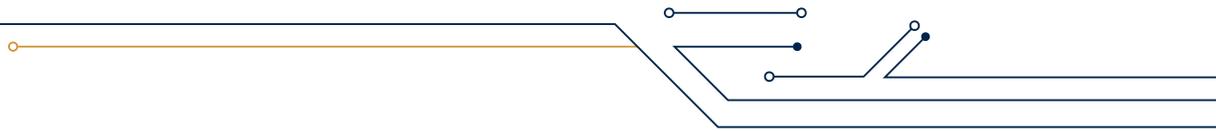
soluciones, ya que todas las empresas y organizaciones deben buscar opciones ante la necesidad del teletrabajo, el comercio en línea, la cadena de suministros inteligente, entre otras prácticas que se volvieron fundamentales para la supervivencia empresarial durante la pandemia. Una vez que los países fueron forzados a cerrarse e iniciar cuarentena, las empresas descubrieron que era esencial volverse digitales. Por eso realizaron una transición operativa que ha resultado en transformación digital acelerada, e incluso algunas empresas han innovado y reformulado sus modelos de negocio para adaptarse a nuevas necesidades por parte de consumidores que antes del covid-19 no existían o no eran latentes. Es decir, la innovación en cuanto a los modelos de negocio para adaptarse a la demanda también ha sido clave en esta pandemia (McKinsey & Company, 2020).

En repetidas ocasiones se dice que el futuro está marcado por la tecnología, la llegada de la inteligencia artificial y el aumento de las industrias 4.0. Sin embargo, este futuro se ha convertido en el presente desde que llegó el covid-19. Las empresas

que empezarán a accionar en Colombia de ahora en adelante serán aquellas que logren adaptarse a la situación y, en muchos casos, las que aceleren su digitalización y adopción tecnológica. También aquellas que utilicen los datos para responder a cambios en las dinámicas de consumo, pues los de la demanda serán cada vez más constantes.

Ahora bien, aplicando esto al contexto colombiano, dado el nivel de desarrollo de la base empresarial en términos digitales y tecnológicos, es vital apoyar a las mipymes para que la brecha existente entre empresas no digitales e industrias 4.0 logre disminuirse. Es de suma importancia que esto suceda, pues aquellas empresas que no logren dar el salto y cerrar la brecha serán insostenibles a largo plazo. Por esta razón, vale la pena entender cómo, ante la actual coyuntura, se pueden aprovechar las tecnologías para potenciar la reactivación económica en el país, a partir de los aprendizajes que dejan las experiencias de empresas que las han utilizado de manera disruptiva en distintas etapas del proceso productivo. Por último, es fundamental demostrar que este cambio involucra a todos





los sectores económicos y empresas, sea cual sea su tamaño, antigüedad o actividad.

Entre los sectores más afectados y clasificados como vulnerables (Corficolombiana, 2020), se encuentran los de construcción, comercio de artículos no esenciales, hoteles y restaurantes o sitios de recreación y transporte, en los cuales se concentran un poco más de nueve millones de trabajadores, 40,6% del total de ocupados registrados que para dicho año alcanzaron los 22,3 millones de ocupados, según la Gran encuesta integrada de hogares del DANE en 2019 (Universidad de los Andes, 2020). A su vez, entre los sectores menos afectados se encuentran las actividades financieras, de servicios públicos y de administración pública.

En relación con las condiciones de vulnerabilidad en los sectores antes mencionados, esta sección tiene como propósito dar a conocer algunas de las soluciones tecnológicas que han implementado empresas locales, así como referentes internacionales que pueden guiar la orientación estratégica de las firmas no solo frente a las condiciones dadas por la actual pandemia, sino como una herramienta para repensar y fortalecer su modelo de negocio.

Adicionalmente, cada organización independiente del sector cuenta con la oferta de un producto o servicio, una producción de dicho producto/servicio, una cadena de distribución y un consumidor. Es claro que la forma en que se adaptan estas etapas varía, dependiendo del modelo de negocio; sin embargo, se ha encontrado que básicamente todos cuentan con la misma estructura, la cual se adopta dependiendo de la actividad económica. Si bien el uso de tecnologías no es exclusivo para ninguna de estas etapas, sí puede estar presente en todas por medio de diferentes prácticas. Es

evidente que la tecnología no cobra relevancia más alta en una o en la otra; es más, está comprobado que agrega valor en todas al aumentar la eficiencia, la productividad, el uso de mejores materiales o al permitir una mejor experiencia de consumidor o usuario, así que es valiosa en todas las etapas del proceso (Deloitte, 2015). La tecnología no solo impactará el cómo se producen las cosas, sino de qué están hechas, la logística, la distribución, la interacción con los clientes y la experiencia que proveen (Deloitte Insights, 2017).

A continuación se presentan ejemplos alrededor de los cuatro focos con los que cada empresa cuenta para el desarrollo de su operación: *productos y servicios, distribución, producción y consumidor*, haciendo énfasis en las soluciones tecnológicas que las empresas están incorporando para mejorar su desempeño. En el caso de productos y servicios, se destaca el papel que han tomado las plataformas tecnológicas en el incremento de la productividad en los negocios; en distribución se presentan soluciones que contribuyen a mejorar la cadena logística de los clientes, acciones que propenden a innovar en el servicio que se les presta a sus consumidores.

Así mismo, en el área de producción sobresalen iniciativas que buscan aportar alto valor agregado a los productos de sus clientes, logrando como beneficio la reducción de los costos de transacción dado el aumento en la eficiencia de los procesos por el uso de tecnologías.

Por último, en lo referente al consumidor se muestra cómo con el uso de la tecnología es posible mejorar la experiencia del cliente a partir del entendimiento integral de sus preferencias, lo que conduce a que los consumidores puedan acceder a la personalización de los productos y las experiencias.

# Productos y servicios

Las tecnologías pueden transformar la manera en que los productos se diseñan y desarrollan, hasta el punto de conducir a la creación de productos y servicios nuevos o modificados, ofreciendo así soluciones innovadoras a partir de la creación rápida de prototipos y pruebas. Estos productos innovadores, a pesar de que cuentan con mayor capacidad y rendimiento, no se venden tan fácilmente, en especial cuando son novedosos y existe aún desconfianza por parte del público al no tener claridad sobre los beneficios que justifican precios en ocasiones más elevados (Deloitte Insights, 2018).

Esto simplemente abre la necesidad de adaptación en otras etapas, sobre todo en la última, la de

consumidor, en la que el mercadeo al cliente y la comunicación de beneficios serán fundamentales. De esta manera, es evidente la necesidad de que todas las etapas estén coordinadas y alineadas, además de que se tenga conciencia de que la implementación de tecnologías en una etapa del proceso indudablemente impactará el flujo general.

A pesar de que estas adaptaciones conllevan retos en todas las etapas, no se pueden ignorar los cambios en la demanda y se debe enfocar la producción hacia las nuevas expectativas de los consumidores.

En un estudio realizado por Deloitte (2018), un ejecutivo entrevistado afirmó:

**“El modelo de fabricación tradicional ha sido centrado en el producto. En los últimos años hemos visto nuevos modelos de negocio para captar el valor en servicios/soluciones y datos. (...) Ahora se tiene un enfoque de plataforma, un cambio de estar centrados en el producto a ver el producto como una plataforma para crear y capturar otras fuentes de valor”**

Ejecutivo entrevistado por Deloitte (2018)

Esto significa que las empresas incluso pueden encontrar modelos nuevos basados en plataformas, gracias al uso de tecnologías.

En Colombia, las plataformas generan vertimientos importantes para la economía, al permitir que las empresas de menor tamaño compartan activos a través de economías de asociación. Las tecnologías digitales son un soporte eficaz de las

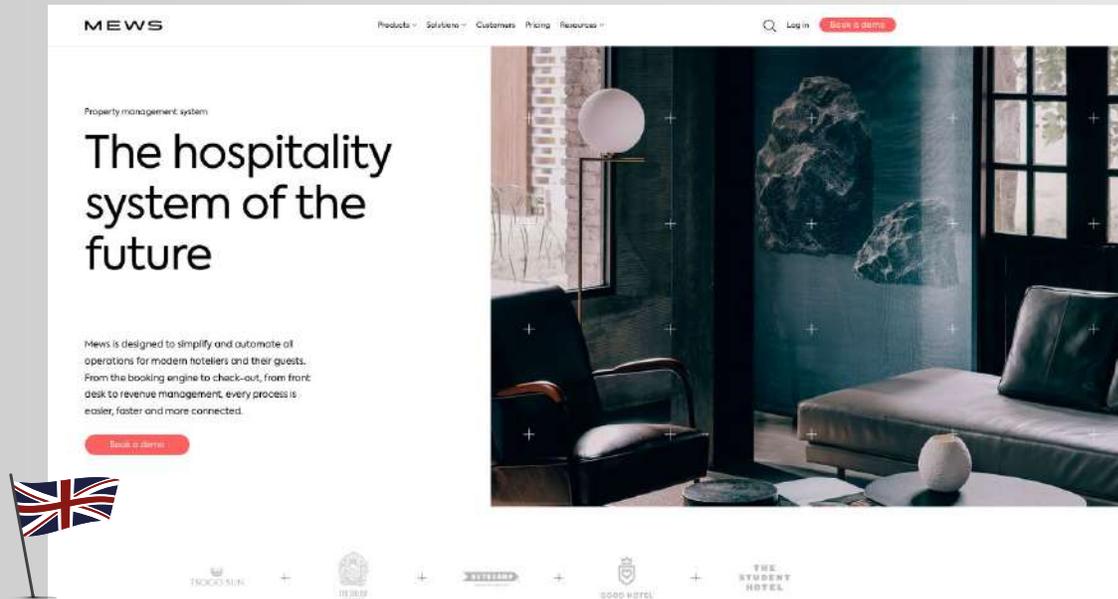
actividades de las empresas y permiten la toma de decisiones informadas. Además, son relevantes por los efectos positivos que tienen en el bienestar del consumidor y del medio ambiente (Fernández & Benavides, 2020).

Con el ánimo de profundizar en el incremento de servicios digitales, se presentan los casos de Work University y Mews.

## EJEMPLO



# MEWS



**Enlace:** <https://www.mews.com/>  
**Tecnología principal:** digitalización  
**País:** Reino Unido

Plataforma de gestión hotelera que permite mejorar la forma como las empresas hoteleras interactúan con los clientes y usuarios, ahorrando tiempo en procesos administrativos. Cuenta con un sistema de gestión de propiedades, motor de reservas y *software* de gestión de reservas, entre otros servicios.

Esta plataforma promete la conversión web, conexión a las aplicaciones favoritas y gestión de los pagos de los huéspedes de manera fácil y segura. Además, permite una comunicación totalmente personalizada con el huésped antes

del *check-in*. De ese modo, cuando llega al hotel, ya tiene toda la información que necesita.

El sistema de gestión contiene lo siguiente: PMS basado en la nube, *booking engine*, aplicación para el servicio de limpieza, aplicación móvil de conserjería, kiosco de recepción, *check-in* en línea, automatización de pagos en línea, acceso a API personalizado y soporte, informes inteligentes, integración con aplicaciones ilimitadas, mensajería previa a la estancia con los huéspedes y soporte 24/7.

EJEMPLO



## WORK UNIVERSITY



**Enlace:** <https://www.workuniversity.co/>

**Tecnología principal:** Inteligencia Artificial

**País:** Colombia

Work University es una *start-up* joven que opera en Colombia. Es una plataforma pensada y diseñada exclusivamente para ayudar a los estudiantes a conseguir un empleo que les permita continuar simultáneamente con sus estudios. Además, su propuesta cobra valor al lograr el emparejamiento de las habilidades blandas de los candidatos con la cultura empresarial de las organizaciones.

Utiliza inteligencia artificial para dar recomendaciones de acuerdo con el perfil y las necesidades del estudiante, al tiempo que las empre-

sas pueden reclutar talento joven y en desarrollo profesional con las características que requieren.

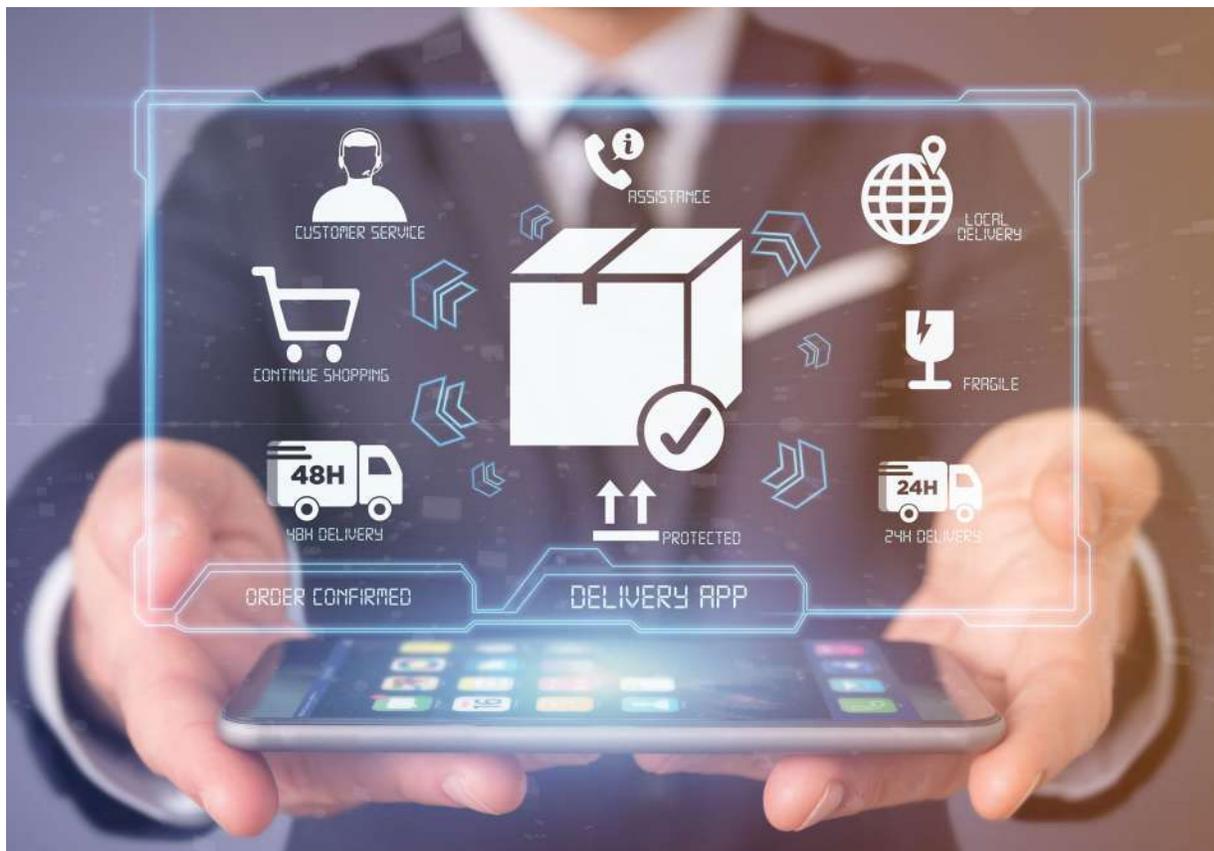
Esta herramienta permite que la selección de talento en las compañías mejore su efectividad en un 30 % y reduce el tiempo de búsqueda de personal hasta en tres días. El objetivo es que el talento joven, los estudiantes y recién egresados, se conecte con empresas, derribando paradigmas atados a la conexión, como la experiencia laboral. Adicionalmente, brinda servicios de analítica de datos y utiliza inteligencia artificial.

# Distribución

Ahora bien, en cuanto a las cadenas de suministro, estas tradicionalmente son lineales, pues el proceso suele empezar en el diseño, seguido de la planificación, fabricación, entrega y soporte. Sin embargo, gracias a la tecnología, muchas cadenas de suministro se están transformando, pasando de una secuencia estática a un sistema dinámico e interconectado que permite obtener información en tiempo real; dicha retroalimentación optimiza la toma de decisiones (McKinsey & Company,

2016). Este cambio a una red interconectada se conoce como *digital supply network* (DSN), que traduce red de suministro digital (Deloitte University Press, 2016).

La DSN integra información de numerosas fuentes y lugares para optimizar tanto la producción como la distribución. Para ejemplificar la forma en que se puede innovar y optimizar en el proceso de distribución, se toma el ejemplo de Lift It, Kiwibot y Sigma Ingeniería.



EJEMPLO

LIFTIT



**Enlace:** <https://liftit.co/>

**Tecnología principal:** *Inteligencia Artificial*

**País:** *Colombia*

**Beneficiario:** *programa de Emprendimiento de Alto Impacto Aldea*

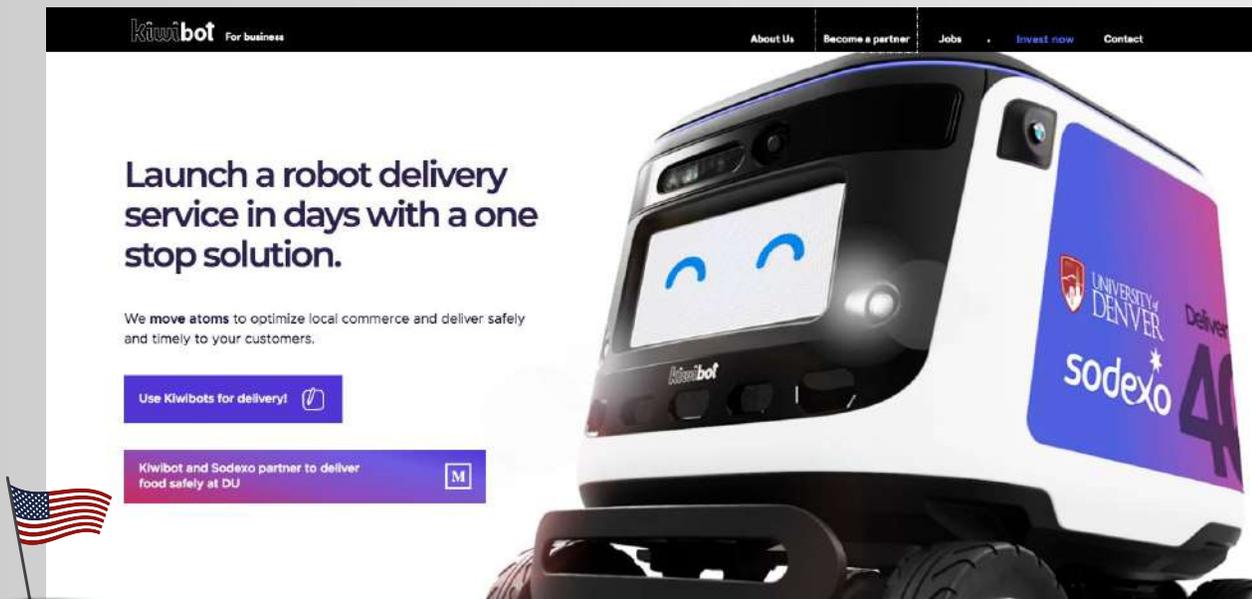
Su propuesta de valor es transporte de última milla, basado en tecnología web. El uso de la tecnología funciona para la demanda de transporte, la planeación de la operación logística, *Transportation Management System* (TMS), un sistema de manejo de transporte de carga y una aplicación móvil para los transportadores. Con el uso de esta se recolecta toda la data analítica de la operación, de manera que se puedan generar *dashboards* (análíticas operativas y financieras), entender la operación y disminuir los costos operativos de los clientes finales, todo esto gracias al trabajo y al estudio de datos.

Liftit ha demostrado incrementos sustanciales en la eficiencia operacional de sus clientes al lograr ahorros de hasta 40 %, gracias al monitoreo de trayectos y reducción de tiempos muertos. El modelo de operación con Liftit consiste en sistematizar procesos para luego automatizar y optimizar recursos, consiguiendo un ahorro en costos logísticos globales de entre 10 y 25 %.

De esta manera, se convierte en un aliado estratégico en la nueva economía colaborativa, en la que participa en la cadena logística de los clientes.



## KIWIBOT



**Enlace:** <https://www.kiwibot.com/>

**Tecnologías principales:** Inteligencia Artificial, IoT, Droides, Visión de Máquina

**País:** Estados Unidos (líderes y creadores colombianos)

**Beneficiario:** programa de Emprendimiento de Alto Impacto Aldea-Fondo de inversión 2019

A partir de la necesidad de mercado que abre el reparto de última milla en alimentos y bebidas, KiwiCampus creó los KiwiBots, que recorren las calles para entregar pedidos. Estos pequeños robots llevan exclusivamente pedidos de restaurantes con pago por medios digitales y en tramos cortos.

Este mecanismo identifica posibles obstáculos mediante un sistema de cámaras y sensores

similar al de los coches autónomos, a partir de un esquema de direccionamiento parcialmente automatizado.

Gracias a su estrategia de adaptabilidad ante los mercados y las necesidades de sus consumidores actuales, han logrado buenos resultados ante la pandemia del covid-19, y han logrado que empresas de mensajería adopten su tecnología, como es el caso de Rappi en Medellín.



# SIGMA INGENIERÍA



**Enlace:** <https://www.sigmaingenieria.com.co/>  
**Tecnologías principales:** IoT, Inteligencia Artificial  
**País:** Colombia

Es una herramienta tecnológica de georreferenciación que busca optimizar el ejercicio de las empresas de aseo en operaciones como rutas, recolección y barrido, entre otras variables que se presentan en el proceso de aseo en las ciudades y municipios.

Cuentan con un sistema de información basado en IoT y geolocalización, que ofrece indicadores de gestión encaminados a mejorar calidad, eficacia, productividad y rentabilidad de empresas recolectoras de basura.

Esta empresa logra consolidar en dispositivos móviles la información, controlando variables como el personal, horas laboradas y el cumplimiento oportuno de la operación. Toda esta información, que se encuentra en línea, identifica los puntos de ubicación de los vehículos, los kilómetros recorridos, las toneladas recogidas o el combustible consumido, así como el estado de cumplimiento de la operación, consolidada en tableros de control, lo cual facilita el proceso de toma de decisiones y permite adoptarlas de una manera más acertada.

# Producción

La etapa de producción se ve influenciada por la industria 4.0, ya que habilita las fábricas inteligentes. Esto lleva a que la logística esté conectada y funcione como una red que se retroalimenta con la información que se recoge en cada etapa del proceso.

El mayor beneficio de la digitalización de las operaciones, la fabricación, las cadenas de suministro y los productos es que las empresas podrán sumar la información de las máquinas, la analítica y los conocimientos de los trabajadores para tomar decisiones con más información, esto es, integrales y, por ende, mejores (McKinsey & Company, 2016). Además, gracias a que la digitalización permite brindar una retroalimentación inmediata, se pueden hacer ajustes en tiempo real que minimicen errores, lo cual resulta en mejores diseños de productos, servicios y sistemas; uso apropiado

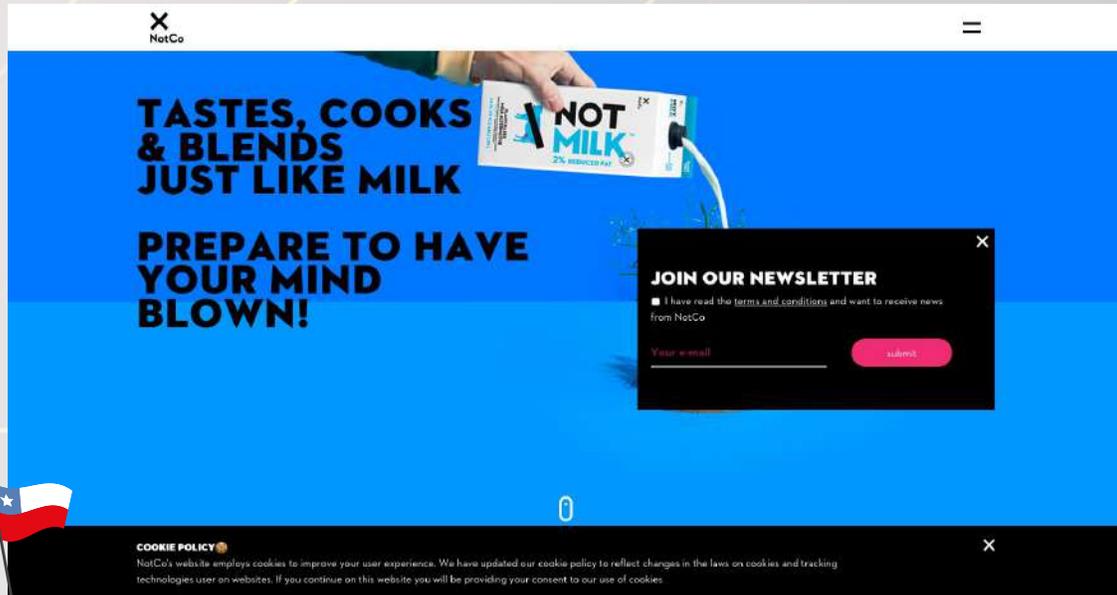
de espacios; más precisión en los tiempos de operación; uso más eficiente de recursos y habilidad de predicción de futuras necesidades, entre otros beneficios (Deloitte, 2015; Deloitte Insights, 2018).

Otro beneficio es la reducción de los costos de transacción, pues ya no se consume mucho tiempo para comprender cada minuto de ellas. Cuando el costo de las transacciones disminuye, aumenta la capacidad de realizarlas con más y diferentes socios. Esto posibilita un mundo de cadenas de suministro más interconectadas, ya que las empresas pueden simplemente conectarse con terceros cuando y donde sea necesario para ofrecer un valor sustancialmente mayor (Deloitte University Press, 2016).

Para ver cómo son las tecnologías en los procesos de producción, se revisaron los casos de NotCo y PMTEC.

## EJEMPLO

# NOTCO



**Enlace:** <https://notco.com/>

**Tecnología principal:** *Inteligencia Artificial*

**País:** *Chile*

Notco es una empresa que combina la biología molecular con la inteligencia artificial para crear alimentos saludables, como es el caso del sustituto lácteo a base de plantas con propiedades organolépticas idénticas a las de la leche.

La tecnología IA se utiliza para construir una biblioteca de miles de plantas y descubrir cómo usarlas, para recrear el mismo sabor, olor, función, apariencia y sensación de los productos animales.

El éxito tras sus productos está en Giuseppe, un *software* que produce fórmulas para imitar

el sabor y la textura de alimentos específicos, pero empleando solo ingredientes vegetales. Al cruzar la información estructural, Giuseppe encuentra patrones que permiten detectar las plantas que deberían combinarse para generar el sabor y la textura deseados. Parte clave de su entrenamiento es la construcción de una base de datos dentro de NotCo, que describe en el nivel molecular las propiedades de un gran número de plantas y alimentos.

EJEMPLO

PMTEC



**Enlace:** <https://www.pm-tec.co>

**Tecnologías principales:** *Manufactura Avanzada, Sensórica, Analítica de Datos*

**País:** *Colombia*

**Beneficiario:** *iNNpulsa Colombia*

PM Tec Engineering es una empresa enfocada en prestar servicios técnicos especializados de la industria en inyección de plástico, procesos de manufactura, simulación computacional y optimización de procesos industriales.

La empresa ha ganado premios por sus iniciativas en manufactura avanzada que se pueden aplicar a cualquier proceso industrial, y que ayuda a que los procesos sean eficientes y que la productividad en la región aumente, a través de sus sistemas propios de sensórica, adquisición, análisis y uso de datos KERN.

Estos equipos se basan en sistemas de transmisión inalámbrica de largo alcance, alta potencia y bajo consumo, que permiten la conectividad segura de datos industriales. A la vez, permiten monitorear factores críticos de los procesos, no solo de maquinaria de última generación sino del tipo de maquinaria que las industrias tienen actualmente.

La compañía ofrece servicios de consultoría en ingeniería para optimizar los procesos de producción, basados en la innovación y la comprensión de los principios fundamentales que rigen los sistemas analizados.

# Consumidor

La industria 4.0 tiene un fuerte enfoque en el consumidor, pues durante todo el proceso de la cadena de valor se tiene en cuenta la información de este, la cual se recolecta por medio de las tecnologías inteligente; así, se puede tener un entendimiento profundo, constante e integral de los clientes. Los sistemas conectados permiten mejorar la experiencia del consumidor y su *customer journey*, pues al conocerlo de una manera óptima se pueden adaptar las ofertas, las formas de comunicación, el soporte posventa, entre otros, lo que finalmente fortalecerá la relación entre la empresa y el cliente; además, se puede hacer en plazos casi inmediatos por la facilidad de la retroalimentación (Deloitte Insights, 2018). Esto resulta en un aumento de la satisfacción del cliente y en más lealtad, pues se cumple con sus expectativas.

Por otro lado, una gran ventaja de la industria 4.0 es que los consumidores podrán personalizar los productos y las experiencias. Además, la interacción con la empresa en todas las etapas será más transparente e informada, lo que establece una conexión más fuerte con los clientes y los beneficia a ambos. El consumidor, por su parte, tie-

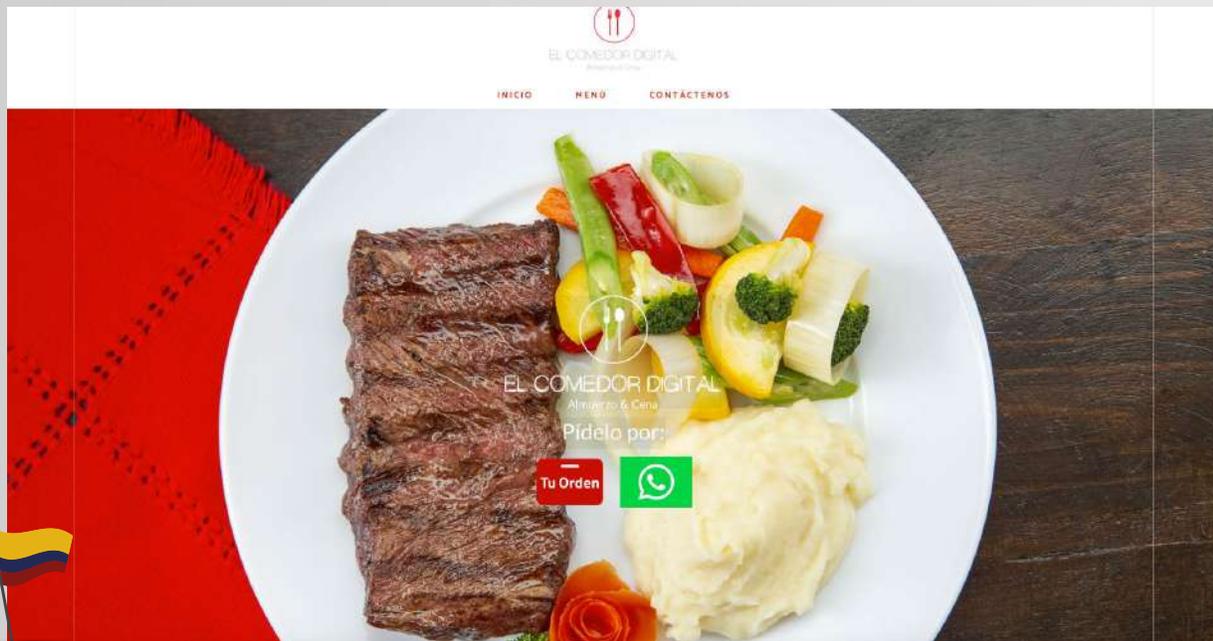
ne información de dónde va su producto, cómo es, qué facilidad de pago tiene, entre muchos otros, y la empresa crea data que al ser analizada y comparada con información histórica y de otros consumidores puede llevar a toma de decisiones acertadas (Deloitte Insights, 2018).

Es esencial que los equipos de ventas comprendan cómo comunicarse con los clientes, en el momento adecuado, y ser capaces de expresar adecuadamente cuál es el valor añadido de los productos que involucran tecnologías 4.0 y cómo se entrega. Si bien los consumidores pueden abordar el proceso con diversos grados de apertura a las nuevas tecnologías y a las nuevas formas de trabajar con los productos, muchos no siempre entienden la propuesta de valor de inmediato, especialmente porque algunos productos o servicios pueden tener un precio más alto. Estos costos adicionales pueden disuadir aún más a los clientes tentativos (Deloitte Insights, 2018).

Para evaluar cómo se han modificado las relaciones con los consumidores, se presentan los casos de El Comedor Digital, Raflaamo y Camon App.



## EL COMEDOR DIGITAL



**Enlace:** <https://elcomedordigital.com/>

**Tecnologías principales:** Digitalización de la oferta

**País:** Colombia

Debido a la pandemia, el gerente y fundador de los restaurantes Casa Loma, en Bogotá, decidió llevar su restaurante a un concepto totalmente digital de comidas a domicilio.

Además, conjuga elementos amigables con el medio ambiente y empaquetados con sellos de seguridad que permiten conservar las caracte-

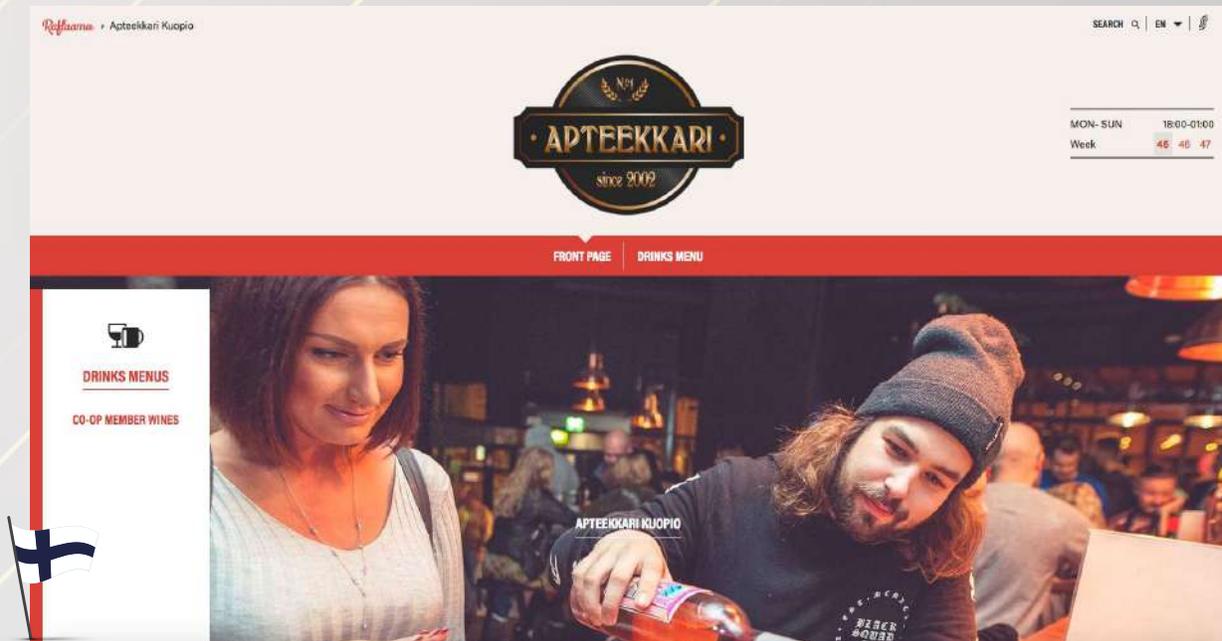
rísticas de los alimentos, al tiempo que aseguran calidad y salubridad.

En esta modalidad se envía la comida preparada a domicilio y en el sitio web el consumidor puede consultar el menú y hacer el pedido allí o por WhatsApp.

EJEMPLO



## RAFLAAMO

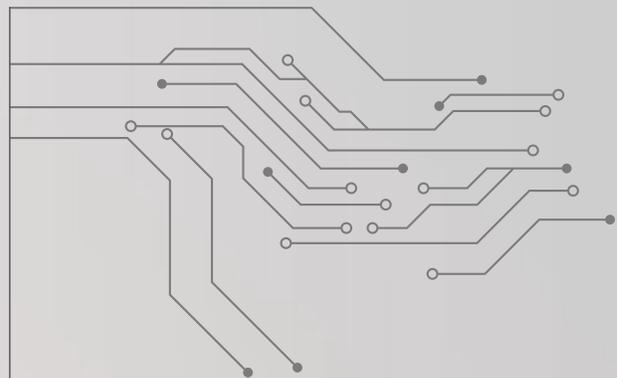


**Enlace:** <https://www.raflaamo.fi/en/kuopio/apteekkari-kuopio>

**Tecnologías principales:** Pantallas digitales para señalización combinada con Tecnología Móvil Android e Inteligencia Artificial de Visión de Máquina

**País:** Finlandia

Este restaurante de la ciudad de Kuopio (Finlandia) usa tecnología para atender las estrictas medidas de seguridad impuestas a la industria de alimentos y bebidas como parte de la reapertura gradual, utilizando pantallas digitales y cámaras inteligentes para monitorear y administrar el aforo del lugar sin ayuda de personal.





## CAMONAPP

The screenshot shows the CAMONAPP website interface. At the top, there is a navigation menu with links for INICIO, SOLUCIONES, CASOS, NOTICIAS, CONTACTO, EN, and ES. The main content area features a large image of a restaurant table with a smartphone displaying a menu. The text on the page reads: "RESTAURANTS CON REALIDAD AUMENTADA" and "Niño Gordo y La Carnicería, dos restaurants que son tendencia en Buenos Aires, presentaron sus nuevas cartas y comidas a través de Realidad aumentada e invitando a vivir una experiencia gastronómica disruptiva." Below the image, there is a small Argentine flag icon and a text block with a description of the service. At the bottom of the screenshot, there is a cookie consent banner with "OK", "No", and "Privacy Policy" buttons.

**Enlace:** <https://www.camonapp.com/restaurants-realidad-aumentada/>

**Tecnologías principales:** Realidad Aumentada (RA)

**País:** Argentina

Camonapp ha ayudado a dos restaurantes de tradición en Argentina a hacer la transición digital mediante la presentación de sus menús con realidad aumentada. De este modo, se evita el contacto, se facilita el pedido y se logra mejorar la experiencia de usuario en tiempos poscovid-19.

Para implementar esta tecnología se convierten en piezas interactivas los menús, manteles e individuales, *table tents* o cualquier otra gráfica que acompañe el ambiente. A través de un simple instructivo, se les comunica a los usuarios la propuesta y cómo visualizarla.

Sin embargo, el sector de restaurantes no ha sido el único beneficiado por las soluciones que brinda esta aplicación; también el sector del comercio ha resultado favorecido frente a la necesidad latente de las grandes marcas para incorporar probadores virtuales de producto dentro de sus *e-commerce*.

Ante el cierre temporal de las tiendas físicas, el formato que facilita Camonapp ayuda a mostrar catálogos y artículos en 3D y en escala real, dentro del ambiente en el que se encuentra el usuario.

Finalmente, como se evidencia a lo largo de la sección, la industria 4.0 altera el panorama de los productos de manera sustancial. Toda la cadena de valor de los productos o servicios se puede transformar gracias a las tecnologías y obtener grandes beneficios, en especial ante la crisis de pandemia que lleva a evitar el contagio porque la forma de contacto se convierte en digital.

Los objetos inteligentes y conectados producen enormes cantidades de datos que, al analizarlos y

tratarlos apropiadamente, ayudan a tomar decisiones informadas y esto implica mejoras en toda una gama de métricas, incluyendo el precio y el rendimiento. Por otro lado, la capacidad para conectarse con otras máquinas crea, contribuye y se beneficia de un ecosistema más amplio de actividad e inteligencia. La gestión exitosa de los datos puede dar lugar a modelos de venta más ricos y basados en las relaciones, así como ayudar a crear nuevos productos para vender (Deloitte Insights, 2018).

# Líneas de acción para la digitalización desarrolladas por *iNNpuls*a Colombia

---

Tal como se ha visto a lo largo de la presente publicación, iNNpuls Colombia se ha enfocado en apoyar a los empresarios en la consecución de los múltiples beneficios que trae la digitalización. Especialmente en la actual coyuntura causada por la pandemia, resulta primordial acompañar a las empresas en el camino de la reactivación económica, de manera que puedan sobrevivir ante las dificultades que se presentan a raíz de los cambios

de consumo y mercado, para agregar valor a sus procesos y productos y avanzar así en la senda del crecimiento.

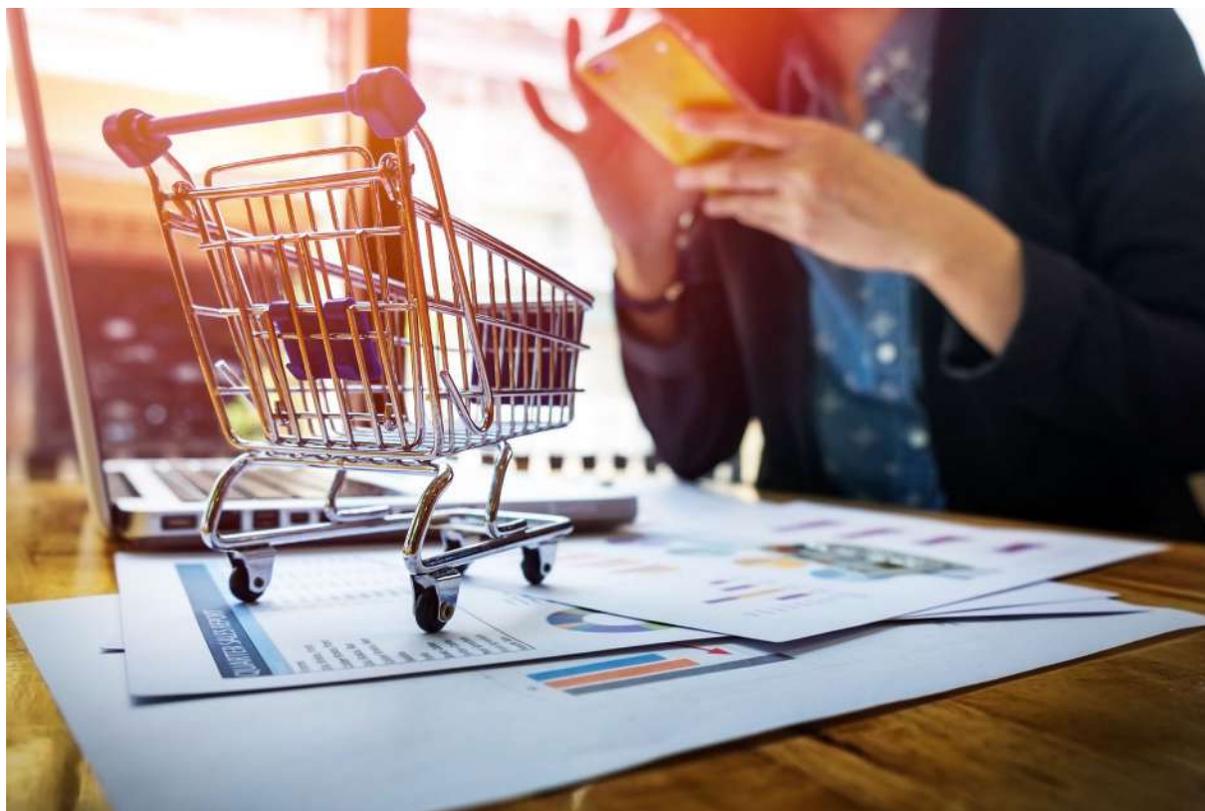
Al profundizar en algunos de los proyectos realizados por la entidad, se encuentran dos pilares fundamentales para el camino hacia la digitalización: el comercio electrónico y el *e-learning* o aprendizaje en línea.

# Comercio electrónico

El comercio electrónico, también conocido como *e-commerce* (*electronic commerce*, en inglés) consiste en la compra y venta de productos, o de servicios, a través de medios electrónicos, principalmente internet y otras redes de datos (Comisión de Regulación de Comunicaciones, 2017).

Al estar basado en las mejoras tecnológicas de las tecnologías de la información y las comunica-

ciones (TIC), facilita el comercio, ya que reduce los costos de transacción, provee información a los participantes y, por otro lado, incrementa el acceso a una mayor cantidad de bienes y servicios. Todos estos beneficios mejoran la experiencia de consumo para el conjunto de la economía (Comisión de Regulación de Comunicaciones, 2017).





## COMPRA LO NUESTRO RED DE PROVEEDORES Y EMPRESAS

El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, por intermedio de Colombia Productiva, está liderando la estrategia “Compra lo nuestro”, que busca aumentar la conexión entre las empresas colombianas para facilitar sus negocios. Se han hecho diversas alianzas a escala nacional para beneficiar a los usuarios con herramientas que les permitan aumentar su productividad.

Como parte de esta estrategia, se creó [www.compralonuestro.co](http://www.compralonuestro.co), que funciona como una red social empresarial colombiana que facilita la conexión entre compañías que quieran proveer o comprar bienes, servicios y materias primas. Algunos de los beneficios de unirse a “Compra lo nuestro” son:

- Contar con el sello “Compra lo nuestro”, el cual pretende identificar los productos y servicios de Colombia. Facilita al consumidor

la identificación de productos colombianos frente a los importados.

- Acceder de forma gratuita al sistema internacional de códigos de barras.
- Tener la posibilidad de vender en los principales *marketplaces* con StoreON.
- Poder buscar empresas para hacer negocios.
- Beneficiarse de los servicios de apoyo empresarial.
- Aprender sobre productividad, calidad, comercio, entre otros aprendizajes claves.
- Ser parte de comunidades empresariales especializadas.
- Acceder a los anuncios de compras de Colombia y América Latina.
- Participar en eventos empresariales del sector.
- Acceder a oportunidades de financiación ofrecidas por socios e inversionistas seleccionados.

Para más información, ingresa a

<https://compralonuestro.co/>





## ECONEXIA CORFERIAS

Es una plataforma digital de conexiones y negocios basada en una comunidad empresarial de mipymes y emprendedores, que busca facilitar la reactivación económica de las pequeñas y medianas empresas. Este es el resultado del trabajo colaborativo entre el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y sus entidades adscritas (iNNpulsa Colombia, Colombia Productiva, ProColombia y Fontur), la Alcaldía Mayor de Bogotá, por intermedio de la Secretaría de Desarrollo Económico, la Alcaldía de Barranquilla, la Cámara de Comercio de Bogotá, Corferias, y los principales gremios y operadores de ferias del país.

La operación de la plataforma está a cargo de Corferias y cuenta con la participación de la industria ferial del país, a través de más de 40 ferias. En estas, las comunidades de empresarios están vinculadas en cinco clústeres claves de la economía: agroindustria y alimentos; moda

y confección; industria, manufactura y medio ambiente; economía naranja e industrias creativas; estilo de vida y consumo. La plataforma brinda acceso a ruedas de negocios, agendamiento de citas para emprendedores, vitrinas virtuales, escenarios de *networking*, *matchmaking*, y acceso a contenidos de conocimiento e innovación.

Este portal se consolida como una oportunidad para amplificar y dar visibilidad a empresas, productos y marcas, potenciar sus negocios; encontrar conocimiento e información especializada de diversas industrias, accediendo a espacios que motiven conversaciones positivas; nuevas oportunidades de negocios; soluciones integrales; adquisición de productos; tecnología; buenas prácticas y experiencias para los líderes gremiales y feriales que forman parte de la solución en la reactivación económica del país.

Para más información, ingresa a  
<https://econexia.com/es> 

Adicionalmente, se presentan varias iniciativas que han contribuido al desarrollo y aumento del comercio electrónico en Colombia. Dentro de la iniciativa de Colombia Emprende e Innova se encuentran más de 50 soluciones relacionadas con el *e-commerce*<sup>17</sup>. Así mismo, la plataforma Social Wow, en alianza con Everis, realizará un proyecto piloto que busca reactivar la economía con *marketing* y digitalización de pequeños negocios para ayudarles a vender por internet. Por otro lado, el programa Colombia a un Clic, creado en alianza con Amazon, está dirigido a formar empresas en comercio electrónico y acompañarlas en el proceso exportador a través de diferentes plataformas digitales.

Entre las iniciativas de reactivación se destaca la estrategia Digitalización PYME, que busca contribuir con el impulso de las compañías a través del uso estratégico de la tecnología. Por último, entre las iniciativas más sobresalientes en las que la organización ha trabajado durante el año se encuentran #UnidosSomosMásPaís, de la ANDI y La W, la cual crea un *marketplace* para la oferta y demanda de productos y servicios; y la disponibilidad de los empresarios la iniciativa de Empoderamiento Digital Pymes, enfocada en fortalecer hasta 50 pymes en transformación digital.

## Formación en *e-commerce* e *e-learning*

iNNpuls Colombia se enfoca también en promover la formación de los emprendedores en diferentes áreas y prácticas. A partir de las necesidades derivadas de la pandemia, han surgido más iniciativas de formación en habilidades digitales que buscan capacitar por medio de cursos, conferencias, guías, herramientas prácticas y contenido para ayudar a identificar oportunidades, validar ideas, desarrollar modelos de negocios o encontrar formas de innovación, de modo que los emprendedores continúen con el desarrollo de sus proyectos y el crecimiento de su empresa no se vea frenado.

Estas iniciativas se crean con base, principalmente, en alianzas entre entidades y organizaciones, ya que estas son oportunas en un contexto en el que el covid-19 plantea importantes retos en Colombia y el mundo. Dichos desafíos obligan a reevaluar ciertos paradigmas, en este caso, los relacionados con el acceso a la educación. Siguiendo esta línea, la Unesco considera que “hoy, más que nunca, es esencial fomentar el acceso universal a la información y el conocimiento que fomenten el emprendimiento y el desarrollo personal y profesional de las personas”.

17. <https://innpulsacolombia.com/ColombiaEmprendeInnova/>



## BECAS COURSERA

---

El Gobierno nacional, en alianza con la plataforma de educación virtual Coursera, por intermedio del MinTIC, MinTrabajo, MinComercio e iNNpulsa Colombia, abrieron una convocatoria para beneficiar a 50.000 colombianos desempleados a causa del coronavirus.

Coursera es uno de los primeros unicornios en educación digital y agrupa contenido educativo de más de las 150 mejores universidades del mundo, de manera que los ciudadanos podrán acceder a una oferta de más de 3.800 cursos gratuitos y 400 especializaciones, dictadas por profesores de las mejores universidades del planeta, relacionadas con temas como negocios, emprendimiento, tecnología y habilidades en ciencia de datos.

Esta convocatoria forma parte de la Iniciativa de Recuperación de Fuerza Laboral con la que Coursera apoya a Colombia y a otros países

del mundo, creando oportunidades para ayudar a los ciudadanos desempleados y trabajadores afectados por esta coyuntura. El objetivo es desarrollar el conocimiento y las habilidades que les permitirán tener otras competencias para conseguir un nuevo empleo.

Las personas interesadas podrán encontrar la oferta en la página web de iNNpulsa Colombia ([www.innpsacolombia.com](http://www.innpsacolombia.com)) o en la página del MinTIC ([www.mintic.gov.co](http://www.mintic.gov.co)), pero deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Ser ciudadano colombiano mayor de 18 años.
- Estar actualmente desempleado.
- Disponer del tiempo y las herramientas para desarrollar los cursos virtuales en la plataforma de Coursera.
- Tener una cuenta de correo electrónico para realizar los procesos de comunicación y notificación.



## BECAS CREHANA

### #APRENDERTRANSFORMA

---

**#** AprenderTransforma nace gracias a la alianza entre Crehana, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, iNNpulsa Colombia y la red de emprendimiento CEmprende.

A través de esta iniciativa, 100.000 colombianos podrán acceder a un portafolio de más de 100 cursos impartidos por expertos y líderes que trabajan en compañías globales como Google, Amazon, Facebook, Rappi o Uber.

Los cursos están relacionados con categorías como negocios, diseño, emprendimiento,

*e-commerce*, innovación, fotografía, *marketing* digital y manualidades.

Para aquellos que decidan participar, algunos de los beneficios de la plataforma son la posibilidad de definir sus propios horarios e iniciar las lecciones sin necesidad de realizar un examen de ingreso; lo único que necesitan es un dispositivo con conexión a internet.

Hasta la fecha, Crehana ha permitido formar a más de dos millones de estudiantes en más de 25 países de habla hispana.

**Los interesados podrán participar en la iniciativa hasta el 31 de diciembre de 2020 ingresando a <https://www.crehana.com/innpulsa-colombia/>**



## CERTIFICACIONES HUAWEI

---

**H**uawei, en alianza con el Gobierno nacional, entregará 3.000 certificaciones internacionales avanzadas para preparar a los jóvenes colombianos para la cuarta revolución industrial. Los jóvenes tendrán la oportunidad de capacitarse en tecnologías como IA, 5G, IoT y computación en la nube.

Los cursos les permitirán a los estudiantes no solo prepararse en tecnologías de la información y las comunicaciones, sino acceder al mercado laboral, ya que los beneficiarios podrán obtener certificaciones internacionales al pasar el examen de acreditación.

Esta iniciativa tiene como objetivo elevar el conocimiento de los jóvenes, al tiempo que se podrán cerrar las brechas en educación en TIC, logrando que cada vez más jóvenes tengan acceso a conocimientos de las últimas tendencias, aprovechando al máximo la conectividad para que así el país continúe por el camino de la digitalización, base de la cuarta revolución industrial. Adicionalmente, se cuenta con capa-

citaciones en inglés, lo cual busca promover el bilingüismo.

En una segunda etapa se espera traducir al español los cursos y llevar el programa hasta llegar a los 10.000 estudiantes capacitados. Además, estas becas forman parte de un programa mucho más ambicioso, que busca extender los conocimientos en tecnología a 50.000 jóvenes colombianos. De hecho, se contempla una tercera etapa en la que las capacitaciones y certificaciones serán de nivel básico en TIC, logrando una mayor alfabetización tecnológica. De este modo, este tipo de conocimientos serán más accesibles para muchos colombianos y se irá suscitando interés en carreras STEM, claves para el desarrollo del país.

Durante la realización de este programa se contará con el apoyo de un reconocido grupo de universidades que también certificarán a sus profesores y pondrán sus plataformas a disposición de los colombianos para cubrir un mayor número de estudiantes.



## MENTE E - UBITS

■ NNpulsa Colombia y Ubits unen esfuerzos para entregar 1.000 licencias a emprendedores del país a través del programa Mente E, con las que podrán entrenarse en más de 400 cursos enfocados en temas como comunicación, creatividad, trabajo en equipo, atención de dificultades, toma de decisiones y valoración de oportunidades. Es un programa enfocado en la formación en habilidades blandas y transversales para emprendedores. En el marco de esta iniciativa, los emprendedores podrán acceder a estas licencias de capacitación en línea.

Las categorías, que agrupan más de 42 cursos en habilidades blandas o socioemocionales, son las siguientes:

- Creatividad
- Adaptación al cambio
- Trabajo en equipo
- Liderazgo
- Iniciativa y toma de decisiones
- Comunicación para nuevas conexiones
- Manejo de dificultades

Además, los emprendedores podrán formarse libremente en temas complementarios para el fortalecimiento del emprendimiento como, por ejemplo, innovación disruptiva, cierre de ventas efectivo, cómo crear una estrategia de *marketing* digital, redes sociales para empresas, finanzas y contabilidad, servicio al cliente y uso de *software*, todos dictados por expertos de la industria.

Se ha encontrado que las organizaciones que asumen el entrenamiento y mejora de las habilidades blandas o socioemocionales como una prioridad, pueden dirigirse más fácilmente al éxito, el crecimiento y un mayor retorno de la inversión.

Además de estas iniciativas, están las becas de Platzi, que les permiten a los emprendedores estudiar contenidos relacionados con creación de emprendimientos, teletrabajo y financiación. Por otro lado, está C-Emprende con su modalidad desde la casa, la cual cuenta con capacitaciones, entrenamientos, cursos flexibles y cursos formativos. Finalmente, en el ecosistema se encuentra la estrategia Empresario Digital, la cual cuenta con 36 cursos para que las personas se formen en tal sentido.

**Para más información, ingresar al siguiente enlace:**  
**<https://innpulsacolombia.com/index.php/innformate/mente-e-innpulsa-y-ubits-presentan-programa-de-formacion-sin-costos-para-fortalecer>**

# GLOSARIO

---

Y REFERENCIAS



## ANALÍTICA

El análisis de datos (DA) es el proceso de examinar los datos conjuntos con el fin de sacar conclusiones acerca de la información que contienen, cada vez más con la ayuda de sistemas y *software* especializados.

Techtarget (2019a). Data Analytics. Recuperado el 10 de abril de 2019 de <https://searchdatamanagement.techtarget.com/definition/data-analytics>.

## ANÁLISIS PREDICTIVO

Es una forma de análisis avanzado que examina los datos o el contenido para responder a la pregunta “¿Qué sucederá?” o, más precisamente, “¿Qué es probable que suceda?”. Se caracteriza por técnicas como el análisis de regresión, el pronóstico y las estadísticas multivariadas, al igual que por la coincidencia de patrones, el modelado predictivo y la previsión.

Gartner (s.f.). Predictive Analytics. Recuperado el 11 de abril de 2019 de <https://www.gartner.com/it-glossary/predictive-analytics-2>.

## APRENDIZAJE AUTOMÁTICO/ MACHINE LEARNING

Rama de la inteligencia artificial que se dedica al estudio de los agentes o programas que aprenden o evolucionan basados en su experiencia, para realizar una tarea determinada cada vez mejor. El objetivo principal de todo proceso de aprendizaje es utilizar la evidencia conocida para crear una hipótesis y poder dar una respuesta a nuevas situaciones no conocidas.

Techtarget (2017). Machine Learning. Recuperado el 10 de abril de 2019 de <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Aprendizaje-automatico-machine-learning>.

## AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS ROBÓTICOS

Conocida por su sigla en inglés, RPA, consiste en el uso de tecnología que le permite al *software* interpretar una aplicación existente para procesar una transacción, manipular datos, arrojar respuestas y comunicarse con otros sistemas digitales.

KPMG (2018). Healthcare reimagined. Recuperado de <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/au/pdf/2018/healthcare-reimagined-report-2018.pdf>.

## BIG DATA

Gestión de la información que incluye e integra muchos tipos de datos y de gestión de datos junto con datos tradicionales. Se define por el volumen, la velocidad, la variedad y el valor.

Oracle (s.f.). Big data. Recuperado el 10 de abril de 2019 de <https://www.oracle.com/co/big-data/>.

### **BLOCKCHAIN**

Es un tipo de libro mayor en el cual las transacciones de intercambio de valor (en bitc in u otro *token*) se agrupan secuencialmente en bloques, cada uno de los cuales está encadenado al bloque anterior e inmutablemente grabado a través de una red punto a punto, utilizando criptografía y mecanismos de aseguramiento. Dependiendo de la implementación, las transacciones pueden incluir un comportamiento programable.

Gartner (s.f.). Blockchain. Recuperado el 10 de abril de 2019 de <https://www.gartner.com/it-glossary/?s=Blockchain>.

### **CIBERSEGURIDAD**

Abarca una amplia gama de prácticas, herramientas y conceptos estrechamente relacionados con los de la seguridad de las tecnologías de la información y las comunicaciones para la protección de los sistemas conectados a internet, incluidos el *hardware*, el *software* y los datos, frente a los ciberataques. La ciberseguridad se distingue por la inclusión del uso ofensivo de las tecnologías de la información para contrarrestar las amenazas.

Gartner (2013). Definition: Cybersecurity. Recuperado el 11 de abril de 2019 de <https://www.gartner.com/doc/2510116/definition-cybersecurity>.

### **COMPUTACIÓN EN LA NUBE**

Es un modelo que permite el acceso omnipresente, conveniente y por demanda a una red de un conjunto compartido de recursos computaciones configurables (por ejemplo: redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios), que se pueden aprovisionar y liberar rápidamente con un mínimo de esfuerzo de gestión o interacción del proveedor de servicios.

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2017). Computación en la nube. Recuperado de <https://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-propertyvalue-34317.html>

### **DIGITALIZACIÓN**

Es el uso de tecnologías digitales para cambiar un modelo comercial y proporcionar nuevos ingresos y oportunidades de producción de valor; es el proceso de pasar a un negocio digital.

Gartner (n.d.). Digitalización. Recuperado de <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/digitalization>.

### **GEMELOS DIGITALES**

Patrón de diseño de *software* que representa un objeto físico con el objetivo de comprender el estado del activo, responder a los cambios, mejorar las operaciones comerciales y agregar valor.

Gartner (2019). Gartner survey reveals digital twins are entering mainstream use. Recuperado el 11 de abril de 2019 de <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-02-20-gartner-survey-reveals-digital-twins-are-entering-mainstream>.

### **IMPRESIÓN 3D/MANUFACTURA 3D**

Proceso de fabricación que construye capas para crear un objeto tridimensional sólido a partir de un modelo digital.

Techtarget (2016). 3-D printing (additive manufacturing). Recuperado el 10 de abril de 2019 de <https://whatis.techtarget.com/definition/3-D-printing-rapid-prototyping-stereolithography-or-architectural-modeling>.

### **INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA)**

Definida como un algoritmo de *software* que automatiza tareas complejas de toma de decisiones, imitando los procesos del pensamiento humano. Tiene la capacidad de aprender a aprender, razonar, entender y actuar en base en los datos que son cargados continuamente.

PWC (2018). The Essential Eight. Recuperado de <https://www.pwc.com/gx/en/issues/technology/essential-eight-technologies.html>.

### **INTERNET DE LAS COSAS (IOT)/SENSÓRICA**

Sistema de dispositivos interrelacionados de computación, máquinas mecánicas y digitales, objetos, animales o personas que se proporcionan con los identificadores únicos y la capacidad de transferir datos a través de una red, sin requerir interacción humano-humano o humano-equipo.

Techtarget (2019b). Internet of things (IoT). Recuperado el 10 de abril de 2019 de <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/Internet-of-Things-IoT>.

### **MANUFACTURA AVANZADA**

Se refiere al uso de tecnologías innovadoras para crear productos existentes y crear otros nuevos. La fabricación avanzada puede incluir actividades de producción que dependen de la información, la automatización, la computación, el software, la detección y las redes.

Manufacturing.gov. (2020). Advanced Manufacturing. Recuperado de <https://www.manufacturing.gov/glossary/advanced-manufacturing>.

<p><b>REALIDAD AUMENTADA</b></p> <p>Es una tecnología que aplica mejoras generadas por computador sobre una realidad existente para hacerla más significativa a través de la capacidad de interactuar con ella. Se desarrolla en aplicaciones y se usa en dispositivos móviles para combinar componentes digitales en el mundo real, de tal manera que se realcen entre sí y también se puedan diferenciar fácilmente.</p>	<p>PWC. (2018). The Essential Eight. Recuperado de <a href="https://www.pwc.com/gx/en/issues/technology/essential-eight-technologies.html">https://www.pwc.com/gx/en/issues/technology/essential-eight-technologies.html</a>.</p>
<p><b>REALIDAD EXTENDIDA (RE)/ MIXTA(RM)</b></p> <p>Se refiere al espectro de experiencias que difumina la línea entre el mundo real y el mundo simulado. La tecnología sumerge al usuario a través de señales visuales, auditivas y potencialmente olfativas y táctiles.</p>	<p>Accenture. (2018). Digital Health Tech Vision 2018. Recuperado de <a href="https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-78/Accenture-digital-health-tech-vision-2018.pdf#zoom=50">https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-78/Accenture-digital-health-tech-vision-2018.pdf#zoom=50</a>.</p>
<p><b>REALIDAD VIRTUAL</b></p> <p>Es una simulación artificial o generada por computador o recreación de un entorno o situación de la vida real. Hace una inmersión del usuario, quien siente que está experimentando la realidad simulada de primera mano, principalmente al estimular su visión y audición</p>	<p>PWC (2018). The Essential Eight. Recuperado de <a href="https://www.pwc.com/gx/en/issues/technology/essential-eight-technologies.html">https://www.pwc.com/gx/en/issues/technology/essential-eight-technologies.html</a>.</p>
<p><b>ROBÓTICA Y AUTOMATIZACIÓN</b></p> <p>Tecnología orientada al uso de software con el objetivo de disminuir la intervención humana en el uso de aplicaciones informáticas, especialmente en tareas repetitivas que varían muy poco en cada iteración.</p>	<p>Deloitte (s.f.). ¿Qué es Robotics Process Automation? Recuperado de <a href="https://www2.deloitte.com/es/es/pages/operations/articles/que-es-robotic-process-automation.html">https://www2.deloitte.com/es/es/pages/operations/articles/que-es-robotic-process-automation.html</a>.</p>
<p><b>VISIÓN ARTIFICIAL</b></p> <p>Es un campo de la inteligencia artificial que entrena a las computadoras para interpretar y entender el mundo visual. Utilizando imágenes digitales de cámaras y videos y actualmente aplicando la técnica de “aprendizaje profundo”, las máquinas pueden identificar y clasificar con más precisión que nunca los objetos o datos dentro de un formato no estructurado y reaccionar a lo que “ven”.</p>	<p>PWC. (2020). Computer Vision. Recuperado de <a href="https://www.pwc.com.au/consulting/assets/pwc-computer-vision-fundamentals-for-business-leaders.pdf">https://www.pwc.com.au/consulting/assets/pwc-computer-vision-fundamentals-for-business-leaders.pdf</a>.</p>

# Referencias

- ANDI (2019).** *Informe de la Encuesta de transformación digital 2019.*
- Auzzir, Z. A., Haigh, R., & Amaratunga, D. (2014).** Public-private partnerships (PPP) in disaster management in developing countries. a conceptual framework. *Procedia Economics and Finance*, 807-814.
- Banco Mundial (2019).** *Informe sobre el desarrollo mundial 2019: la naturaleza cambiante del trabajo.*
- Banco Mundial (2020).** *Global Productivity Trends, Drivers, and Policies.* Washington.
- Basco, A. I., Beliz, G., Coatz, D., & Garneró, P. (2018).** *Industrias 4.0. Fabricando el futuro.* Banco Interamericano de Desarrollo. Buenos Aires
- BID (2020).** *América Latina en movimiento: competencias y habilidades en la cuarta revolución industrial.* Banco Interamericano de Desarrollo.
- Bloom, N., & Van Reenen, J. (2006).** Measuring and explaining management practices across firms and countries. *NBER Working Paper Series.*
- Bloom, N., & Van Reenen, J. (2010).** Why do management practices differ across firms and countries? *Journal of Economic Perspectives.*
- Bloom, N., Brynjolfsson, E., & Foster, L. (2017).** What Drives Differences in Management?. U.S. Census Bureau.
- Bloom, N., Lemos, R., Sadum, R., Scur, D., & Reenen, J. (2014).** The new empirical economics of management. *NBER Working Paper Series.*
- Boughton, N., & Arokiam, I. (2000).** The Application of cellular manufacturing: a regional small to medium enterprise perspective. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 214(8), 751-754.
- Conpes 3975 (2019).** *Política nacional para la transformación digital e inteligencia artificial.* Bogotá.
- Corficolombiana (2020).** *Salvaguardar el empleo.*
- CPC (2019).** *Informe nacional de competitividad 2019-2020.* Bogotá.
- Cunningham, S. (2018).** *The difference between the terms fourth industrial revolution and industrie 4.0 matters.* Recuperado el 09 de octubre de 2020 de Thinking Out Loud: <https://www.cunningham.org.za/2018/09/07/the-difference-between-the-terms-fourth-industrial-revolution-and-industrie-4-0-matters/>.
- Deloitte (2015).** *Industry 4.0: Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies.*
- Deloitte (2016).** *Industry 4.0 and manufacturing ecosystems. Exploring the world of connected enterprises.* Deloitte.
- Deloitte (2018).** *Exponential technologies in manufacturing: Transforming the future of manufacturing through technology, talent, and the innovation ecosystem.*
- Deloitte Insights (2017).** *Forces of change: Industry 4.0.*
- Deloitte Insights (2018).** *Selling Industry 4.0 The new sales mind-set for connected products.*
- Deloitte University Press (2016).** *The rise of the digital supply network: Industry 4.0 enables the digital transformation of supply chains.*

- Dieppe, A. (2020).** *Global productivity: Trends, drivers and policies.* World Bank. Washington, D.C.
- DNP (s.f.).** *Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022.*
- DNP, MinTIC & Dapre (2019).** *Conpes 3975.*
- Fernández, C., & Benavides, J. (2020).** *Las plataformas digitales, la productividad y el empleo en Colombia.*
- GCR (2019).** *The Global Competitiveness Report.*
- GII (2019).** *Global Innovation Index.*
- GII (2020).** *Global Innovation Index.*
- INNpuls Colombia & ANDI (2018).** *Cierre de brechas de innovación y tecnología.*
- Insights, D. (2018).** *The fourth industrial revolution is here. Are you ready?*
- Kagermann, H., Helbig, A., Hellinger, & Wahls-ter, W. (2013).** *Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0, Securing the Future of German Manufacturing Industry.* Frankfurt: Forschungsunion.
- Lederman, D., Messina, J., Pienknagura, S., & Rigolini, J. (2014).** *El emprendimiento en América Latina.* Washington.
- Matt, D., & Rauch, E. (2020).** SME 4.0: The role of small- and medium-sized enterprises in the digital transformation. En M. Dominik, V. Modrak, & H. Zsifkovits, *Industry 4.0 for SMEs Challenges, Opportunities and Requirements.*
- Matt, D., Modrak, V., & Helmut, Z. (2020).** *Industry 4.0 for SMEs. Challenges, Opportunities and Requirements.*
- McKinsey & Company (2016).** *Supply Chain 4.0. The next-generation digital supply chain.*
- McKinsey & Company (2020).** *Fast-Forward China: 30 ways companies are reactivating business and reimagining the future beyond covid-19.*
- McKinsey Global Institute (2018).** *Skill shift: Automation and the future of the workforce.*
- MinTIC (2017).** *Primera gran encuesta TIC.* Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.
- MinTIC (2019).** *Aspectos básicos de la industria 4.0.*
- MinTIC (2020).** *Impacto del covid-19 sobre el comercio electrónico en Colombia.*
- Mittal, S., Khan, M., Romero, D., & Wuest, T. (2018).** A critical review of smart manufacturing & industry 4.0. Maturity models: implications for small and medium-sized enterprises (SME). *Journal of Manufacturing Systems.*
- Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (2020).** *Indicadores de ciencia y tecnología Colombia 2019.*
- OCyT (2018).** *Indicadores de ciencia y tecnología en Colombia.* Observatorio Colombiano Ciencia y Tecnología.
- OCyT (octubre de 2020).** *Formación de recurso humano para la ciencia y la tecnología.* Recuperado de <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjojZWE4ODYzNzgtMzM2MSooNzJhLTg4NWQtOWJkNDM5NWJjZWY1IiwidCI6IjYxNDQ2YmIzLTYoZTAtdDhkYy05Yjc5LTgwNDk5ZmE2NjhYyIsImMiOjR9&pageName=ReportSection>.
- OECD (2018).** *Towards the implementation of the G20 roadmap for digitalization: skills, business dynamics and competition.* París.
- OECD (2019).** *Reviews of digital transformation: going digital in Colombia.*
- Osborne, S. (2000).** *Public-private partnerships: Theory and practice in international perspective.* Routledge.
- Syverson, C. (2004).** *Product Substitutability and Productivity Dispersion.* NBER.
- Tutu, D., & Burgess, J. (2018).** *Is the fourth industrial revolution relevant to sub-Saharan Africa?*
- Unesco (6 de octubre de 2020).** *Unesco Institute for Statistics.* Recuperado de <http://uis.unesco.org/apps/visualisations/research-and-development-spending/>.

**Universidad de los Andes (2020).** *La vulnerabilidad del empleo a la emergencia de covid-19.*

**WEF (2018).** *Readiness for the Future of Production Report 2018.* World Economic Forum.

**Westerman, G., Bonnet, D., & McAfee, A. (2014).** *Leading Digital: Turning Technology into Business Transformation.* Massachusetts: Harvard Business Review Press.

**Wiesner, S., Gaiardelli, P., Gritti, N., & Oberti, G. (2018).** Maturity Models for Digitalization in Manufacturing - Applicability for SMEs. En I. Moon, G. Lee, J. Park, D. Kiritsis, & G. Von Cieminski, *Advances in Production Management Systems: Smart Manufacturing for Industry 4.0* (pp. 81-88). Frankfurt: Springer.

**World Economic Forum (2018).** *Innovation with a purpose. The role of technology innovation in accelerating food systems transformation.*

