

Revista Científica General José María Córdova

(Revista Colombiana de Estudios Militares y Estratégicos)

Bogotá D.C., Colombia

ISSN 1900-6586 (impreso), 2500-7645 (en línea)

Web oficial: <https://www.revistacientificaesmic.com>

La industria 4.0 y sus aplicaciones en el ámbito militar: oportunidad estratégica para Latinoamérica

German Darío Corzo Ussa

<https://orcid.org/0000-0001-7603-0896>

germandario.corzo@upaep.edu.mx

Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, México

Erick Leobardo Álvarez-Aros

<http://orcid.org/0000-0002-1934-5442>

erickleobardo.alvarez@upaep.mx

Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, México

Fernando Chavarro Miranda

<https://orcid.org/0000-0003-4711-7196>

fchavarro@jdc.edu.co

Universidad Juan de Castellanos, Tunja, Colombia

Citación APA: Corzo Ussa, G. D., Álvarez-Aros, E. L., & Chavarro Miranda, F. (2022). La industria 4.0 y sus aplicaciones en el ámbito militar: oportunidad estratégica para Latinoamérica. *Revista Científica General José María Córdova*, 20(39), 717-736. <https://dx.doi.org/10.21830/19006586.882>

Publicado en línea: 2022

Los artículos publicados por la *Revista Científica General José María Córdova* son de acceso abierto bajo una licencia Creative Commons: Atribución - No Comercial - Sin Derivados.



Para enviar un artículo:

<https://www.revistacientificaesmic.com/index.php/esmic/about/submissions>



Miles Doctus



Revista Científica General José María Córdova

(Revista Colombiana de Estudios Militares y Estratégicos)
Bogotá D.C., Colombia

Volumen 20, número 39, julio-septiembre 2022, pp. 717-736

<https://dx.doi.org/10.21830/19006586.882>

La industria 4.0 y sus aplicaciones en el ámbito militar: oportunidad estratégica para Latinoamérica

Industry 4.0 and its applications in the military: strategic opportunity for Latin America

German Darío Corzo Ussa y Erick Leobardo Álvarez-Aros

Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, México

Fernando Chavarro Miranda

Universidad Juan de Castellanos, Tunja, Colombia

RESUMEN. Las innovaciones militares han jalonado históricamente el desarrollo tecnológico y la innovación de la industria. Esta investigación se enfoca en las tecnologías de la industria 4.0 y su relación con el desarrollo de aplicaciones militares en el contexto actual. Mediante una revisión de la literatura y un estudio bibliométrico con Bibliometrix, se evidencia la relación entre las dificultades multidimensionales para implementar tecnologías y la poca investigación en estos campos. Este es el caso de Latinoamérica, donde se muestran amplias brechas tecnológicas con respecto a los países más desarrollados, lo que genera una fuerte dependencia tecnológica. Así, se concluye que la investigación e innovación en la industria 4.0 y sus aplicaciones militares es una oportunidad estratégica para Latinoamérica, ya que puede impulsar el desarrollo tecnológico, económico y social en la región.

PALABRAS CLAVE: desarrollo industrial; innovación científica; inteligencia artificial; internet de las cosas; tecnología militar

ABSTRACT. Military innovations have historically driven technological development and industry innovation. This research focuses on Industry 4.0 technologies and their relationship with the development of military applications in the current context. A literature review and a bibliometric study using Bibliometrix evidence the relationship between the multidimensional difficulties in implementing technologies and the scarce research in these fields. Compared to more developed countries, there are wide technological gaps in Latin America, generating a strong technological dependence. Thus, it is concluded that research and innovation in Industry 4.0 and its military applications is a strategic opportunity for Latin America, as it can boost the region's technological, economic, and social development.

KEYWORDS: artificial intelligence; industrial development; internet of things; military technology; scientific innovation

Sección: INDUSTRIA Y TECNOLOGÍA • Artículo de investigación científica y tecnológica

Recibido: 13 de octubre de 2021 • Aceptado: 22 de marzo de 2022

CONTACTO: German Darío Corzo Ussa ✉ germandario.corzo@upaep.edu.mx

Introducción

En el marco de la cuarta revolución industrial, promover el desarrollo de innovaciones en cualquier organización es un desafío constante. Por esa razón, acceder a la innovación y explotar sus ventajas es una necesidad cada vez más imperiosa en escenarios nacionales e internacionales donde el sector militar juega un papel preponderante en modelos de innovación como el de la triple hélice. En Brasil, por ejemplo, se insertó este modelo en parques tecnológicos, lo que ha posibilitado la interacción entre gobierno, industria y academia de manera colaborativa, con el objetivo de reforzar la expresión científica y tecnológica de los actores involucrados, e impulsar el desarrollo social y económico regional (Da Silva & Olavo-Quandt, 2019).

No obstante, para este propósito representa una limitación el hecho de que el sector militar no es propenso a divulgar el conocimiento científico, a pesar de que el sector civil tiene la capacidad de explotar la innovación en otros campos. Esta capacidad quedó demostrada en un estudio de 106 181 aplicaciones de patentes y 241 571 citaciones entre 2002 y 2011, que evidenció la alta importancia del conocimiento militar para invenciones civiles (*spin off*), muy por encima del conocimiento civil para invenciones militares (*spin in*) (Acosta et al., 2019).

Por otra parte, los modelos de cooperación público-privada para el beneficio de la industria militar se han estudiado en España, donde se plantea una reinención del sector defensa en su cultura organizacional y estrategia a partir de la exponencial evolución digital impulsada por la industria 4.0. La investigación de Fernández-Villacañas (2019) analizó los elementos conceptuales principalmente sobre las necesidades, a partir de lo cual adaptó el concepto de *logística 4.0*. Dicho estudio concluyó que, bajo el diagnóstico del sector de seguridad y defensa, hay una brecha en la adaptación de nuevas tecnologías que requieren la atención por parte del sector industrial. A su vez, estas posibles alianzas pueden aumentar la eficiencia militar y policial, pero ello implica la transferencia bidireccional y permanente de conocimiento en ambas estructuras.

Con base en lo anterior, el objetivo principal de este artículo consiste en explorar la relación entre la innovación tecnológica para aplicaciones militares y la industria 4.0, tomando como referencia la región latinoamericana. Para ello se busca establecer cómo dicha industria proporciona ventajas tácticas en las misiones militares para proteger la soberanía del territorio, así como identificar los efectos de la innovación militar en las estrategias tecnológicas para el desarrollo de un país, y cuáles son las brechas con respecto a las grandes potencias (Espitia et al., 2020). A través de un análisis axial, se buscan oportunidades que articulen la innovación y permitan el desarrollo del Estado a través del sector militar, a la vez que impulsan otros factores económicos, sociales y ambientales. Con este fin, la investigación se desarrolla a través de una revisión de literatura con enfoque cualitativo, soportado en teoría fundamentada, análisis de datos abiertos y estadística des-

criptiva de documentos científicos relacionados con el tema de investigación, con ayuda del programa Bibliometrix.

El artículo está organizado de la siguiente forma. Primero se explora la industria 4.0 y sus aplicaciones militares, y posteriormente se describen las tecnologías relacionadas que resultaron ser más relevantes en la revisión de la literatura. Luego se explica la metodología para el análisis estadístico de documentos científicos y se presentan las tablas y figuras que explican los resultados obtenidos. Se finaliza con la discusión y las conclusiones, que ofrecen una visión para investigaciones futuras.

La industria 4.0 y sus aplicaciones militares

El advenimiento de las tecnologías de la industria 4.0 se ve reflejado en la esfera militar con conceptos como el de *batalla del futuro*. Este concepto se refiere a un escenario en el que muchas cosas se encuentran conectadas a través de una mezcla de sensores, lo cual brinda información acerca del terreno, la infraestructura, el armamento, inteligencia, logística, salud del soldado, entre otros aspectos. Gracias a ello, se tiene la capacidad de comprender, predecir, adaptar y explotar objetos y personas en redes interconectadas que utilizan tecnologías comerciales de vanguardia (COTS), lo que representa una mayor ventaja en la estrategia militar. Así, estos escenarios se estudian para implementar y optimizar COTS. Por ejemplo, se usan para demostrar su interoperabilidad con sistemas de comando y control, y su compatibilidad con diferentes proveedores. Con esto se ha demostrado que la implementación de estas tecnologías permite alcanzar rangos aceptables en escenarios de difícil acceso (Jalaian et al., 2018), y que bien pueden ser adaptadas en sectores civiles con múltiples aplicaciones.

Las tecnologías comerciales relacionadas con la industria 4.0 que tienen mayor uso en el campo militar son el internet de las cosas (IoT), las comunicaciones, la inteligencia artificial y las tecnologías para la sostenibilidad y la eficiencia energética. Todas estas han sido ampliamente utilizadas para la estrategia y para resolver problemas en el campo de batalla. A continuación se muestran sus diversos usos, que han evolucionado tanto en la esfera militar como civil.

Internet de las cosas

El internet de las cosas (IoT) es una de las tecnologías centrales de la industria 4.0. Su amplio uso en el ambiente civil también ha sido trasladado al ambiente militar. A través de un estudio cualitativo, Gotarene y Raskar (2019) presentan varias aplicaciones basadas en IoT para el entorno militar que tienen que ver con la salud y la seguridad de los soldados, la detección y neutralización de las amenazas, el soporte logístico, el suministro de municiones y material de combate, la comunicación entre dispositivos en el campo de batalla y la atención en situaciones de desastres. En este estudio también señalan que los entornos militares que cuentan con apoyo de tecnologías de IoT requieren un alto nivel

de seguridad, por lo cual exponen un protocolo seguro y adecuado para las características de un entorno militar.

En este sentido, algunos de los grandes retos para la industria militar (entre ellos, el apoyo al sistema logístico militar, la gestión de armamento, insumos, suministros, material de campaña, entre otros) se benefician de forma significativa con el desarrollo de IoT. Sin embargo, existen tres problemas que se derivan de la implementación de IoT. El primero es la estandarización para que cada objeto pueda ser identificado en una amplia red. El segundo, la seguridad de la información, un factor que puede implicar un enorme riesgo no solo para su funcionamiento, sino que puede poner en riesgo la vida y la seguridad nacional. El tercer problema son los costos, dado que, si bien en general se han reducido enormemente, el control, la gestión y la administración de redes estandarizadas y seguras suponen un gran reto en inversión (Wang et al., 2019).

Este amplio espectro de oportunidades y retos ha impulsado el desarrollo de IoT para aplicaciones militares (MIoT). En este entorno, a diferencia de las aplicaciones civiles, la seguridad es el elemento fundamental, por lo cual esta tiende a afectar enormemente el consumo energético, lo que representa un problema frente a los limitados recursos con que cuenta por su funcionalidad. Para resolver este problema, se desarrolló un procedimiento criptográfico altamente eficiente y seguro para el uso en MIoT, que genera llaves seguras en corto tiempo a la vez que reduce significativamente el consumo de energía para los nodos en las redes de sensores (Chudzikiewicz et al., 2019). Otro estudio se enfocó en la eficiencia energética para la búsqueda de nodos de red desplegados en zonas hostiles o de difícil acceso, de modo que se eviten nodos maliciosos que puedan poner en riesgo la red o la información que debe ser recopilada en el centro de comando (Lim et al., 2018). El método que usan consiste en la evaluación de confianza de los nodos, lo que evita gastos de energía innecesarios en el procesamiento de llaves o algoritmos de cifrado. Al final, se obtienen altos niveles de seguridad con bajo consumo energético.

Otra tecnología comercial que representa un aporte para la seguridad es la tecnología *blockchain*. Gracias a su combinación de propiedades como la inmutabilidad de datos procesados y la descentralización, ofrece soluciones interesantes en seguridad para dispositivos de IoT en entornos inteligentes. En este sentido, esta tecnología ha sido adoptada por la OTAN para un etiquetado coherente de la información, mediante el establecimiento de intervalos de confianza en aplicaciones militares de cooperación. Este tipo de aplicaciones pueden darse en diversos proyectos relacionados con el entorno militar, como en operaciones de defensa colectivas, operaciones antiterroristas, entre otras. Asimismo, su uso se extiende al entorno civil en ciudades inteligentes, asistencia humanitaria y socorro en casos de desastre, entre otros (Wrona & Jarosz, 2019).

No obstante, de nuevo en relación con la seguridad, el ahorro de energía resulta prioritario, debido a que el cifrado genera un costo energético alto para un recurso —como se ha dicho— limitado o inexistente en los ambientes en que funciona el IoT para aplicaciones militares. Para solventar este problema, se han introducido sensores con

bajo consumo de energía a través de un sistema de activación de señales con muy baja potencia, los cuales ahorran energía al solo poner en uso sus capacidades cuando son activados a través de un dron u otro dispositivo remoto. Por lo anterior, esta herramienta tiene usos ambientales y militares, pero que también pueden extenderse a la automatización en hogares inteligentes y la atención en salud (Fourniol et al., 2019).

Finalmente, se debe agregar que la creciente demanda de eficiencia energética para el IoT está relacionada igualmente con la demanda de eficiencia espectral. Tanto en el campo militar como en el campo civil, el IoT ha generado la necesidad de contar con tecnologías de antenas. Tal es el caso de las antenas para el acceso de radio asistido por múltiples entradas - múltiples salidas (MIMO), que han sido estudiadas por Di Renzo (2017). En su trabajo se muestra el rendimiento de las antenas avanzadas reconfigurables y el desarrollo de algoritmos para su funcionamiento, además de extenderse al uso eficiente del espectro electromagnético en frecuencias de superalta frecuencia (SHF), donde la implementación de tecnologías IoT a través de antenas reconfigurables puede ser aún más beneficiosa.

Comunicaciones militares

Una tecnología integrada en las aplicaciones militares es la de las comunicaciones, que ha tenido continuos saltos y retornos desde y hacia la adaptación civil. Este es el caso de las redes cognitivas de radio militar (CRMN), que buscan eficiencia en uso de potencia y seguridad, una necesidad ampliamente estudiada para aplicaciones de MIoT. En las operaciones militares, las CRMN resultan ser una solución de ahorro de energía para la interferencia de comunicaciones del enemigo, siempre y cuando se tenga conocimiento de su posición en ciertos escenarios (Camilo et al., 2019). Estos estudios sobre eficiencia espectral han sido trasladados a tecnologías utilizadas para agricultura de precisión y sensores de caudal en ríos y represas (Castillo & Espitia, 2020).

Por otra parte, la evolución de los dispositivos electrónicos se encuentra actualmente en el desarrollo de *hardware* que puede ser programado por *software* de acceso libre. Tal es el caso del radio definido por *software* (SDR), que tiene aplicaciones tanto de uso civil como militar. Por ejemplo, el desarrollo de un equipo SDR para hacer monitoreo del espectro de radiofrecuencia dirigido a equipos de IoT, que ha demostrado su aplicabilidad en el uso militar y policial para detectar nodos que pueden generar riesgos en seguridad (Cohen et al., 2019). Otros trabajos en esta área se extienden a la inteligencia de señales (SIGINT) en el campo militar, donde surgen nuevas metodologías para el análisis de señales que pueden aportar a la evolución de las comunicaciones móviles para la detección de interferencias, la detección de agujeros blancos y la radio cognitiva (Terán et al., 2021).

Inteligencia artificial

La inteligencia artificial (IA) ha sido muy utilizada para automatizar actividades que son peligrosas para los seres humanos. Un ejemplo paradigmático ha sido el desarrollo de una plataforma robótica de búsqueda y detección destinada al desminado humanitario, la cual

se compone de una variedad de sensores interconectados a los que se puede acceder remotamente a través de la web; pero además permite la fabricación de la plataforma en forma deslocalizada, gracias a la integración de dispositivos de IoT de bajo costo. La característica más relevante de esta tecnología es que, a través de algoritmos de inteligencia artificial, permite la fusión e integración de los datos de sensores, que pueden estar conectados remotamente y procesar la información lejos del peligro, de forma que se pueden obtener resultados inmediatos para la toma de decisiones (Pochanin et al., 2018).

De forma similar, otros estudios sobre tecnologías relacionadas muestran que la inteligencia artificial ha sido un área de amplio aprovechamiento en los sistemas de recopilación de información de inteligencia, vigilancia y reconocimiento; en el desarrollo de algoritmos entrenados para distinguir características ocultas o camufladas, identificar agentes químicos, biológicos, explosivos, así como clasificar y segmentar imágenes provenientes de sensores electroópticos avanzados, como la imagen hiperespectral. Todos estos usos cuentan con la posibilidad de ser aplicados tanto en el sector militar como en el civil, para ambientes y entornos peligrosos o exigentes (Corzo, 2017; Shimoni et al., 2019).

No obstante, el uso de la inteligencia artificial siempre planteará un debate ético con respecto a los valores humanos. Por ejemplo, en el campo de la visión artificial, que abarca las tecnologías militares para producir fotografías o videos que han sido fuente de información para tomar decisiones en el ámbito de la inteligencia, la vigilancia y el reconocimiento (ISR), esta información tiene un factor de ambivalencia interpretativa. Este factor consiste en que se pueden analizar desde un enfoque significativo los residuos de aquellos productos visuales que ya han sido desclasificados o son públicos, más allá de lo que fue interpretado durante su uso militar. Ello puede mostrar que, de los resultados infalibles del procesamiento de datos obtenidos en las imágenes, hay más historias que contar, que pueden llegar a afectar indirectamente derechos o libertades de otros individuos (Saugmann, 2019).

Ahora bien, otro estudio plantea dos casos con puntos complementarios sobre la afectación de derechos y libertades: los robots compañeros y los vehículos aéreos no tripulados (Swarte et al., 2019). Ambos son diseñados para diversos fines, que pueden contraponerse a lo que estas tecnologías pueden llegar a hacer de acuerdo con su programación. Esto implica que, si bien la operación de estas tecnologías no incluye decisiones éticas, sí deben estudiarse y aplicarse sobre la base de los valores humanos, ya que los efectos de lo que puede realizar una máquina autónoma sobre la humanidad y la vida son potencialmente graves. Este estudio plantea además extenderse a otras áreas como los vehículos autónomos, el IoT y las plataformas digitales.

Con todo, una revisión en las fuerzas militares canadienses consideró la formulación de un código de ética y política militar para la IA como un proceso reflexivo e inclusivo para el desarrollo de políticas, regulación y supervisión sobre esta tecnología, con énfasis en la relación del Estado frente a estas decisiones en países como China y Rusia, así como

el uso indebido de la IA por piratas informáticos, cárteles, mercado negro y otros agentes que atentan contra la seguridad nacional (Wasilow & Thorpe, 2019).

Sostenibilidad y eficiencia energética

Los sistemas de gestión y protección ambiental son también estudiados en la relación entre el sector civil y el militar de la industria 4.0, pues allí los medios técnicos impulsados por la industria 4.0 tienen un alto impacto. Un ejemplo se da en la Fuerza de Defensa Nacional de Sudáfrica (SANDF), donde, con el fin de proteger el medio ambiente, se estableció un programa de gestión ambiental integrado militar, que no solo ha servido para evitar los daños a los ecosistemas, sino también para formular programas en materia de investigación, capacitación, planeación y concientización, que ayudan a mantener la integridad ecológica y la biodiversidad con apoyo de la tecnología (Magagula, 2019). Sin embargo, este estudio plantea los obstáculos originados por la deficiencia de habilidades dentro del departamento de defensa y entre los veteranos militares, además de la falta de alianzas con otras agencias e individuos relevantes.

Por otra parte, en temas de sostenibilidad y economía energética, se ha argumentado que, así como la innovación ha beneficiado los avances civiles e industriales, ahora posiblemente estamos en la cúspide de una transferencia en tecnologías energéticas, debido a la necesidad de solucionar problemas que se relacionan más directamente con el sector militar (Álvarez-Aros, 2018; Samaras et al., 2019). Además, en términos económicos, el proceso puede ser más rápido mediante esta transferencia. Dichos estudios muestran cómo estos desarrollos tienen importantes implicaciones para las tácticas y estrategias militares, así como para la política gubernamental de energía civil, con una marcada preocupación por la protección ambiental.

Metodología

Este trabajo es una revisión con enfoque cualitativo, soportado en teoría fundamentada, que realiza un abordaje inicial para el análisis de datos abiertos y de estadística descriptiva, con el fin de codificar conceptos a través de métodos bibliométricos utilizados para evaluar la productividad de los resultados científicos cuantitativamente (Dervis, 2019). Para ello se usó el *software* Bibliometrix, una herramienta para realizar análisis de mapeo científico completo (Aria & Cuccurullo, 2017). La base de datos para el análisis se obtuvo de Scopus el 4 de junio de 2020, con una búsqueda de palabras con los booleanos filtrados en el título del artículo, así: “milit*” and “industry 4.0” or “iot” or “i4.0” or “artificial intelligence” or “securit*” or “surveill*”. El resultado fue un archivo BibTex, con la información de 1632 ítems.

Dado que en el resultado de la consulta pueden incluirse muchos documentos que, aunque tienen las palabras de búsqueda, no están relacionados con el tema de estudio, se hizo un filtrado temporal para facilitar el análisis, con base en dos hechos importantes.

El primero es la Feria de Hannover (Alemania) de 2011, ya que se considera que este fue el evento que desencadenó la cuarta revolución industrial (Mariani & Borghi, 2019). El segundo hecho es que este concepto fue oficialmente planteado por Klaus Schwab en el Foro Económico Mundial (WEF) de 2016 (Xu et al., 2018). De acuerdo con esto, se toma como referencia el año anterior del primer evento y el segundo evento como un punto de control en el análisis. Así, el filtro se definió desde 2010 hasta 2020, con lo cual se obtuvieron 945 documentos y 633 fuentes.

Posteriormente se procesaron los datos obtenidos de Bibliometrix y se descargó la información. Esta fue procesada en formatos compatibles con hojas de cálculo, para obtener estadísticas que permitieran encontrar tendencias a través del análisis y la comparación de palabras clave, autores y fuentes. Mediante su disposición en tablas y figuras, se obtuvieron hallazgos importantes para el tema de investigación. Se hizo, además, una revisión estructurada de la literatura mediante la definición de palabras clave para buscar y analizar temas y relaciones claves para el objeto de estudio (Kamble et al., 2018).

Resultados

El primer resultado importante de la consulta realizada por Bibliometrix corresponde a la producción anual de documentos científicos a partir de 2010 (Figura 1). Se puede evidenciar que la producción científica ha mantenido desde entonces una tendencia relativamente constante y lineal, con un pico máximo para 2019.

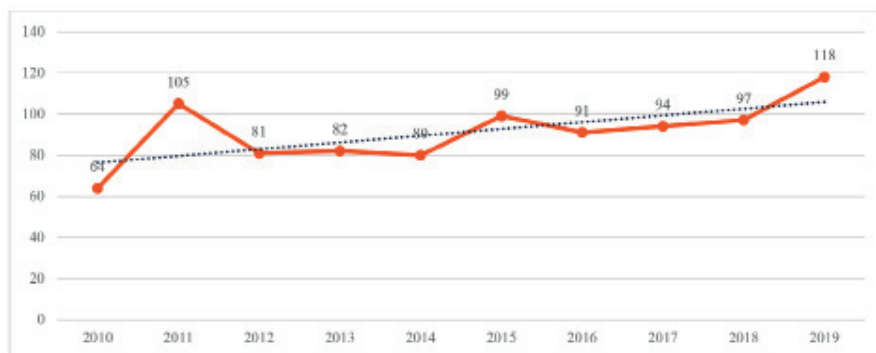


Figura 1. Producción anual científica sobre industria 4.0 relacionada con aplicaciones militares, 2010-2019.

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos de Scopus

De esto se puede inferir que hay una estrecha relación con el hecho de que la industria 4.0 es producto de una revolución tecnológica de crecimiento exponencial. Sin embargo, respecto a su conexión con la industria militar a través de lo que se denomina

logística 4.0, se encuentran dificultades, como una posible brecha en la adaptación para las fuerzas armadas y de policía durante su implementación en las empresas del sector de la industria militar. Esto significa que, ante el crecimiento exponencial de las tecnologías disruptivas de la cuarta revolución industrial, la industria especializada en defensa y seguridad ha crecido a un ritmo acelerado en relación con el crecimiento más lento (lineal) de la implementación de estas innovaciones en los procesos logísticos de fuerzas armadas y de policía (Fernández-Villacañas, 2019).

Ahora bien, respecto a la consulta de las fuentes principales, la Tabla 1 muestra los resultados de las revistas con más artículos publicados. Se le ha dado prioridad a las que tienen publicaciones más recientes (dos años o menos) y a la clasificación de cuartil en Scimago; también se ha verificado que los temas de las revistas estén relacionados con la industria 4.0 o que los artículos de los últimos años relacionen este mismo tema desde alguna perspectiva tecnológica.

Tabla 1. Principales fuentes sobre industria 4.0 y su relación con aplicaciones militares

Fuente	Rango máximo SJR 2019	Último año de publicación	Número de artículos
<i>Security Dialogue</i>	Q3	2020	10
<i>Armed Forces and Society</i>	Q2	2020	8
<i>Civil Wars</i>	Q1	2020	4
<i>Journal of Conflict Resolution</i>	Q1	2020	3
<i>International Interactions</i>	Q1	2020	3
<i>Communications in Computer and Information Science</i>	Q3	2019	3
<i>Defense and Security Analysis</i>	Q3	2020	3
<i>Contemporary Security Policy</i>	Q1	2019	2
<i>Peace Economics, Peace Science and Public Policy</i>	Q2	2020	2
<i>Internet of Things</i>	Q1	2019	1
<i>Energy Strategy Reviews</i>	Q1	2019	1
<i>Land Use Policy</i>	Q1	2019	1
<i>European Journal of International Security</i>	Q1	2019	1
<i>Latin American Perspectives</i>	Q1	2019	1
<i>Conflict Management and Peace Science</i>	Q1	2019	1
<i>AI Magazine</i>	Q2	2019	1
<i>Sustainability (Switzerland)</i>	Q2	2019	1
<i>Russia in Global Affairs</i>	Q3	2019	1

Fuente: Elaboración propia a partir de documentos de Scopus

De las publicaciones mostradas en la Tabla 1, conviene destacar la que aparece en primer lugar. Se trata de una revista cuyos temas son las ciencias políticas, la sociología y las relaciones internacionales. Allí se revisa el artículo más actualizado, en el cual se hace un análisis cualitativo e histórico sobre las fortificaciones militares para la defensa (Denman, 2020). No obstante, se evidencia la comprensión de la tecnología defensiva para los oficiales militares, ya que se hace énfasis en el uso del radar como fortificación electrónica y como herramienta de defensa a profundidad para las naciones, y que se ha desarrollado alrededor de tecnologías de la industria 4.0 como la inteligencia artificial y el MIIOT.

En este punto, se plantea en la Tabla 2 el impacto de las fuentes, donde se tiene en cuenta el mayor índice h, que mide la productividad y el impacto del trabajo publicado por un científico o académico. La lista es encabezada por las mismas dos revistas que encabezan el listado de mayor cantidad de artículos. La tendencia en estos resultados muestra que las fuentes en los temas de estudio son principalmente ciencias políticas y relaciones internacionales, pero los artículos más recientes contenidos en los dos primeros lugares abordan las temáticas donde influye la tecnología, la innovación o el desarrollo industrial (Acosta et al., 2019; Denman, 2020).

Tabla 2. Producción de las mejores revistas por año

Fuente	Índice h	Índice g*	Índice m**	Año de primer número
<i>Security Dialogue</i>	9	16	0,17	1970
<i>Armed Forces and Society</i>	9	13	0,40	1999
<i>Journal of Peace Research</i>	8	12	0,19	1979
<i>Defence and Peace Economics</i>	7	10	0,26	1995
<i>Journal of Strategic Studies</i>	7	10	0,26	1995
<i>Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering</i>	5	9	0,17	1993
<i>Military Medicine</i>	5	10	0,08	1962
<i>Asian Survey</i>	5	7	0,12	1980
<i>International Studies Quarterly</i>	5	5	0,25	2001
<i>War by Contract: Human Rights, Humanitarian Law, and Private Contractors</i>	4	4	0,40	2011
<i>International Peacekeeping</i>	4	6	0,17	1998
<i>International Security</i>	4	4	0,18	1999
<i>Millennium: Journal of International Studies</i>	4	4	0,23	2004

Continúa tabla...

Fuente	Índice h	Índice g*	Índice m**	Año de primer número
<i>RUSI Journal</i>	3	3	0,08	1984
<i>Defence Studies</i>	3	3	0,42	2014
<i>Proceedings - IEEE Military Communications Conference Milcom</i>	3	5	0,13	1998
<i>Defense and Security Analysis</i>	3	4	0,20	2006
<i>International Journal of Phytoremediation</i>	3	4	0,12	1996
<i>Journal of Conflict Resolution</i>	3	8	0,05	1961
<i>Conflict, Security and Development</i>	3	4	0,37	2013

* El índice g es una variante del índice h que da crédito a los artículos más citados en un conjunto de datos.

** El índice m es otra variante que muestra el índice h por año desde la primera publicación.

Fuente: Elaboración propia a partir de documentos de Scopus

La tercera revista en esta tabla, en los artículos consultados de los últimos cinco años, no tiene temas relacionados con la tecnología, mientras que el artículo más reciente de la revista *Defence and Peace Economics*, que está en el cuarto lugar, tiene como objeto de estudio la percepción de la población civil frente al “Domo de hierro”, que era un sistema de alta tecnología que servía como protección ante los ataques de misiles que recibió Israel en el año 2014 (Lahav et al., 2019). Esta tecnología de defensa es sustentada por la inteligencia artificial, las tecnologías de comunicaciones, *big data*, entre otras, con una aplicación netamente militar para ISR como radares, dispositivos electroópticos, entre otros (Richelson, 2010).

Ahora bien, en cuanto a los resultados de documentos por países que se muestran en la Tabla 3, se clasifican los autores por su región de origen y se relaciona con la producción correspondiente a cada región y con las regiones más citadas. Se realizó una división en dos periodos (2010-2014 y 2015-2019), motivada por los resultados que se muestran posteriormente en la Figura 4, donde el pico de palabras clave se dio en 2015. No se tuvo en cuenta el 2020 para que los resultados fueran con datos de años completos.

Tabla 3. Documentos por regiones

Región	Región del autor correspondiente		Producción por región		Regiones más citadas	
	2010-2014	2015-2019	2010-2014	2015-2019	2010-2014	2015-2019
Norteamérica	51	31	166	181	542	91
Asia	47	25	92	142	167	56
Europa	66	51	191	266	456	132

Continúa tabla...

	Región del autor correspondiente		Producción por región		Regiones más citadas	
África	5	2	18	25	26	0
Oceanía	3	1	13	27	12	21
Latinoamérica	5	0	13	24	15	0
Totales	177	110	493	665	1218	300

Fuente: Elaboración propia a partir de documentos de Scopus

Al respecto, conviene decir que en los resultados de la Tabla 3 particularmente no se observa ningún país latinoamericano en cuanto a la afiliación del autor ni en citaciones por país en los últimos cinco años, lo que refleja que la implementación de tecnologías de la industria 4.0 en el contexto militar en esta región es incipiente y pasa por muchos problemas en su desarrollo. Esto mismo se expone en un estudio sobre monitoreo de la salud de los soldados, que tiene alto impacto en las aplicaciones militares, y que se desarrolló con el fin de monitorear y visualizar en tiempo real el estado de salud durante las misiones de combate. Sin embargo, a través de un estudio de caso, contemplan la dificultad de implementar esta tecnología en unidades militares de Ecuador. Estos problemas radican, por un lado, en la organización e integración, y por otro, en la fragmentación tecnológica en los contextos militares (Reyes et al., 2017), lo cual muestra la necesidad de trabajar en la estrategia organizacional para la gestión tecnológica de las fuerzas militares en los países latinoamericanos.

Por otra parte, los resultados que se observan en la Figura 2 reflejan el dominio de Europa y Norteamérica, con una significativa presencia de Asia, números que probablemente son elevados por las potencias que lideran la clasificación de competitividad de 2019 que emite el Foro Económico Mundial (WEF), y que contrastan con la muy baja participación de África y Latinoamérica en ese mismo reporte.

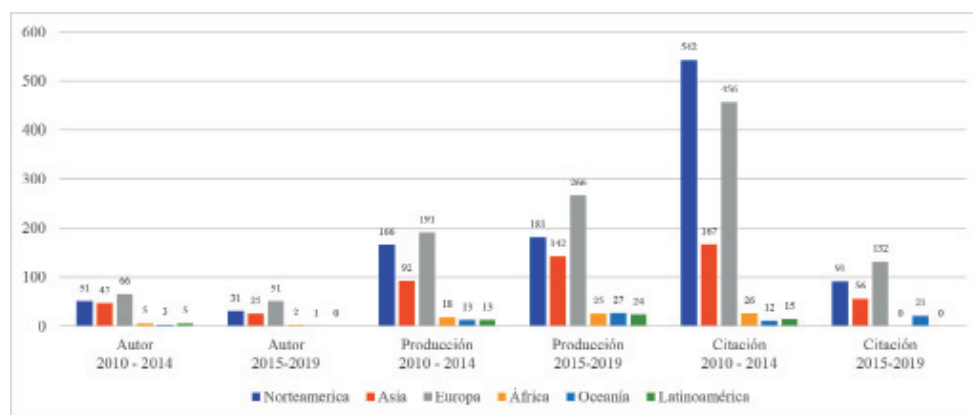


Figura 2. Resumen de documentos en los periodos 2010-2014 y 2015-2019

Fuente: Elaboración propia a partir de documentos de Scopus

Con base en este análisis, los veinte primeros puestos encontrados con Bibliometrix coinciden con el listado de competitividad de países del WEF, entre los cuales están Estados Unidos (Norteamérica) en el segundo puesto, Países Bajos (Europa) en el cuarto y Japón (Asia) en el sexto puesto. También coinciden Alemania (séptimo), Reino Unido (novenio) e Israel (puesto veinte) (Schwab, 2019), por destacar algunos de los que se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Documentos por países y clasificación de competitividad del WEF

N.º	País	Artículos/ Autores	País	Producción	País	Citas	País	Puntaje WEF
1	EE. UU.	67	EE. UU.	314	EE. UU.	593	Singapur	84,8
2	China	34	Reino Unido	102	Reino Unido	219	EE. UU.	83,7
3	Reino Unido	23	China	91	Alemania	111	Hong Kong	83,1
4	Alemania	17	Alemania	51	Israel	91	Países Bajos	82,4
5	Canadá	15	Israel	36	Canadá	40	Suiza	82,3
6	Francia	10	Italia	36	Corea	37	Japón	82,3
7	Corea	10	Australia	35	Noruega	32	Alemania	81,8
8	Israel	9	Canadá	33	Suecia	31	Suecia	81,2
9	Países Bajos	8	Francia	31	India	30	Reino Unido	81,2
10	Italia	6	India	31	Jordán	30	Dinamarca	81,2
11	Suecia	6	Países Bajos	27	Australia	25	Finlandia	80,2
12	Noruega	5	Japón	26	Países Bajos	25	Taiwán, China	80,2
13	Polonia	5	Polonia	26	Francia	23	Corea	79,6
14	Turquía	5	Noruega	22	China	22	Canadá	79,6
15	Dinamarca	4	Brasil	18	Austria	21	Francia	78,8
16	India	4	Suecia	18	España	19	Australia	78,7
17	Japón	4	Sudáfrica	17	Irlanda	18	Noruega	78,1
18	Jordán	4	Suiza	16	Sudáfrica	14	Luxemburgo	77,0
19	Australia	3	Corea del Sur	14	Polonia	12	Nueva Zelanda	76,7
20	Hungría	3	Turquía	14	Bélgica	11	Israel	76,7

Fuente: Elaboración propia a partir de documentos de Scopus y reporte de competitividad (Schwab, 2019)

De igual modo, un resultado importante que cabe destacar es que los diez primeros lugares de países que se obtuvieron con Bibliometrix, excepto China e Italia, se encuentran en los veinte primeros lugares del índice de competitividad del WEF. Esto demuestra con claridad que la inversión en investigación y el impulso del talento humano alrededor de las aplicaciones militares para defensa y seguridad influyen positivamente para el progreso de los desarrollos tecnológicos de cada país (Espitia et al., 2020). Asimismo, esto eleva el índice de competitividad en cuanto es medido por el entorno global de la industria 4.0, un indicador que está integrado en los pilares medidos por el WEF.

Para ilustrar mejor cómo se relacionan ciertos indicadores de competitividad, como la adopción de tecnologías de información y comunicaciones (TIC), la capacidad de innovación, el funcionamiento de las instituciones del Estado, la salud y el bienestar (Schwab, 2019), se ha elaborado un mapa temático (Figura 3) mediante el uso de Bibliometrix. Para ello se ha recurrido a las “*keywords plus*”, que son términos generados a partir de los títulos de los artículos citados que aparecen varias veces en la bibliografía, ordenados a partir de frases de varias palabras a términos simples, con lo que se muestra su relación temática (Aria & Cuccurullo, 2017).

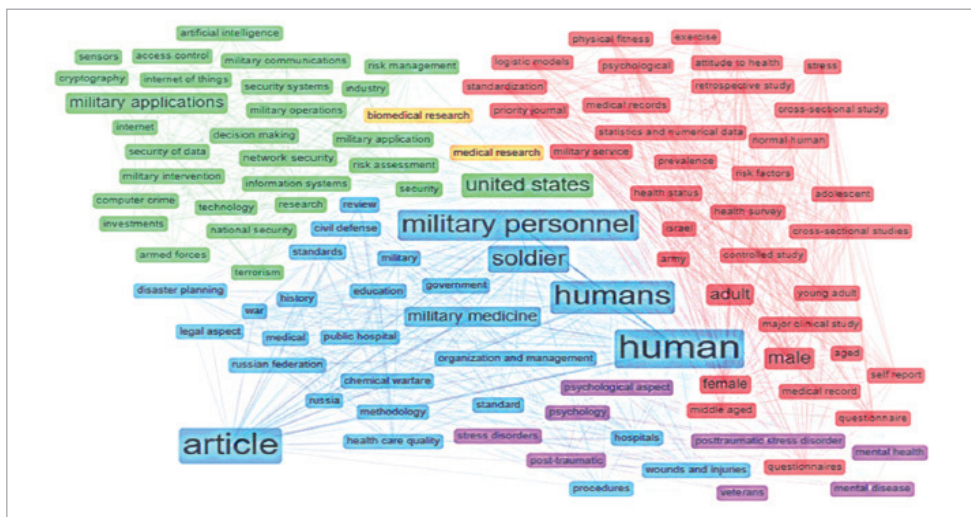


Figura 3. Mapa temático de 100 palabras

Fuente: Elaboración propia a partir de documentos de Scopus

En este mapa se observa que las aplicaciones militares (color verde) están ligadas con el IoT, la seguridad de redes, las comunicaciones militares, entre otros términos relacionados con la industria 4.0 y la adopción de tecnología. En azul se concentran términos principalmente relacionados con las instituciones de defensa y del Estado que se conectan con la tecnología (Denman, 2020). Finalmente, en amarillo, rojo y púrpura se encuentran términos relacionados con medicina, salud mental y psicología en donde influyen tecnologías de la industria 4.0 como la inteligencia artificial (Swarte et al., 2019).

Ahora bien, un aspecto importante del mapa temático es que la palabra “Estados Unidos” es el conector entre los temas de salud y bienestar con aplicaciones militares, pero, a su vez, está en cercanía estrecha con los temas relacionados con la institucionalidad. Esto permite inferir para este estudio que la investigación científica conecta las aplicaciones militares con otros temas como la sociología, la salud, la historia y la estrategia militar, lo cual corrobora la hipótesis de que la generación de conocimiento científico en el ámbito militar tiene una estrecha relación con otros campos alrededor de la industria 4.0. Esta relación es la que justamente ha impulsado la competitividad del país norteamericano.

Finalmente, en la Figura 4 se observa la información a través de *keywords plus* por año desde 2010 al 2019, teniendo en cuenta, como se ha dicho, que la cuarta revolución industrial se desencadenó apenas en 2011 (Mariani & Borghi, 2019). Para esto se filtraron las palabras más relevantes relacionadas con aplicaciones militares e industria 4.0. En este caso, los picos máximos están en el año 2015; sin embargo, estas palabras están más relacionadas con el ámbito militar y son las que más alejadas están conceptualmente con relación a los temas tecnológicos. Por el contrario, después de 2015, las palabras están más relacionadas con el desarrollo tecnológico impulsado por la industria 4.0, como “IoT”, “*military communications*” y “*network security*”, temas destacados en esta investigación.

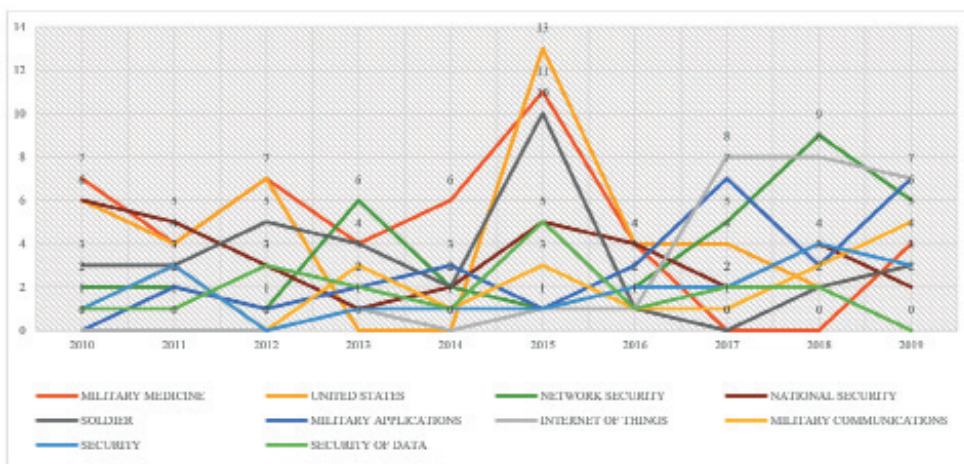


Figura 4. Evolución de palabras más importantes por año
 Fuente: Elaboración propia a partir de documentos de Scopus

Discusión

Aunque muchas tecnologías recientes, principalmente las comunicaciones, provienen del desarrollo y la innovación para el sector militar, se convirtieron con el paso del tiempo en tecnologías para el sector industrial y civil, como es el caso del IoT. Sin embargo, las nece-

sidades en el campo de batalla han impulsado a traer nuevamente los avances del IoT en el sector civil para mejorar muchos procesos militares, principalmente con sensores para la logística militar, la conectividad y el bienestar del soldado (Gotarane & Raskar, 2019; Mao et al., 2017; Reyes et al., 2017).

Otros desarrollos tecnológicos que son bastante estudiados y aplicados tanto en la esfera militar como en la esfera civil tienen que ver con la inteligencia artificial, la seguridad en redes de comunicaciones y la eficiencia energética. También se encuentran tecnologías disruptivas de la industria 4.0 transversales a varios procesos, como el *blockchain* (Wrona & Jarosz, 2019), la visión artificial y el procesamiento de imágenes con sensores ópticos utilizados para la toma de decisiones en el campo de batalla, que han trascendido sus usos militares para favorecer actividades como la vigilancia y el reconocimiento para la protección del medio ambiente (Corzo Ussa, 2017; Shimoni et al., 2019).

De la misma forma, la sostenibilidad ambiental y la eficiencia energética son campos que vienen integrándose convenientemente a través de la industria 4.0 y sus aplicaciones militares, ya que se ha extendido el alcance de estas tecnologías más allá de las ciudades inteligentes. Así, se han vuelto más comunes las integraciones de sensores para fines de conservación del medio ambiente (Magagula, 2019) y para la eficiencia energética tanto en el campo de batalla como en otras necesidades civiles (Álvarez-Aros, 2018; Samaras et al., 2019).

Por otra parte, la revisión bibliométrica mostró que un gran número de publicaciones científicas en estos campos se relacionan con la sociología, la historia y las relaciones internacionales, donde los factores tecnológicos solo se estudian tangencialmente, como la tecnología radar, un sistema de defensa con implicaciones geopolíticas (Denman, 2020). Sin embargo, el desarrollo del radar y otras tecnologías para seguridad y defensa tienen en su evolución una estrecha relación con la robótica, la inteligencia artificial, las comunicaciones y el internet de las cosas. Pero, más allá de la comprensión de la tecnología en este ámbito, las aplicaciones militares de estas tecnologías han tenido un crecimiento exponencial, especialmente en la robótica y la ciberseguridad (Espitia et al., 2020).

Conclusión

La investigación sobre aplicaciones militares en el marco de las tecnologías de la industria 4.0 hace parte de la estrategia de competitividad de las naciones, como lo muestran los hallazgos para varios países desarrollados, principalmente en Norteamérica y Europa. Esto evidencia que la investigación e innovación en dichas tecnologías no solo beneficia el desarrollo tecnológico militar, sino que tiene un alto impacto económico, político y social. En este sentido, otros países con menor tiempo de evolución en el área militar, principalmente de la región asiática (como India, China, Israel y Singapur), han aprovechado las oportunidades de la cuarta revolución industrial para innovar, competir y, al mismo tiempo, aumentar su poder militar.

En contraste, existe una brecha significativa de los países más competitivos y que a su vez son grandes potencias militares, como Estados Unidos, Reino Unido e Israel, con respecto a los países de la región latinoamericana. Esto se explica por la nula existencia de producción y difusión científica sobre investigación de tecnologías de la industria 4.0 y sus aplicaciones militares en los últimos cinco años. En todo caso, la coyuntura tecnológica muestra que actualmente hay importantes oportunidades de innovación en campos como la sostenibilidad ambiental, las comunicaciones, la inteligencia artificial y el internet de las cosas. En este sentido, la investigación e innovación en estos campos, a través de estrategias *spin in* y *spin off*, tiene la capacidad de impactar positivamente tanto el sector militar como el desarrollo económico y social de un país.

La principal limitación de este estudio fue encontrar en la región latinoamericana suficientes publicaciones, producción científica y autores expertos en el tema de investigación, lo cual se refleja en los resultados bibliométricos obtenidos. En el momento de hacer la consulta, las revistas latinoamericanas que tenían algún artículo relacionado con el tema de investigación resultaron ser demasiado escasas. Esto demuestra la necesidad de fomentar la generación y difusión de nuevo conocimiento científico que permita enriquecer el capital intelectual en el campo militar para articular la innovación, la absorción y la explotación tecnológica.

Así las cosas, la conclusión más importante de este estudio es que la cuarta revolución industrial constituye un ambiente propicio para que los países latinoamericanos cierren las brechas tecnológicas en el sector militar y la dependencia en innovación con relación a las grandes potencias. Una ventaja es que los nuevos escenarios dan mayor acceso a las tecnologías de la industria 4.0, como el internet de las cosas, las redes cognitivas y la inteligencia artificial.

Finalmente, bajo estas condiciones, las principales oportunidades estratégicas para el sector militar en Latinoamérica en el contexto de la cuarta revolución industrial se encuentran en la articulación de la generación de nuevo conocimiento, la difusión científica y el fortalecimiento del capital humano, de modo que mejore y se fortalezca la gestión de la innovación para absorber las nuevas tecnologías y explotarlas en beneficio de las organizaciones. Con este fin, es necesario investigar sobre el capital intelectual en las organizaciones y sobre los modelos de gestión de la innovación que articulen el Estado, la academia y las organizaciones empresariales. Nuevas investigaciones podrían enfocarse en el estudio de las variables que afectan estas problemáticas.

Declaración de divulgación

Los autores declaran que no existe ningún potencial conflicto de interés relacionado con el artículo.

Financiamiento

Los autores no declaran fuente de financiamiento para la realización de este artículo.

Sobre los autores

German Darío Corzo Ussa es candidato a doctor en planeación estratégica y dirección tecnológica de la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (México), magíster en ingeniería electrónica de la Pontificia Universidad Javeriana e ingeniero electrónico de la Universidad Distrital de Bogotá.

<https://orcid.org/0000-0001-7603-0896> - Contacto: germandario.corzo@upaep.edu.mx

Erick Leobardo Álvarez-Aros es Ph.D. en ciencias administrativas de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (México) con posdoctorado en la Escuela Internacional de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad de La Sabana (Colombia). Es magíster en dirección empresarial con énfasis en administración, e ingeniero industrial en calidad y productividad del Instituto Tecnológico de Cd. Victoria (México).

<http://orcid.org/0000-0002-1934-5442> - Contacto: erickleobardo.alvarez@upaep.mx

Fernando Chavarro Miranda es Ph.D. en administración de empresas del Maastricht School of Management (Países Bajos), magíster en economía y economista de la Universidad de los Andes (Colombia). Es docente investigador de la misma universidad.

<https://orcid.org/0000-0003-4711-7196> - Contacto: fchavarro@jdc.edu.co

Referencias

- Acosta, M., Coronado, D., Ferrándiz, E., Marín, M., & Moreno, P. (2019). Civil-military patents and technological knowledge flows into the leading defense firms. *Armed Forces and Society*, 46(3), 454-474. <https://doi.org/10.1177/0095327X18823823>
- Álvarez-Aros, E. L. (2018). Factores determinantes de innovación en la competitividad de la industria de autopartes automotrices en México. *Revista de Economía*, 35(90), 125-153. <https://bit.ly/3zr0qrz>
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). *bibliometrix*: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Camilo, M., Moura, D., & Salles, R. (2019, nov.). Combined interference and communications strategy as a defense mechanism in cognitive radio military networks. In *Proceedings - IEEE Military Communications Conference MILCOM* (pp. 113-118). <https://doi.org/10.1109/milcom47813.2019.9020787>
- Castillo, R., & Espitia, J. (2020). Characterization of risk zones by low flow river rises, for the implementation of an early warning system (SAT) with LoRa and LoRaWAN technology. *Informacion Tecnológica*, 31(2), 47-54. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642020000200047>
- Chudzikiewicz, J., Malinowski, T., Furtak, J., & Zieliński, Z. (2019). The procedure of key distribution in military IoT networks. In P. Gaj, M. Sawicki, & A. Kwiecien (Eds.), *Communications in Computer and Information Science* (vol. 1039, pp. 34-47). https://doi.org/10.1007/978-3-030-21952-9_3
- Cohen, A., Jiang, G., Heide, D., Pellegrini, V., & Suri, N. (2019, oct.). Radio frequency IoT sensors in military operations in a smart city. In *Proceedings - IEEE Military Communications Conference MILCOM* (pp. 763-767). <https://doi.org/10.1109/milcom.2018.8599695>
- Corzo Ussa, G. D. (2017). *Segmentación semántica para imágenes de paisajes tropicales* (tesis de maestría, Pontificia Universidad Javeriana). Repositorio Institucional PUJ. <http://hdl.handle.net/10554/34077>
- Da Silva, M., & Olavo-Quandt, C. (2019). Defense system, industry and academy: The conceptual model of innovation of the Brazilian army. *Journal of Technology Management and Innovation*, 14(1), 53-62. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242019000100053>

- Denman, D. S. (2020). On fortification: Military architecture, geometric power, and defensive design. *Security Dialogue*, 51(2-3), 231-247. <https://doi.org/10.1177/0967010619889470>
- Dervis, H. (2019). Bibliometric analysis using bibliometrix an R package. *Journal of Scientometric Research*, 8(3), 156-160. <https://doi.org/10.5530/jscires.8.3.32>
- Espitia C., A., Agudelo C., J., & Buitrago S., Ó. (2020). Innovaciones tecnológicas en las fuerzas militares de los países del mundo. *Revista Científica General José María Córdova*, 18(29), 213-235. <https://doi.org/10.21830/19006586.537>
- Fernández-Villacañas M., M. (2019). Reflexiones sobre la adaptación del sector industrial de defensa y seguridad de España a la nueva logística 4.0: la aplicación de modelos de cooperación público-privada. *Economía Industrial*, 412, 89-100. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7101942>
- Fourniol, M., Gies, V., Barchasz, V., Kussener, E., & Glotin, H. (2019). Applications of an ultra low-power analog wake-up detector for environmental IoT networks and military smart dust. In *Proceedings - 2018 IEEE International Conference on Internet of Things and Intelligence System, IOTAIS* (pp. 16-22). <https://doi.org/10.1109/IOTAIS.2018.8600893>
- Gotarane, V., & Raskar, S. (2019). IoT practices in military applications. In *Proceedings of the International Conference on Trends in Electronics and Informatics, ICOEI (April)* (pp. 891-894). <https://doi.org/10.1109/icoei.2019.8862559>
- Jalaian, B., Gregory, T., Suri, N., Russell, S., Sadler, L., & Lee, M. (2018). Evaluating LoRaWAN-based IoT devices for the tactical military environment. In *IEEE World Forum on Internet of Things, WF-IoT - Proceedings (January)* (pp. 124-128). <https://doi.org/10.1109/WF-IoT.2018.8355225>
- Kamble, S., Gunasekaran, A., & Gawankar, S. (2018). Identifying the current trends and future perspectives. *Process Safety and Environmental Protection*, 117, 408-425. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2018.05.009>
- Lahav, E., Shahrabani, S., & Benzion, U. (2019). Emotions, risk perceptions and precautionary actions of citizens during a military operation using a new defence technology: The Israeli case of the iron dome. *Defence and Peace Economics*, 30(6), 666-686. <https://doi.org/10.1080/10242694.2018.1455132>
- Lim, J., Ko, Y., Kim, D., & Kim, D. (2018). A stepwise approach for energy efficient trust evaluation in military IoT networks. In *9th International Conference on Information and Communication Technology Convergence: ICT Convergence Powered by Smart Intelligence* (pp. 689-692). <https://doi.org/10.1109/ICTC.2018.8539353>
- Magagula, H. B. (2019). Military integrated environmental management programme of the South African National Defence Force. *South African Geographical Journal*, 102(2), 170-189. <https://doi.org/10.1080/03736245.2019.1661873>
- Mao, Y., You, C., Zhang, J., Huang, K., & Letaief, K. B. (2017). A survey on mobile edge computing: The communication perspective. *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, 19(4), 2322-2358. <https://doi.org/10.1109/COMST.2017.2745201>
- Mariani, M., & Borghi, M. (2019). Industry 4.0: A bibliometric review of its managerial intellectual structure and potential evolution in the service industries. *Technological Forecasting & Social Change*, 149, 119752. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119752>
- Pochanin, G., Ruban, V., Ogurtsova, T., Orlenko, O., Pochanina, I., Kholod, P., Capineri, L., Falorni, P., Bulletti, A., Dimitri, M., Bossi, L., Bechtel, T., & Crawford, F. (2018). Application of the Industry 4.0 paradigm to the design of a UWB radiolocation system for humanitarian demining. In *UWBUSIS 2018 - 2018 9th International Conference on Ultrawideband and Ultrashort Impulse Signals, Proceedings* (pp. 50-56). <https://doi.org/10.1109/uwbuis.2018.8520226>
- Reyes, R., Vaca, H., Calderón, M., Montoya, L., & Aguilar, W. (2017). Milnova: An approach to the IoT solution based on Model-Driven engineering for the military health monitoring. In *2017 Chilean*

- Conference on Electrical, Electronics Engineering, Information and Communication Technologies, CHILECON - Proceedings*, January (2) (pp. 1-5). <https://doi.org/10.1109/chilecon.2017.8229585>
- Richelson, J. T. (2010). MASINT: The new kid in town. *International Journal of Intelligence and CounterIntelligence*, 14(2), 149-192. <https://doi.org/10.1080/088506001300063136>
- Samaras, C., Nuttall, W. J., & Bazilian, M. (2019). Energy and the military: Convergence of security, economic, and environmental decision-making. *Energy Strategy Reviews*, 26, 100409. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.100409>
- Saugmann, R. (2019). Military techno-vision: Technologies between visual ambiguity and the desire for security facts. *European Journal of International Security*, 4(3), 300-321. <https://doi.org/10.1017/eis.2019.17>
- Schwab, K. (2019). *The Global Competitiveness Report 2019* (Insight Report). World Economic Forum. <https://bit.ly/2oulcN>
- Shimoni, M., Haelterman, R., & Perneel, C. (2019). Hypersectral imaging for military and security applications: Combining Myriad processing and sensing techniques. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine*, 7(2), 101-117. <https://doi.org/10.1109/MGRS.2019.2902525>
- Swarte, T., Boufous, O., & Escalle, P. (2019). Artificial intelligence, ethics and human values: The cases of military drones and companion robots. *Artificial Life and Robotics*, 24(3), 291-296. <https://doi.org/10.1007/s10015-019-00525-1>
- Terán, M., Aranda, J., Marín, J., Uchamocha, E., & Corzo-Ussa, G. (2021). A methodology for signals intelligence using non-conventional techniques and software-defined radio. In *2021 IEEE Colombian Conference on Communications and Computing, COLCOM* (pp. 1-6). <https://doi.org/10.1109/colcom52710.2021.9486297>
- Wang, J., Cao, L., Shen, Y., & Zheng, G. (2019). Research on design of military logistics support system based on IoT. In *Proceedings - 2018 Prognostics and System Health Management Conference, PHM-Chongqing* (pp. 829-832). <https://doi.org/10.1109/PHM-Chongqing.2018.00148>
- Wasilow, S., & Thorpe, J. B. (2019). Artificial intelligence, robotics, ethics, and the military: A Canadian perspective. *AI Magazine*, 40(1), 37-48. <https://doi.org/10.1609/aimag.v40i1.2848>
- Wrona, K., & Jarosz, M. (2019). Use of blockchains for secure binding of metadata in military applications of IoT. In *IEEE 5th World Forum on Internet of Things, WF-IoT 2019 - Conference Proceedings* (pp. 213-218). <https://doi.org/10.1109/WF-IoT.2019.8767315>
- Xu, M., David, J. M., & Kim, S. H. (2018). The fourth industrial revolution: Opportunities and challenges. *International Journal of Financial Research*, 9(2), 90-95. <https://doi.org/10.5430/ijfr.v9n2p90>