

**Desarrollo del IoT (Internet of Things) en Colombia en los últimos diez años y análisis de las ventajas y desventajas para el sector industrial**

**Luisa Fernanda Salazar Duque**

**Diego Alejandro Cárdenas Rodríguez**

**Jorge Alexander Rivera Morales**

**William Hernando González Vargas**

**Seminario de Investigación**

**Universidad EAN**

**Juan Diego Granada Suárez**

**Tutor**

**30 de abril del 2023**

## Contenido

1. Definición del problema .....	3
2. Planteamiento del problema .....	4
2.1. Formulación del problema.....	4
3. Objetivos .....	5
3.1. Objetivo general .....	5
3.2. Objetivos específicos .....	5
4. Justificación .....	6
5. Introducción al marco teórico .....	7
6. Bibliografía .....	19

## 1. Definición del problema

El problema para analizar se enfoca en el desarrollo de IoT (Internet de las cosas) en Colombia durante los últimos años y las ventajas y desventajas que esta tecnología ha tenido tanto para las grandes industrias como para las Pymes. Aunque se han registrado algunos proyectos e iniciativas de IoT en el país, aún no se ha dado una adopción masiva de esta tecnología, lo cual se puede deber a diferentes factores, como la falta de conocimiento y de recursos para su implementación.

El problema se centra en la necesidad de conocer el panorama actual de IoT en Colombia, sus avances y limitaciones, y su impacto en diferentes sectores de la economía. Se debe evaluar la eficacia de las iniciativas que se han llevado a cabo, identificar las barreras que limitan su adopción y buscar soluciones para promover la implementación de IoT de manera efectiva y rentable tanto para las grandes industrias como para las Pymes.

Además, es importante considerar temas relevantes como la seguridad y la privacidad en IoT, ya que la implementación de dispositivos conectados a Internet puede generar vulnerabilidades en la protección de datos y la exposición a ciberataques. En resumen, el problema a analizar es el desarrollo de IoT en Colombia y sus ventajas y desventajas para las grandes industrias y Pymes, así como los desafíos y oportunidades que se presentan para su adopción efectiva y segura.

## 2. Planteamiento del problema

El problema que se desea abordar se centra en el desarrollo de IoT en Colombia en los últimos años y cómo esta tecnología ha afectado tanto a las grandes empresas como a las pequeñas y medianas empresas (Pymes). La falta de recursos, información y conocimientos adecuados son algunas de las barreras que limitan la implementación efectiva de IoT en Colombia. Además, la inversión significativa que se necesita para implementar y mantener sistemas IoT, ya que es un desafío importante que enfrentan las empresas en el país.

Es importante analizar el estado actual de IoT en Colombia, evaluar su impacto en diferentes sectores de la economía e identificar las oportunidades y desafíos que se presentan en su adopción. Temas como la seguridad y privacidad en IoT también deben ser considerados para garantizar que los datos recopilados y transmitidos a través de dispositivos conectados estén protegidos contra ciberataques y otras amenazas.

En resumen, el problema a abordar es la implementación efectiva y segura de IoT en Colombia, y cómo esta tecnología puede beneficiar a las grandes empresas y Pymes en diferentes sectores de la economía, a pesar de las barreras que limitan su adopción masiva.

### 2.1. Formulación del problema

¿Cómo ha sido el desarrollo de IoT en Colombia durante los últimos diez años y cuáles han sido las ventajas y desventajas tanto para las grandes empresas como para las pequeñas y medianas empresas?

### 3. Objetivos

#### 3.1. Objetivo general

Reconocer el desarrollo que ha tenido el “IoT” en Colombia durante los últimos diez años y así poder analizar la importancia de la implementación de las nuevas tecnologías tanto para las grandes empresas como para las medianas y pequeñas empresas, identificando cuáles son las ventajas y desventajas que tiene este proceso de desarrollo en Colombia, así mismo, evaluar el apoyo y el acompañamiento que se le brinda a las compañías para este tema. A través de este trabajo buscamos conocer el actual el panorama que hay en Colombia y cómo la 4. Revolución Industrial o Industria 4.0., revolucionará la manera de trabajar de las compañías.

#### 3.2. Objetivos específicos

- Reconocer cómo ha sido exactamente el desarrollo del “IoT” en Colombia durante los últimos años y cuáles han sido los cambios más abruptos que se han evidenciado en la industria.
- Verificar como se ha garantizado la comunicación en todo el proceso para el uso de los servicios y el acceso a la información.
- Analizar cómo se pueden minimizar los valores de implementación dentro de la industria y las nuevas estrategias o técnicas que se han generado para agilizar su uso para la sociedad y las empresas (Pymes y no Pymes).
- Estudiar los servicios y diferentes modelos de negocio que se adapten a las necesidades y los entornos requeridos, entender que al tener el acceso y facilitar la implementación, todos podrán aportar en las soluciones del “IoT”.
- Identificar cuáles ramas del “IoT” se han o se implementarán en Colombia durante los próximos años, esto, con el fin de evaluar las posibles ventajas y desventajas que tendrán las compañías en Colombia.

#### 4. Justificación

El proyecto se pensó teniendo en cuenta la importancia “IoT”: el 'Internet de las cosas' y como estas nuevas tecnologías están cambiando rápidamente las empresas en todas las industrias al aumentar la cantidad de datos de calidad. Estos datos de “IoT” que notablemente pueden mejorar la eficiencia empresarial ya sea en grande o pymes, mejorar el marketing, permitir el home office, mejorar la calidad de vida y conectar mejor a los trabajadores calificados obteniendo un producto final tangible e intangible de más calidad y novedoso mejorando rentabilidades para las grandes y pequeñas industrias, teniendo en cuenta que las empresas pueden cambiar para bien o para mal. Aunque en muchos de los casos comprobados el resultado final para las empresas que utilizan la “IoT” estratégicamente es un cambio positivo y rentable que incluye un mejor retorno de la inversión.

La explosión de “IoT” en Colombia está tomando un gran impulso en el país lo que se visiona que dará lugar a decenas de cientos de nuevos puestos de trabajo en la economía de “IoT”. Un gran porcentaje de pequeñas, medianas y grandes empresas utilizarán “IoT” en sus productos o procesos. Esto quiere decir que, a medida que los dispositivos con tecnología “IoT” se convertirán en una parte vital de la nueva economía, la cual impulsará la demanda de profesionales expertos en tecnología y otros campos afines. Por lo tanto, los conocimientos técnicos profesionales y especializados para respaldar y mejorar el Internet de las cosas solo continuarán creciendo exponencialmente.

Por otro lado, de la moneda lo que se busca es tratar de identificar esas barreras que están frenando a un gran porcentaje de las grandes industrias y pymes con la implementación de la “IoT” en Colombia, ya sea por motivos como falta de recursos, falta de conocimiento o experiencias de aprendizaje replicadas en otras compañías, aunque sin dejar a un lado el tema de costos y variables que tendrían la implementación en las Pymes, si en realidad fuese rentable o no por medio de la conectividad y acceso a los diferentes servicios o aplicaciones de la “IoT”, y de cómo esto ha creado la comunicación entre los dispositivos, usando diferentes variables y algoritmos de la Inteligencia Artificial (IA), sistemas computarizados, software y hardware a través de internet de las cosas para la sociedad y la industria en Colombia.

## 5. Introducción al marco teórico

En nuestra investigación empezaremos definiendo brevemente los antecedentes del internet y haremos un breve resumen de su historia a través de los años hasta el día de hoy, para esto empezaremos por su creación durante la guerra fría para fines militares en Norteamérica y posteriormente el uso público que se le dio a la sociedad durante los años 80's y 90's, además de eso el desarrollo de sus protocolos y transmisión de información durante el siglo XX y el siglo XXI.

A partir de la información recolectada procederemos a sintetizar la definición del concepto “Internet of Things” creada por el ingeniero británico Kevin Ashton en el año 1999, definiendo el “IoT” como un sistema de sensores conectados a internet que se comportan como internet, estableciendo conexiones abiertas y espontaneas, compartiendo datos libremente y dando soporte a aplicaciones imprevistas. (things, 2019)

Teniendo como base la información que se recolectará acerca de los conceptos de Internet y el Internet of Things (IoT), procederemos a centrar nuestra investigación en cómo se implementaron estos dos conceptos en Colombia y cuál ha sido su desarrollo en los últimos 10 años. Para esto nos enfocaremos en abordar conceptos como: Industria 4.0., Inteligencia Artificial (IA), Digitalización, Protocolos de IoT, entre otros.

Basaremos nuestra investigación también en los aportes hechos por organizaciones e instituciones en América Latina y en especial en Colombia acerca del presente tema, nuestras principales fuentes serán la CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) y el Ministerio de TIC (Tecnologías de la Información y las comunicaciones en Colombia). Nos enfocaremos principalmente en cómo el Ministerio de TIC en Colombia ha implementado el concepto de IoT en el país y cuáles han sido los casos de proyecto de éxito desarrollados en el país.

Para concluir con nuestra investigación analizaremos cuáles son las ventajas y desventajas que enfrentan tanto las grandes empresas como las medianas y pequeñas empresas con la

implementación del IoT y la Industria 4.0., para esto tomaremos ejemplos de lo sucedido durante el tiempo de pandemia por el COVID-19 y nos enfocaremos en analizar el proceso abrupto de cambio que vivieron las compañías y la manera en que debieron digitalizar sus procesos, el cambio de la presencialidad al Home Office, la automatización de procesos, etc. Así mismo analizaremos cómo se ha adaptado Colombia a la nueva Revolución Industrial denominada Industria 4.0., para esto tomaremos como referentes los diferentes estudios publicados por el SENA, las Universidades del Externado, EAFIT, Nacional y Católica entre otras y así podremos concluir, cuáles serán las perspectivas de desarrollo en Colombia con este tema.



## 6. Marco teórico

Para el debido desarrollo de nuestro marco teórico empezaremos hablando por el pilar del IoT (Internet of Things) y empezaremos haciendo un breve repaso por su historia y su desarrollo a lo largo de los últimos años.

Los primeros rastros del internet datan desde los años 50's durante la Guerra Fría entre los Estados Unidos y la Unión Soviética, en 1958 aproximadamente se fundó en EE.UU. la agencia Advanced Research Projects Agency (ARPA) a través del ministerio de defensa de dicho país. Esta agencia fue la encargada de formar aproximadamente 200 científicos con el fin de crear una comunicación directa entre computadores para las bases de investigación que tenía el país. En 1967 se publicó oficialmente una red de computadores llamada ARPANET y en 1969 se logró la primera conexión permanente entre dos computadores a través del internet, con el pasar de los años se logró que el Internet fuera de carácter público y que todos los pudiésemos usar.

Ahora, el concepto “Internet of Things” creada por el ingeniero británico Kevin Ashton en el año 1999, definiendo el “IoT” como un sistema de sensores conectados a internet que se comportan como internet, estableciendo conexiones abiertas y espontaneas, compartiendo datos libremente y dando soporte a aplicaciones imprevistas. (things, 2019) Ashton nombró este término para indicar el poder que tenía el internet al convertir objetos cotidianos en fuentes de información que están conectados a la red.

Hoy en día el IoT se ha convertido en una de las herramientas más importantes en el mundo y ha tenido un impacto demasiado grande en prácticamente todas las industrias económicas, un claro ejemplo de esto es el evento realizado por el CES (Consumer Electronics Show) en el año 2020 donde diferentes empresas presentaron varias ideas con IoT, Big Data e AI (Artificial Intelligence). Las ideas más destacadas fueron los altavoces inteligentes creados por Apple y Google, una ducha inteligente “Moxie” integrada con un altavoz y micrófono por la empresa Kohler, un gato robótico llamado “MarsCat” de la empresa China Elephant Robotics, con el cual se puede interactuar de manera casi real, carros con paneles solares, entre otros dispositivos que utilizan al 100% la conectividad a la red. (Kelion, 2020)

En la entrevista brindada por Kevin Ashton a la revista Semana en el año 2017 indicó que la tecnología es una parte esencial de la humanidad y lo que hace a los seres humanos es el constante desarrollo de nuevas capacidades tecnológicas. (Ashton, 2017) En resumen, él considera que el IoT nos han brindado la oportunidad de facilitar nuestras vidas para poder simplificar procesos tan básicos como, por ejemplo, aspirar para eso contamos con un Robot inteligente que puede hacer esa tarea por nosotros.

Ahora es necesario ahondar en un tema que va de la mano y que es un complemento del IoT y es la Industria 4.0 o también conocida como la Cuarta Revolución Industrial, la cual, está cambiando la forma en la que operan negocios tanto grandes como pequeños. La Industria 4.0 implica la promesa de una nueva revolución que combina técnicas avanzadas de producción y operaciones con tecnologías inteligentes que se integrarán en las organizaciones, las personas y los activos. Esta revolución está marcada por la aparición de nuevas tecnologías como la robótica, la analítica, la inteligencia artificial, las tecnologías cognitivas, la nanotecnología y el Internet of Things (IoT), entre otros.

La Industria 4.0 se lleva a cabo a través de una serie de pasos iterativos conocidos como PDP (physical-to digital-to-physical), esto quiere decir que:

- Del mundo físico al digital. Se captura la información del mundo físico y se crea un registro digital de la misma.
- De digital a digital. En este paso, la información se comparte y se interpreta utilizando analítica avanzada, análisis de escenarios e inteligencia artificial para descubrir información relevante.
- Del mundo digital al físico. Se aplican algoritmos para traducir las decisiones del mundo digital a datos efectivos, estimulando acciones y cambios en el mundo físico.

### The Industry 4.0 physical-digital-physical loop

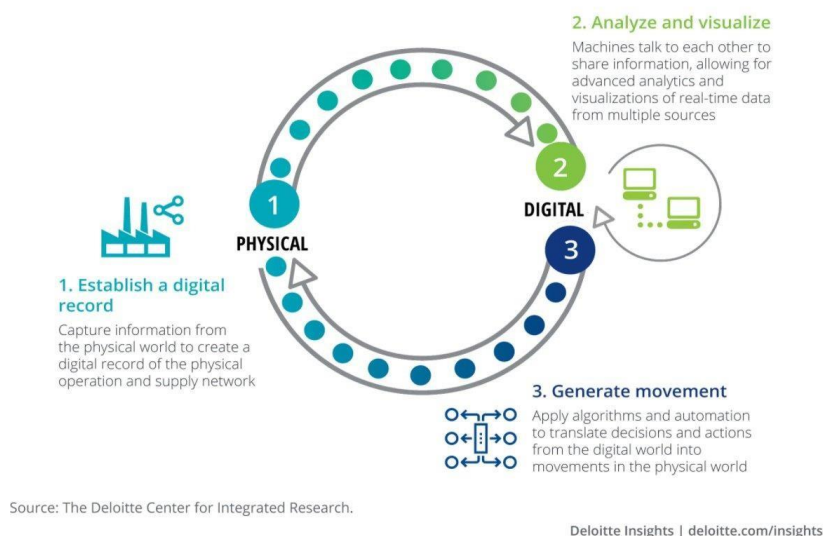


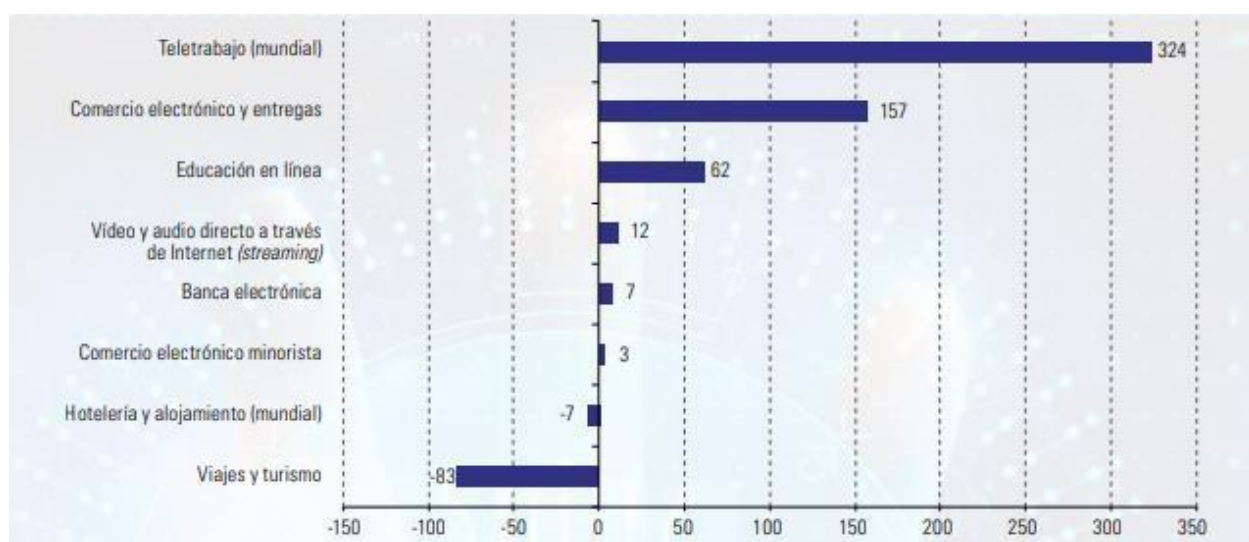
Imagen 1. Fuente: Deloitte Insights

En un artículo publicado por la compañía Deloitte, indica que es importante entender el potencial de la Industria 4.0, ya que esta está revolucionando el mundo y afectará no solamente los procesos de fabricación de las empresas a través de implementación de la inteligencia artificial, sino que, tendrá un efecto muchísimo más amplio en todas las industrias y sectores e incluso en la sociedad misma. (Deloitte)

Como ya se ha expuesto anteriormente, el desarrollo tecnológico que se ha evidenciado durante los últimos años ha hecho que las diferentes industria y sectores se replanteen la implementación urgente de las tecnologías digitales en sus organizaciones, ya que, las empresas que no se sumen a esta nueva revolución industrial corren el gran riesgo de desaparecer.

Es importante traer a colación la crisis mundial que se vivió durante el año 2022 a raíz de la pandemia mundial ocasionada por el COVID-19 donde muchas industrias se vieron obligadas a cesar sus actividades económicas y a implementar nuevas metodologías de trabajo como por ejemplo el Home Office. Durante este tiempo se evidenció la importancia de la implementación de las tecnologías como soporte y ayuda para las labores diarias en una compañía y sobre todo para el funcionamiento normal de las actividades.

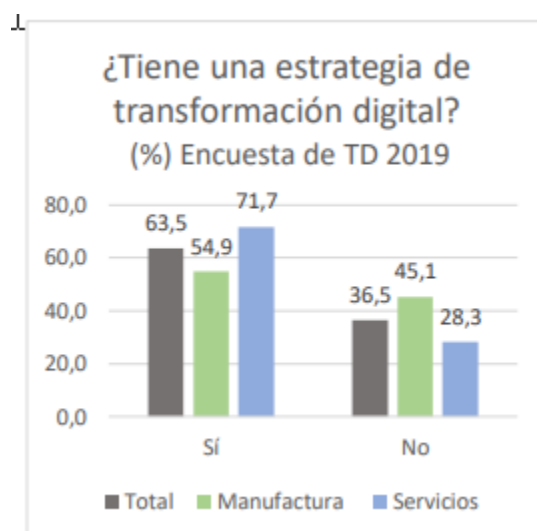
La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) realizó un informe en el año 2022, el cual, expuso la universalización al acceso de las tecnologías para enfrentar los efectos del COVID-19. Durante el año 2019 se evidenció que las redes e infraestructuras de las comunicaciones se utilizaron de manera más intensiva y que algunos avances tecnológicos que aún no se esperaban, fueron producidos en un período de tiempo mucho más corto. También se evidenció que el tráfico en sitios web y el uso de aplicaciones para el teletrabajo, educación en línea y compras aumentó significativamente gracias al uso de soluciones digitales. En el informe presentado por la CEPAL, se evidenció que, entre el primer y segundo trimestre de 2020, el uso de soluciones de teletrabajo aumentó un 324% y la educación en línea, más del 60%. (CEPAL, 2022). Esta información corresponde a los países Argentina, Brasil, Chile Colombia y México, en los cuáles, se realizó esta investigación.



Gráfica 1.. Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)

Ahora es importante analizar cómo se ha venido desarrollando la implementación del IoT y la Industria 4.0 en Colombia, para esto quisiéramos traer a colación un informe desarrollado en el año 2019 por la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI), en donde se realizó una encuesta a diferentes sectores empresariales del país. Esta encuesta se dividió en tres módulos: Transformación Digital, Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0 y estrategia digital. (ANDI, 2019)

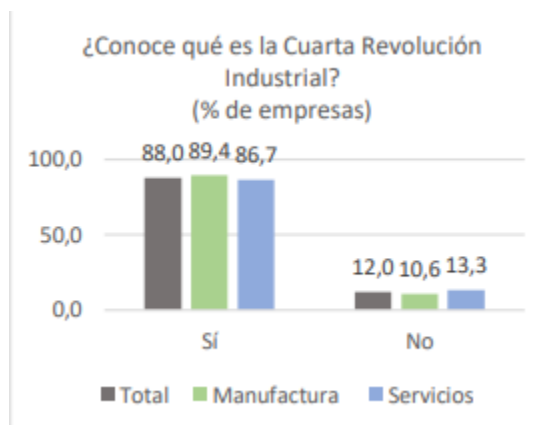
En el primer módulo se les preguntó a empresarios de sectores tanto manufactureros como de servicios si contaban con una estrategia de transformación digital y más del 50% indicaron que efectivamente sus compañías contaban con este proyecto digital. (Gráfica 1).



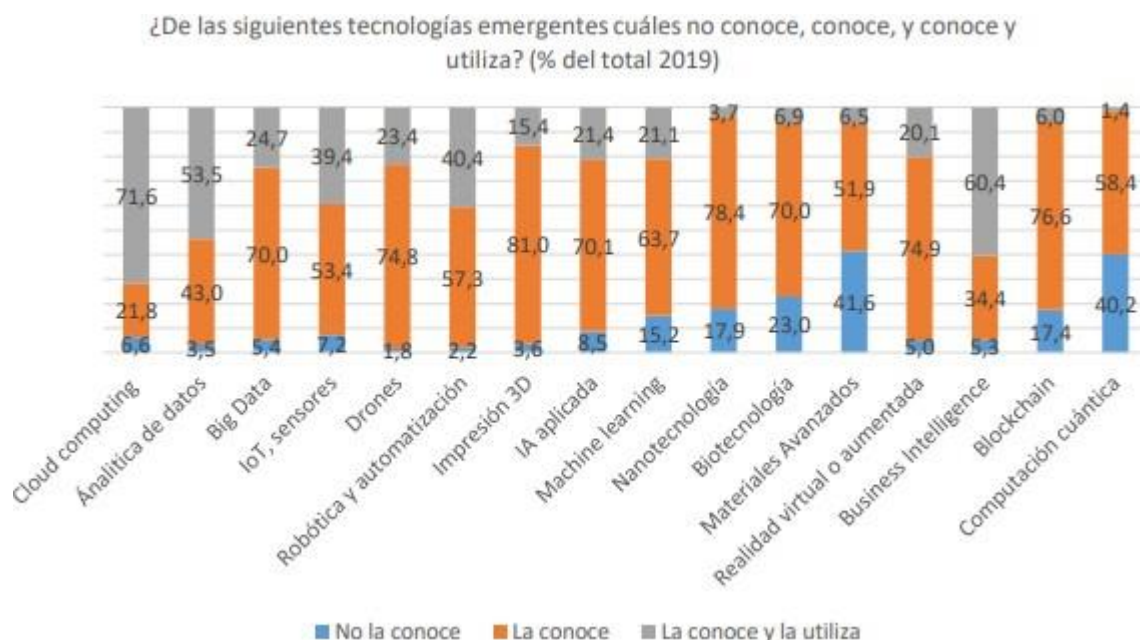
Gráfica 2. Fuente: ANDI – Encuesta de Transformación Digital

En cuanto a la Cuarta Revolución se puede observar que más del 80% de los empresarios encuestados afirmó conocer la Industria 4.0. (Gráfica 3) A sí mismo, la definición de la Cuarta Revolución Industrial implica el surgimiento y desarrollo de una gran variedad de nuevas tecnologías con un gran potencial de crecimiento y eficiencia para las empresas. Por lo tanto, se les preguntó a las empresas qué tecnologías emergentes conocían y utilizaban en sus procesos productivos.

Según los resultados de la encuesta, el 41,6% y el 40,2% del total de empresarios no conocen los materiales avanzados y la computación cuántica respectivamente. Además, el 71,6% y el 60,4% del total de empresarios conocen y utilizan Cloud Computing y Business Intelligence. Como se puede observar en la gráfica 18, la gran mayoría de empresas conocen las tecnologías emergentes, pero no hacen un uso efectivo de estas.



Gráfica 3. Fuente: ANDI – Encuesta de Transformación Digital



Gráfica 3. Fuente: ANDI – Encuesta de Transformación Digital

Como se puede evidenciar en las gráficas anteriormente, el desarrollo tecnológico de Colombia y la implementación de las diversas herramientas digitales ha generado un gran interés en los empresarios, buscando así adaptar sus compañías y sus procesos a esta nueva vanguardia tecnológica. Se espera que en los próximos años el IoT crezca de manera abismal en los siguientes sectores económicos: Salud, Educación, Manufactura, Movilidad y sustentabilidad. (Revista LatinPyme, 2021)

En Colombia existen algunos ejemplos de compañías que se transforman para triunfar en la era digital y que ya implementan algunos de los avances de esta tecnología. Un ejemplo es el transporte con tecnología IoT integrada que utiliza Alpina. La empresa recibe información cada treinta segundos de los recorridos de los automotores que recogen leche en las fincas, detectan si se presentan excesos de velocidad, si la temperatura de la carga no está en el rango indicado o si hay un recalentamiento del motor. (Alpina, 2022)

La agricultura colombiana también se ha beneficiado con el uso de drones con tecnología IoT que permiten medir cambios de temperatura en los cultivos de grandes extensiones. Con esta información, los agricultores pueden hacer planes de resiembra y reducir hasta el 30% el consumo de agroquímicos.

Ahora bien, es importante analizar los efectos económicos y sociales que conlleva este desarrollo tecnológico no solamente en Colombia sino en todos los países y se podría decir que uno de los miedos más grandes es la pérdida de empleos, Martínez<sup>217</sup> menciona que, efectivamente habrá muchas personas que sufrirán por esta situación, pero también habrá mucha que se verá beneficiada. Indica también que, en esta revolución industrial del siglo XXI se deben mejorar aspectos básicos de un estado de bienestar y sumado a ello un cuidado del ambiente, teniendo en cuenta que, cada una de las Revoluciones Industriales que hemos vivido han acabado con un porcentaje grande de los recursos naturales del planeta.

Como resultado del desarrollo de este marco teórico, hemos considerado que efectivamente se deben tener en cuentas las dos caras de la moneda y así como se han logrado grandes avances en el sector industrial se han desarrollado desventajas dada la implementación y desarrollo del IoT en Colombia se mencionarán a continuación las más relevantes e importantes.

### **Ventajas:**

- **Mejorará la eficiencia en varios sectores económicos del país:** El IoT permitirá conectar diferentes dispositivos y sensores para recopilar datos y realizar análisis sofisticados. Esto puede ayudar a mejorar la eficiencia en sectores como el transporte, la

agricultura, la energía y la salud. Por ejemplo, se pueden optimizar las rutas de transporte, monitorear el uso del agua en la agricultura o prevenir enfermedades en pacientes en riesgo.

- **Crearé oportunidades de empleo y de negocio en Colombia:** La implementación del IoT puede crear nuevas oportunidades de empleo en áreas como la ingeniería, la programación, la seguridad informática y la consultoría y podría dar paso a que muchas personas se especialicen en el tema de tecnología y así poder crear una competencia a nivel global, teniendo el personal capacitado y certificado para poder seguir con la implementación y avance del IoT en Colombia.
- **Fomentará la innovación:** La tecnología IoT fomenta la innovación y el desarrollo de nuevas soluciones, productos y servicios en diferentes sectores, esto le permitirá a las compañías crear nuevas oportunidades de negocio y abrirse a otro tipo de mercados y sectores mucho más potentes.

### Desventajas:

- **Seguridad:** La implementación del IoT implica la conexión de diferentes dispositivos a internet, lo que puede aumentar el riesgo de ciberataques y robo de información confidencial, para esto debe ser importante generar nuevos cursos, capacitaciones, enseñanzas en las empresas de cómo poder evitar este tipo de ataques.
- **Costos elevados:** La implementación del IoT puede requerir inversiones muy significativas en infraestructura, capacitación y mantenimiento, lo que puede ser costoso para un país, especialmente para aquellos con economías pequeñas o en vías de desarrollo.
- **Falta de regulación:** La falta de regulaciones adecuadas puede llevar a prácticas comerciales injustas, el uso indebido de datos y la falta de protección del consumidor.
- **Desigualdad de acceso:** La implementación del IoT puede llevar a una mayor desigualdad en el acceso a la tecnología, especialmente en áreas rurales y marginadas.

## 7. Diseño metodológico

Nuestra investigación será de tipo descriptivo, ya que buscamos analizar las características principales de los fenómenos del IoT y la Industrial 4.0 en Colombia y especificar las propiedades de estos dos; así mismo, buscamos identificar cuáles son las tendencias de los grupos y/o poblaciones en general que están involucradas en la implementación de estas nuevas tecnologías.

Con esta investigación se pretende entrar en detalle acerca del desarrollo del IoT (Internet of Things) en Colombia en los últimos diez años y observar cuáles han sido y sobre todo cuáles serán las ventajas y desventajas para el sector industrial y así poder medir los efectos tanto positivos como negativos de este fenómeno.

Ahora, en cuanto al diseño de la investigación hemos optado por elegir el diseño XXX, ya que será la estrategia definida para obtener la información necesaria que responda el planteamiento de nuestro problema.

En cuanto a las fuentes basaremos nuestra investigación en fuentes secundarias, en donde ya se ha realizado previamente diferentes encuestas, recolección de datos, proyectos, estadísticas acerca del desarrollo del IoT en Colombia, nuestras principales fuentes secundarias de información serán el Ministerio de las TICs (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, el Ministerio de Industria y Comercio, la ANDI (Asociación Nacional de Empresarios en Colombia) , la CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) y algunas compañías que han implementado de una u otro manera esta transformación digital en sus empresas.

Nuestras principales técnicas de recolección de esta información serán las encuestas, entrevistas, proyectos y demás documentos importantes que han sido previamente realizados por las entidades mencionadas con anterioridad.

La población escogida para esta investigación será las compañías pertenecientes al sector de Manufactura y de Servicios en Colombia, es importante aclarar que, para esto utilizaremos la

©Universidad Ean SNIES 2812 | Vigilada Mineducación | Personería Jurídica Res. n.º. 2898 del Minjusticia - 16/05/69

El Nogal: CI 79 n.º 11 - 45 | NIT: 860.026.058-1

Centro de contacto: 60 1 593 6464 | Bogotá D.C., Cundinamarca, Colombia, Suramérica

[universidadean.edu.co](http://universidadean.edu.co)

información tanto de compañías grandes como de compañías pertenecientes al sector de pequeñas y medianas empresas.



## 8. Diseño metodológico Enfoque, alcance y diseño de la investigación

### Enfoque

En cuanto al enfoque, se utilizará un enfoque mixto, ya que se utilizarán tanto datos cuantitativos como cualitativos para obtener una visión completa de la implementación del IoT y la Industria 4.0 en Colombia. El enfoque cuantitativo nos permitirá obtener datos numéricos y estadísticos precisos sobre la penetración del IoT y su impacto en el sector industrial, mientras que el enfoque cualitativo nos permitirá obtener información detallada sobre las percepciones, actitudes y experiencias de las empresas y sus trabajadores con respecto a estas tecnologías. El alcance del estudio se limitará a las empresas pertenecientes al sector manufacturero y de servicios colombiano, incluidas las grandes y medianas empresas. Se utilizarán fuentes secundarias de información, como informes gubernamentales, informes de la industria, informes de investigación y artículos académicos para obtener información sobre el tema.

El diseño de la investigación será descriptivo, ya que buscamos analizar las características principales de los fenómenos del IoT y la Industria 4.0 en Colombia y especificar las propiedades de estos dos; así mismo, buscamos identificar cuáles son las tendencias de los grupos y/o poblaciones en general que están involucradas en la implementación de estas nuevas tecnologías.

Se utilizarán fuentes secundarias de información, como informes gubernamentales, informes de la industria, informes de investigación y artículos académicos para obtener una comprensión profunda del tema. Las principales técnicas de recolección de información serán la revisión documental y el análisis de datos secundarios de fuentes confiables. Se analizarán los datos a través de técnicas de análisis cuantitativo y cualitativo. El objetivo de esta investigación es proporcionar información útil a las empresas del sector industrial en Colombia sobre las ventajas y desventajas de la implementación del IoT y la Industria 4.0, así como identificar las tendencias en la implementación de estas nuevas tecnologías en el país.

## 9. Variables

### Variables cuantitativas:

1. Número de compañías que han implementado IoT e Industria 4.0 en Colombia.
2. Nivel de inversión en infraestructura para la implementación de IoT e Industria 4.0 en las compañías.
3. Porcentaje de aumento de la eficiencia en la producción después de la implementación de IoT e Industria 4.0.
4. Nivel de satisfacción de los consumidores con los productos y servicios resultantes de la implementación de IoT e Industria 4.0.
5. Número de empleos creados después de la implementación de IoT e Industria 4.0 en las compañías.

### **Variables cualitativas:**

1. Opiniones de expertos en tecnología acerca de las oportunidades y desafíos de la implementación de IoT e Industria 4.0 en Colombia.
2. Percepciones de los empleados acerca de la eficacia de la implementación de IoT e Industria 4.0 en la empresa.
3. Experiencias de los consumidores con los productos y servicios resultantes de la implementación de IoT e Industria 4.0.
4. Barreras identificadas por las compañías para la implementación de IoT e Industria 4.0 en Colombia.
5. Impacto social y ambiental de la implementación de IoT e Industria 4.0 en Colombia.

### **10. Población y muestra**

1. Empresarios representativos de distintas industrias nacionales (comercio, manufactura y servicios), teniendo en cuenta que en Colombia hay más de 5 millones de empresas en el país, donde el 58.9% corresponde a más de 3 millones de compañías activas distribuidas principalmente en tres sectores de la economía: Comercio (37.4%), alojamiento y servicios de comida (11%), e industrias manufactureras (10%).

### **11. Selección de métodos e instrumentos para recolección de información**

Se aplicará una encuesta digital por medio de la herramienta google forms con campos obligatorios como nombre, cargo, empresa y sector, para tener el origen preciso de las respuestas y así garantizar la confiabilidad de la misma, abarcando principalmente los siguientes temas:

1. **Transformación digital:** En este punto se pretende obtener la siguiente información de los encuestados:
  - Si se cuenta con una estrategia de transformación digital y si esta estrategia abarca a todas las áreas de la empresa o solo a un área en específico.
  - Conocer cuáles aspectos consideran que son susceptibles de volverse digitales (servicio o producto digital, canales de comercialización digital o procesos digitales)
  - En cuánto tiempo consideran que esos aspectos serán digitales (en dos, cinco o diez años)
  - Se consultará el grado de importancia que ellos consideran que tiene promover el uso de tecnologías digitales maduras en su industria y cuáles de estas tecnologías consideran importante promover (plataformas colaborativas, prestación de bienes y servicios a través de servicios móviles, e commerce, mercadeo digital, gestores documentales)
  - Se consultará si durante 2022 se realizaron inversiones para la transformación digital y en los casos que la respuesta sea positiva, saber el valor promedio de la inversión realizada

- Se consultará si durante 2022 se realizaron inversiones en tecnologías maduras y en los casos que la respuesta sea positiva, saber el valor promedio de la inversión realizada
  - Conocer los objetivos que se plantean al realizar una inversión en tecnologías maduras (automatizar procesos, reducir costos, ganar presencia online, fuentes adicionales de ingresos, posicionar marca, etc) y consultar si han cuantificado el impacto que han tenido estas inversiones.
2. **Cuarta revolución industrial:** En este punto se pretende obtener la siguiente información de los encuestados:
- Si conocen o no el concepto de cuarta revolución industrial
  - Si conocen y utilizan o no las tecnologías emergentes (cloud, analítica de datos, big data, IoT, drones, etc)
  - Se consultará si durante 2022 se realizaron inversiones en tecnologías emergentes y en los casos que la respuesta sea positiva, saber el valor promedio de la inversión realizada
  - Conocer los objetivos que se plantean al realizar una inversión en tecnologías emergentes. (automatizar procesos, reducir costos, ganar presencia online, fuentes adicionales de ingresos, posicionar marca, etc) y consultar si han cuantificado el impacto que han tenido estas inversiones.
3. **Estrategia digital:** En este punto se pretende obtener la siguiente información de los encuestados:
- Conocer el factor que motivó o motivaría a la empresa a empezar una transformación digital. (nuevos modelos de negocio, expectativas de los clientes, nuevas tecnologías, competidores, socios, proveedores, etc)
  - Determinar cuáles consideran son las mayores barreras y desafíos que enfrentan las compañías para que puedan lograr una transformación digital exitosa, (presupuesto, falta de cultura, desconocimiento, mentalidad, liderazgo, etc)
  - Conocer las áreas de la empresa en donde consideren que se debe priorizar la implementación de la transformación digital
  - Conocer la perspectiva frente a la automatización de procesos
  - Determinar si se encuentran implementando el teletrabajo y en los casos de respuestas positivas, saber qué porcentaje de empleados se encuentran en esta modalidad
  - Consultar si se implementan capacitaciones de seguridad digital en sus organizaciones

## 12. Recolección de datos

- Transformación Digital

De acuerdo con los resultados de la encuesta, el porcentaje de empresarios que respondió positivamente respecto a la pregunta de si cuentan con una estrategia de transformación digital, demuestra un significativo avance en los últimos años. Como se puede observar en la gráfica 1, en el año 2019, el 63,5% de las empresas encuestadas respondieron que si contaban con una estrategia de transformación digital, el cual, comparado con un 58,4% en el año 2017, indica un crecimiento sobre el 25,1% de las empresas de la encuesta para el año 2016 (Módulo especial de la Encuesta de Opinión Industrial Conjunta de la ANDI).

A continuación, se adjunta link con la recolección de los datos según el análisis de la encuesta de transformación digital 2019 ANDI

- ✓ <https://www.andi.com.co/Uploads/ANALISIS%20-%20ENCUESTA%20DE%20TRANSFORMACI%C3%93N%20DIGITAL%202019%20-%20ANDI.pdf>

## 13. Procesamiento y análisis de resultados

En enero del 2016, el Foro Económico Mundial de 2016 dedicó una agenda exclusiva sobre el concepto, retos y oportunidades de la Cuarta Revolución Industrial. Desde entonces se ha generado discusión global sobre sus implicaciones y beneficios por cuanto integra los sistemas físicos, digitales y biológicos como nunca se había podido contemplar. La ANDI en mayo de ese mismo año crea la Vicepresidencia de Transformación Digital para, precisamente, ser pionera y líder en la estrategia gremial con el objetivo que Colombia y sus empresarios sean digitales, impulsando un cambio de mentalidad que facilite la transformación de los modelos de negocio que ayude a mejorar la calidad de vida de los colombianos y aumente la productividad de las empresas gracias a la adopción de las tecnologías exponenciales. Entre los años 2017 y 2018 hemos encontrado en los resultados de las encuestas de Transformación Digital de los respectivos años, un aumento en el conocimiento por parte de las empresas sobre lo que significa la Cuarta Revolución Industrial, la utilización de las tecnologías exponenciales y también crecimiento en el número de empresas que han iniciado una estrategia de transformación digital. Este año realizamos la tercera encuesta de transformación digital la cual se divide en 3 módulos:

- ✓ transformación digital,
- ✓ Cuarta Revolución Industrial y
- ✓ estrategia digital.

En el 2019 incluimos temas que no se habían preguntado anteriormente a los empresarios como lo son el talento y seguridad digital. Teniendo en cuenta lo anterior y para efectos prácticos del análisis que realizaremos sobre los resultados de la encuesta de Transformación Digital de 2019, nos parece importante resaltar las características que identifican y diferencian la Cuarta Revolución Industrial de las anteriores.

El primero es velocidad. A diferencia de las anteriores, esta revolución industrial se desarrolla de manera exponencial y no lineal. En segundo lugar, su alcance es completo, no existe ninguna industria de cualquier economía que no está siendo impactada y en su mayoría sujeta a disrupción. Finalmente, los cambios que está generando afectan los sistemas de producción, administración y gobierno del sector público y privado (World Economic Forum, 2019). En este contexto, desde la Vicepresidencia de Transformación Digital de la ANDI encontramos que el principal desafío que existe es liderar un cambio de mentalidad en los ciudadanos, la academia, los empresarios y el Gobierno para realizar una apropiación de las nuevas tecnologías exponenciales. Por esto mismo consideramos fundamental fortalecer los ecosistemas digitales que faciliten la colaboración y el trabajo conjunto entre el sector privado, público, la academia, emprendedores y los ciudadanos en general para generar los productos y servicios, la regulación inteligente y las políticas públicas que nos lleven a que gracias a la Transformación Digital logremos los objetivos de desarrollos sostenible.

La transformación digital no es un tema tecnológico. La tecnología es una herramienta y no un fin; lo que la tecnología nos permite es conectarnos para vivir mejor. Por ello, la transformación digital implica liderazgo público y empresarial para desafiar la manera tradicional de hacer las cosas, generando nuevos productos y servicios, nuevas experiencias, interacciones, cambiando la cultura, optimizando procesos y claro, identificando e invirtiendo en tecnología para impulsar cambios en las organizaciones. Hacer realidad la transformación digital requiere un trabajo de todos los días, con acciones concretas que demuestren esa coherencia entre la estrategia y la táctica para materializar los cambios. 2.

## 14. Bibliografía

- Barrio Andrés, M. (2018). *Internet de las cosas*. Editorial Reus. <https://elibro-net.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/es/lc/bibliotecaean/titulos/121519>

- Abbate, J., "Internet: su evolución y sus desafíos", en Fronteras del conocimiento, Madrid, BBVA, 2008.
- El Espectador. (2017, 06 de octubre). La historia detrás de la internet de las cosas. El Espectador. <https://www.elespectador.com/tecnologia/la-historia-detras-de-la-internet-de-las-cosas-article-716678/>
- CEPAL, N. (2020). Universalizar el acceso a las tecnologías digitales para enfrentar los efectos del COVID-19.
- Zona-Ortiz, A. T., Fajardo-Toro, C. H., & Pirachicán, C. M. A. (2020). Propuesta de un marco general para el despliegue de ciudades inteligentes apoyado en el desarrollo de Iot en Colombia. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação, (E28), 894-907.
- Barbosa, D. M. E., & Ayala, A. H. (2014). Los determinantes de la orientación exportadora y los resultados en las pymes exportadoras en Colombia. Estudios Gerenciales, 30(133), 430-440.
- Aguilar, L. J. (2020). Industria 4.0 La cuarta revolución industrial. Marcombo.
- Betancur, N. P. (2016). El SENA a la vanguardia de la cuarta revolución industrial. Revista Finnova: Investigacion e Innovacion Financiera y Organizacional, 2(4).
- Betancur, J. G. B., & Hoyos, A. A. (2019). Oportunidades para saltar a la Cuarta Revolución Industrial. Revista Universidad EAFIT, 54(174), 26-29.
- Bernal Sánchez, R. H. La invasión de los robots o la Destrucción Creativa de la Cuarta Revolución Industrial en Colombia, durante el periodo 2010–2020.
- Leo Kelion. (2020, 07 de Enero). CES 2020: las innovaciones que prometen robarse el "show" en la feria de tecnología más importante del mundo. BBC News Mundo. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-51014862>
- Rodríguez, J. A. V. (2022). COMPLEJIDAD DE LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL EN LOS NEGOCIOS INTERNACIONALES, UNA REALIDAD EN COLOMBIA COMPLEXITY OF THE FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION IN

INTERNATIONAL BUSINESS, A REALITY IN COLOMBIA. Revista de Management de la Universidad de Palermo, 23.

- Deloitte. ¿Qué es la Industria 4.0?. Deloitte.  
<https://www2.deloitte.com/es/es/pages/manufacturing/articles/que-es-la-industria-4.0.html#> Consultado el 22 de marzo del 2023.
- Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI) 2019. Análisis – Encuesta de Transformación Digital. ANDI. <https://www.andi.com.co/Uploads/ANALISIS%20-%20ENCUESTA%20DE%20TRANSFORMACI%C3%93N%20DIGITAL%202019%20-%20ANDI.pdf>
- Revista LatinPyme. (2021, 26 de Marzo). LOS 5 SECTORES EN LOS QUE EL IOT SEGUIRÁ CRECIENDO EN COLOMBIA. Revista LatinPyme.  
<https://www.latinpymes.com/los-5-sectores-en-los-que-el-iot-seguira-creciendo-en-colombia/>
- Alpina. (2022, Marzo). Alpina presenta su proyecto de Transformación Digital. Alpina.  
<https://alpina.com/contenidos/post/alpina-presenta-su-proyecto-de-transformacion-digital>
- Martínez Aguiló, J. (2019). Industria 4.0: la transformación digital en la industria. Editorial UOC. <https://elibro-net.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/es/lc/bibliotecaean/titulos/113336>