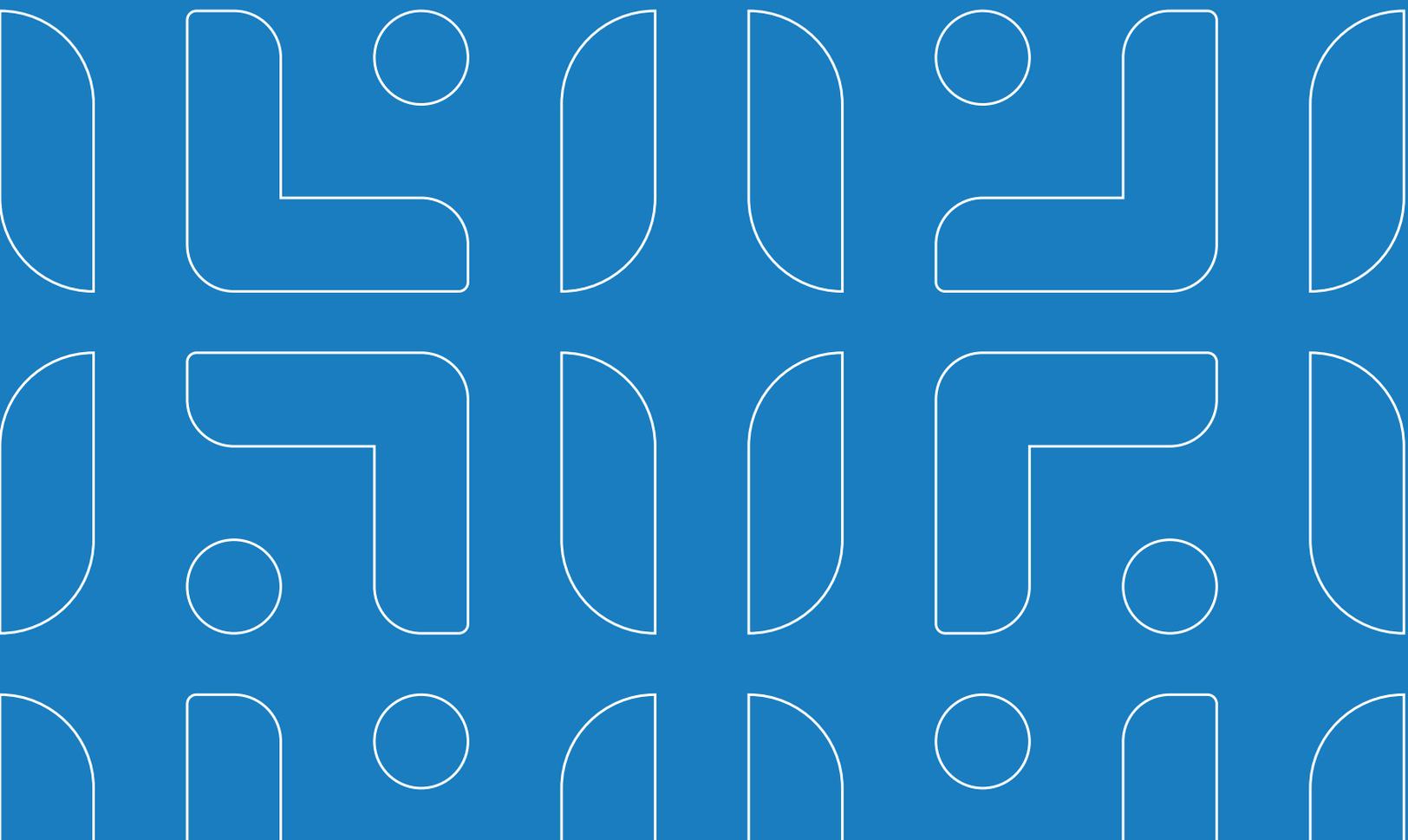


ARTÍCULOS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA



El impacto del internet de las cosas (IoT) en la sociedad moderna, con relación al crecimiento y evolución industrial, y sus retos.

Una revisión sistemática de literatura

<https://doi.org/10.51378/ilia.vi1.8495>

K. J. Alfaro¹, E. R. Andrade¹, E. A. Chávez¹, W. A. Espinoza¹, R. J. Herrero¹, A. B. Ramírez¹,
L. H. Sura¹, R. E. García¹

Departamento de Operaciones y Sistemas, Universidad Centroamericana José Simeón Cañas, UCA, El Salvador
E-mail: regarcia@uca.edu.sv

Resumen – El internet de las cosas (IoT) ha sido un pilar muy importante en la cuarta revolución industrial, principalmente por las interconexiones que facilita, especialmente de manera inalámbrica y de tipo máquina a máquina. Él ha surgido como un sendero para la innovación tecnológica contemporánea que es necesaria gracias a la exigencia de la sociedad en la adquisición de productos y por la competitividad agresiva que se da entre las diferentes empresas, así como de una palpable evolución digital reciente de procesos (como la optimización o la toma de decisiones). Su implementación ha sido todo un reto por diversos factores, verbigracia, por la falta de estandarización, la preocupación respecto a la seguridad y privacidad, y por la brecha digital existente; por estas razones ha sido utilizada mayormente en regiones más desarrolladas como Europa y América del Norte. A pesar de eso, las empresas poco a poco han descubierto su gran utilidad en diferentes áreas, principalmente en comunicaciones, economía, manufactura y logística. Los datos a continuación muestran que las IoT están ganando campo rápidamente y el presente artículo busca promulgar el impacto de éstas en la sociedad moderna mediante la recopilación de información, gracias a una rigurosa revisión sistemática de literatura de artículos académicos de alta calidad.

Palabras Clave – competitividad, desarrollo, evolución, inalámbrico, industria, internet de las cosas, manufactura, productividad, sistema, sociedad

I. INTRODUCCIÓN

A. Contexto histórico. Conceptos fundamentales

Hoy en día, la población a nivel mundial está familiarizada con diferentes tipos de sensores de calibre en diferentes aparatos, con ejemplos como: focos inteligentes, automóviles o teléfonos de alto calibre. Cada vez son más los artefactos inteligentes que se pueden controlar con la voz, el movimiento o a través de programación a conveniencia. A nivel industrial, en diferentes empresas se aprecia y experimenta la implementación de estas tecnologías por medio de la automatización y aplicación de la robótica para facilitar diferentes tareas tanto operacionales como estratégicas, sobre todo aquellas que están importantemente condicionadas o limitadas por la capacidad humana.

Como es bien sabido, la industria ha ido modificándose y evolucionando inminentemente. Empezando desde la primera revolución industrial, que tiene como exponente la

mecanización de los trabajos mediante máquina de vapor y el uso del ferrocarril, empleando carbón como principal fuente de energía enmarcada entre los años 1760 y 1830. En la segunda revolución industrial se implementó el uso de energía eléctrica y el automóvil; igualmente, se empezaron a hacer notar otras tecnologías como el teléfono y la radio, con sus orígenes alrededor de 1850. Por su parte, la tercera revolución industrial surge alrededor de los años setenta del siglo pasado, con avances en la electrónica, las tecnologías de la información y las comunicaciones. Se caracteriza por la automatización y la informática, con un punto de inflexión en el invento del computador personal en 1981 y el uso del internet como red global de comunicaciones. Además de tener el petróleo surge el uso de tecnologías renovables (energía solar, eólica, térmica, hidráulica y de biomasa). Aparecen mega ciudades a nivel global. Invenciones en diferentes campos llevan a una fusión de avances tecnológicos, dando paso a la cuarta revolución industrial cuyos orígenes se pueden ubicar entre los años 2011 a 2015. El internet de las cosas es un pilar muy importante de esta última, sobre todo por las interconexiones que son posibles gracias a él. [19].

Con el afán de entrar en contexto, es sensato mencionar que el internet de las cosas (IoT, por sus siglas anglosajonas) debe definirse idealmente como “Un recurso de redes que permite identificar identidades numéricas y objetos físicos, y, así, poder recuperar, almacenar, tratar o transferir, sin una discontinuidad entre los mundos físicos y virtuales, los datos vinculados entre ellos.” [5].

Visto de cierta manera, esta gama tecnológica puede explicarse como una interconexión global intangible entre una infinidad de cantidad de dispositivos inteligentes. Bajo esta dinámica, su nombre nace a partir de que hay múltiples objetos o cosas que pueden ser conectadas entre sí a partir de las tecnologías de la información y comunicación (desde vehículos hasta robots, pasando por electrodomésticos y otros varios) y, entonces, para no excluir ningún tipo de dispositivo que pudiese ser englobado en todo este marco técnico, es sensato llamarlo internet de las cosas:

Es tal el desarrollo y la importancia que la IoT ha alcanzado, que diferentes informes la consideran como una de las tecnologías de mayor impacto a 2025 y se prevé que miles de millones de elementos físicos u objetos serán equipados con diferentes tipos de sensores y actuadores conectados a internet a través de las

redes de acceso heterogéneos en tiempo real, generando una gran cantidad de flujo de datos. [10].

B. Contexto tecnológico

La mejor forma de entender la contextualización tecnológica del IoT es a través de los cambios que ciertas tecnologías como esta ha inculcado en el devenir de la vida humana. Muchas de las implementaciones existentes en este rubro eran impensadas tiempo atrás, todo este respaldo es el principal punto de partida para entender la evolución marcada por la revolución científica e industrial más reciente. [20].

Este movimiento revolucionario no muestra signos de desaceleración en ningún momento, gracias, en gran parte, a avances desenfrenados en tecnologías. De acuerdo con la firma Statista, ya existían casi 10 billones de dispositivos conectados al internet en el 2020; se prevé, además, que en 10 años este número se llegue a triplicar, a casi 30 billones de dispositivos [2]. Este indicador implica que, indiscutiblemente, el IoT tenga mayor protagonismo y funcionalidad en el tiempo.

Es bastante evidente el incremento masivo del IoT en los tiempos modernos, en una gran variedad de dispositivos tecnológicos; es inevitable la implementación de estas tecnologías en la industria electrónica de la actualidad, verbigracia. Así pues, es en este punto que es concienzudo concatenar a este rubro la integración o relación existente con Cloud Computing. Ella permite que cualquier dato deseado sea alojado en internet, proporcionando una infraestructura virtual de integración para dispositivos de almacenamiento, herramientas de análisis, visualización y plataforma. [10]

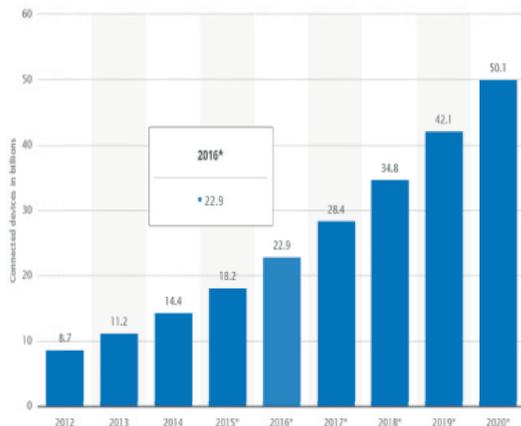


Fig. 1. Número de dispositivos conectados en todo el mundo 2012-2020 -en miles de millones. Fuente: Velazco, Ferro, Cuartas, 2016

Como parte de una revolución tecnológica se necesita del desarrollo de nuevas y numerosas tecnologías de innovación, que coadyuven y vayan de la mano con el IoT, a la vez que, de manera recíproca con él, aporten al avance tecnológico, y, cómo no, industrial. Un ejemplo elemental es la RFID. [14]

La identificación por radio frecuencia (RFID) es vista como uno de los activadores fundamentales de la internet de las cosas.

Objetos deben ser identificados para así poder estar relacionados- RFID, que utilizan ondas de radio para identificar elementos, puede proporcionar esta función. A veces, RFID ha sido etiquetado como un reemplazo de códigos de barras, pero el sistema RFID puede hacer muchos más que eso. Además, para identificar elementos, también puede rastrear objetos en tiempo real para obtener información importante sobre su ubicación y el estado. [10]

La conectividad de los dispositivos inteligentes puede darse de forma inalámbrica o por medio de cable, sin embargo, es bastante claro que la primera forma es mucho más práctica y, poco a poco, deviene mucho más común. Existen diferentes formas de lograr esa conexión favorable al IoT, además de la RFID: ZigBee, WPAN, WSN, DSL, UMTS, GPRS, wifi, WiMax, LAN, WAN, 3G, 4G,5G, etc. [10].

La lista estándar de protocolos de comunicación inalámbrica es bastante amplia. La fig. 2 muestra algunos ejemplos, donde se relacionan a medida velocidad-rango. Los protocolos comunes de comunicación se dividen en términos de rango de transmisión. Transmisión extremadamente cercana, Red de Área Personal Inalámbrica (WPAN), incluye Comunicación Cercana (NFC), así como protocolos Bluetooth o Zigbee. Recubriendo un área de hasta un kilómetro, la Red de Área Local Inalámbrica (WLAN), y también el protocolo wifi. Para transmisiones de hasta cincuenta kilómetros, Red de Área Metropolitana Inalámbrica (WMAN), con protocolos como SigFox o LoRa, los cuales ocupan bandas industriales, científicas o médicas. Por otra parte, la Red de Gran Área Inalámbrica (WWAN) cubre rangos incluso más altos, con ejemplos como el popular GPS, con la posibilidad de transmitir señales radiales funcionales para localización, navegación o tiempos de servicios [2]

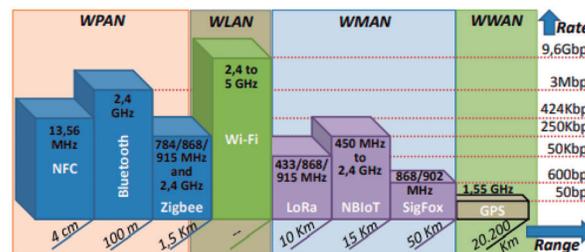


Fig. 2. Protocolos inalámbricos relacionados al IoT: rango de transferencia, velocidad y frecuencia. Fuente: Silva & Jardim-Goncalves, 2019

C. Contexto industrial y social

Como lo afirma George Sun, de Nextiles Inc. [2], la industria textil está en un punto clave para robar el escenario de la electrónica de consumidor y debido al hecho de que hasta el 95 % del cuerpo humano toca un tejido durante cualquier día dado, esto podría constituir el mejor medio para introducir soluciones innovadoras en dispositivos de uso en el cuerpo. Los sensores basados en el tejido y la tecnología de

la costura se pueden aplicar a cualquier industria que así lo quiera y proyecte, puesto que cualquier compañía puede capturar datos.

Por su parte, las redes de sensores inalámbricas (WSN) dentro la IoT, ofrecen la capacidad de medir, inferir y entender las variables de ambientes urbanos, industriales, de transporte y hasta de seguridad nacional. Las tecnologías de la información toman relevancia y comienzan a ser soluciones para las y los ciudadanos comunes. Entre las principales aplicaciones se encuentran el desarrollo de sistemas inteligentes de transporte que están definidos como “sistema que aplica procesos electrónicos, de comunicación e información, por separado o integrado, para mejorar la eficiencia o seguridad de los sistemas de transporte terrestre”. [23]



Fig. 3. Sistema inteligente de transporte. Fuente: Velazco, Ferro, Cuartas, 2016

Otra aplicación importante que debe resaltarse es el Sistema Inteligente de Transporte (ITS), que se define como un sistema avanzado de tecnologías de la información y la comunicación aplicada en el sector del transporte con el fin de aportar más información a los usuarios, mayor seguridad y gestión para la optimización de recursos. Los ITS abarcan desde la primera central automatizada de control de semáforos hasta los actuales sistemas capaces de determinar alcances entre vehículos, y frenar o acelerar el automóvil en el que están instalados [23].

La medicina no se queda atrás. En este ámbito se han conseguido avances tecnológicos muy importantes. La utilización de IoT en el campo de la salud puede traer grandes mejoras en tratamientos médicos, prevenir situaciones de riesgo, ayudar a elevar la calidad de servicio y proporcionar soporte a la toma de decisiones. Utilizar el internet de las cosas en el campo de la salud tiene gran impacto, mejorando la vida de millones de personas a nivel mundial y brindando grandes oportunidades para el desarrollo de sistemas inteligentes de salud [16].

En lo concerniente a la confiabilidad social ante esta tecnología, ha de decirse que nace la necesidad de que tantos datos e información sean almacenados y resguardados de forma segura. No obstante, el percance entra debido a que esta inmensa cantidad de datos puede abrir posibilidades a ataques

informáticos contra sistemas y pueden vulnerar o amedrentar la privacidad e intimidad. [11]

Bajo la dinámica de esta coyuntura, surge el tema de *Big Data*, un término que hace referencia a toda información que tiene un orden de magnitud más grande del que se está humanamente acostumbrado a manejar en el día a día con las bases de datos; la información puede venir de muchas fuentes y no necesariamente debe estar estructurada. En pocas palabras, son enormes cantidades de datos recopilados de diferentes sectores y fuentes. [15].

Infinidad de plataformas y *clouds* IoT inundan el mercado. Soluciones a distintos niveles de inteligencia que procuran evolucionar más allá del simple repositorio de datos dinámico hacia una solución inteligente que incorpore estrategias de análisis de datos y aprendizaje propias del *Big Data*. Para ello es fundamental el establecimiento de estrategias eficientes de integración de objetos inteligentes, gestión de red, recolección de datos, su manejo y almacenaje, posibilidad de creación de procesos inteligentes con los mismos e incluso derivar nuevos datos, gestión de alarmas y eventos, la capa de seguridad, el coste asociado o la integración con las aplicaciones finales [23].

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Protocolo de revisión propuesto

Considerando el respaldo teórico anteriormente presentado, se establecerá la estructura precisa que guía esta revisión sistemática aplicada a la investigación. Este paso es crucial para definir objetivos, limitaciones y criterios claros.

B. Objetivos y preguntas de investigación

Como punto de partida es válido estructurar y siempre tener en mente el fin principal de la revisión sistemática, que busca, como objetivos primordiales, indagar en la repercusión e influencia que tiene actualmente el internet de las cosas en la sociedad y en la industria global, para, así, definir los procesos principales que pueden ser concretados a partir de ella. Por otra parte, reconocer las ventajas y desventajas que este tipo de tecnología presenta consigo (es decir beneficios y retos) con el afán de recalcar aquellas implementaciones necesarias para el éxito del IoT, así como posibles rutas de mejora para el mismo.

A partir de este planteamiento, se enuncian cinco preguntas de investigación (PI), las cuales son, a grandes rasgos, los objetivos primordiales que busca la indagación:

- PI1: ¿De qué manera se aprovecha la IoT en la fabricación de productos actualmente que en tiempos pretéritos no era posible sin ella?
- PI2: ¿En qué áreas laborales e industriales es más común, hoy en día, la aplicación de IoT?
- PI3: ¿Cuáles son los principales beneficios de la adopción del IoT en una empresa en el marco de la búsqueda de una innovación operacional?
- PI4: ¿De qué factores depende el éxito de la implementación del IoT en la manufactura?

PI5: ¿Cuáles son los principales retos del manejo del IoT para una empresa y para la población en general?

C. Criterios de inclusión y exclusión

En función de las preguntas de investigación expuestas en el apartado anterior se definen los criterios de inclusión y exclusión para la clasificación de los artículos. A grandes rasgos, esto tiene que ver con elementos que estaban incluidos dentro de las fuentes de investigación utilizadas, y, por su parte, factores que no se encontraban explícitamente en los mismos, es decir, que estaban en condición de exclusión.

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión

Identificado r	Criterio de inclusión	Identificado r	Criterio de exclusión
CI 1	Adopción de las IoT en las empresas	CE 1	No menciona aplicaciones industriales o sociales
CI 2	Tesis o Artículos	CE 2	Mención teórica superflua del contenido
CI 3	Artículos en inglés, castellano y francés	CE 3	Se enfoca en tecnologías independientes del IoT
CI 4	El IoT en la sociedad e industria actual	CE 4	Artículos incompletos o de dudosa procedencia
CI 5	De 2013 en adelante	CE 5	El artículo es de tipo pagado

D. Búsqueda de documentos

Con relación a toda la base de datos bajo la cual se extrajo información y datos pertinentes, es importante hacer la mención de la utilización del sitio Ebsco [7] (dentro de la biblioteca electrónica Abaco), así como Google Scholar.

Concerniente a la búsqueda de documentos, se han recopilado exactamente veintisiete artículos que encuerran la pesquisa (debidamente referenciados); las indagaciones primeras han venido dadas, de manera un poco genérica, a partir del tópico de IoT en términos amplios. Seguidamente, se profundizó más en búsquedas particularizadas, englobando otras palabras clave como industria, manufactura, desarrollo, evolución o sociedad.

E. Formulario de extracción

Tomando en cuenta y reconociendo el hecho que realizar una recolección y tabulación de datos a partir de múltiples documentos es mucho más sencillo, práctico y expedito a través de un formulario de extracción bien marcado y definido, se decide darle paso al mismo en esta etapa investigativa. Este formulario se desglosa en la tabla 2, y como bien es visible en ese apartado, las interrogantes planteadas van directamente englobadas en las preguntas y objetivos de investigación, siempre buscando que este matiz aporte y apoye de manera importante a reproducir conocimiento sustancial concerniente al actual tópico.

Además, definiendo el tipo de pregunta que es cada una, pues esa categorización facilita el entendimiento de los resultados.

Tabla 2. Formulario de extracción

Pregunta de formulario	Tipo
¿Cuáles son las razones por las que se está aplicando el IoT en la sociedad industrializada?	Campo Explicativo
¿Qué operaciones dentro de una empresa son concretadas a partir del IoT?	Campo Explicativo
¿En qué región se encuentran principalmente localizadas las empresas que se presentan como factor de estudio?	Campo Explicativo
¿Qué área industrial o social está siendo beneficiada gracias a la aplicación del IoT?	Campo Explicativo
¿Cuál es el reto más importante para una empresa en la utilización del IoT?	Campo Explicativo
¿Qué tecnologías, sistemas o implementaciones adicionales son necesarios para el éxito del IoT en una empresa?	Campo Explicativo

Todos los resultados desenfundados después de aplicar riguroso método para darle respuesta a todas estas preguntas a partir de los documentos seleccionados se presentan y exhiben en la sección próxima.

III. RESULTADOS

Después de haberse sumergido y empapado con el conocimiento desenvainado por los artículos pertinentes seleccionados y con base a los parámetros delimitados en el apartado anterior, sobre todo lo concerniente al formulario de extracción, es momento de presentar la información tabulada para cada una de las interrogantes planteadas, con base a las grandes categorías (o indicadores, si se quiere) encontradas en cada documento.

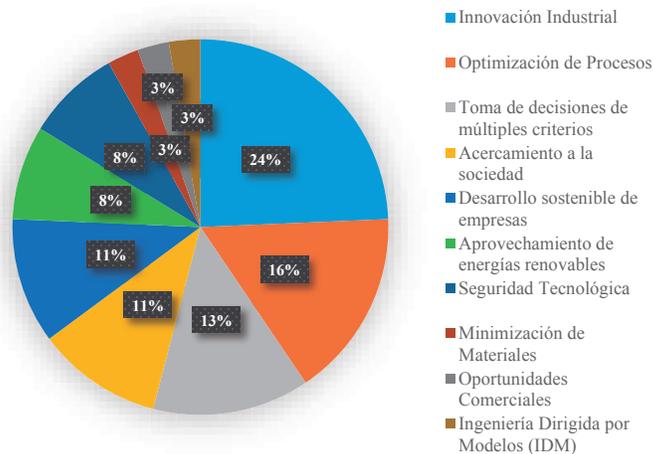


Fig. 4. Distribución de las razones de implementación del IoT

Extrapolando los 25 artículos seleccionados, hay una fuerte tendencia hacia una causa particular bien marcada: la innovación industrial, un componente ligado a la búsqueda de

nuevas tecnologías y a dar un paso adelante en cuanto al nacimiento de una revolución tecnológica e industrial [2],[3]. [4], [13], [24]. El siguiente indicador con mayor frecuencia es la optimización de procesos [26], que va de la mano con el aspecto previo y es importantemente utilizado para minimizar tiempos de operación. Otros rasgos con relativamente buena recurrencia incluyen acercamiento a la sociedad (lo cual tiene como objetivo principal la interconectividad) [9], desarrollo sostenible de empresas [17], seguridad tecnológica [7] y aprovechamiento de energía, los cuales van encaminados a mayor calidad e impacto empresarial [18], [27].

Otras características que se apreciaron, aunque con poca frecuencia, son aquellas ligadas a minimización de materiales, oportunidades comerciales y la ingeniería dirigida u operada por modelos, lo cual, visto desde este enfoque, implica bastante poderío tecnológico, razón por la cual probablemente no es tan común encontrarlas.

Como siguiente punto, los resultados pertinentes a las operaciones comunes que son realizadas a merced del internet de las cosas, llevan por principal indicador la conectividad inalámbrica y los modelados tecnológicos. A continuación, se extienden los resultados de este apartado.

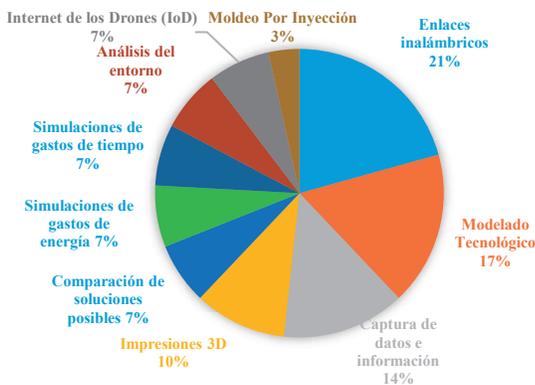


Fig. 5. Representación gráfica de las operaciones

Visto así, esa primera operación tiene alta frecuencia debido a su sustancial relación con las comunicaciones entre dispositivos, sea de tipo máquina-máquina (M2M) o de clase sensorial inalámbrica (WSN). La segunda es bastante común igualmente, sobre todo a expensas de la fabricación aditiva o el modelado de negocios buscando proyecciones futuras. Otro indicador significativo de este apartado es la captura mediática de información, sobre todo datos útiles para analizar operaciones.

El resto de resultados extraídos están mucho más enfocados a procesos más específicos dentro de empresas, es decir, operaciones que no suelen ser realizadas en todas las áreas empresariales; y que, por tanto, no son un recurrente tan alto, pero no por ello deben dejar de considerarse. Las categorías que caen en esta denominación incluyen impresiones tridimensionales, comparación de soluciones factibles, simulaciones de procedimientos, análisis del

entorno (focalizada principalmente en el *benchmarking*) el IoD y, aún más particularmente, el moldeo por inyección.

Esta explicación detallada da lugar al siguiente punto del análisis de datos. Ello tiene que ver con la posible mención de localización de empresas que se valen de este recurso tecnológico dentro de los distintos documentos estudiados. Así pues, habiendo resaltado eso, la tabulación se concretó tal que:

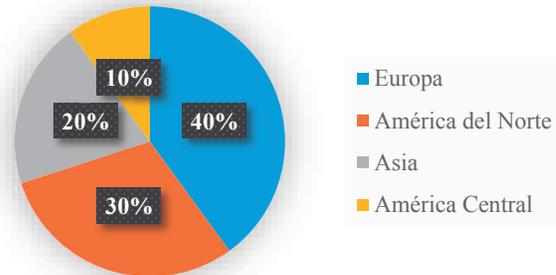


Fig. 6. Demostración gráfica de las frecuencias regionales

La mayor frecuencia favorece al viejo continente, sin embargo, es importante hacer ver que América del Norte no está del todo alejado de dicho continente y debe entenderse como un cercano segundo lugar. Otras dos regiones mencionadas, aunque con frecuencia mucho más baja, son Asia y América Central. Éstas últimas dos probablemente tengan protagonismo tecnológico, empero, no se encuentra al nivel de los otros dos sectores, ya que ellos abarcan la gran mayoría de ejemplos.

A continuación, una de las interrogantes que ejemplifica de enorme manera la globalización contemporánea del IoT, y es la del análisis de los sectores o rubros en los que se menciona que este componente intangible está siendo aplicado.

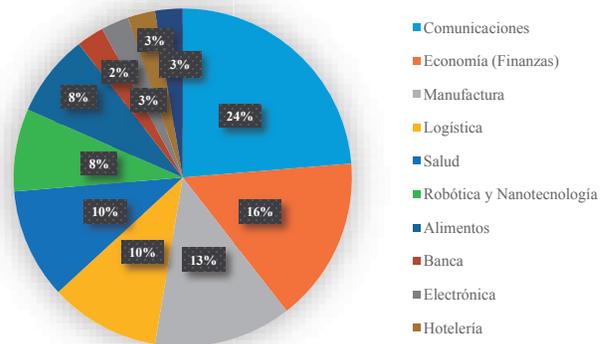


Fig. 7. Gráfico de barras que resume los distintos rubros en los que se menciona la utilización del IoT

Llama la atención, a simple vista, el hecho de que está interrogante es la que resulta tener la mayor cantidad de categorías implicadas- eso dice mucho, de nuevo, de la

polivalencia y magnanimidad del internet de las cosas actualmente. El área de comunicaciones y todas sus posibilidades es la más palpable para este apartado. Inmediatamente debajo de ella vienen otros sectores que son indispensables para el funcionamiento de una empresa, como lo son la manufactura, la economía y la logística.

A partir de estos indicadores, surgen otros un poco más específicos en función del tipo de empresa que se quiera estudiar, no por ello menos importantes o relevantes. Muchas son las opciones que brinda este tipo de tecnología para el área de salud, de robótica y de alimentos, y, por su parte, en algunos otros rubros se empieza a asomar en el horizonte, verbigracia, banca, electrónica, eólica, hotelería, entre otros.

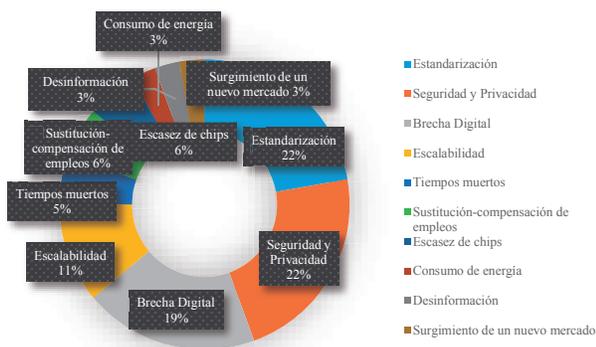


Fig. 8. Distinción gráfica de los frecuentes retos trazados en los artículos

Como siguiente punto, se ha de tratar y estudiar los diversos desafíos presentados y surgidos de la mano del desarrollo del internet de las cosas. El principal de ellos está englobado en la estandarización de dispositivos o maquinarias y empatado con él por todo lo alto está, igualmente, la seguridad y privacidad- que está ligada a la posibilidad de ataques cibernéticos.

Otros retos que poseen una frecuencia relativamente sustancial son la brecha digital (bajo el enfoque de una pronunciada desigualdad social), la escalabilidad entre sistemas, los tiempos muertos, los factores de compensación laborales y la posible escasez de materiales fundamentales para estas tecnologías, sobre todo chips. Igualmente, otros indicadores que deben considerarse, aunque a menor medida, incluyen el consumo desenfrenado de energía, la desinformación, el tener cuidado de la utilización de la tecnología adecuada, así como el impacto que implica el surgimiento de un nuevo mercado.

Finalmente, de las preguntas planteadas en el formulario, se moldea una dirigida a componentes que deben ir sí o sí de la mano con el IoT o, entendido de otra manera, ciertas tecnologías, sistemas o implementaciones que encaminan al internet de las cosas por el rumbo del éxito.

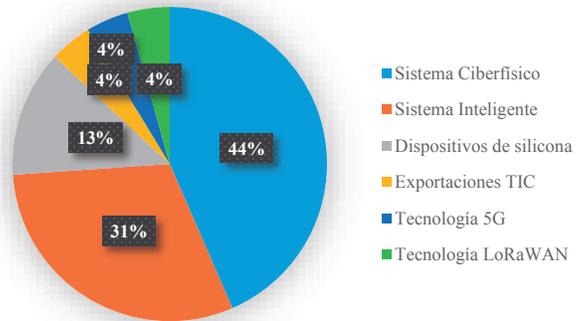


Fig. 9. Distribución frecuencial de los sistemas extras para el caso

Dominan de manera inminente los sistemas, tanto ciberfísicos como inteligentes. Los primeros pueden ir relacionados, por ejemplo, a la computación en la nube (almacenamiento de datos) o a la identificación por radiofrecuencia, mientras que los segundos incluyen una amplia gama de posibilidades, tales como la Inteligencia Artificial (IA), el Sistema de Detección de Intrusos (IDS) y, a su vez la relación global con la *blockchain*.

Finalmente, los indicadores relegados están, en este caso, caracterizados por dispositivos de silicóna, exportaciones mundiales de las TIC, la imposición de la tecnología de tipo 5G o también de la de tipo LoRaWAN (para dispositivos de bajo consumo energético).

IV. DISCUSIÓN

A manera de iniciar la interpretación genuina de todo lo exportado por el formulario de objetivos, es interesante resaltar el hecho de que la principal razón por las que se está aplicando el IoT en la sociedad industrializada es por innovación industrial, así como por optimización de procesos. Esto es algo que tiene sentido y que, naturalmente, va de la mano. Dichos componentes representan una irrefutable evolución y progreso en la industria con respecto al pasado. Prácticamente, hay dos escenarios posibles en este caso: uno tiene que ver con las empresas que poseen alta jerarquía y capital de inversión, y que, a partir de estos rasgos, utilizan y potencian la tecnología (y, por tanto, el IoT) para ir un paso delante de todas las demás, y siempre poseer lo más reciente en cuanto a gama tecnológica, es decir, siempre estar innovando. El segundo escenario va relacionado a pequeñas y medianas empresas, las cuales, en su mayoría, no poseen los suficientes recursos como para estar tecnológicamente al día. Eso sí, con lo que poseen, aunque sea poco, logran avanzar paso a paso e innovar a su propio ritmo. Al fin y al cabo, es muy difícil que una empresa progrese si no innova, siendo la primera interrogante el perfecto ejemplo de ello, y muchas veces el IoT es el ideal intermediario para crear dicha innovación. Así pues, innovar, en muchos casos, implica optimizar procesos; es por eso que deben entenderse como conceptos duales, ya que, al innovar maquinaria, procesos o

métodos, siempre se alcanzará un punto óptimo de avance. Un avance siempre es sinónimo de una evolución, luego, estudiar los progresos tecnológicos desde este enfoque deja a la luz la manera en que el internet de las cosas carga con un importante peso en evolucionar la industria moderna.

Para el autor Domínguez, L. [12], en efecto, los procesos de fabricación se encuentran en un asunto de transformación digital, que les permite a las empresas avanzar en las tecnologías de la información y, particularmente, de la comunicación e informática. En ese sentido, esta herramienta tecnológica es un proyecto de estrategia de alta tecnología aplicada a la industria para su mejor desenvolvimiento.

Factores como el acercamiento con la sociedad y el desarrollo sostenible también contribuyen a la aplicación de IoT; la cuarta Revolución Industrial brindará grandes beneficios económicos y sociales a las organizaciones, sin embargo, es necesario que las mismas, al incluir este modelo en sus metodologías de trabajo, planteen y hagan ver información sobre el efecto positivo que este modelo ejercerá bajo una nueva era digital, de tal manera que la industria 4.0 propicie una perspectiva tecno-optimista. En otras palabras, el modelo industria 4.0 traerá cambios profundos a la sociedad, la cual afectará los mercados laborales, los sistemas educativos, la forma de consumir y mercadear, y es por eso que no sorprende que otros indicadores importantes de esta pregunta sean, por ejemplo, desarrollo empresarial sostenible o seguridad tecnológica (monitoreo de amenazas y gestión de riesgos).

Prosiguiendo con la interrogante relacionada a los procesos que se presentan dentro de la manipulación del IoT, se aprecia que los enlaces inalámbricos y los modelados influyen de alta manera, aspecto que, de hecho, es respaldado por la teoría, particularmente a partir de J. A. Quintero [6] y de Y. Isaac Lucio [25]. Visto desde cierta perspectiva, esos susodichos enlaces son un componente principal que hace que nazca el IoT, y, por tanto, es totalmente válido mencionar que deben ser el proceso o rasgo más común en él. Todas esas conexiones mencionadas en la introducción teórica dan cabida a los demás procedimientos que surgieron como indicadores. En los tiempos pasados de medio y largo plazo era prácticamente imposible concretar una conexión fija entre dispositivos o maquinarias para realizar o mejorar. Antes a corto plazo, era medianamente posible solamente a expensas de cable o conectores análogos, sin embargo, es tal la influencia en evolucionar industrialmente que emana la IoT que aspectos como ese han sido revolucionados totalmente, ahora se pueden compendiar numerosas conexiones a nivel intangible, es decir, inalámbricamente.

La mayoría de las otras operaciones que se proyectan están bastante delimitadas o sujetas al tipo de empresa que se está estudiando, pues hay algunas que se presentan de manera particular en cierto tipo de compañía, no obstante, no tiene desperdicio alguno hacer énfasis meticoloso en los indicadores relacionados a la captura de datos y comparación de soluciones. Estas dos acciones deberían ser prácticamente indispensables para que una empresa funja de la manera más

óptima posible hoy en día hace falta que cada empresa tome en cuenta esto. La mejor manera de optimizar es a través de la medición de aspectos que pueden reforzarse. Normalmente, en tiempos pasados, existían personas encargadas de realizar ese posible estudio del entorno basado en procesos, sin embargo, esto es un proceso que llega a ser ralentizado y poco práctico, y la solución idónea entra a partir de esa gran cualidad del IoT que es la captura de información no solamente porque dicha recolección la hace a partir de una base de datos muy nutrida, sino también porque se puede, con todo lo anterior, plantear las soluciones más factibles y óptimas, y compararlas basadas en algoritmos particulares que busquen cumplir de manera cabal los fines de la empresa; de nuevo, un importante avance que trae consigo esta tecnología. Si bien es cierto siempre hará falta la supervisión humana para verificar que el proceso computacional vaya funcionando de la mejor manera, la realidad es que la confiabilidad que alcanza este tipo de tecnología es bastante alta, y no en balde se le delegan tantos procesos u operaciones como las detalladas en esa sección.

Por otra parte, con todo lo concerniente a las regiones principales en las que se ha notado presencia protagonista del IoT, ha de iniciarse el análisis a partir de la aseveración siguiente:

A nivel internacional, la industria 4.0 es aún embrionaria y parcial. Prima entre los gobiernos el desarrollo de estrategias de difusión y acceso de las empresas a las TICs, ya que las administraciones se ven desafiadas primero ante temas de acceso universal, concentración económica, inequidad social, ausencia de normativa y hacia ellos versan sus acciones (...) Centroamérica ha experimentado avances importantes en el uso de las tecnologías en el último quinquenio. Pese a ello, el desarrollo de una industria 4.0 demanda ecosistemas más exigentes. Esto aumenta los desafíos tecnológicos, socioeconómicos y regulatorios. [22]

Todo lo que asegura el autor Segura es diametralmente corroborado por los resultados finales de este cuestionamiento la región en la que se encuentran principalmente localizadas empresas que emplean IoT es en Europa. Esta proposición es algo que no debe sorprender, puesto que dicho continente es el que agrupa la mayor cantidad de naciones con avances e innovaciones tecnológicas al día. A nivel informático, existe una brecha bastante importante entre Europa y los demás continentes, si se desea estudiar el progreso tecnológico que se presenta. América del Norte y Asia son regiones que tienen ciertos países con un buen desarrollo, Estados Unidos y Canadá para el primero, y Japón o Tailandia para el segundo. Sin embargo, ese avance no se aprecia latentemente en algunos otros países de su región, y es por eso que el progreso no es tan íntegro como en Europa. Entonces, si bien hay un sector de empresas que ha hecho uso del IoT, no deja de ser un recurso incipiente, que ha dado sus primeros pasos en las regiones mejor adaptadas a la cuarta etapa industrial y esto se puede ver reflejado en la poca participación que han tenido en el tema

algunas áreas geográficas minimizadas, tales como América Central.

En otro orden de ideas, el siguiente cuestionamiento planteado está enfocado en los diferentes rubros que han sido alcanzados por el IoT. El principal indicador llama bastante la atención: comunicaciones. Este aspecto debe ser tomado con pinzas para ser analizado. Esta área implica, desde luego, los alcances sociales comunicativos logrados a partir de las tecnologías, los cuales llegan a ser altamente útiles para procesos laborales y de alcance social. Sin embargo, hay que hacer hincapié en la comunicación virtual lograda, sobre todo la de tipo máquina a máquina. El rubro de comunicaciones es recurrentemente mencionado debido a este apartado, puesto que uno de los más grandes matices evolutivos que vienen con el IoT es la eficacia, expedita y versátil manera en que diferentes dispositivos pueden comunicarse entre sí, no solamente a expensas de acciones humanas, sino también de manera automática. Este rasgo implica que la manera en que las máquinas perciben y guardan información puede llegar a alcanzar velocidades bastante altas, incluso mayores a las de los humanos, llegando a mejorar las capacidades humanas en varios casos. [12]

La economía, por su parte, encuentra un beneficio relevante de esta tecnología, sobre todo bajo el enfoque de la virtualización de la moneda y todos los procesos financieros que trae implícito ello. De hecho, cada vez es son más comunes los procesos capitales de tipo virtuales, sean con criptomoneda o un derivado de ella. Siempre hay ventajas y desventajas en esta especie de cambios impactantes, empero, sea como sea, eso es inevitablemente una evolución tecnológica facilitada por la digitalización. La manufactura, por otra parte, se encuentra explícita en toda esta temática. De la amalgama entre IoT y ella nace la recientemente popularizada industria 4.0 y manufactura digital, sobre todo esta última, puesto que el IoT, por defecto, reduce los tiempos y movimientos en la cadena de suministros (donde se implican procesos de manufactura), asimismo, otra gran virtud de él se encuentra en la monitorización y mantenimiento predictivo de máquinas y equipo.

La aplicación de nuevas tecnologías como el uso de escáner láser y de software de alto nivel son ejemplos claros de que los métodos de diseño deben evolucionar a la par de la tecnología y considerarla como parte fundamental de nuevos desarrollos industriales; no obstante, aún persisten dos problemas para que las empresas los adopten: el arraigo existente por los métodos convencionales y los altos costos que derivan del uso nuevas tecnologías. Es necesario dar a conocer a las empresas las ventajas y beneficios de invertir ahora para obtener ventajas competitivas en un mercado cada vez más exigente y competitivo, lo anterior con el fin de alcanzar una mayor rentabilidad en el futuro. [8]

Sensato es tocar el tema de los posibles problemas en todos estos procesos, ya que el siguiente apartado a analizar está ligado a ello, y son los retos presentes en utilizar IoT a nivel industrial: el IoT. De hecho, esos dos traspies que han sido mencionados de manera inmediatamente previa fueron dos de los retos con mayor número de frecuencia y tienen que ver con la brecha digital y la seguridad en la aplicación

tecnológica. A nivel social, el impacto negativo más grande para una evolución tecnológica o industrial siempre será la marcada brecha digital que ella implica. Es insoslayable que el poder- de tipo tecnológico, para el caso, sea ostentado por unos pocos, y quede marginado para la muchedumbre. Esto aplica tanto a nivel de naciones como a nivel de personas individuales, siendo uno de los más marcados contraargumentos que recaen sobre el IoT. De la mano de lo anterior, viene el hecho que existe una parte significativa de la población que se encuentra arraigada a los métodos clásicos y esto implica la no aceptación de las nuevas tecnologías entrantes. Siempre existirán opiniones divididas relacionadas a estas posturas, pero, a expensas de ellas, la realidad es que la insistencia en contraponerse a las tecnologías ralentiza el progreso social de las mismas, puesto que no todo el mundo se actualiza al mismo ritmo y nivel, desde un punto de vista tecnológico o sistémico. Para bien o para mal, esto es parte de la evolución social que han proyectado las nuevas tecnologías- una de tipo ideológica.

A lo largo de la historia, las revoluciones han surgido para remodelar el futuro y esta cuarta revolución no será una excepción. La sociedad ya está empezando a sufrir la colisión entre la imaginación y las ideas del viejo mundo que ahora se ven asfixiadas ante una innovación desenfrenada. La sociedad está cambiando el formato convencional de intimidad y el concepto de privacidad se redefine y desafía los valores establecidos. La preocupación por la seguridad está muy justificada, pero todavía hay personas reticentes a renunciar a los beneficios individuales asociados a su pérdida. La automatización de procesos reduce la demanda de mano de obra no cualificada, y crea un efecto negativo en la economía y en la sociedad en su conjunto. [21]

Otros dos grandes contrapuntos que deben estudiarse de manera cuidadosa son la estandarización y la escalabilidad- ellas dos suelen ir de la mano. El primero tiene que ver con el hecho de que los dispositivos o softwares bajo los cuales se rigen las tecnologías suelen tener estándares diferentes de región a región (a nivel virtual), y producto de ello nace el problema de que el lenguaje utilizado por cierto mecanismo no es compatible con el de cierto otro, y puede resultar en una no consistencia al momento de compartir o almacenar información. Como mencionan Silva y Jardim-Goncalves, para intentar evadir este aspecto, muchas organizaciones internacionales están trabajando en definir estándares para diferentes niveles, con soluciones como plataformas globales para compartir conocimientos pertinentes, creación de comunidades virtuales y nacimiento de coaliciones entre organizaciones implicadas. El segundo elemento, la escalabilidad, va ligado desde el punto de vista en que los estándares que se plantean suelen ir focalizados con base al tamaño y objetivos de una empresa, y, por tanto, la escala en la que se aplica el IoT varía enormemente entre un ente y otro, sobre todo debido a sus intereses, entonces, justo como antes, existe incongruencia entre escalas y es complicado que ocurra sintonía tecnológica.

Finalmente, el último análisis está centrado en todos los demás tipos de tecnologías que se sientan al lado del IoT. A grandes rasgos, la industria 4.0 se compone de numerosos pilares tecnológicos, entre los que se encuentra, naturalmente, el internet de las cosas, y los demás pilares son esos indicadores que arrojó este cuestionamiento. La mayoría de ellos forman parte de sistemas ciberfísicos o de tipo inteligente. La diferencia entre estos es que el primero obedece de manera estricta a algoritmos o indicaciones previamente impuestas o programadas, mientras que el segundo es capaz de tomar decisiones sensatas dentro de su sistema a partir de un análisis del entorno o el contexto. Ambos tipos de sistemas son necesarios para que funja la tecnología y muy funcionales también. Prácticamente, el IoT es el intermediario para que ellos operen, debido a que es él quien transporta y reporta la información que navega globalmente. Entonces, se confirma pronunciadamente que algunos de los componentes que hacen posible la industria 4.0 son el IoT (esencialmente), los sistemas especializados, las TIC, el 5G, dispositivos a base de silicón, las conectividades inalámbricas, e inclusive, implícitamente, la robótica y el *Big Data*.

V. CONCLUSIONES

La revisión sistemática de literatura impresa sobre los numerosos artículos estudiados tiene una tendencia hacia describir el internet de las cosas a través de una variedad de visiones y definiciones. Suele ser difícil entenderla de una sola manera, sin embargo, a partir de lo analizado y los puntos de interés, la mejor manera de clasificarla es como una integración intangible de múltiples tecnologías que permiten a diferentes servicios, con base a dispositivos electrónicos, la facultad de controlar información y operar procesos según conveniencia.

El internet de las cosas vino para quedarse, ese es un hecho. El mismo es aprovechado de varias maneras tanto por empresas como por personas. En ese sentido, los relevantes cambios tecnológicos impulsados por la cuarta revolución industrial han significado una evolución en la forma de vivir y en la manera de laborar. Desde un punto de vista industrial, el IoT está siendo aplicado en búsqueda de una sustancial innovación en procesos y métodos, y ella permite la posibilidad de analizarlos sistemáticamente hasta tal punto de conseguir optimizarlos, y por tanto facilitar procedimientos y generar mayores ganancias. Esto va de la mano con las importantes tomas de decisiones empresariales que pueden ser satisfechas por la nueva tecnología, creando estrategias de mercado basadas plenamente en algoritmos inteligentes, aspecto que tiempo atrás era inimaginado [5].

Desde una perspectiva plenamente social, hay que ser enfáticos en el enorme acercamiento que ha sido logrado a partir del IoT. La reciente pandemia es un ejemplo muy representativo para entender la forma en que las nuevas tecnologías conectan personas de manera eficaz y eficiente y esto no solamente con fines ociosos o de convivencia humana, sino también con objetivos laborales, médicos,

financieros y de muchos otros tipos (como el aumento de oportunidades comerciales).

El estudio sistémico ha abierto un abanico de posibilidades para apreciar de manera muy clara lo que puede ser conseguido con esta tecnología. Es aquí donde se introduce el argumento de los datos y la información en la plataforma de estudio. Los enlaces existentes entre los dispositivos permiten la manipulación de información, con la cual se pueden lograr cosas muy innovadoras y revolucionarias para el devenir humano, eso sí, siempre a expensas de los límites tecnológicos y éticos. Las simulaciones de procesos para proyectar posibles resultados a futuro, las impresiones en tres dimensiones, el análisis del entorno y el internet de los drones son algunas de las numerosas aplicaciones posibles. Todas ellas poseen un común denominador: innovación digital [13].

Otro rasgo importantemente sobresaliente del IoT es la magnánima y explayada cobertura que tiene dentro de los rubros sociales e industriales. Ella puede ser aplicada en prácticamente cualquier área que implique procesos o interacciones. Eso deviene en una característica interesante que reproduce esta tecnología: la globalidad. Tanto para manufactura, logística, robótica o electrónica desde el punto de vista industrial, como para comunicaciones, salud o transporte a nivel social, los sectores de aplicación realzan. A nivel mundial, cualquier usuario o usuaria puede ser participe de su utilización sea para un nivel o para el otro. Sin embargo, la realidad es que existe una diferencia en el nivel de avance entre ciertas regiones u otras, puesto que los progresos tecnológicos no son percibidos o aprovechados de la misma manera debido a los recursos poseídos. Pese a eso, en la medida de lo posible, cada región del mundo posee al menos cierto grado significativo en la manipulación del IoT, lo que implica que puede revolucionar su forma de apreciar la industria.

No obstante, no todo es color de rosa, evidentemente. Este tipo de tecnología trae consigo, además de muchos beneficios, otros varios traspiés o retos en el camino. Un aspecto que se ha presentado de manera recurrente no solamente en esta cuarta revolución industrial sino también en las tres previas, es la denominada brecha digital. El progreso o evolución es mucho más percibido por el sector social alto, y el principal problema es que muchas veces los gobiernos o entes se aprovechan de la situación y por acaparar, crean mayor marginación tecnológica con las masas generalistas. Esto implica tanto hegemonía tecnológica como desequilibrio de empleos (o desempleos inevitables, directamente). El hecho de que esto ocurra implica, de igual manera, alto flujo de desinformación- este es un problema peligroso para el IoT puesto que muchas veces debido a ella se crean prejuicios o pensamientos erróneos sobre las tecnologías, cosa que hace que se ralentice la expansión de las mismas sobre el globo. Analizado desde un punto de vista más implícito y virtual, los dos más grandes retos con los que se encuentra atravesada la IoT es la estandarización y la escalabilidad de softwares. Debe buscarse normalizar y

estandarizar la manera en que los dispositivos se interconectan y comunican entre sí para evadir la complejidad virtual e inconsistencia entre ellos. Múltiples organizaciones importantes a nivel mundial buscan crear consensos paramétricos para tener un solo referente al cual apearse mundialmente, sin embargo, es un elemento que se debe ir puliendo con el tiempo.

Por lo tanto, a manera de proponer colofón definitivo a la indagación, ha de concluirse que los nuevos riesgos y desafíos que seguirán surgiendo del cambio tecnológico serán relevantes, complejos y variados, especialmente porque las industrias son cada vez más complejas, están más interconectadas y tienen una mayor dependencia de las infraestructuras de la inteligencia artificial. Por todo ello, para garantizar el pleno empleo y para avanzar en el trabajo decente en el marco de estas nuevas industrias, se tendrán que adoptar políticas de empleo y formación, además de otras medidas (adaptadas a los cambios que se avecinan), que deberán ser integrales, integradas e inclusivas, y que deberán asimismo ser definidas e implementadas mediante esfuerzos conjuntos de todas las partes interesadas: gobiernos, empresas y personas en general.

REFERENCIAS

- [1] K. PUNGPHO *et al.*, "Smart metering tools for energy reduction in Thailand's 4-star hotel rooms," *Utopia Y Praxis Latinoamericana*, vol. 26, pp. 137-147, 2021. Available: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=149860273&lang=es&site=ehost-live>. DOI: 10.5281/zenodo.4678864.
- [2] Anonymous "Internet de las cosas," *DYNA - Ingeniería E Industria*, vol. 89, (5), pp. 478, 2014. Available: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=99054160&lang=es&site=ehost-live>.
- [3] L. Domínguez, "Análisis Del Modelo De Industria 4.0 Para La Transformación Tecnológica En El Sector Empresarial," *Revista Télématique*, vol. 20, (2), pp. 3-19, 2021. Available: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=158704101&lang=es&site=ehost-live>.
- [4] S. P. Austin Datta and V. L. López, "El desequilibrio socioeconómico consecuente de la industria de internet de las cosas," *Revista Punto De Vista*, vol. 7, (11), pp. 143-152, 2016. Available: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=125522285&lang=es&site=ehost-live>. DOI: 10.15765/pdv.v6i11.845.
- [5] J. I. Rodríguez Molano, C. E. Montenegro Marín and J. M. Cueva Lovelle, "Introducción Al Internet De Las Cosas," *Revista Electrónica Redes De Ingeniería*, vol. 6, pp. 53-59, 2015. Available: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=109904235&lang=es&site=ehost-live>.
- [6] M. Illarramendi *et al.*, "Digital safety manager: servicio IoT para asegurar el buen comportamiento de las máquinas y controles en la fábrica," *DYNA - Ingeniería E Industria*, vol. 97, (1), pp. 18-22, 2022. Available: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=154875146&lang=es&site=ehost-live>. DOI: 10.6036/10243.
- [7] S. P. A. DATTA, "L'Internet des Objets: la troisième révolution industrielle," *Logistique & Management*, vol. 23, (3), pp. 29-33, 2015. Available: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bt> h&AN=116168236&lang=es&site=ehost-live. DOI: 10.1080/12507970.2015.11742760.
- [8] J. A. Quintero, H. G. Parra-Peñuela and E. E. Gaona, "Data Acquisition with LoraWAN IoT Technology to Monitor Bio-Inspired Wind Turbines in Rural Areas of Cundinamarca," *Ingeniería (0121-750X)*, vol. 27, (2), pp. 1-14, 2022. Available: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=158848857&lang=es&site=ehost-live>. DOI: 10.14483/23448393.18861.
- [9] S. Y. Velazco Flórez, R. Ferro Escobar and K. Cuartas, "Sistemas Integrados de Transporte soportados en el Internet de las Cosas," *Revista Electrónica Redes De Ingeniería*, pp. 84-96, 2016. Available: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=123441728&lang=es&site=ehost-live>.
- [10] G. Sun, "El Papel de los Textiles en el Internet de las Cosas: Porqué la innovación en la tecnología de la costura será la clave para la entrada de la industria textil en el Internet de las Cosas (IoT)," *Textiles Panamericanos*, vol. 82, (5), pp. 32-33, 2022. Available: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=159730766&lang=es&site=ehost-live>.
- [11] Y. Alvarez, M. Angel Leguizamón-Páez and T. J. Londoño, "Risks and security solutions existing in the Internet of things (IoT) in relation to Big Data," *Ingeniería Y Competitividad*, vol. 23, (1), pp. 1-13, 2021. Available: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=147863369&lang=es&site=ehost-live>.
- [12] P. Arango Astorga and Y. Garcia Garcia, "Internet de las cosas en el ámbito de la atención médica: tendencias y desafíos," *Revista Cubana De Informatica Medica*, vol. 14, (1), pp. 1-20, 2022. Available: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=157786872&lang=es&site=ehost-live>.
- [13] Z. Li *et al.*, "Cloud-based Manufacturing Blockchain: Secure Knowledge Sharing for Injection Mould Redesign," *Procedia CIRP*, vol. 72, pp. 961, 2018. DOI: 10.1016/j.procir.2018.03.004.
- [14] M. Á GÓMEZ SALADO, "La cuarta revolución industrial: ¿una gran oportunidad o un verdadero desafío para el pleno empleo y el trabajo decente?" *Revista Internacional Y Comparada De Relaciones Laborales Y Derecho Del Empleo*, vol. 7, (4), pp. 276-315, 2019. Available: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=sih&AN=141766681&lang=es&site=ehost-live>.
- [15] E. M. Silva and R. Jardim-Goncalves, "Cyber-Physical Systems: a multi-criteria assessment for Internet-of-Things (IoT) systems," *Enterprise Information Systems*, vol. 15, (3), pp. 332-351, 2021. Available: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=149051248&lang=es&site=ehost-live>. DOI: 10.1080/17517575.2019.1698060.
- [16] Anonymous "Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: securing the future of German manufacturing industry; final report of the Industrie 4.0 Working Group," 2013. DOI: 10.13140/RG.2.1.1205.8966.
- [17] S. Segura González, "Industria 4.0 en Centroamérica: estado actual y esfuerzos para su acercamiento a las PYMES ante los nuevos retos y oportunidades post COVID-19," *Revista De Fomento Social*, vol. 77, (302), pp. 23-39, 2022. Available: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=156697781&lang=es&site=ehost-live>.
- [18] R. Drath and A. Horch, "Industrie 4.0: Hit or Hype? [Industry Forum]," *IEEE Industrial Electronics Magazine*, vol. 8, (2), pp. 56-58, 2014. DOI: 10.1109/MIE.2014.2312079.
- [19] Y. Isaac Lucio, S. Amador Donado and K. Márceles, "Architecture of an intelligent cybersecurity Framework based on Blockchain technology for IIoT," *Ingeniería Y Competitividad*, vol. 24, (2), pp. 1-13, 2022. Available: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=157811497&lang=es&site=ehost-live>. DOI: 10.25100/iyc.v24i2.11761.