

**UNIVERSIDAD DEL ROSARIO**



**EL FUTURO DE AMÉRICA LATINA EN LA INDUSTRIA 4.0**

**TRABAJO DE GRADO**

**ANA MILENA MORENO CUELLAR**

**JUAN FELIPE TREJOS OSPINA**

**BOGOTA D.C**

**2019**

**UNIVERSIDAD DEL ROSARIO**



**EL FUTURO DE AMÉRICA LATINA EN LA INDUSTRIA 4.0**

**TRABAJO DE GRADO**

**ANA MILENA MORENO CUELLAR**

**JUAN FELIPE TREJOS OSPINA**

**CARLOS ALBERTO FRANCO FRANCO**

**FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN**

**BOGOTA D.C**

**2019**

## CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	4
<b>Palabras clave</b> .....	5
<b>ABSTRACT</b> .....	6
<b>Key Words</b> .....	7
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	8
<b>2. HERRAMIENTAS INDUSTRIA 4.0</b> .....	12
2.1    Internet de las cosas: .....	12
2.2    CPS (cyber-physical systems) .....	13
2.3    Internet de Servicios: .....	14
2.4    Industria inteligente: .....	15
<b>3. AMÉRICA LATINA Y LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL</b> .....	19
<b>4. CONCLUSIONES</b> .....	29
<b>5. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	31

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Figura 1:</b> Revoluciones industriales.....	9
-------------------------------------------------	---

## **EL FUTURO DE AMÉRICA LATINA EN LA INDUSTRIA 4.0**

### **RESUMEN**

La Cuarta Revolución Industrial a la que se enfrentan los mercados, está enmarcada en una serie de avances tecnológicos en diversos aspectos, los cuales tendrán grandes repercusiones en la manera en que se produce, trabaja y se ve el mundo respecto a la anterior “Revolución digital”, de acuerdo al Foro Económico Mundial existen tres razones por las que se reconoce que este desarrollo no es un avance de la tercera revolución, sino una nueva transformación: la velocidad, el alcance y el impacto en los sistemas de la industria mundial.

Con el artículo de revisión se pretende dar una mirada profunda sobre las causas, el desarrollo y las consecuencias de la llamada “Cuarta revolución industrial” en las economías emergentes, determinando los aspectos primordiales que llevaron a ella y como esto impactara en los mercados a nivel mundial, teniendo como principal aliado el “Internet de las cosas”, logrando fábricas de producción realmente inteligentes, eliminando puestos de trabajo; consecuencia de la automatización total de las plantas productivas.

Teniendo en cuenta la globalización a la que se ha enfrentado el mercado en el último siglo, la velocidad en la que se mueve el mundo industrial y la necesidad de entenderlo para ir al mismo ritmo, se decide trabajar este tema y sus consecuencias para las economías emergentes dando una visión más cercana sobre lo que es, lo que implica y sus características fundamentales, de esta manera determinar el papel de los países sub desarrollados y como pueden estos ser parte de una manera activa y no solo siguiendo el mercado a una velocidad inalcanzable.

De allí la pertinencia del proyecto y la importancia que tiene la investigación, dando paso a una metodología de revisión, la cual tiene tres principales pasos, el primero determinar la base de datos en la que se realizara la revisión bibliográfica, organizar la información de acuerdo al objetivo del proyecto y por último redactar el artículo, logrando así un texto objetivo sobre lo que realmente es “La cuarta revolución industrial”.

### **Palabras clave**

Internet de las cosas, cuarta revolución industrial, implementar, impacto y latino América.

## **ABSTRACT**

The fourth industrial revolution which different markets are facing is highlighted by a series of technological advances, implicated in several aspects, which will affect the way to produce, work, and view the world, compared to the last “digital revolution.” According to the world economic forum, there are three reasons to imply that it is not a development of the third industrial revolution, but a new transformation: speed, scope and impact in the systems of the global industry.

This review article intends to show a deep focus on the causes, development, and consequences of “the fourth industrial revolution” in the emerging economies, by identifying the primary aspects that led the world to it and how this will impact the world markets, having as a partner the “internet of things”, making intelligent manufacturing plants, deleting working places, all as consequences of the complete automatization of productive plants.

Considering the globalization phenomenon that has been affecting the market in the last century, the speed of the industrial world, and the necessity to understand it in order to follow it’s rhythm, it is decided to work on this topic and its consequences for emerging economies allowing a closer overview of what it really is, what it means and its fundamental features, as

well as determining the role of the sub developing countries and how they can become a part of this in a more active way and not just follow the market in an unreachable speed.

From there comes the relevancy of the project and the importance of this investigation, giving rise to a methodology of the review which has 3 steps, first, determining the data base of the bibliographic review, then, organizing the information according to the project's focus, and finally, writing the article, achieving an objective text about the real meaning of "the fourth industrial revolution."

### **Key Words**

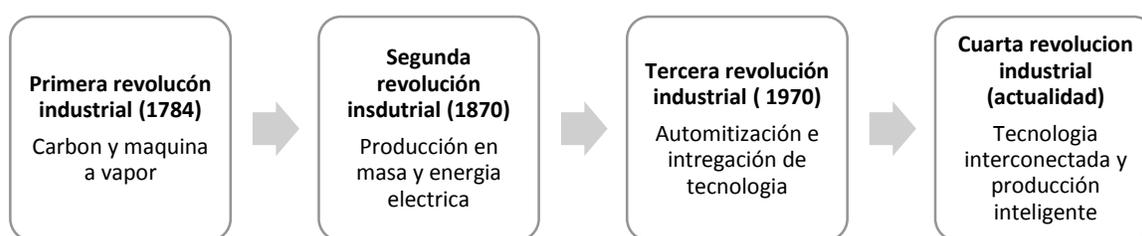
Internet of Things, Fourth Industrial Revolution, Impact, Latin America, Implement

## 1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo tiene como objetivo dar una mirada profunda sobre las causas, el desarrollo y las consecuencias de la llamada “Cuarta revolución industrial” en las economías emergentes, determinando los aspectos primordiales que llevaron a ella y como esto impactara en los mercados a nivel mundial, analizando las herramientas principales con la que se puede asociar la Industria 4.0 y dando una visión de lo que será el sector industrial, el futuro de la economía y la manera de producir con fábricas realmente inteligentes, enfrentándose a la pérdida de puestos de trabajo; lo anterior, consecuencia de la automatización total de las plantas productivas.

A través de la historia, los modelos industriales al igual que economía mundial, han presentado múltiples avances que permitieron una rápida evolución del mundo, como se evidencia en los conceptos de producción y manufacturación. Como lo evidencian Vaidya, Ambad y Bhosle en su texto *Industry 4.0: A Glimpse*: “The production process is divided into small value oriented units which shares information of the consecutive process steps only which helps in increasing flexibility and probably results in reduction of complexity of coordination” (Vaidya, Ambad, & Bhosle, 2018).

Así mismo, Rose McMaster RN en su artículo *Is the Fourth Industrial Revolution relevant to you?* Da una visión de lo que representaron las cuatro revoluciones industriales en la historia mundial y como las mismas han influido considerablemente en la manera de vivir, en las tecnologías implantadas y en el desarrollo de los mercados, generando cambios en el sector productivo e industrial. La Primera Revolución Industrial involucró máquinas para aumentar la producción, usando agua y energía de vapor. La Segunda Revolución Industrial se concentró en la producción en masa con el uso de electricidad y petróleo. La tecnología de la información y la electrónica impulsaron aún más la producción automatizada durante la Tercera Revolución Industrial. En la llamada Cuarta Revolución Industrial (4IR), la hiperconectividad y la inteligencia artificial (IA) proporcionarán aumentos adicionales en la productividad (RN, 2018)



*Figura 1. Revoluciones industriales*

Para entender la cuarta revolución industrial, se debe mirar tiempo atrás y analizar los cambios que se presentaron en la década de los años 60 con el inicio de la tercera revolución industrial. Esta se caracterizaba por el enfoque en la automatización de la industria, el internet y las tecnologías de la comunicación. Luego de que algunos países desarrollaran a fondo estos aspectos, buscando la aplicación para sus sistemas económicos y productivos, nace la iniciativa pública-privada por parte de Alemania para construir fabricas inteligentes a través de la

integración de objetos físicos con tecnologías digitales (Dalenogare, Brittes Benitez, Ayala, & Frank, 2018), lo cual ayudaría a los mercados a prepararse para los grandes cambios que vendrían después, respecto al modelo industrial como se conocía.

“The previous three Industrial Revolutions were driven by three main technologies: mechanization, electricity and IT. These technologies, also described as general-purpose technologies, resulted in strong technical improvements and increased productivity after introduction” (Müller & Voigt, 2018). Al igual que las pasadas revoluciones la cuarta revolución industrial está basada en una serie de avances tecnológicos, como la conectividad de los sistemas manufactureros con la integración de las ICT, el internet de las cosas (IoT) cyber-physical systems (CPS) y en general, la conectividad de plataformas usadas en la industria. (Dalenogare, Brittes Benitez, Ayala, & Frank, 2018), impulsando la inteligencia artificial, lo que genera cambios en los modelos económicos mundiales y en las industrias existentes. Su principal objetivo es tener una transición de la maquinaria actual a una mejor que optimice los procesos de producción y su desempeño en general, esto mediante el autoaprendizaje y la capacidad de “consciencia” de cada una de estas herramientas.

La industria 4.0 se apoya en una serie de procesos que han permitido un acelerado avance del mundo en general, trayendo consigo no solo grandes cambios a nivel industrial, sino también, retos y desafíos que pueden llegar amenazar la economía, sobre todo, cuando se habla de los países latinoamericanos, los cuales presentan un ritmo de crecimiento y desarrollo industrial menos rápido que las potencias mundiales.

Los componentes esenciales de Cuarta Revolución Industrial comprendían los sistemas cibernéticos (CPS), la fabricación aditiva, la realidad virtual y aumentada, la computación en la nube, el análisis de big data, la ciencia de la información, entre otros. Varios estudios han demostrado que la digitalización de productos y servicios se ha convertido en una necesidad para un ecosistema industrial sólido. Sin embargo, estos requisitos y tecnologías avanzadas han hecho que los sistemas sean más complejos y han llevado a muchos otros desafíos, como la seguridad de la información, la confiabilidad, la integridad, etc. Estos son los principales cuellos de botella que deben superarse para la implementación exitosa de los elementos nombrados anteriormente. (Kumar, Amit K, & Ajith, 2019) Estas herramientas o recursos permiten que el desarrollo sea oportuno, dejando a un lado la industria como se conoce y abriendo paso a un mundo interconectado, no solo personalmente, si no en el aspecto productivo, generando así, una industria automatizada y una manufacturación inteligente, dos características principales de esta nueva realidad digital o “Cuarta revolución industrial”.

La brecha marcada para las economías emergentes en temas de la cuarta revolución industrial es producto de la falta de maduración de los países en las revoluciones preliminares, es por esto que los países desarrollados cuentan con un estado más adaptado a la automatización e “ICT usages” (recogida de data en el uso de la información y la tecnología de las comunicaciones), factores claves que proceden a pasar de la tercera revolución industrial a la cuarta con el respectivo desarrollo y maduración de estos conceptos. (Dalenogare, Brittes Benitez, Fabián Ayala, & Germán Frank, 2018)

## 2. HERRAMIENTAS INDUSTRIA 4.0

Como se mencionó anteriormente la cuarta revolución industrial se compone de una serie de herramientas innovadoras basadas en avances tecnológicos y en desarrollo virtual. A continuación, se relacionarán las más importantes, con el fin de entender su impacto y como estas influyen en el modelo productivo actual:

### 2.1 Internet de las cosas:

El internet de las cosas se refiere a la interconexión de los objetos con interfaces inteligentes mediante una red global basada en procesos de comunicación, trayendo consigo cosas con identidad, personalidad y atributos físicos virtuales capaces de desenvolverse en aspectos productivos, sociales y medioambientales. Los sectores más influenciados y beneficiados por esta herramienta son: la educación, salud, infraestructura, producción y logística, generando múltiples oportunidades de crecimiento a los modelos involucrados que logran su implementación efectiva. “The IoT is proliferating across all sectors, creating opportunities and becoming a competitive marketplace weapon as the focus of primary benefits, shifts from both internal and external improvements of the worldwide industries” (Fernández, 2018).

Teniendo en cuenta el entorno cambiante en el que se desarrolla la industria actualmente y los desafíos a los que se enfrentan las cadenas de suministros, gracias a las

múltiples exigencias que los consumidores demandan, las empresas deben flexibilizarse y actualizarse en términos tecnológicos, para esto el “Internet de las cosas” juega un papel fundamental, trayendo consigo avances en el concepto de sostenibilidad empresarial, dando una visión más amplia de lo que se conoce como productividad.

De esta herramienta también se deriva el internet industrial de las cosas (IIoT), el cual se refiere al uso de IoT en el ámbito industrial para mejorar aún más la productividad en todas las actividades de la cadena de suministro “This worldwide paradigm shift, the digital transformation, can be observed across the entire value chain and spans multiple verticals, such as energy, health care, manufacturing, smart cities, and transportation. Each domain developed highly optimized silos in the past, based on Operational Technology (OT), and will be interconnected with others using Information and Communication Technology (ICT).” (Willner, 2018)

## 2.2 CPS (cyber-physical systems)

Es una herramienta utilizada para relacionar los espacios físicos con los sistemas de computación, comunicación y cualquier tipo de sistema digital. Esto aparte de permitir un mayor control en los procesos productivos, genera sistemas altamente sincronizados con un mayor grado de eficiencia, basado en la vigilancia y la interconexión del mundo físico y el cibernético. Además, de transformar la forma en que los humanos interactúan y controlan el mundo físico, esto debido a que CPS son sistemas ciberfísicos

de ingeniería cuyas operaciones son monitoreadas, coordinadas, controladas e integradas por un núcleo de comunicación y computación (Heinis, Hilario, & Meboldt, 2018)

“The term CPS has been defined as the systems in which natural and human made systems (physical space) are tightly integrated with computation, communication and control systems. Decentralization and autonomous behavior of the production process are main characteristics of CPS” (Vaidya, Ambad, & Bhosle, 2018)

### 2.3 Internet de Servicios:

Teniendo presente que cada vez más el mundo y el mercado económico se basan en los servicios como fuente de ingresos y que estos son la clave del futuro industrial, es necesario tener en cuenta esta herramienta y su impacto en la Cuarta Revolución industrial. A diferencia del internet de las cosas, el IoS se refiere a como acceder a un servicio por medio de internet y como hacer que este sea lo mas productivo y eficiente posible, basandose en la idea de un mundo interconectado y cibernético.

El internet de servicios se basa en la idea de una transacción comercial donde una parte otorga acceso temporal a los recursos de otra parte para realizar una función prescrita y un beneficio relacionado. Los recursos pueden ser mano de obra humana y habilidades, sistemas técnicos, información, consumibles, tierra y otros. El IoS esta surgiendo basado en la idea de que los servicios están disponibles fácilmente a través de

las tecnologías web, lo que permite a las empresas y usuarios privados combinar, crear y ofrecer nuevos tipos de servicios de valor agregado. (Hofmann & Rüschi, 2017)

#### 2.4 Industria inteligente:

Debido a que los aspectos mencionados anteriormente tienen una alta relación entre sí, se debe nombrar “La industria inteligente” como otra herramienta, la cual se refiere a un modelo de producción completamente nuevo e innovador, en donde la mano de obra se relaciona cercanamente con el mundo tecnológico, conviviendo y trabajando de la mano para lograr productos y servicios más eficientemente, con mejores propiedades y en un tiempo menor, trayendo consigo un cambio radical en la industria como se conoce y abriendo las puertas a la “Cuarta Revolución industrial”.

Un conjunto de tecnologías aplicadas al panorama de la fabricación da origen a un nuevo concepto de fábrica en el que cada producto, dispositivo, máquina y proceso se interconectan con los demás, lo que hace que los Sistemas Ciberfísicos puedan comunicarse entre sí, lo que resulta en una muy alta grado de automatización (Cimini, Pezzotta, Pinto, & Cavalieri, 2018)

“The term smart manufacturing refers to a future-state of manufacturing, where the real-time transmission and analysis of data from across the factory creates manufacturing intelligence, which can be used to have a positive impact across all aspects of operations... These initiatives comprise industry, academic and government partners,

and contribute to the development of strategic policies, guidelines, and roadmaps relating to smart manufacturing adoption.” (O’Donovan, D. T. J. O’, K. , & K. , 2015)

De acuerdo a lo anterior, las fábricas inteligentes del futuro, se basan en sensores que monitorearán el entorno físico y algoritmos informáticos que se utilizarán para controlar los parámetros operativos físicos. El resultado sería un entorno de fabricación que tiene autoconciencia, autodecisión, auto-comparación, auto-reconfiguración y auto-mantenimiento. (Burrill & Christ, 2016)

El objetivo de la fabricación inteligente es similar al de la fabricación tradicional y la inteligencia empresarial, las cuales se centran en la transformación de la información en conocimiento. A su vez, este conocimiento puede tener un efecto positivo en las operaciones al promover una mejor toma de decisiones. Sin embargo, la fabricación inteligente se puede delinear a partir de la inteligencia de fabricación tradicional dado su enfoque extremo en la recopilación, agregación y intercambio de conocimientos en tiempo real a través de procesos físicos y computacionales, para producir un flujo continuo de inteligencia operativa (O’Donovan, D. T. J. O’, K. , & K. , 2015), la manufacturación inteligente es una aplicación intensificada donde cada aspecto de la fábrica se monitorea, optimiza y visualiza, generando una interconexión física y cibernética, permitiendo una mejora notable en la producción.

Los productos, servicios y operaciones transformados por la tecnología digital crean nuevos medios caracterizados por la convergencia y la generatividad. La convergencia digital se

puede definir como una reconfiguración esencial, generalizada e interactiva de las infraestructuras de información técnica y social de la sociedad moderna (Koch & Windsperger, 2017). Es por esta razón que las herramientas nombradas anteriormente juegan un papel primordial en el desarrollo de la Cuarta Revolución Industrial, generando un equilibrio entre el ámbito social, político, económico y medio ambiental, dando fundamentos y pilares de esta nueva etapa en la industria mundial.

Ahora bien, una de las principales aplicaciones producto de las herramientas mencionadas algunos párrafos arriba son las fábricas inteligentes, las cuales generan grandes beneficios económicos para el sector manufacturero. Para conocer un poco los procesos de creación de manufactura inteligente P. O'Donovan, K. Leahy, K. Bruton and D. T. J. O'Sullivan mencionan en su artículo *An industrial big data pipeline for data-driven analytics maintenance applications in large-scale smart manufacturing facilities* 3 factores claves de las manufacturas inteligentes:

- Integración y contextualización de la data:

Busca inicialmente evaluar qué tipo de data puede ser empleado en las instalaciones (sensores, controladores, bases de datos, etc.) con el fin de crear una información global y contextualizada de todas las instalaciones, ahora bien, la integración de la data de manera individual, es decir por empresa y no en el entorno puede generar un impacto en los costos operacionales, de salud y seguridad y en los factores externos.

- Simulación, modelamiento y analíticos:

Una vez la información ha sido integrada y contextualizada puede ser procesada y sintetizada con el fin de crear manufactura inteligente. Con esto se logra tener un aumento de la información y visibilidad de la fábrica, lo cual busca ayudar a tomar decisiones y realizar acciones que afectan positivamente las operaciones. Como beneficios de este proceso encontramos manufactura flexible, tasa óptima de producción y aumento en la personalización de los productos.

- Proceso e innovación en los productos:

Gracias a la acumulación de data procesada, puede surgir una nueva percepción que emerge de repositorios de inteligencia colectiva, siendo esta la que ayuda a generar mayor innovación tanto en los procesos como en la producción. En cuanto a los beneficios, esta puede causar una ruptura en el mercado que resulte en un modelo de economía cambiante, por ejemplo, el 90% de la reducción en el precio minorista de las laptops. (O'Donovan, D. T. J. O', K. , & K. , 2015)

Así pues, vemos la gran importancia de generar manufacturas inteligentes ya que estas comienzan a ser un factor clave para las grandes economías y un modelo a seguir e implementar para los países en desarrollo. Como podemos ver en el artículo "Industry 4.0: national and regional comparative advantages in key enabling technologies" (Ciffolilli & Muscio, 2018) la

revolución industrial 4.0 está basada en la combinación avanzada entre la manufactura y la tecnología digital relacionada con soluciones novedosas de servicios. Siendo la manufactura un componente crítico en el avance económico, jugando un rol vital en la investigación, innovación y productividad.

Adicional, vemos como los autores toman como ejemplo la manufactura en Europa, ya que esta ha generado la mayor inversión en cuanto a investigación aplicada e innovación con grandes efectos en las economías europeas, contribuyendo enormemente al crecimiento de la productividad y como conductor de servicios de alto valor. Siendo en conclusión, un sector de alto potencial para generar riqueza y crear buena calidad y trabajos altamente calificados, empleando alrededor de 30 millones de personas en más de 2.1 millones de empresas, las cuales generan cerca de 1800 billones de euros en valor agregado. (Ciffolilli & Muscio, 2018)

### **3. AMÉRICA LATINA Y LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL**

Para ahondar en el desarrollo de la cuarta revolución industrial es importante abordar un poco en la historia latinoamericana, en su contexto político y económico, el cual regirían un patrón para el desarrollo y avance de la manufactura en América latina y un bajo nivel de evolución en cada revolución industrial que ha afrontado el mundo.

Ahora bien, Ciravegna, López y Kunduc mencionan en su texto *The internationalization of Latin American enterprises—Empirical and theoretical perspectives*, que entre los años 50s y 80s se encuentra como particularidad entre la mayoría de las economías latinoamericanas, alta regulación debido a la constante intervención del estado con políticas y regulaciones estatales en cuando a los sistemas productivos de cada país, encontrando así periodos de recesión y crisis económicas. Marcando el entorno en el que creció la manufactura en algunos países latinoamericanos, logrando industrias con altos costos de manufacturación y baja calidad, la cual llevó a utilizar equipos de segunda mano. La mayoría de las economías latinoamericanas pasaron por un periodo de industrialización para sustituir un poco las importaciones, el mismo caracterizado por aranceles elevados, intervención estatal y graves desequilibrios macroeconómicos, como la alta inflación y el creciente endeudamiento externo. (Ciravegna, Lopez, & Kunduc, 2016).

Luego de pasar por las inestabilidades macroeconómicas en varios de los países latinoamericanos debido a crisis bancarias, alta inflación, devaluación de las monedas, bancarrotas de sus principales sistemas económicos y el aumento de las tasas de interés por parte de Estados Unidos, país que hacía de principal financiador de las economías en vía de desarrollo, empieza un periodo de ajustes estructurales. Estos cambios buscaban reducir el desbalance macroeconómico de las naciones pero el costo socio-económico era considerablemente alto, entrando así en una década llamada “la década perdida” en donde los gastos del gobiernos se verían afectados en aspectos como la salud, educación y bienestar, aumentando el nivel de pobreza y desempleo.

Luego de varias décadas de crisis, específicamente en el año 2000, Latinoamérica busca salir y manejar su situación a través del incremento de las materias primas, la centralización de sus economías en bienes primarios y la gran apertura a la inversión extranjera. El objetivo principal de esta nueva forma de ver la economía fue prosperar en los mercados locales y desarrollar productos y servicios nuevos para la internacionalización (Ciravegna, Lopez, & Kunduc, 2016).

Ahora bien, esta prosperidad o bien “salida económica” para las economías emergentes de América Latina, traería en sí ciertas consecuencias para los procesos manufactureros de los países (la base de la tercera revolución industrial). Como principales consecuencias vemos la desviación de los horizontes de las personas encargadas de realizar políticas económicas, ya que se enfocaron en la riqueza de ciertos recursos naturales, afectando negativamente la generación de capital físico para las empresas. Así, y trayendo a colación de manera pertinente, “La enfermedad holandesa” se hace más fuerte en las economías Latinoamericana. Esta teoría demuestra que los países que generan remuneración de la exportación de un recurso primario en específico causan devaluación de la moneda del país, para llegar a ser el sector manufacturero menos lucrativo. (Blanco & Robin, 2012)

Luego de analizar el argumento presentado en el párrafo anterior y partiendo del supuesto de que los recursos naturales son escasos, podemos ver que la búsqueda de nuevos métodos para la extracción de recursos y el procesamiento de estos, es prioridad. Por esto, es necesario apostar a procesos de innovación y desarrollo en los que deben incurrir los países para

mejorar su maquinaria y sistemas generadores de tecnología; trayendo consigo oportunidades que aumentarían la capacidad de generar trabajadores profesionales, científicos e ingenieros para responder a específicos problemas del mercado, avances tecnológicos fuera de la industria y retroalimentación de la tecnología utilizada. (Pietrobellia, Marin, & Olivari, 2018).

Los países en desarrollo han basado su economía en recursos no renovables que les han permitido tener cierta estabilidad frente a sus competidores, el problema radica en que la industrialización y automatización deja por fuera esta serie de recursos, ya que no representan una ventaja sostenible en el tiempo, trayendo consigo preocupación y estancamiento a las economías menos desarrolladas, en su mayoría de América Latina. Las actividades económicas basadas en recursos naturales se han expandido significativamente en las últimas décadas, tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo. Al mismo tiempo, la gran dependencia de esto no ha disminuido en los países Latinoamericanos, lo que suscita preocupación con respecto a los efectos del desarrollo económico en estas industrias. Esto no es nuevo y ha sido una cuestión tradicional en las economías en desarrollo, ya que al tener grandes dotaciones de recursos naturales no se han preocupado por el progreso industrial a un ritmo constante. (Pietrobellia, Marin, & Olivari, 2018)

De acuerdo a los seguidores de la escuela llamada “Capital Social” el desarrollo económico se centra en cuatro elementos: capital natural (recursos naturales), capital físico (manufactura), capital humano (conocimiento) y capital social (instituciones, reglas, normas y actitudes que sacuden las interacciones de los actores dentro de una sociedad). Conforme a lo anterior América Latina está en una gran desventaja porque la mayoría de los países se han

basado únicamente en los recursos naturales; por esto se debe desarrollar de una manera activa los otros tipos de capitales con un conjunto de condiciones que fomenten la diversificación económica, la expansión de la base industrial y la incorporación del valor agregado en las exportaciones. El capital humano debe basarse en el crecimiento sostenido de la educación, la ciencia y la tecnología. Y el capital social debe apoyarse en la reestructuración y el fortalecimiento de los marcos institucionales y asociativos, así como en la promoción de los patrones de cultura cívica y la confianza interpersonal. (Toro-hardy, 2010)

Dando alcance a lo anterior, las economías emergentes tienen un reto mayor frente a la Cuarta Revolución industrial, ya que a diferencia de las potencias mundiales, todavía presentan fallas en aspectos de vital importancia para el desarrollo en cualquier ámbito, como lo es la infraestructura y la aplicación de herramientas tecnológicas. “El desafío, sin embargo, es que no se dispone de una década para cambiar lentamente la mentalidad antes de actuar sobre los retos de la Cuarta Revolución Industrial (...) Por lo tanto, no es bueno dejar la evolución del futuro tecnológico al azar, o confiar en que las fuerzas del mercado crearán el futuro que se quiere. Por el contrario, es necesario hablar, pensar y actuar hoy” (Schwab, 2018). De acuerdo con Schwab, las economías menos desarrolladas, necesitan cambios radicales y cercanos de lo contrario, las consecuencias negativas intrínsecas en cualquier fenómeno de esta magnitud serán aún más lamentables en estos países.

Uno de los puntos más críticos y de los principales elementos que llevan a América Latina a estar en una posición desfavorable frente a la situación actual de la industria y la economía; es el aspecto cultural. Entre las causas de su existencia se encuentran factores como la

falta de un estímulo participativo y organizativo, la ausencia de un espíritu cívico, una tendencia a vivir en el presente sin hacer un esfuerzo diligente para construir un futuro, un bajo nivel de iniciativa en la resolución de problemas y un alto grado de dependencia de las acciones de las economías fuertes. Para empeorar las cosas, el colapso general de la red de seguridad incorporada en los programas de bienestar social, que se ha producido en toda la región como resultado del proceso de globalización, ha afectado gravemente la herramienta más fundamental de América Latina para superar sus limitaciones culturales: la educación. (Toro-hardy, 2010)

La cuarta revolución industrial está basada en una serie de avances tecnológicos que impulsan la inteligencia artificial, generando cambios en los modelos económicos mundiales y en las industrias existentes. Estos cambios están arraigados a la adopción de tecnología y digitalización en las empresas manufactureras las cuales se encuentran influenciadas por sistemas digitales que les permiten aumentar sus niveles de productividad, como resultado de la disminución de costos de materia prima, personal y tiempos de procesamiento. Además, encontramos fábricas estructuradas que buscan tener niveles de desperdicios cero y la reducción de tiempos en cada una de las etapas de la fábrica.

Esta nueva etapa industrial está afectando las reglas de competencia, la estructura de la industria y las demandas de los clientes. Está cambiando las condiciones de competencia porque los modelos de negocios de las empresas se están reformulando mediante la adopción de los conceptos de IoT y la digitalización de las fábricas. Desde el punto de vista del mercado, las tecnologías permiten a las empresas ofrecer nuevas soluciones digitales para clientes, como servicios basados en Internet integrados en productos. Desde la perspectiva operativa, se proponen tecnologías digitales, como CPS, para reducir los tiempos de configuración, los costos

de mano de obra y materiales y los tiempos de procesamiento, lo que resulta en una mayor productividad de los procesos de producción (Li & Parlikad, 2016). Lo anterior dejando claro el reto al que se enfrentan estos países y la obligación inminente de pensar diferente respecto a su economía y al sistema de producción actual.

Así pues, se ve la necesidad latente de abrir espacios donde se adopten cambios representativos en las nuevas tendencias tecnológicas. Como dice Pombo, Gupta y Stankovic en su texto *Servicios sociales para ciudadanos digitales Oportunidades para América Latina y el Caribe*, la transformación digital estimula el crecimiento de la innovación en muchas actividades, que lleva a transformar los servicios públicos y mejorar el bienestar de las personas, a medida que se tienen avances tecnológicos, nuevas oportunidades en cuanto a la calidad de la educación que se da a la población y en especial la actualización en los programas educativos sean adaptados a las nuevas tendencias mundiales (Pombo, Gupta, & Stankovic, 2018). Es aquí donde se evidencia el papel del gobierno en la implementación de nuevas políticas y oportunidades para lograr que sus economías crezcan de manera, teniendo los afectados negativamente en el menor número posible y brindándole opciones para reintegrarse a este fuerte fenómeno económico.

Los países Latinoamericanos tienen la tarea de modernizar sus procesos y trabajar de la mano con la industria 4.0, esto es primordial si se quiere tener un futuro industrial estable, adaptado a los cambios que cada vez serán mayores y más fuertes. Estos cambios buscan mejorar la productividad de las empresas como ya se ha mencionado previamente, el cual genera una reingeniería en diferentes niveles de la organización, produciendo cambios en cada etapa de la

cadena de suministro, creando fuertes economías a escala con productos personalizados. Es importante enfrentar todos estos desafíos con la integración de la parte humana en los procesos manufactureros inteligentes los cuales generan valor a cada actividad de la cadena y reduce el desperdicio para las fábricas.

La digitalización del proceso de fabricación es la necesidad de la industria actual. Las industrias manufactureras están cambiando actualmente de la producción en masa a la producción personalizada. Los rápidos avances en tecnologías de fabricación y aplicaciones en las industrias ayudan a aumentar la productividad. La cuarta revolución industrial se define como un nuevo nivel de organización y control sobre toda la cadena de valor del ciclo de vida de los productos, orientado a los requisitos del cliente cada vez más individualizados. La industria 4.0 se refiere a la integración estricta de humanos en el proceso de fabricación para tener una mejora continua y centrarse en actividades de valor agregado y evitar desechos.” (Vaidya, Santosh, & Prashant, 2018).

El fenómeno al que se enfrenta el mundo es rápido y agresivo, trayendo consigo múltiples beneficios a la industria desarrollada y posibles afectaciones a las economías inestables. En términos generales, la implementación de las nuevas tecnologías es más desafiante para las economías latinoamericanas que para las potencias mundiales. Las primeras han basado su crecimiento económico en el mercado de materias primas no procesadas, generando que las compañías tengan menos tecnificación y estancando su crecimiento. Igualmente, se ven otros factores que influyen en esto, como el nivel de educación, la infraestructura y en general el

aspecto cultural que no permite la generación de valor a los productos ofrecidos en este mercado y por lo tanto a la industria en su totalidad (Dalenogare, Brittes Benitez, Fabián Ayala, & Germán Frank, 2018). A pesar de esto, y con un adecuado aprovechamiento de las oportunidades brindadas por este fenómeno, son múltiples los beneficios que puede traer para las empresas y en general para la economía latinoamericana.

“The Industry 4.0 concepts are proposed to enable companies to have flexible manufacturing processes and to analyze large amounts of data in real time, improving strategic and operational decision-making . This new industrial stage has been possible due to the use of ICTs in industrial environments and due to the cheapening of sensors, increasing their installation in physical objects.” (Dalenogare, Germán Frank, Brittes Benitez, & Ayala, 2018)

El adecuado manejo de la tecnología y su implantación en el mercado laboral, industrial y económico trae consigo el desarrollo del proceso de manufacturación, mejorando la eficiencia e implantando estrategias adecuadas para el manejo de la demanda actual, la cual es cambiante y exigente. Lo anterior, desarrollando sistemas integrados y conectados, los cuales monitorean los procesos de la cadena de suministro aumentando su productividad mediante bases de datos. Por lo tanto, desde el desarrollo de la fabricación digital en la década de 1980, han surgido diferentes tecnologías que se han aplicado en sistemas de producción, como la computación en la nube para servicios de fabricación bajo demanda, simulación para la puesta en servicio, fabricación aditiva para sistemas de fabricación flexibles, entre otros. (Dalenogare, Germán Frank, Brittes Benitez, & Ayala, 2018)

La cuarta revolución industrial trae consigo múltiples cambios en aspectos tanto públicos como privados, generando una alarma para las economías emergentes; las cuales deben asumir un papel activo a la hora de mejorar falencias que impiden su desarrollo y el avance de los sistemas productivos, poniendo en peligro la industria latinoamericana actual. En la nueva era, existen herramientas que facilitan estos cambios y ayudan a forjar un futuro más estable, herramientas que se deben poner en acción inmediatamente, ya que el fenómeno que se está viviendo no deja espacio para la reactividad ni para que la fuerza del mercado ponga todo en su lugar. Así como lo dejan saber Grier y Banco en su artículo *Natural resource dependence and the accumulation of physical and human capital in Latin America*

“The future of production as predicted by Industry 4.0 consists in pervasive integration, where every manufacturing elements autonomously exchange information, trigger actions and control themselves independently. This manufacturing approach that intends to create smarter processes is characterized by small decentralized and digitalized production networks that act without human intervention and autonomously control their operations depending on their environment changes and requirements” (Grier & Blanco , 2012).

Lucas Santos Dalenogarea, Guilherme Brittes Benitez, Néstor Fabián Ayala, Alejandro Germán Franka muestran el panorama de América latina a través de Brasil y su implementación de tecnologías en su artículo *The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance*. Los autores hacen referencia a la perspectiva negativa

que se presenta en cuanto a la implementación de última tecnología, ya que la tecnología del internet de las cosas es percibida como útil para el procesamiento de la información en tiempo real, pero no para la data de almacenamiento y su análisis. Luego del análisis de estudios y encuestas se logra ver como el sector industrial no cuenta con la capacidad de analizar propiamente gran cantidad de información que generan. Siendo así este vacío de conocimiento el punto principal donde se puede generar la percepción de utilidad del desarrollo de nuevos productos, lo cual representa la brecha en la adopción de la industria 4.0 (Dalenogare, Germán Frank, Brittes Benitez, & Ayala, 2018).

#### **4. CONCLUSIONES**

A través del tiempo el mercado Latinoamericano se ha enfocado en los commodities y materias primas no procesadas, esto ha sostenido su economía durante los últimos años, incluso haciendo que muchos de estos países logren un desarrollo resaltando en la industria local y proyectándose como economías fuertes, las cuales avanzan de manera limitante y pausada, debido a que no se genera valor en las materias primas y en los procesos productivos de extracción de las mismas.

Así pues, se desarrolla una dependencia del mercado de oferta y demanda que determina el nivel de crecimiento de las economías con el precio que pacta; por el otro lado, vemos las potencias mundiales las cuales avanzan exponencialmente gracias al desarrollo tecnológico y

sistemático de sus organizaciones, que buscan mejorar cada etapa de sus procesos industriales a través de sistemas altamente productivos, de bajo costo y autónomo.

Un escenario internacional turbulento y circunstancias difíciles dentro de América Latina presentan una crisis y un desafío para la región. Las presiones sociales, las restricciones económicas, la incertidumbre política, el cambio cultural y los ecosistemas vulnerables parecen indicar una visión pesimista del futuro de la región, pero dentro de estos mismos temas hay posibilidades de un avance positivo, especialmente si se aprovechan las oportunidades económicas, científicas y tecnológicas. (R.Sagasti, 2002), lo anterior mediante la efectiva implementación de los modelos tecnológicos que la Industria 4.0 propone y el desarrollo de las fortalezas existentes, dejando atrás la economía de primer grado e incursionando a una industria más avanzada y tecnificada.

A raíz de esta nueva etapa, los países latinoamericanos se centran en enfrentar múltiples cambios relacionados con la manera de producir y con la integración de la tecnología en estos procesos, logrando una industria conectada y sistematizada, con el fin de volverse economías más eficientes y competitivas en el mundo. “If Latin America is to have a future that transcends more than three or four successful national stories and a few competitive clusters and niches around the region, there must be fundamental cultural change from within combined with a friendlier and less predatory international atmosphere.” (Toro-hardy, 2010)

Para adaptarse a esto, se debe evolucionar la manera de pensar, mejorar los procesos educativos, interiorizar las nuevas tendencias laborales, permitir el desarrollo social con los nuevos sistemas inteligentes y aprovechar las abundantes oportunidades laborales a nivel nacional e internacional, aportando al crecimiento de cada país y así adecuando cada sistema económico a uno flexible con el que puedan sobrevivir a estos cambios y en un futuro competir con las grandes economías mundiales, generando ventajas competitivas y entrando a lo que se conoce como “Cuarta revolución industrial”

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Blanco, L., & Robin, G. (Septiembre de 2012). Natural resource dependence and the accumulation of physical and human capital in Latin America. *Resources Policy*, 281-295. Obtenido de [https://ac-els-cdn-com.ez.urosario.edu.co/S0301420712000062/1-s2.0-S0301420712000062-main.pdf?\\_tid=07659a3a-39d4-4bbf-9070-86b38ad9c439&acdnat=1550332159\\_5bb465d4e6dcaa1fb9c40e2563b5df7c](https://ac-els-cdn-com.ez.urosario.edu.co/S0301420712000062/1-s2.0-S0301420712000062-main.pdf?_tid=07659a3a-39d4-4bbf-9070-86b38ad9c439&acdnat=1550332159_5bb465d4e6dcaa1fb9c40e2563b5df7c)
- Burritt, R., & Christ, K. (12 de Diciembre de 2016). Industry 4.0 and environmental accounting: a new revolution? *Asian Journal of Sustainability and Social Responsibility*. Obtenido de <https://ajssr.springeropen.com/articles/10.1186/s41180-016-0007-y>

- Ciffolilli, A., & Muscio, A. (04 de octubre de 2018). Industry 4.0: national and regional comparative advantages in key enabling technologies. *European Planning Studies* , 2323-2343. Obtenido de <https://www-tandfonline-com.ez.urosario.edu.co/doi/full/10.1080/09654313.2018.1529145>
- Cimini, C., Pezzotta, G., Pinto, R., & Cavalieri, S. (11 de Junio de 2018). Industry 4.0 technologies impacts in the manufacturing and supply chain landscape: An overview. *Studies in Computational Intelligence*, 109-120. Obtenido de <https://www-scopus-com.ez.urosario.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-85059053479&origin=resultlist&sort=plf-f&src=s&st1=fourth+industrial+revolution+&nlo=&nlr=&nls=&sid=c6440a26aa2747b0f3ca4a68ec26d44a&sot=b&sdt=b&sl=34&s=ALL%28fourth+industrial+revol>
- Ciravegna, L., Lopez, L., & Kunduc, S. (Junio de 2016). The internationalization of Latin American enterprises—Empirical and theoretical perspectives. *Journal of Business Research*, 1957-1962. Obtenido de <https://www-sciencedirect-com.ez.urosario.edu.co/science/article/pii/S0148296315005809>
- Dalenogare, L. S., Brittes Benitez, G., Fabián Ayala, N., & Germán Frank, A. (21 de Julio de 2018). The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *International Journal of Production Economics*, 383-394. Obtenido de <https://www-sciencedirect-com.ez.urosario.edu.co/science/article/pii/S0925527318303372>
- Dalenogare, L. S., Brittes Benitez, G., Ayala, N., & Frank, A. (Octubre de 2018). The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *International*

*Journal of Production Economics*, 383-394. Obtenido de <https://www-sciencedirect-com.ez.urosario.edu.co/science/article/pii/S0925527318303372>

Dalenogare, L. S., Germán Frank, A., Brittes Benitez, G., & Ayala, N. (Octubre de 2018). The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance.

*International Journal of Production Economics*, 383-394. Obtenido de <https://www-sciencedirect-com.ez.urosario.edu.co/science/article/pii/S0925527318303372>

Dalenogare, L. S., Germán Frank, A., Brittes Benitez, G., & Ayala, N. (Octubre de 2018). The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance.

*International Journal of Production Economics*, 383-394. Obtenido de <https://www-sciencedirect-com.ez.urosario.edu.co/science/article/pii/S0925527318303372>

Fernández, M. S. (09 de Mayo de 2018). What is a smart device? - a conceptualisation within the paradigm of the internet of things. *Visualization in Engineering*. Obtenido de <https://viejournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40327-018-0063-8>

Grier, R., & Blanco, L. (Septiembre de 2012). Natural resource dependence and the accumulation of physical and human capital in Latin America. *Resources Policy*, 281-295. Obtenido de [https://ac-els-cdn-com.ez.urosario.edu.co/S0301420712000062/1-s2.0-S0301420712000062-main.pdf?\\_tid=bc93a3f0-ebc9-4305-a9ed-c6756f6e12f4&acdnat=1550430408\\_bb3aa7601acb4857e4eebb9a7882eabd](https://ac-els-cdn-com.ez.urosario.edu.co/S0301420712000062/1-s2.0-S0301420712000062-main.pdf?_tid=bc93a3f0-ebc9-4305-a9ed-c6756f6e12f4&acdnat=1550430408_bb3aa7601acb4857e4eebb9a7882eabd)

Heinis, T. B., Hilario, J., & Meboldt, M. (25 de Septiembre de 2018). Empirical study on innovation motivators and inhibitors of Internet of Things applications for industrial manufacturing enterprises. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*. Obtenido de

<https://innovation-entrepreneurship.springeropen.com/articles/10.1186/s13731-018-0090-7>

Hofmann, E., & Rüsich, M. (Agosto de 2017). Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. *Computers in Industry*, 23-24. Obtenido de <https://www-sciencedirect-com.ez.urosario.edu.co/science/article/pii/S0166361517301902>

Koch, T., & Windsperger, J. (19 de Mayo de 2017). Seeing through the network: Competitive advantage in the digital economy. *Journal of Organization Design*. Obtenido de <https://jorgdesign.springeropen.com/articles/10.1186/s41469-017-0016-z>

Kumar, M. P., Amit K, S., & Ajith, A. (Febrary de 2019). Industry 4.0: A bibliometric analysis and detailed overview. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 218-235. Obtenido de <https://www-scopus-com.ez.urosario.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-85058153358&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=fourth+industrial+revolution+&st2=&sid=c6440a26aa2747b0f3ca4a68ec26d44a&sot=b&sdt=b&sl=34&s=ALL%28fourth+industrial+revolution+%29&>

Li, H., & Parlikad, A. (2016). Social Internet of Industrial Things for Industrial and Manufacturing Assets. *IFAC-PapersOnLine*, 208-213. Obtenido de <https://www-sciencedirect-com.ez.urosario.edu.co/science/article/pii/S2405896316324600>

Müller, J. M., & Voigt, K.-I. (6 de Septiembre de 2018). The Impact of Industry 4.0 on Supply Chains in Engineer-to-Order Industries - An Exploratory Case Study. *IFAC-PapersOnLine*, 122-127. Obtenido de <https://ac-els-cdn-com.ez.urosario.edu.co/S2405896318313697/1-s2.0-S2405896318313697->

main.pdf?\_tid=e6d3a8cd-643a-4001-94e6-4913ecb969be&acdnat=1550436968\_5fa8a84fb2589ee58af7fb0e42b9f21a

O'Donovan, P., D. T. J. O', S., K., B., & K., L. (16 de Noviembre de 2015). An industrial big data pipeline for data-driven analytics maintenance applications in large-scale smart manufacturing facilities. *Journal of Big Data*. Obtenido de

<https://journalofbigdata.springeropen.com/articles/10.1186/s40537-015-0034-z>

Pietrobelli, C., Marin, A., & Olivari, J. (Octubre de 2018). ScienceDirect. *Innovation in mining value chains: New evidence from Latin America*. Obtenido de <https://www-sciencedirect-com.ez.urosario.edu.co/science/article/pii/S030142071830254X>

Pietrobellia, C., Marin, A., & Olivari, J. (Octubre de 2018). Innovation in mining value chains: New evidence from Latin America. *Resources Policy*, 1-10. Obtenido de <https://www-sciencedirect-com.ez.urosario.edu.co/science/article/pii/S030142071830254X#!>

Pombo, C., Gupta, R., & Stankovic, M. (2018). *Servicios sociales para ciudadanos digitales Oportunidades para América Latina y el Caribe*. Obtenido de <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/8885/Servicios-sociales-para-ciudadanos-digitales-Oportunidades-para-America-Latina-y-el-Caribe.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

R.Sagasti, F. (13 de Abril de 2002). ScienceDirect. *Crisis and challenge: Science and technology in the future of Latin America*. Obtenido de <https://www-sciencedirect-com.ez.urosario.edu.co/science/article/pii/0016328789900049>

RN, R. M. (27 de Junio de 2018). Is the Fourth Industrial Revolution relevant to you? *Nursing & Health Sciences*, 139-141. Obtenido de <https://onlinelibrary-wiley-com.ez.urosario.edu.co/doi/10.1111/nhs.12542>

Schwab, K. (18 de Enero de 2018). La urgencia de dar forma a la Cuarta Revolución Industrial. *Agenda Global*. Obtenido de <https://es.weforum.org/agenda/2018/01/la-urgencia-de-dar-forma-a-la-cuarta-revolucion-industrial/>

Toro-hardy, A. (21 de Octubre de 2010). Is there a future for Latin America? *Cambridge Review of International Affairs*, 155-166. Obtenido de <https://www-tandfonline-com.ez.urosario.edu.co/doi/full/10.1080/0955757042000203704>

Toro-hardy, A. (2010). Is there a future for Latin America? *Cambridge Review of International Affairs* , 155-166.

Vaidya, S., Ambad, P., & Bhosle, S. (21 de Febrero de 2018). Industry 4.0 – A Glimpse. *Procedia Manufacturing*, 233-238. Obtenido de [https://ac-els-cdn-com.ez.urosario.edu.co/S2351978918300672/1-s2.0-S2351978918300672-main.pdf?\\_tid=af1fd105-eb80-47a5-a7db-f82a7f6d6ee1&acdnat=1547336844\\_c06352f422ebded0376bdd40eada0b21](https://ac-els-cdn-com.ez.urosario.edu.co/S2351978918300672/1-s2.0-S2351978918300672-main.pdf?_tid=af1fd105-eb80-47a5-a7db-f82a7f6d6ee1&acdnat=1547336844_c06352f422ebded0376bdd40eada0b21)

Vaidya, S., Santosh, B., & Prashant, A. (21 de Febrero de 2018). *Industry 4.0 – A Glimpse*. Obtenido de <https://www-sciencedirect-com.ez.urosario.edu.co/science/article/pii/S2351978918300672>

Vaidya, S., Santosh, B., & Prashant, A. (21 de Febrero de 2018). Industry 4.0 – A Glimpse. *Procedia Manufacturing*, 233-238. Obtenido de <https://www-sciencedirect-com.ez.urosario.edu.co/science/article/pii/S2351978918300672>

Willner, A. (31 de Mayo de 2018). The Industrial Internet of Things. *Internet of Things A to Z: Technologies and Applications*, Chapter 11. Obtenido de <https://onlinelibrary-wiley-com.ez.urosario.edu.co/doi/10.1002/9781119456735.ch11>