# Estrategias de competitividad tecnológica en la conectividad móvil y las comunicaciones de la industria 4.0 en Latinoamérica

# German D. Corzo<sup>1</sup> y Erick L. Alvarez-Aros<sup>2</sup>\*

- (1) Ejército Nacional de Colombia, Centro de Educación y Doctrina, Grupo de Investigación CIGA, Carrera 8A No. 101 33, Bogotá-Colombia (correo-e: germandario.corzo@upaep.edu.mx).
- (2) Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, Posgrados de Ingeniería, Puebla-México (correo-e: erickleobardo.alvarez@upaep.mx).

Recibido Jul. 13, 2020; Aceptado Sep. 10, 2020; Versión final Oct. 15, 2020, Publicado Dic. 2020

#### Resumen

Este estudio analiza la conectividad móvil en la industria 4.0 (14.0) en Latinoamérica para identificar brechas, oportunidades y estrategias de competitividad tecnológica. Para ello, se realiza un análisis bibliométrico en el cual se buscaron documentos de Scopus de los últimos 10 años y se procesaron con R, Bibliometrix y Biblioshiny. Los resultados muestran el número de autores, producción científica y citaciones de documentos por continentes, regiones y países. Estos, se contrastan con el Informe de Competitividad Global del 2019 del Foro Económico Mundial y de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) para mostrar la brecha digital. Se concluye que en Latinoamérica hay brechas asimétricas y poca investigación en I4.0, automatización y robótica. Aunque el interés directivo representa oportunidades futuras, si gobierno y empresas formulan políticas y estrategias centradas en una economía digital con desarrollo de híperconectividad, las comunicaciones móviles, los sistemas ciber-físicos, y el internet de las cosas en la relación cliente-industria-gobierno.

Palabras clave: competitividad tecnológica; brecha tecnológica; industria 4.0; Bibliometrix; comunicaciones móviles

# Technological competitiveness strategies in mobile connectivity and industry 4.0 communications in Latin America

# **Abstract**

The present study examines mobile connectivity in Latin America's industry 4.0 to identify gaps, opportunities, and a starting point in the formulation of strategies for technological competitiveness. SCOPUS publications are compiled from the last ten years and a bibliometric analysis is performed and processed with R, Bibliometrix, and Biblioshiny. The results show the number of authors, scientific production, and citations by continents, regions, and countries. These are contrasted with the 2019 Global Competitiveness Report from the World Economic Forum and the United Nations Economic Commission for Latin America and the Caribbean (UNECLAC) to show the digital gap. It is concluded that in Latin America there are asymmetric gaps and lack of research in I4.0, automation, and robotics. Although there is interest at the management level, this may represent future opportunities if governments and companies formulate policies and strategies focused on a digital economy with hyper-connectivity development, mobile communications, cyber-physical systems, and the Internet of things examining the relationships between customers, industries, and government.

Keywords: technological competitiveness; technological gap; industry 4.0; Bibliometrix; mobile communications

<sup>\*</sup> Autor a quien debe ser dirigida la correspondencia

#### INTRODUCCIÓN

La cuarta revolución industrial es un concepto acuñado por Klaus Schwab en 2016, aunque sus orígenes pueden ser rastreados desde la tercera revolución industrial, con la introducción de tecnologías digitales que surgen desde mediados del siglo pasado y se estructura el concepto como una fusión tecnológica que borra las líneas que separan los ámbitos físicos, digitales y biológicos (Xu et al., 2018). Sin embargo, una de las tecnologías que ha tenido gran influencia en la evolución y transformación de la industria son las comunicaciones móviles, que para el año 2013 proyectaba suscripciones LTE (telefonía móvil de cuarta generación o 4G) que superaban los 1.300 millones para fines de 2018, al tiempo que ya se estaba investigando sobre las redes de quinta generación (5G). Entre tanto, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) documentaba en 2015 para la "Quinta Conferencia Ministerial sobre la Sociedad de la Información de América Latina y el Caribe", que esta evolución había permitido la interacción directa del consumidor final con la industria, logrando un ambiente de oportunidades a través del comercio en línea, la economía colaborativa y la fabricación personalizada (CEPAL, 2016); la masificación del teléfono móvil ha articulado la industria y el intercambio de productos a velocidades jamás vistas, gracias a los adelantos de la conectividad.

Por otra parte, en cuanto a la innovación en economía digital, el Foro Económico Mundial (WEF) en su reporte global de competitividad de 2019, mostraba a Latinoamérica en un panorama de atraso con respecto a otras economías, clasificando en su listado al primer país de la región (Chile) en el puesto 33 (Schwab, 2019). Con base en lo anterior, esta investigación tiene varios propósitos, primero, analizar las brechas de producción científica documental sobre comunicaciones móviles en la cuarta revolución industrial para Latinoamérica; segundo, mostrar el panorama entre el reporte del WEF y el de la brecha digital de la CEPAL con respecto a la cantidad de publicaciones científicas, tercero, identificar oportunidades y estrategias que incentiven la competitividad relacionada con la conectividad en los países de la región.

Asimismo, con este estudio se pretende fortalecer las teorías sobre estrategias empresariales en el área tecnológica, teniendo en cuanta que la Industria 4.0 (I4.0) comprende una variedad de tecnologías que permiten el desarrollo de la cadena de valor, mejor calidad del producto, mejorar la interacción con el consumidor y la eficiencia en el desempeño organizacional, lo cual ha atraído mucha atención en la literatura reciente, sin embargo, hay pocas revisiones sistemáticas y extensas de investigación que capturen la naturaleza dinámica de este tema, además, el creciente interés tanto de académicos como profesionales ha instado a la necesidad de revisarlas con mayor profundidad (Kamble et al., 2018).

Para cumplir el objetivo propuesto, se presentan inicialmente algunos conceptos sobre la cuarta revolución industrial, los elementos, su evolución desde la estrategia gubernamental y los efectos socioeconómicos, luego se realiza una metodología con enfoque cualitativo, basado en un proceso inductivo (Hernandez et al., 2014), a través de un análisis bibliométrico con metadatos obtenidos de documentos de la base de datos Scopus, procesados con ayuda del software R, y el paquete "Bibliometrix" y la interface web "Biblioshiny". La consulta se realizó con términos relacionados a la competitividad, las estrategias, las comunicaciones y la conectividad móvil en la industria 4.0. Luego, los resultados obtenidos se procesaron para obtener Figuras o Tablas entre regiones y países sobre la investigación en comunicaciones móviles relacionadas con Industria 4.0, también se muestran los documentos más citados para hacer una revisión de contenido, de los temas tratados y las palabras claves. De esta forma se determina parcialmente la naturaleza dinámica de las brechas externas con otros países e internas entre los países latinoamericanos, además, se visualizan las oportunidades para el desarrollo de la investigación en el área de las comunicaciones móviles y se hacen recomendaciones tendientes a enfocar las estrategias tecnológicas de Latinoamérica hacia la conectividad.

# **OTROS ANTECEDENTES**

En el año 2016 desde el Foro Económico Mundial (WEF) se comienza a acuñar el concepto de cuarta revolución industrial como una transformación de la economía mundial debida a la rápida evolución tecnológica, principalmente en la Inteligencia Artificial (IA) y robótica, lo que generó una creciente preocupación sobre el proceso de "destrucción creativa" en cuanto al papel en el que el ser humano juega frente a las maquinas automatizadas y surge la pregunta fundamental de como las personas, las empresas y las industrias deben responder a este cambio revolucionario. Cortés (2016), plantea que actualmente es posible identificar señales evidentes de este concepto como la hiper-conectividad y las comunicaciones, los sistemas ciber-físicos, el internet de las cosas (IoT), la fabricación personalizada y la nanotecnología y cita a Klaus Schwab para señalar tres áreas en las cuales los cambios van a ser significativos: trabajo, gobierno y empresa.

De la misma forma, su concepción se trata de una era con enormes retos donde la digitalización de sistemas, automatización de la industria, la interconexión y las comunicaciones llevan a una nueva visión la de fábrica

del futuro o fábrica inteligente, a través de tecnologías nuevas y disruptivas que alimentan la formación de Ciudades Inteligentes (Smart Cities). Con todo esto, se vislumbran nuevos retos con importantes aristas estratégicas en torno a la desigualdad, la privacidad, la propiedad intelectual y la ciber-seguridad (Joyanes, 2017).

En cuanto al primer evento que desencadenó la cuarta revolución industrial fue el anuncio que hizo el gobierno alemán en la feria de Hannover del año 2011, en un plan para salvaguardar la competitividad de su industria manufacturera a largo plazo, fue llamado "Industrie 4.0". Esta iniciativa impulsó planes gubernamentales y estrategias del sector industrial, adoptando tecnologías con los mismos principios del plan alemán. En 2011, Estados Unidos desarrolló la iniciativa de "Asociación de Fabricación Avanzada (AMP)", en Europa, Francia presentó el plan denominado "La Nouvelle France Industrielle" en 2013, y luego la "Industrie du future". Este mismo año el Reino Unido anunció el plan "Futuro de la manufactura" para apoyar el crecimiento de la manufactura en el país, la Comisión Europea lanzó el programa "fábricas del futuro (FoF)". En el continente asiático, Corea del Sur fue el promotor de esta tendencia, en 2014 desarrolló el plan "innovación de fabricación 3.0", para desarrollar estrategias de innovación. Posteriormente, los gobiernos de China y Japón desarrollaron los planes denominados "Hecho en China 2025", "Internet Plus" y "Super Smart Society" lanzados en 2015, en 2016 el gobierno de Singapur, anunció su "Plan de Investigación, Innovación y Empresa 2020" para propagar los principios clave en los dominios avanzados de fabricación e ingeniería (Mariani y Borghi, 2019).

En general, las tendencias en el campo de la estrategia corporativa y la cuarta revolución industrial refieren que los cambios actuales y futuros que ocurren en el desarrollo de la industria pertenecen al concepto de I4.0, incluyendo futuros desarrollos en el campo industrial para lograr procesos de fabricación más inteligentes. Los cambios más veloces y radicales tienen un impacto en los modelos de negocio de las empresas y estas tienen que cambiar sus estrategias corporativas y estructuras organizativas para adaptarse a los cambios, que para algunas significa sobrevivir en el mercado. Se prevén cambios a gran escala en las transformaciones de los modelos sociales y empresariales, la virtualización y la descentralización ayudada por las tecnologías de I4.0 que permiten la fabricación inteligente (Ajdovec et al., 2017).

Un estudio que sustenta la preocupación sobre las implicaciones de la 14.0 en la afectación de los seres humanos con la automatización, fue realizado por Delloitte insights durante el año 2017 basada en una encuesta hecha a 1.603 ejecutivos de 19 países de Asia, América (Latinoamérica y Norteamérica) y Europa, de los sectores industriales más importantes. Allí se estudió, entre otros temas, acerca de la fuerza de trabajo. Los resultados muestran que el 70% de los ejecutivos de la región Asiática consideran que las tecnologías autónomas reemplazarán con el tiempo a los trabajadores humanos, el 49% de los ejecutivos de la región Europea comparten esta opinión, mientras que en la región de América 77% por ciento en Norteamérica y 78% en Latinoamérica, piensan que los humanos "aumentan" con las máquinas (Deloite Insights, 2018).

Por los tanto, el desarrollo tecnológico y la digitalización se encuentran convulsionando al mundo debido a su crecimiento exponencial, tanto que, los últimos 10 años han tenido más cambios que los anteriores 50. La disrupción tecnológica marca importantes brechas socioeconómicas, principalmente en poblaciones vulnerables (Serrano et al., 2019). La mitigación de tales cambios se hace fundamental en muchos sectores donde el cambio y la adaptación se vuelven más complicados por sus estructuras organizacionales complejas (Spremolla, 2018). Por estas razones, el ámbito social ampliamente afectado, desde la misma base por cambios que marcan generaciones con menor espacio de tiempo, ha generado propuestas como la reconstrucción del humanismo cooperativo, la cultura en la sociedad para el gozo individual y colectivo, e instalar el buen vivir en las ciudades como si de un reglamento orgánico se tratara (Cortés y Activa, 2016).

# **METODOLOGÍA**

Las revisiones de literatura y los análisis bibliométricos, son herramientas fundamentales en los trabajos de investigación, pues evalúan y analizan datos de literatura relacionada y pertinente, y son una combinación de búsqueda sistemática y narrativa (Diez et al., 2019) que tienen como objetivo el buscar elementos que identifiquen problemas que no son tan evidentes. Kamble et al., (2018) citan a Saunders para hacer ver que las brechas de investigación deberían ser tales que, si se trabajaran, ayudarían a fortalecer el campo de estudio; en este sentido, él mismo prescribió una revisión estructurada de la literatura a través de un ciclo iterativo definiendo palabras clave para una búsqueda estructurada de literatura relevante que permitiera hacer un análisis del tema de estudio. En el sentido anterior, para esta investigación también se realizó un análisis bibliométrico soportado en una detallada revisión literaria, y también se usaron palabras y términos clave para ello.

De manera que, aprovechando las ventajas anteriormente citadas, para este estudio, se seleccionó una base de datos que tuviera un número más amplio y significativo de documentos de calidad internacional y relacionados con el tema, en este caso se eligió Scopus. Para ello, se realizó la búsqueda en febrero del 2020 con términos y palabras claves como "Industry 4.0" o "14.0" o "communicat" o "4G" o "5G" o "tech\* strateg\*"

que en este caso incluye la mayor cantidad de documentos con autores de varios países por región, centrando la búsqueda en las comunicaciones móviles celulares a partir del año 2010. Se obtuvieron 1645 resultados con un promedio de 3,09 autores por documento. Haciendo uso de Bibliometrix, se consultaron los datos por países en las categorías autor, producción y citación, limitando los resultados a los primeros 60 puestos. Para efectos de este estudio, cuyo enfoque es Latinoamérica se seleccionan los países suramericanos y centroamericanos en una región, las otras conforman Norteamérica (Estados Unidos y Canadá), Europa, Asía, África y Oceanía. Con los resultados se posicionaron los países de acuerdo a la cantidad identificada en cada categoría, para relacionarlos posteriormente con la clasificación de los índices de competitividad de otras fuentes reconocidas como el WEF y la CEPAL.

Por otra parte, con el fin de encontrar conexiones en generación de conocimiento relevante se seleccionan los resultados de evolución de palabras de Bibliometrix, filtrando manualmente las que tuvieran los mismos significados, plurales o que fueran siglas relacionadas, se les da mayor relevancia a las palabras claves del autor, puesto reflejan la intención de quienes escriben los artículos. Con esta información, se seleccionan cinco publicaciones entre las más citadas, recientes y con mayor relación a la evolución de los conceptos encontrados, para hacer una revisión más amplia de los temas de interés. Finalmente, el software R, Biblioshiny y Bibliometrix permitieron desarrollar una búsqueda y análisis adicional a través de la estadística y una codificación axial de documentos que estuvieran relacionados con brecha tecnológica, estrategia y competitividad que fueran aplicables a Latinoamérica para detectar amenazas, oportunidades y formular propuestas en la discusión de los resultados alrededor de la conectividad móvil y las comunicaciones para el beneficio de la región.

#### **RESULTADOS**

En la Tabla 1 se muestran los resultados con las regiones de mayor a menor por número de autores que han escrito sobre los temas de la consulta. En las siguientes columnas se organizan las categorías de producción y citaciones, organizada por cantidad, número de países y su porcentaje de participación en el total de 60. Europa cuenta con ventaja en autores y producción, se observa participación casi del 50% tanto en la categoría como en los países que hacen parte de la muestra siendo la diferencia del -4% en la primera y -2% en la segunda, con lo que se puede inferir tomando el valor absoluto de la diferencia que la participación de autores de la región europea es consecuente con la cantidad de países. En la región asiática la diferencia es +9% para autores y +6% para producción, pero la participación porcentual de autores es mayor que la participación de países, lo que muestra que hay algunos países que aportan más autores o producción que otros en el contexto global; algo muy similar sucede con la región norteamericana. En Latinoamérica las diferencias son de -8% en autores y -5% en producción, el índice negativo entre las categorías muestra que, aunque hay varios países en la lista, la participación de autores y producción en los países de la región, es baja con relación a la muestra global.

Autores Producción Citaciones Países Región Cantidad % Países % Cantidad Países % Cantidad % 47% 478 44% 29 48% Europa 1492 45% 28 47% 4473 36% 28 Asia 388 36% 15 25% 1126 34% 17 28% 4458 36% 16 27% Norteamérica 140 13% 2 3% 450 14% 2 3% 2361 19% 2 3% Latinoamérica 41 4% 7 12% 95 3% 5 8% 549 4% 2% 1 África 26 2% 6 1% 82 2% 6 10% 446 4% 7 12% 2 Oceanía 12 1% 1 2% 46 1% 3% 224 2% 6 10% Total 1085 100% 60 100% 3291 100% 60 100% 12511 100% 100%

Tabla 1: Ficha de resultados

Por el contrario, los resultados de las citaciones muestran un comportamiento diferente, Europa reduce su participación en la muestra igualándose con Asia, mientras que Norteamérica sube su participación el 19% con diferencia positiva del +16% mostrando que la citación es alta, comparada con las otras dos categorías. Para Latinoamérica el resultado resulta muy interesante, puesto que, en este caso, la diferencia se vuelve positiva, aunque la participación porcentual es cercana al 4% en todas las categorías, la diferencia en citación es +2%, lo que muestra que hay ciertos países en la región que son más citados que otros. El comportamiento de los resultados en las tres categorías se observa en la Fig. 1. La diferencia de los aportes por categoría contra países es negativa si hay pocos países en cada región que aportan en cada categoría y es positiva si muchos países de la región aportan. Lo ideal es que la diferencia se aproxime a cero porque indica que todos los países aportan autores, producción de documentos y citaciones por igual, indicando mínimas brechas regionales, pero las diferencias son relativamente amplias y asimétricas, lo que muestra que hay amplias brechas externas entre las regiones e internas dentro de cada una de ellas.

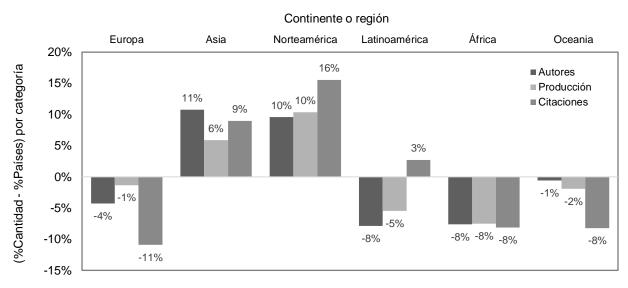


Fig. 1: Diferencia entre aportes de autores, producción, citación contra cantidad de paises que aportan por región

Para comprobar esta teoría, se realiza el análisis con algunos países en particular los de Latinoamérica, por lo que se incluyen todos los países de esta región en la muestra de 60 y de los 3 primeros de la clasificación mundial (ver Fig. 2). Estos datos están organizados según la clasificación de Bibliometrix en las categorías de cantidad de autores, producción y citación. También se toma el puesto del índice de Publicaciones científicas, que tiene el WEF para medir la competitividad y el puesto general de este informe (Schwab, 2019). Teniendo en cuenta que el estudio de autor, producción y citación, se hizo con referencia al tema específico de las comunicaciones móviles e Industria 4.0, en lo resultados hay varios elementos interesantes si se comparan con los datos globales del WEF en publicaciones científicas y competitividad.

- 1) Estados Unidos y Alemania se mantienen en los primeros 10 lugares en las cinco clasificaciones, lo que en ambos casos es coherente su competitividad con las publicaciones científicas, citaciones, producción y autores. Este caso no es el mismo para China que, aunque tiene un puesto alto en las cuatro primeras clasificaciones, la de competitividad cae muchos puestos, indicando que el índice de publicación científica del WEF es cercano a las categorías encontradas con Bibliometrix, pero, la competitividad medida por el WEF la coloca casi al mismo nivel de Chile.
- 2) En Latinoamérica los resultados son heterogéneos, en las 3 clasificaciones de Bibliometrix las posiciones de los 6 países que entran en el estudio fluctuan ampliamente; 41 puestos en la clasificación de autores y 51 en la de producción mostrando amplias brechas entre sí. Sin embargo, en citacion cinco países (México, Colombia, Chile, Uruguay y Argentina) suben varias posiciones con respecto a las anteriores dos, cerrando la ventana a 32 puestos y acercando dos países (Colombia y Chile) al país mejor posicionado en citaciones (Brasil), el cual baja 3 puestos. Estos resultados muestran una tendencia a citar varios autores de algunos países de la región, lo cual responde sobre las diferencias de los resultados mostrados en la Fig. 1.
- 3) Si se relacionan los resultados del WEF, las posiciones de publicaciones estan ampliamente distribuidas en 45 posiciones confirmando las brechas internas de la región Latinoamericana en este campo y coincide el hecho que el primero y el último de esta clasificación estan muy cercanas al primero y ultimo de las clasificaciones encontradas con Bibliometrix, lo cual valida la metodología de este estudio. Pero, por otra parte el panorama de competitividad no se observa favorable ya que cuatro países (Brasil, México, Argentina y Colombia) bajan varios puestos en el índice global y solo 2 (Chile y Uruguay) suben, pero a diferente velocidad.

Una teoría que explica esta tendencia es un estudio que concluye que la gestión tecnológica en los países en desarrollo está dominada por el conocimiento y las teorías creadas en los países desarrollados (países que lideran la clasificación de competitividad), sin embargo, los estudios y autores más influyentes en dichos países subrayan que los investigadores de los países en desarrollo (donde están enmarcados la mayoría de países Latinoamericanos de acuerdo al WEF), utilizan teorías creadas en los países desarrollados para comprender incluso los problemas específicos de los países en desarrollo, también estos últimos utilizan principalmente fuentes de conocimiento extranjeras. Ahora bien, entre estas fuentes de conocimiento, algunos autores de países en desarrollo y autores con un enfoque en las especialidades de países en desarrollo cobran importancia; aunque, estos autores ni siquiera se mencionan en estudios bibliométricos anteriores que cubren la investigación general de gestión tecnológica (Cetindamar, et al., 2013).

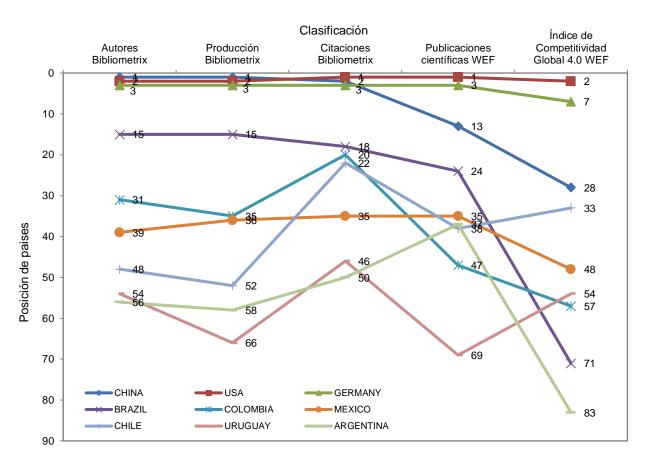


Fig. 2: Clasificación de países por Autor, producción, citación, indice publicaciones WEF y puesto global en competitividad.

Los resultados de Bibliometrix que se muestran en la Tabla 2 fueron filtrados manualmente, con el fin de seleccionar palabras semejantes, plurales y siglas con el mismo significado. La relación de los resultados es estudiada en varios documentos y muestra la tendencia hacia la investigación en redes móviles alrededor de las redes móviles de 4G y 5G, en aras de mejorar las tecnologías relacionadas con IoT (Wollschlaeger et al., 2017; Mao et al., 2017), también la segmentación de redes enfocados a mejorar el Cloud Computing, la hiperconectividad y la seguridad (Kamel et al., 2016; Samdanis et al., 2016) y el desarrollo sostenible y la eficiencia de las redes, el cual es un tema constante en estos artículos.

Keyword Plus	Authors keywords	Titles	Abstract
5G Mobile Communication Systems	5G	Network	Network
Mobile Telecommunication Systems	SDN	Mobile	Industry
Wireless Telecommunication Systems	LTE	Wireless	Mobile
Wireless Networks	IOT	Communication	Data
Internet Of Things	Industry 4.0	Industry	Technology

Tabla 2. Selección de frecuencia de palabras resultado de Bibliometrix

Por otra parte, al analizar la tendencia de palabras que se muestra en la Fig. 3, tomando como referencia las palabras clave del autor que son tácitamente escritas en cada una de las publicaciones, se muestra la evolución con pendiente positiva y mayor frecuencia en el año 2019 que 5G e loT tienen como palabras más comunes y de mayor crecimiento, seguido por Industria 4.0 y Network Slicing. Finalmente, con los resultados del análisis de palabras que muestran una relación entre la conectividad móvil, con respecto al desarrollo de la industria, se procede a realizar una selección sistemática de los documentos que fueron parte de estos estudios, para seleccionar 50 entre los más citados, de estos se filtraron los que correspondían a los últimos cinco años y que tuvieran relación con conectividad e industria 4.0, para obtener 12 documentos y finalmente se seleccionaron los cinco más relacionados con las palabras claves para realizar un análisis riguroso.

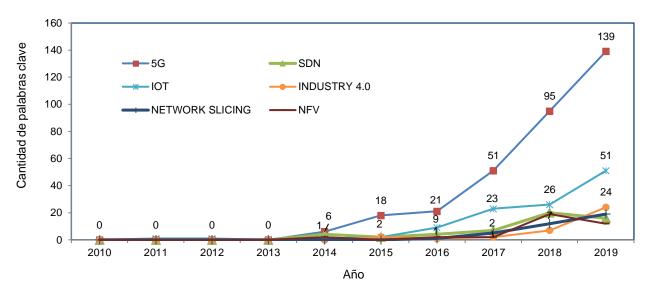


Fig. 3: Evolución por año de las palabras clave del autor

Tabla 3. Revisión de documentos más citados

Título del documento	Temas y palabras claves	Referencia
A Survey on Mobile Edge Computing: The Communication Perspective	Comunicaciones móviles 5G, IoT, NFV (virtualización de funciones de red), futuro de la computación, informática móvil, computación en la nube, desarrollo sostenible, ciber-privacidad.  Se estudia el concepto de MEC (informática de borde móvil) como oportunidad de optimización de las redes móviles, más rápidas y eficientes, se acuñan conceptos como "Tactile Internet", "Internet of Me" e "Internet of Things" desde la perspectiva de utilizar computación en la nube en las redes móviles.	(Mao et al., 2017)
The Future of Industrial Communication: Automation Networks in the Era of the Internet of Things and Industry 4.0	Comunicaciones móviles 5G, IoT, SDN (redes definidas por software), Industria 4.0, automatización industrial, comunicaciones industriales, redes de telecomunicaciones en automatización, network slices.  Se analiza el impacto del Internet de las Cosas y los sistemas ciber físicos en la automatización industrial desde una perspectiva de la industria 4.0 y el papel que juegan las redes de comunicaciones móviles 5G.	(Wollschlaeger, Sauter, y Jasperneite, 2017)
Ultra-Dense Networks: A Survey	Comunicaciones móviles 5G, IoT, Densificación de redes, Se estudia el estado de arte y elementos alrededor del desarrollo de un paradigma para atender más usuarios y servicios llamado UDN el cual consiste en la densificación de nodos de acceso, para que estos estén lo más cerca posible de los usuarios finales. Se concluye que UDN es una solución muy viable al aumento de tráfico inminente para las redes de 5G.	(Kamel, Hamouda y Youssef, 2016)
From network sharing to multi-tenancy: The 5G network slice broker	Comunicaciones móviles 5G, mercado vertical, industria vertical, redes móviles virtuales, porciones de red, redes de telecomunicaciones, redes compartidas, desarrollo sostenible, recursos bajo demanda.  El documento describe la evolución del estándar 3GPP para argumentar la importancia del uso compartido de redes y los sistemas arrendados bajo demanda. Se explica el concepto de "5G Network Slice Broker", que permite a los operadores de redes virtuales, los proveedores "over-the-top" y a los actores del mercado vertical o industria vertical, solicitar y arrendar recursos de los proveedores de infraestructura de forma dinámica.	(Samdanis, Costa-Perez, Sciancalepore, 2016)
Network Slicing for 5G with SDN/NFV: Concepts, Architectures, and Challenges	Comunicaciones móviles 5G, SDN, NFV, mercado vertical, redes compartidas, redes de telecomunicaciones, segmentación de redes, innovación.  La investigación muestra cómo se puede implementar el concepto de corte de red mediante las interacciones de bloques funcionales de NFV y controladores SDN. De igual forma se identifican los desafíos que surgen desde la implementación para sistemas de 5G.	(Ordonez- Lucena et al., 2017)

#### **DISCUSIÓN**

Comparando los índices en las publicaciones de los países más competitivos y de economías desarrolladas, los cuales evolucionan a través de estrategias estructuradas desde el gobierno para mejorar su industria mediante tecnologías digitales y robóticas, y aunado a las políticas y planes sociales incluyentes, se generan metas que parecen inalcanzables, al menos a corto plazo para Latinoamérica que, en su mayoría está conformado de economías en vías de desarrollo (Alvarez-Aros y Bernal-Torres, 2017), con amplias brechas y asimetrías detectadas en la revisión y estadística documental. Sin embargo, como lo propone la CEPAL, las condiciones de competitividad deberán estar definidas por las acciones que se implementen para favorecer las revoluciones tecnológicas, pues no hacerlo conduce a un atraso en el crecimiento económico y en el desarrollo social (CEPAL, 2016).

No obstante, la estrategia empresarial asociativa innovadora de varios actores, sería fundamental para la población Latinoamericana donde se desarrollan actividades económicas principalmente en la industria primaria (agrícola y minera), que cuenta con poco conocimiento e información disponible y un limitado acceso de entidades gubernamentales, sobre todo en regiones apartadas y vulnerables, donde hay problemas económicos, sociales y culturales por distintas causas (Ramírez et al., 2019; Serrano et al., 2019). En este sentido, el camino hacia el internet de la producción que la CEPAL propone, requiere conectar al cliente, involucrarlo en la transformación (industria manufacturera) y generar lazos para la comercialización directa (por ejemplo, en redes de economía colaborativa), pero la articulación de esta propuesta se logra a través de la cobertura en conectividad y las comunicaciones.

En este sentido, las comunicaciones móviles pueden pavimentar el camino propuesto, principalmente con la evolución de las redes y dispositivos móviles hacia la era 5G (Bangerter et al., 2014) que, en términos de aplicaciones, está surgiendo con una amplia gama de nuevos servicios, como juegos en línea en tiempo real, realidad virtual (VR) y transmisión de video de ultra alta definición (UHD), que requieren una alta calidad, velocidad de acceso, eficiencia energética y espectral, baja latencia, escalabilidad y despliegue de infraestructura, para los que se están desarrollando nuevos paradigmas como Mobile Edge Computing (Mao et al., 2017), Ultra-Dense Networks (Kamel et al, 2016) y Network Slice Broker (Ordonez-Lucena et al., 2017; Samdanis et al., 2016). La transformación digital es el núcleo de la cuarta revolución industrial, y las infraestructuras de red 5G serán activos de apoyo clave. Un escenario de aplicación de impulso es formar una red de fábricas distribuidas geográficamente con una adaptación flexible de las capacidades de producción y el intercambio de recursos y activos para mejorar el cumplimiento de los pedidos y allanando el camino para nuevas oportunidades comerciales (Wollschlaeger et al., 2017).

Finalmente, los resultados de este estudio muestran que para Latinoamérica las comunicaciones móviles de 5G pueden abrir oportunidades de innovación para la competitividad, por ejemplo, favoreciendo los mercados verticales para la industria, lo que requiere inicialmente realizar una revisión del marco regulatorio de las telecomunicaciones (Ordonez-Lucena et al., 2017), además, el estudio de los paradigmas para lograr un mejor aprovechamiento del espectro, como por ejemplo la posibilidad de utilizar espacios de espectro radioeléctrico no utilizados en la banda de TV para la transmisión de canales de datos estudiados en el caso de Colombia (Gómez et al., 2019), o que permita detallar la búsqueda de soluciones estandarizadas a las necesidades de la región para la distribución de red y disminución de la brecha digital, como soporte necesario para la interoperabilidad en entornos de alto tráfico, múltiples proveedores y necesidades tecnológicas a medida de la industria y del consumidor, así como las estrategias para que los operadores móviles puedan compartir infraestructuras de red, acelerando el despliegue y ofreciendo servicios a los clientes tanto en zonas urbanas como rurales con costos reducidos (Kamel et al., 2016; Mao et al., 2017; Samdanis et al., 2016).

## **CONCLUSIONES**

Con base en los resultados y el análisis bibliométrico desarrollado se concluye que: 1) Los nuevos desafíos que surgen de la evolución tecnológica enmarcada en la Industria 4.0, ha generado brechas asimétricas en los países latinoamericanos evidenciado en la poca investigación y generación de publicaciones científicas en la región en comparación con los países más competitivos. Por consiguiente, en las condiciones actuales no es posible evolucionar rápidamente hacia los beneficios de la cuarta revolución industrial sobre todo en automatización y robótica, sin embargo, la aceptación de la 14.0 por parte de los ejecutivos de la región latinoamericana marca oportunidades en cuanto a la adaptación de nuevos retos tecnológicos en la industria. 2) Los resultados son coherentes con otros estudios similares como el reporte mundial de competitividad del WEF y los de brecha digital de la CEPAL, ayudando a descubrir y entender teorías vistas desde la base fundamental de la investigación que está inmersa en la producción de nuevo conocimiento, divulgado en publicaciones científicas, lo anterior ayuda a entender mejor el tema de competitividad y la aplicación de modelos de innovación en al marco de la Industria 4.0. 3) Finalmente, se evidenció que las comunicaciones móviles de 5G traerán consigo oportunidades de desarrollo, que marcaran la ruta donde se deben enfocar los esfuerzos de investigación y producción científica dados los grandes retos y necesidades en la reducción de

la brecha digital en la región latinoamericana, aunque el interés directivo representa oportunidades futuras, se han formulado estrategias centradas en una economía digital con el desarrollo de la hiper-conectividad, las comunicaciones móviles, los sistemas ciber-físicos y el Internet de las cosas para el fortalecimiento del triángulo cliente-industria-gobierno que impulse la competitividad.

#### **REFERENCIAS**

Ajdovec, P., Kovacic, B., y Vidmar, M., Corporate Strategy and Industry 4.0: Bibliometric Analysis on Factors of Modernization. https://doi.org/10.17708/DRMJ.2017.v06n02a04, Dynamic Relationships Management Journal, 6(2), 47-59 (2017).

Alvarez-Aros, E. L., y Bernal-Torres, C. A., *Modelo de innovación abierta: énfasis en el potencial humano.* https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000100007, Información Tecnológica, 28(1), 65-76 (2017).

Bangerter, B., Talwar, S., Arefi, R., y Stewart, K., *Networks and Devices for the 5G Era.* https://doi.org/10.1109/MCOM.2014.6736748, IEEE Communications Magazine, 52(2), 90–96 (2014).

CEPAL, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, La nueva Revolución Digital: de la Internet del Consumo a la Internet de la Producción, Naciones Unidas, Santiago de Chile, Chile (2016).

Cetindamar, D., Daim, T., Beyhan, B., y Basoglu, N., *No Escape from the Dominant Theories: The Analysis of Intellectual Pillars of Technology Management in Developing Countries.* https://doi.org/10.1007/978-1-4471-4887-6, Strategic Planning Decisions in the High Tech Industry, 11-33 (2013).

Cortés, R. O. y Activa, Z., *La Cuarta Revolución Industrial, un relato desde el materialismo cultural.* Revista de Estudios Urbanos y Ciencias Sociales, ISSN: 2014-2714, 6(2), 101–111 (2016).

Deloitte Insights, The Fourth Industrial Revolution is here—are you ready?. Deloitte Development LLC (2018).

Diez, D. A., Guillén, M., y Rodríguez, M., Revisión de la Literatura sobre la Toma de Decisiones Éticas en Organizaciones. https://doi.org/10.4067/s0718-07642019000300025, Información Tecnológica, 30(3), 25-38 (2019).

Gómez, C., Villarreal, M., y Fonseca, V., *Methodology for the Quantification of the Radio Spectrum Available for White Spaces in the Conditions of the Republic of Colombia*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-53021-1\_58, AETA 2019 - Recent Advances in Electrical Engineering and Related Sciences: Theory and Application, 575–585 (2019).

Hernandez, R., Fernandez, C. y Baptista, P., Metodología de la Investigación, 6° Ed., 7-21, Mc Graw Hill Education, Ciudad de México, México (2014).

Joyanes, A, L. Ciberseguridad la Colaboración Público-Privada en la era de la cuarta revolución industrial (Industria 4.0 versus ciberseguridad 4.0). Cuadernos de Estrategia, ISSN 1697-6924, 185, 19-64 (2017).

Kamble, S., Gunasekaran, A. y Gawankar, S., Sustainable Industry 4.0 framework: A Systematic Literature Review Identifying the Current trends and Future Perspectives. https://doi.org/10.1016/j.psep.2018.05.009, Process Safety & Environmental Protection, 408–425 (2018)

Kamel, M., Hamouda, W. y Youssef, A., *Ultra-Dense Networks: A Survey*. https://doi.org/10.1109/COMST.2016.2571730, IEEE Communications Surveys and Tutorial, 30 (4), 2522 - 2545 (2016).

Mao, Y., You, C. y otros 3 autores, *A Survey on Mobile Edge Computing: The Communication Perspective*. https://doi.org/10.1109/COMST.2017.2745201, IEEE Communications Surveys & Tutorials, 19(4), 2322-2358 (2017).

Mariani, M. y Borghi, M., A Bibliometric Review of its Managerial Intellectual Structure and Potential Evolution in the service industries. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119752, Technological Forecasting & Social Change, 149, 24 (2019).

Ordonez-Lucena, J., Ameigeiras y otros 4 autores, *Network Slicing for 5G with SDN/NFV: Concepts, Architectures, and Challenges.* https://doi.org/10.1109/MCOM.2017.1600935, IEEE Communications Magazine, 55(5), 80–87 (2017).

Ramírez, M. C., Rodríguez, M., y González, J. P., Revisión de la Literatura sobre el Enfoque Estratégico de los Modelos de Negocios. https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000600177, Información Tecnológica, 30(6), 177-192 (2019).

Samdanis, K., Costa-Perez, X. y Sciancalepore, V., *From Network sharing to Multi-tenancy: The 5G network slice broker.* https://doi.org/10.1109/MCOM.2016.7514161, IEEE Communications Magazine, Communications Standards Supplement, 32-39 (2016).

Schwab, K., *The Global Competitiveness Report 2019.* World Economic Forum, ISBN-13: 978-2-940631-02-5, Ginebra, Suiza, 666 (2019).

Serrano, A. M., Tiuzo, S. C., y Martinez, M. S., Estrategias Empresariales para una Población Vulnerable en Colombia. https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000600147, Información Tecnológica, 30(6), 147-156 (2019).

Spremolla, G.C., Economía Digital e Industria 4.0: Reflexiones Desde el Mundo del Trabajo para una Sociedad del Futuro. ISSN: 2282-2313, Relaciones Laborales y Derecho del Empleo, 261-297 (2018).

Wollschlaeger, M., Sauter, T., y Jasperneite, J., *The Future of Industrial Communication: Automation Networks in the era of the Internet of Things and Industry 4.0.* https://doi.org/10.1109/MIE.2017.2649104, IEEE Industrial Electronics Magazine, 11(1), 17–27 (2017).

Xu, M., David, S. H. y Kim, S. H., *The Fourth Industrial Revolution: Oportunities and Challenges*, https://doi.org/10.5430/ijfr.v9n2p90, International Journal of Financial Research, 9(2), 90-95 (2018).