



La industria 4.0 como apoyo al ODS 9 (Industria, Innovación e Infraestructura) en MIPyMES del sur de Tamaulipas (Industry 4.0 in support of SDG 9 (Industry, Innovation and Infrastructure) in MSMEs in southern Tamaulipas)

Manuel Eduardo Gutiérrez Ortiz¹; Mauricio Herrera Rodríguez² y Mayra Alejandra García Pecina³

¹ Universidad Autónoma de Tamaulipas - Facultad de Comercio y Administración de Tampico.

mgutierrez@docentes.uat.edu.mx, <https://orcid.org/0000-0002-2907-4877>

² Universidad Autónoma de Tamaulipas - Facultad de Comercio y Administración de Tampico.

mauherrera@docentes.uat.edu.mx, <https://orcid.org/0000-0003-3389-0559>

³ Universidad Autónoma de Tamaulipas - Facultad de Comercio y Administración de Tampico

mayra.garcia@uat.edu.mx, <https://orcid.org/0000-0002-0707-0859>

Información del artículo revisado por pares

Fecha de aceptación: 2022

Fecha de publicación en línea: marzo-2022

DOI: <http://doi.org/10.29105/vtga8.2-196>

Resumen

Dado el advenimiento de la llamada industria 4.0 las afectaciones en las MIPyMES fueron importantes, esta investigación tiene el objetivo de identificar cuáles son las tecnologías que se utilizan en las MIPyMES y como las benefician, para ello se realizó un estudio con un instrumento de investigación tipo escala de Likert en 284 empresas de la zona sur del Estado de Tamaulipas. Esto es podría ser significativo para conocer el estado que guardan las empresas para hacer frente a los cambios en las formas de trabajar y producir. Los resultados muestran que las empresas no están actualizadas con hardware, software y dominio del conocimiento tecnológico lo que las pone en desventaja con otras organizaciones. Este estudio puede ser un catalizador que impulse a los tomadores de decisiones de las empresas para actualizarse en tecnología y tener mejores perspectivas de cara al futuro inminente.

Palabras clave: Industria 4.0, ODS, MIPyMES

Códigos JEL: O31, O32, O33

Abstract

Given the advent of the so-called industry 4.0 the effects on MSMEs were important, this research aims to identify which are the technologies used in MSMEs and how they benefit them, for this a study was carried out with a Likert scale type research instrument in 284 companies in the southern area of the State of Tamaulipas. This could be significant to know the state that companies keep handling with changes in the ways of working and producing. The results show that companies are not up to date with hardware, software and mastery of technological knowledge which puts them at a disadvantage with other organizations. This study can be a catalyst that drives company decision makers to upgrade on technology and have better prospects for the imminent future.

Key words: Industry 4.0, SDG, MSMEs

JEL Codes: O31, O32, O33

1. Introducción

La Industria 4.0 es la integración de datos, inteligencia artificial, maquinaria y comunicación para crear un ecosistema industrial eficiente que no solo sea automatizado sino también inteligente. (Sachon, 2018)

Como la Industria 4.0 también se relaciona con las tecnologías digitales utilizadas en la creación de versiones virtuales de instalaciones, procesos y aplicaciones que existen en la realidad, también estas tecnologías pueden probarse de manera sólida para tomar decisiones descentralizadas rentables en las empresas por medio de copias virtuales que se pueden crear en el mundo real y vincularse, a través de Internet de las cosas en un mundo digital, lo que permite que los sistemas ciber físicos tengan comunicación y cooperación entre sí y con el personal humano, creando un proceso de automatización e intercambio de datos en tiempo real para la industria. (Bearzotti, 2018)

El beneficio tecnológico que podrían ayudar al Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 9 industria, innovación e infraestructura en las MIPyMES (Micro, Pequeñas y Medianas Empresas) se obtiene debido a que la automatización consiste en la interconectividad entre procesos, transparencia de la información y asistencia técnica para decisiones descentralizadas lo que debería permitir la transformación digital, la fabricación automatizada y autónoma con sistemas unidos que pueden cooperar entre sí de tal manera que la tecnología ayudará a resolver problemas y rastrear procesos, al mismo tiempo que aumenta la productividad. (Gubert, 2019)

Siguiendo a Roza-García (2020) que menciona que la Cuarta Revolución Industrial involucra distintos sistemas que interactúan entre sí, que son avanzadas y brindan soluciones inteligentes, flexibles y automatizadas que se pueden identificar como tecnologías disruptivas que beneficien a las MIPyMES, entre las que destaca los sistemas ciber físicos (CPS); la ciber seguridad; el cloud computing (computación en la nube); el blockchain (cadena de bloques); la inteligencia artificial y el big data (datos a gran escala).

Según el INEGI (2020), el sur de Tamaulipas es considerado una de las 6 grandes regiones en las que se divide el estado y contempla los municipios de Altamira, Madero y Tampico en la que su actividad económica es la industria manufacturera, el sector servicios y de manera especial el comercio lo que permite identificar a la zona de estudio como interesante para este trabajo.

1.1. Planteamiento del problema

Villanueva (2021) comenta que las tecnologías disruptivas no son evolutivas o lineales pero que sí llevan cambios que pueden considerarse como revolucionarios ya que no se presentan como pequeñas mejoras sino como algo novedoso que deja cómo obsoleto a lo anterior, esto se puede apreciar en los conocidos cierres de empresas tales como Kodak, block búster, BlackBerry y los cambios acelerados en tecnologías y aplicaciones cómo el uso de internet, redes sociales, plataformas de vídeo que cambian de manera vertiginosa pasando de YouTube a TiKTok, Instagram y muchas más. De la misma forma Khatab y Yousef (2021) plantean que estas tecnologías disruptivas pueden dividirse en las emergentes que presentan poca madurez con solo una alta expectativa de aplicación en el futuro y las tecnologías convergentes que sí tienen posibilidad de integrarse con los modelos existentes de producción, trabajo, comercio y operación de tal manera que otorguen a las empresas oportunidades para su desarrollo.

El beneficio tecnológico para las MIPyMES lo describe Tascón (2020) como el provocar mejoras de productividad y administración que ayuden al ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura. Estos dispositivos van desde objetos domésticos comunes hasta herramientas industriales sofisticadas y con más de 7 mil millones de dispositivos de Internet de las Cosas (conocido por sus siglas en inglés como IoT) conectados en la actualidad, los expertos esperan que este número aumente a 10 mil millones para 2020 y 22 mil millones para 2025. Es importante entender que, en los últimos años, el IoT se ha convertido en una de las tecnologías más importantes del siglo XXI ya que ahora que podemos conectar objetos cotidianos como electrodomésticos de cocina, automóviles, termostatos, monitores para bebés, y mucho más a Internet a través de dispositivos integrados, es posible una comunicación fluida entre personas, procesos y cosas. (Infante, Infante y

Gallardo, (2020) y un problema identificado es que pese a que el IoT por medio de la computación de bajo costo, la nube, los grandes datos, el análisis y las tecnologías móviles, las cosas físicas pueden compartir y recopilar datos con una mínima intervención humana las MIPyMES no aprovechan estas tecnologías de forma eficaz y eficiente dejando de lado en este mundo hiperconectado, los sistemas digitales que pueden registrar, monitorear y ajustar cada interacción entre las cosas conectadas. Es decir, las empresas no entienden que el mundo físico se encuentra con el mundo digital y es posible cooperar entre sí. (Tascón, 2020).

Problemas identificados con los sistemas ciber físicos (CPS) por parte de las MIPyMES los mencionan Zhou et al. (2020) y que son las malas integraciones de computación, redes y procesos físicos. El potencial económico y social de tales sistemas es mucho mayor de lo que se ha realizado, y se están realizando importantes inversiones en todo el mundo para desarrollar la tecnología. Por su parte Al-Salman y Salih (2019) comentan que esto no ocurre en las MIPyMES ya que su tecnología se basa en la disciplina más antigua de sistemas integrados, computadoras y software integrados en dispositivos cuya misión principal no es la computación, como automóviles, juguetes, dispositivos médicos e instrumentos científicos de tal manera que para aprovechar los CPS se debe integrar la dinámica de los procesos físicos con los del software y las redes, proporcionando abstracciones y técnicas de modelado, diseño y análisis para el todo integrado.

Un problema identificado en las MIPyMES es la ciberseguridad lo menciona Sarker et al. (2020) cuando comentan que es la práctica de proteger los sistemas críticos y la información confidencial de los ataques digitales. También conocidas como seguridad de la tecnología de la información (TI), las medidas de seguridad cibernética están diseñadas para combatir las amenazas contra los sistemas y aplicaciones en red, ya sea que esas amenazas se originen desde dentro o fuera de una organización.

También Lezzi, Lazoi y Corallo (2018) dicen que la complejidad del sistema de seguridad, creada por tecnologías dispares y la falta de experiencia interna, puede aumentar costos económicos, prestigio, clientes y datos y las organizaciones no cuentan con una estrategia integral de ciberseguridad, regida por las mejores prácticas y automatizadas mediante análisis avanzados, inteligencia artificial (IA) y aprendizaje automático, por lo que no pueden combatir las amenazas cibernéticas de manera efectiva y reducir el ciclo de vida y el impacto de las infracciones cuando ocurren.

Por su parte Li et al. (2019) comentan que el problema de la ciberseguridad al ser el arte de proteger redes, dispositivos y datos del acceso no autorizado o uso delictivo y la práctica de garantizar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información y como para el 2022 parece que todo depende de las computadoras e Internet. Tanto las empresas como las personas en su vida diaria dependen de la tecnología y un problema para las MIPyMES es qué parte de su información personal se almacena en su propio dispositivo o en el sistema de otra persona o hacker.

Alam (2020) menciona que respecto al cloud computing el problema se identifica en que en las MIPyMES no cuentan con medios para acceder a las aplicaciones como utilidades a través de Internet lo que no les permite crear, configurar y personalizar las aplicaciones en línea.

Srivastava y Khan (2018) menciona que el problema parte del hecho de que la computación en la nube se refiere a manipular, configurar y acceder a los recursos de hardware y software de forma remota por lo que ofrece almacenamiento de datos en línea, infraestructura y aplicación; la computación en la nube ofrece independencia de la plataforma, ya que no es necesario instalar el software localmente en la PC.

Zhou et al. (2020) menciona que un problema de la tecnología blockchain es que puede parecer bastante complicado, especialmente con palabras de moda como descentralizado, minería, token, criptomoneda y contratos inteligentes. En su forma más simple, blockchain es una colección digital de información sobre transacciones, esto también se llama libro mayor, razón por la cual esta palabra se usa a menudo para describir la tecnología blockchain.

Bodkhe et al. (2020) Cuando tiene muchas colecciones de datos diferentes, en el blockchain se almacenan juntas mediante un sistema basado en bloques de datos encadenados y debido a que cada

bloque está encadenado a los que lo rodean, interactúan entre sí por lo que esto crea un sistema en el que, si se modifica un bloque, un bloque adyacente detectará inmediatamente el error y evitará la transacción no válida. Como resultado, las transacciones en la cadena de bloques no se pueden cambiar, lo que crea un registro permanente que se comparte con todos en la red y la cadena de bloques tiene el potencial de desbloquear cómo se ve y se gasta el dinero, y cómo se legitima una variedad de acuerdos, contratos y tecnologías lo que resulta muy complicado para las MIPyMES.

Para las MIPyMES Chen, Chen y Lin (2020) mencionan que un problema complicado es el de la inteligencia artificial (IA) que se refiere a sistemas o máquinas que imitan la inteligencia humana para realizar tareas y pueden mejorar iterativamente en función de la información que recopilan.

Por su parte Johnson et al. (2018) dicen que, aunque la IA muestra imágenes de robots de alto funcionamiento similares a los humanos que se apoderan del mundo, la IA no pretende reemplazar a los humanos y su objetivo es mejorar significativamente las capacidades y contribuciones humanas, eso lo convierte en un activo comercial muy valioso que no es aprovechado por las MIPyMES.

El último punto de los problemas identificados en las tecnologías de la industria 4.0 es el referente al llamado big data en el que las MIPyMES no lo están aprovechando de buena manera ya que no saben cómo manejar el volumen de datos; siguiendo a Vite, Townsend y Carvajal (2020) la cantidad de datos importa y con big data, tendrá que procesar grandes volúmenes de datos no estructurados de baja densidad, estos pueden ser datos de valor desconocido, como fuentes de datos de Twitter, secuencias de clics en una página web o una aplicación móvil, o equipos habilitados para sensores y para algunas organizaciones, esto podría ser decenas de terabytes de datos. Para otros, pueden ser cientos de petabytes que resultan casi imposibles de manejar si la tecnología adecuada.

Dos problemas más de la Big data es que no se aprovecha la velocidad Wang et al (2020) mencionan que la velocidad es la velocidad a la que se reciben los datos y quizás actúa sobre ellos, por lo que normalmente, la velocidad más alta de los flujos de datos se transmite directamente a la memoria en lugar de escribirse en el disco en los que algunos productos inteligentes deberían estar habilitados para Internet y funcionar en tiempo real o casi en tiempo real y requerirán evaluación y acción en tiempo real.

De todo lo anterior se desprende el planteamiento del problema que las MIPyMES no están usando las tecnologías para involucrarse en la Industria 4.0 y no contribuyen al Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 9: Industria, Innovación e Infraestructura en las MIPyMES de tal manera que la pregunta de investigación es ¿qué tanto se utilizan los sistemas ciber físicos (CPS); la ciber seguridad; el cloud computing; el blockchain; la inteligencia artificial y el big data en las MIPyMES del sur de Tamaulipas?

De esta pregunta, el objetivo general de la investigación es determinar qué tanto se utilizan los sistemas ciber físicos (CPS); la ciber seguridad; el cloud computing; el blockchain; la inteligencia artificial y el big data en las MIPyMES del sur de Tamaulipas, lo que conduce a la hipótesis general que es que las MIPyMES del sur de Tamaulipas utilizan el internet de las cosas (IoT); los sistemas ciber físicos (CPS); la ciber seguridad; el cloud computing; el blockchain; la inteligencia artificial y el big data y las hipótesis específicas se definen quedan como se describen a continuación.

- H1 Las empresas MIPyMES del sur de Tamaulipas utilizan los sistemas ciber físicos (CPS) en sus procesos de producción y administrativos para ayudar al Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 9: industria, innovación e infraestructura.
- H2 Las empresas MIPyMES del sur de Tamaulipas utilizan la ciber seguridad en sus procesos de producción y administrativos para ayudar al Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 9: industria, innovación e infraestructura.
- H3 Las empresas MIPyMES del sur de Tamaulipas utilizan el cloud computing en sus procesos de producción y administrativos para ayudar al Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 9 industria, innovación e infraestructura.
- H4 Las empresas MIPyMES del sur de Tamaulipas utilizan el blockchain en sus procesos de producción y administrativos para ayudar al Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS): 9

industria, innovación e infraestructura.

- H5 Las empresas MIPyMES del sur de Tamaulipas utilizan la inteligencia artificial en sus procesos de producción y administrativos para ayudar al Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS): 9 industria, innovación e infraestructura.
- H6 Las empresas MIPyMES del sur de Tamaulipas utilizan el big data en sus procesos de producción y administrativos para ayudar al Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS): 9 industria, innovación e infraestructura.

1.2. Marco teórico

La Cuarta Revolución Industrial, 4IR, o Industria 4.0, Bai et al. (2020) conceptualiza un cambio rápido en la tecnología, las industrias y los patrones y procesos sociales en el siglo XXI debido a la creciente interconectividad y la automatización inteligente, este término fue acuñado popularmente por el fundador y presidente ejecutivo del Foro Económico Mundial, Klaus Schwab que afirma que los cambios observados son más que simples mejoras en la eficiencia, sino que expresan un cambio significativo en el capitalismo industrial, tal y como lo menciona (Philbeck y Davis, 2018).

Moore (2019) menciona que también representa un cambio social, político y económico de la era digital de finales de la década de 1990 y principios de la de 2000 a una era de conectividad integrada que se distingue por el uso común de la tecnología en toda la sociedad (por ejemplo, un metaverso) que cambia las formas experimentamos y conocemos el mundo que nos rodea.

Lee et al. (2018) plantean que hemos creado y estamos entrando en una realidad social aumentada en comparación con los sentidos naturales y la capacidad industrial de los humanos y detallan que desde que Klaus Schwab y el Foro Económico Mundial declararon la llegada de la Cuarta Revolución Industrial, se ha hablado mucho al respecto. Según Pereira y Romero (2017, p 1207), el término de Industria 4.0 es un “término general para un nuevo paradigma industrial” de producción y administrativo para ayudar al Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS): 9 industria, innovación e infraestructura.

Teóricos del Internet de las cosas (IoT) se pueden mencionar los trabajos de Zolanvari et al. (2019) con su trabajo Análisis de vulnerabilidad de red basado en aprendizaje automático de Internet industrial de las cosas; Ben-Daya, Hassini y Bahroun (2019) con su estudio denominado Internet de las cosas y gestión de la cadena de suministro: una revisión de la literatura; Zhang et al. (2018) con su artículo Control de acceso inteligente basado en contratos para Internet de las cosas y por último a Wang (2019) con su texto Teoría de la entropía de la energía distribuida para internet de las cosas.

Teóricos de los sistemas ciber físicos (CPS) entre los estudios encontrados se puede mencionar a Mahmoud, Hamdan, y Baroudi (2019) con su trabajo Modelado y control de sistemas ciber físicos sujetos a ataques cibernéticos: una encuesta de avances y desafíos recientes; Gupta, et al. (2020) con su artículo Protección de la privacidad de contratos inteligentes utilizando IA en sistemas ciber físicos: herramientas, técnicas y desafíos; Fitz, Theiler, y Smarsly (2019) con su artículo Un metamodelo para sistemas ciber físicos y por último a Napoleone, Macchi y Pozzetti (2020) con Una revisión sobre las características de los sistemas ciber físicos para las futuras fábricas inteligentes.

Teóricos de la ciber seguridad como Salloum, et al. (2020) con su trabajo Técnicas de aprendizaje automático y aprendizaje profundo para ciberseguridad: una revisión; Sarker, Furhad, y Nowrozy (2021) con su artículo Ciberseguridad impulsada por IA: descripción general, modelado de inteligencia de seguridad e instrucciones de investigación; Argaw, et al. (2020) con su artículo Ciberseguridad de los hospitales: discutiendo los desafíos y trabajando para mitigar los riesgos y por último a Bhamare, et al. (2020) con su artículo Ciberseguridad para sistemas de control industrial: una encuesta.

Teóricos del cloud computing son algunos como Gai, et al. (2020) con su tema blockchain se encuentra con la computación en la nube: una encuesta; Kumar, Raj, y Jelciana (2018) con su artículo Exploración de problemas de seguridad de datos y soluciones en computación en la nube; Abdel-Basset, Mohamed, y Chang (2018) con su artículo NMCD: un marco para evaluar los servicios de computación en la nube y por último Kumar, et al. (2019) en su artículo Una encuesta completa sobre

técnicas de programación en computación en la nube.

Teóricos del blockchain tienen estudios Lu (2019) con su artículo La cadena de bloques: estado del arte y desafíos de investigación; Xu, Chen, y Kou (2019) con el artículo Una revisión sistemática de blockchain; Miller (2018) con el artículo blockchain e internet de las cosas en el sector industrial y por último Saberi, et al. (2019) con su artículo La tecnología Blockchain y sus relaciones con la gestión sostenible de la cadena de suministro.

Teóricos de la inteligencia Artificial Collins y Moons (2019) con su artículo Informes de modelos de predicción de inteligencia artificial; Došilović, Brčić, y Hlupić (2018) con su artículo Inteligencia artificial explicable: una encuesta; Huang y Rust (2018) con su artículo Inteligencia artificial en servicio y por último Allam y Dhunny (2019) con su artículo sobre big data, inteligencia artificial y ciudades inteligentes.

Teóricos del Big data investigadores como Choi, Wallace y Wang (2018) con su artículo Análisis de Big data en la gestión de operaciones; Ge, Bangui y Buhnova (2018) con su artículo Big data para internet de las cosas: una encuesta; Reddy et al. (2020) con su artículo Análisis de técnicas de reducción de dimensionalidad en Big data y, por último, Mikalef et al. (2019) con su artículo Análisis de big data y rendimiento empresarial: resultados de un enfoque de método mixto.

2. Método

Los sujetos de estudio fueron los dueños, gerentes o encargados; la población de estudio fueron negocios MIPyMES del primer cuadro comercial considerando un censo a pie, de 3 manzanas a la redonda (3 calles al norte, sur, este y oeste respectivamente) del palacio municipal de las ciudades de Altamira, Madero y Tampico, que en febrero de 2022 cuentan con una población de empresas en Altamira de 233, en Madero de 325 y en Tampico 412 de para un total de 970 empresas MIPyMES, que se muestran en la siguiente figura 1.

Figura 1. Zonas de negocios censados para determinar la población de estudio



Fuente: Elaboración propia. Google Maps.

El tamaño de la muestra se determinó con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, obteniendo una muestra de 276 negocios. La recolección de la muestra se realizó por conveniencia en un recorrido por las calles, preguntando, negocio por negocio, a los sujetos de estudio si deseaban contestar de manera voluntaria el instrumento de investigación con lo que se recabaron 284 cuestionarios contestados lo que supera el tamaño de la muestra. El método utilizado fue empírico y correlacional y el estudio fue transversal, realizado en febrero de 2022. Las variables se obtuvieron de la literatura revisada, definiendo un total de siete variables (Tabla 1).

Tabla 1. Operatividad de variables

Variable	Tipo de variable	Definición en esta investigación	Definición operacional y escala de medición	Fuente de información
Uso de tecnologías de la I4 que ayudan al ODS 9	Y	El uso del internet vinculado operativamente a dispositivos que permiten realizar actividades domésticas, administrativas o industriales con máxima eficiencia de producción para ayudar al Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 9 industria, innovación e infraestructura.	Instrumento con escala tipo Likert de cinco niveles	Encuesta
Uso de los sistemas ciber físicos	X2	La integración holística de equipos de cómputo, redes informáticas y procesos físicos que se usan en las empresas en la administración, mercadotecnia y producción.	Instrumento con escala tipo Likert de cinco niveles	Encuesta
Uso de ciber seguridad	X3	La protección de las tecnologías de información tanto en hardware, software, internet y datos.	Instrumento con escala tipo Likert de cinco niveles	Encuesta
Uso de Cloud Computing	X4	El acceso, administración y almacenamiento en medios conocidos como la nube que son compañías con plataformas de almacenamiento y proceso de datos.	Instrumento con escala tipo Likert de cinco niveles	Encuesta
Uso de Blockchain	X5	La metodología de realizar operaciones financieras y transacciones económicas por medios digitales	Instrumento con escala tipo Likert de cinco niveles	Encuesta
Uso de inteligencia artificial	X6	Formas de trabajar con equipo de cómputo, sistemas o maquinas que realizan los procesos administrativos, logísticos, ventas y de producción de las empresas.	Instrumento con escala tipo Likert de cinco niveles	Encuesta
Uso de Big data	X7	El uso, gestión y control de datos en tiempo real por medios electrónicos digitales para la productividad de las empresas	Instrumento con escala tipo Likert de cinco niveles	Encuesta

Fuente: Elaboración propia

En el presente trabajo de investigación inicialmente se llevó a cabo una prueba piloto con ocho preguntas de investigación para cada una de las variables, quedando un primer estudio con 56 preguntas que fueron aplicadas a 43 personas diferentes a las seleccionadas para la muestra, pero con las mismas características de la población de estudio y en un único cuestionario; a los resultados de la prueba piloto con las respuestas se les aplicó una reducción de dimensiones con una rotación VARIMAX en la cual se confirmaron los ítems por variable y se verificaron las pruebas KMO y de Bartlett, proporcionando validez al estudio; el resultado obtenido se muestra en la siguiente tabla 2.

Tabla 2. Valores de la prueba piloto KMO y Bartlett

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		0.871
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	11175.566
	gl	2415
	Sig.	0.000

Fuente: Elaboración propia con SPSS V26

En seguida se verificó la fiabilidad del instrumento de investigación mediante el Alfa de Cronbach, se eliminaron algunos ítems, dejando el instrumento con 39 preguntas, mostrados en la

tabla 3.

Tabla 3. Resultados de la muestra

Variable	Concepto	Alfa de Cronbach	Ítems
Y	Uso de Tecnologías I4 para el ODS 9	0.707	4
X2	Uso de los sistemas ciber físicos	0.740	4
X3	Uso de ciber seguridad	0.845	7
X4	Uso de Cloud Computing	0.846	7
X5	Uso de Blockchain	0.851	6
X6	Uso de inteligencia artificial	0.854	5
X7	Uso de Big data	0.875	6

Fuente: Elaboración propia basado en SPSS V 26.

El instrumento de investigación ya validado y confiable se realizó con la escala tipo Likert de cinco niveles; se agregaron seis preguntas generales para referencia estadística. Los ítems finales se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Ítems con validez total del instrumento de investigación

Variable	Ítems
Y Uso de Tecnologías I4 para el ODS 9	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se beneficia la empresa con el uso de tecnologías informáticas 2. Se mejoran los procesos administrativos con el uso de tecnología de la I4 3. Se incrementa la productividad en los procesos con el uso de tecnologías I4 4. El negocio usa Tecnologías I4 para mejorar el ODS 9: Industria, innovación e infraestructura
X1 Uso de los sistemas ciber físicos	<ol style="list-style-type: none"> 1. El negocio cuenta con red LAN interna 2. Los equipos de los empleados están conectados con el negocio 3. Las operaciones laborales están integradas por sistemas de información 4. El negocio cuenta con Aplicaciones o Apps para celulares
X2 Uso de ciber seguridad	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se cuentan con antivirus en los equipos del negocio 2. Existe un control de contraseñas de los empleados 3. Los equipos con acceso a internet cuentan con firewall 4. Las contraseñas se cambian con una metodología específica del negocio 5. Los empleados usan dispositivos con seguro para sus labores en el negocio 6. La empresa cuenta con equipo de seguridad electrónica como reguladores 7. El área informática cuenta con protección contra daños como incendio
X3 Uso de Cloud Computing	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se utilizan en el negocio plataformas como iCloud o OneDrive 2. La empresa paga el uso de servicios digitales conocidos como la nube 3. Los empleados están capacitados para el uso de datos en la nube 4. Los procesos comerciales son usados fuera del negocio con la nube 5. Se puede facturar vía remota con servicios de nube 6. Los inventarios se actualizan automáticamente en bases de datos en la nube 7. Se cuenta con una App especial para ventas y facturación fuera del negocio
X4 Uso de Blockchain	<ol style="list-style-type: none"> 1. Las cuentas bancarias se administran vía digital 2. Se cuentan con aplicaciones bancarias para tramites financieros 3. Se aceptan pagos en el negocio con tarjeta de crédito vinculadas a bancos 4. La contabilidad del negocio se basa en operaciones digitales 5. Los encargados conocen la información financiera necesaria para sus labores 6. Los impuestos se calculan de manera directa con las aplicaciones bancarias
X5 Uso de inteligencia artificial	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los equipos de cómputo administran los inventarios y almacén 2. Se cuentan con sistemas de cómputo para el manejo de logística 3. La contabilidad se maneja en su totalidad por medios informáticos 4. Existe maquinaria robotizada en el negocio 5. Se cuenta en el negocio con boots para WhatsApp o redes sociales

X6 Uso de Big data	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los datos de los clientes del negocio son administrados por computadoras 2. Se realizan campañas de publicidad con los datos de los clientes 3. Las promociones del negocio son manejadas con sistemas digitales 4. Se utilizan las bases de datos digitales para tomar decisiones de producción o inventarios 5. Se utilizan los datos de los clientes para personalizar los productos o servicios 6. El negocio permite controlar un control digital de servicio al cliente
--------------------	---

Fuente: Elaboración propia

3. Resultados.

Como resultado general se obtuvo que de un total de 284 negocios encuestados 184 de los encargados son mujeres y 100 son hombres; 139 negocios son de la ciudad de Tampico, 66 de Ciudad Madero y 79 de Altamira; en cuanto a la edad de los encargados 20 de ellos tienen de 18 a 23 años, 46 de 24 a 30 años, 59 de 31 a 36 años, 132 de 37 a 42 años, 27 más de 43 años; 71 encargados son solteros, 179 casados o viven con su pareja y 26 son divorciados; 35 tienen primaria o menos, 65 cuentan con secundaria, 75 preparatoria o bachillerato y 113 tienen estudios universitarios; 219 encargados de negocios refieren tener información de aplicaciones digitales para el uso en las empresas y los medios que se manejan en el negocio de manera principal son Instagram con 17, 123 usa Facebook, 130 WhatsApp y 14 cuentan con una aplicación (APP) propia.

Una vez realizada la prueba piloto, se llevó a cabo la aplicación del instrumento validado y confiable a la muestra de investigación que consistió en 284 negocios y posteriormente se aplicó nuevamente el estudio de confiabilidad del Alfa de Cronbach con el objetivo de determinar su fiabilidad, cuyo resultado se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Resultados de la muestra

Variable	Concepto	Alfa de Cronbach
Y	Uso de Tecnologías I4 para el ODS 9	0.758
X2	Uso de los sistemas ciber físicos	0.801
X3	Uso de ciber seguridad	0.784
X4	Uso de Cloud Computing	0.776
X5	Uso de Blockchain	0.814
X6	Uso de inteligencia artificial	0.812
X7	Uso de Big data	0.804

Fuente: Elaboración propia basado en SPSS V 26.

La Correlación de Pearson es significativa en el nivel 0,01 (bilateral) y se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Correlación de Pearson de la muestra

Variable	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
Y	1	.485	.382	.329	.562	.550	.383
X2	.485	1	.384	.272	.577	.506	.306
X3	.382	.384	1	.762	.351	.349	.369
X4	.329	.272	.762	1	.301	.353	.255
X5	.562	.577	.351	.301	1	.654	.267
X6	.550	.506	.349	.353	.654	1	.219
X7	.383	.306	.369	.255	.267	.219	1

Fuente: Elaboración propia basado en SPSS V 26.

Observando la tabla anterior se encuentra que las variables tienen valores con una utilidad que va desde “práctica” hasta “muy alta utilidad práctica” y de las cuales se pueden desprender

conclusiones interesantes que se comentan más adelante.

En lo que se refiere al modelo de la regresión lineal muestra su validez con valores entre el rango de 1.5 a 2.5, lo cual se puede observar en la siguiente tabla 7 en donde dicho indicador da un valor de 2.195, mientras que el valor de R 2 obtenido es de 0.588 y el de R simple es de 0.767.

Tabla 7. Resumen de modelo de la regresión lineal

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Standard Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	0.767	0.588	0.566	0.57348	0.545	37.872	6	276	0.000	2.195

a). Variables Predictoras: (Constante), X₇ Uso de Big data, X₆ Uso de inteligencia artificial, X₅ Uso de Blockchain, X₂ Uso de los sistemas ciber físicos, X₄ Uso de Cloud Computing, X₃ Uso de ciber seguridad.

b). Variable Dependiente: Y Uso de tecnologías de la I4 que ayudan al ODS 9.

Fuente: Elaboración propia con SPSS- V 23

Se adjuntan los coeficientes de correlación y colinealidad de donde se desprende el modelo predictivo, con el fin de determinar que el modelo no tiene multicolinealidad entre las variables independientes, mostrando una colinealidad aceptable donde el índice VIF cuenta con valores inferiores a 10 como se puede observar en la tabla 8.

Tabla 8. Coeficientes de correlación y colinealidad

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	Sig. t	95.0% Confidence Interval for B	Correlations				Collinearity Statistics			
	B	Std. Error				Beta	Lower Bound	Upper Bound	Zero order	Part ial	Part ial	Tolera nce	VIF
1	Constant	.561	.255	2.200	.029	.059	1.063						
	X1	.116	.053	.127	2.178	.030	.011	.221	.485	.130	.098	.595	1.682
	X2	.070	.084	.062	.834	.405	-.095	.236	.382	.050	.037	.366	2.731
	X3	.233	.063	.239	3.716	.000	.110	.357	.562	.218	.167	.485	2.061
	X4	.219	.054	.253	4.084	.000	.113	.325	.550	.239	.183	.526	1.902
	X5	.039	.074	.037	.531	.596	-.106	.184	.329	.032	.024	.406	2.465
	X6	.177	.045	.193	3.918	.000	.088	.266	.383	.230	.176	.827	1.210

a. Variable Dependiente: Y

Colinealidad entre variables independientes VIF < 10

Fuente: Elaboración propia con SPSS- V 23

En concordancia con Ríos y Peña (2020), se considera que las variables independientes tienen un impacto significativo, por lo que es justificable el siguiente modelo predictivo.

Tabla 9. Resultados de las hipótesis

	Hipótesis	Sig.	Resultado
H1	Las empresas MIPyMES del sur de Tamaulipas utilizan los Sistemas Ciber físicos (CPS) en sus procesos de producción y administrativos para ayudar al Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 9 Industria, Innovación e Infraestructura	.030	Aceptada
H2	Las empresas MIPyMES del sur de Tamaulipas utilizan la Ciber seguridad en sus procesos de producción y administrativos para ayudar al Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 9 Industria, Innovación e Infraestructura.	.405	Rechazada
H3	Las empresas MIPyMES del sur de Tamaulipas utilizan el Cloud computing en sus procesos de producción y administrativos para ayudar al Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 9 Industria, Innovación e Infraestructura.	.000	Aceptada
H4	Las empresas MIPyMES del sur de Tamaulipas utilizan el Blockchain en sus procesos de producción y administrativos para ayudar al Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 9 Industria, Innovación e Infraestructura.	.000	Aceptada
H5	Las empresas MIPyMES del sur de Tamaulipas utilizan la inteligencia Artificial en sus procesos de producción y administrativos para ayudar al Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 9 Industria, Innovación e Infraestructura.	.596	Rechazada
H6	Las empresas MIPyMES del sur de Tamaulipas utilizan el Big data en sus procesos de producción y administrativos para ayudar al Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 9 Industria, Innovación e Infraestructura.	.000	Aceptada

Fuente: Elaboración propia.

4. Discusión.

Del análisis de las preguntas generales resulta interesante descubrir cómo la mayoría de las personas encargadas de los negocios MIPyMES son mujeres en casi dos terceras partes (65%) lo que puede relacionarse con estudios como el de Félix-Verduzco y Inzunza-Mejía (2019) que mencionan los roles de género en la participación laboral, el empoderamiento de la mujer o las necesidades laborales de las mujeres; también es interesante el resultado de las edades en las que prácticamente el 70% se encuentran entre los 31 y 42 años, lo que tiene sentido dada la fuerza laboral de esos años productivos; respecto al estado civil García (2019) menciona la estabilidad marital, que en este estudio da un 63% y resalta los vínculos sociales con una pareja que para las empresas MIPyMES podrían ser importantes para dichos puestos, porque podrían sugerir una estabilidad laboral de los empleados.

También en estos resultados generales, resulta interesante descubrir que el 66% de las personas encargadas de los negocios cuentan con estudios de preparatoria o de Universidad lo que coincide con el perfil del puesto que debería considerarse para ser responsable de un negocio; respecto al uso de aplicaciones digitales casi el 80 por ciento manifiesta tener información, lo cual es acorde con Cervantes y Chaparro (2021) con los tiempos alrededor de la pandemia de COVID-19 y por último es interesante descubrir cómo los sujetos de investigación utilizan las aplicaciones de WhatsApp y Facebook para sus relaciones virtuales que coincide con Menichelli y Braccini (2020) cuando mencionan que puede ser debido al rango de edades que han mencionado anteriormente, pues corresponden a la generación identificada como millennials.

El análisis descriptivo de la correlación de Pearson de la muestra es interesante porque expresa una correlación media y positiva entre las variables independientes con la dependiente lo que según Lalinde et al. (2018) da un resultado significativo que sumado a los valores de R y R², más el indicador Durvin-Watson y el índice VIF que en todas las variables da menor de 10 permiten concluir como adecuado el modelo predictivo, que sin embargo no es significativo en todas las variables.

En efecto, en este estudio la variable X2 = uso de la ciber seguridad y la variable X5 = uso de la inteligencia artificial no dan significativas, por lo que las hipótesis H2 y H5 son rechazadas en el modelo, lo que coincide con Lecuit (2018) respecto a los desafíos que existen para la ciberseguridad y con Villagra (2021) cuando menciona lo doloroso que puede ser el uso de la inteligencia artificial y la robótica en las PYMES.

Sin embargo, las demás variables sí dan significativas para el modelo estadístico por lo que Las empresas MIPyMES del sur de Tamaulipas que utilicen los Sistemas Ciber físicos (CPS) en sus procesos de producción y administrativos para ayudar al Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 9 industria, innovación e infraestructura como lo confirma Pulido81 (2021) al mencionar las herramientas de producción 4.0 y su implementación en PYMES; también coincide con Vera y León (2021) en el uso del cloud computing lo que resulta importante para las MIPyMES en esta investigación; Pastor, Fuente y Olaso (2019) mencionan la relevancia del Blockchain que coinciden con esta investigación y por último en la variable uso del Big data también se coincide con Merino y Merino (2018) en referencias a los modelos de inteligencia que son utilizados en las PYMES.

Al no ser todas las variables significativas con la T de Student se toman los coeficientes estandarizados beta para la definición del modelo predictivo que involucra únicamente a las variables X1, X3, X4 Y X6 que hacen referencia a los sistemas ciber físicos, el uso del cloud computing, la utilización de blockchain Y el uso del Big data en sus procesos de producción y administrativos que ayudan al ODS 9: Industria, innovación e infraestructura, que se puede concluir como sigue:

$$Y = 0.561 + 0.127 X1 + 0.239 X3 + 0.253 X4 + 0.193 X6 + E$$

Dónde: Y = Uso de Tecnologías I4 para el ODS 9, X1 = Uso de los sistemas ciber físicos, X3 = Uso de Cloud Computing, X4 = Uso de Blockchain y X5 = Uso de Big data.

De este modelo las recomendaciones son que, si las empresas MIPyMES desean beneficiarse con el uso de tecnologías informáticas para mejorar sus procesos administrativos, incrementar su productividad en los procesos de producción y en particular contribuir a mejorar el ODS 9: industria, innovación e infraestructura, deben acrecentar el uso de los sistemas ciber físicos así como lograr que los empleados estén conectados de manera tecnológica con el negocio, incentivar que las operaciones laborales se integren con sistemas de información y que el negocio cuente con aplicaciones para dispositivos móviles.

También, a partir de esta investigación, podría ayudar a mejorar el ODS 9: Industria, innovación e infraestructura, el uso del cloud computing con plataformas como OneDrive, Dropbox, iCloud, entre otras, en las que los servicios digitales de la empresa se manejen en lo que se conoce como la nube; dando relevancia a una capacitación exhaustiva a los empleados para el manejo de datos en la nube y en la ejecución de sus procesos comerciales como son la elaboración de facturas y manejo de inventarios.

Resulta interesante que en esta investigación se descubre que las operaciones bancarias y financieras sí se manejan en vía digital por parte de las MIPyMES en las que se aceptan pagos en el negocio, con tarjeta de crédito, de tal manera que los encargados tienen información financiera necesaria para sus labores e incluso los impuestos se calculan de manera directa con las aplicaciones bancarias, por lo que se recomienda que estos procesos continúen siendo utilizados.

Por último, respecto al uso del Big data también es interesante descubrir que, en este estudio, las empresas sí manejan los datos de los clientes con las que se realizan campañas de publicidad, promociones, la personalización de los productos o servicios de acuerdo a las características de los clientes; lo que lleva a una mejor toma de decisiones respecto a la producción o los inventarios y en especial en el servicio al cliente.

Una última recomendación que podría ser interesante para los gobiernos de todos los niveles en los países que buscan promover el ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura sería el generar estímulos fiscales para las MIPyMES que inviertan en estas tecnologías de la llamada Industria 4.0.

5. Referencias

- Abdel-Basset, M., Mohamed, M., y Chang, V. (2018). NMCDA: A framework for evaluating cloud computing services. *Future Generation Computer Systems*, 86, 12-29.
- Alam, T. (2020). Cloud computing and its role in the Information Technology. *IAIC Transactions on Sustainable Digital Innovation (ITSDI)*, 1(2), 108-115.
- Allam, Z., y Dhunny, Z. A. (2019). On big data, artificial intelligence and smart cities. *Cities*, 89, 80-91.
- Al-Salman, H. I., y Salih, M. H. (2019, December). A review Cyber of Industry 4.0 (Cyber-Physical Systems (CPS), the Internet of Things (IoT) and the Internet of Services (IoS)): Components, and Security Challenges. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1424(1), p. 012029. IOP Publishing.
- Argaw, S. T., Troncoso-Pastoriza, J. R., Lacey, D., Florin, M. V., Calcavecchia, F., Anderson, D., y Flahault, A. (2020). Cybersecurity of Hospitals: discussing the challenges and working towards mitigating the risks. *BMC medical informatics and decision making*, 20(1), 1-10.
- Bai, C., Dallasega, P., Orzes, G., y Sarkis, J. (2020). Industry 4.0 technologies assessment: A sustainability perspective. *International journal of production economics*, 229, 107776.
- Bearzotti, L. A. (2018). Industria 4.0 y la Gestión de la Cadena de Suministro: el desafío de la nueva revolución industrial. *Gaceta Sansana*, 3(8).
- Ben-Daya, M., Hassini, E., y Bahrour, Z. (2019). Internet of things and supply chain management: a literature review. *International Journal of Production Research*, 57(15-16), 4719-4742.
- Bhamare, D., Zolanvari, M., Erbad, A., Jain, R., Khan, K., y Meskin, N. (2020). Cybersecurity for industrial control systems: A survey. *computers y security*, 89, 101677.
- Bodkhe, U., Tanwar, S., Parekh, K., Khanpara, P., Tyagi, S., Kumar, N., y Alazab, M. (2020). Blockchain for industry 4.0: A comprehensive review. *IEEE Access*, 8, 79764-79800.
- Cervantes Hernández, R., y Chaparro Medina, P. M. (2021). Transformaciones en los hábitos de comunicación y sociabilidad a través del incremento del uso de redes sociodigitales en tiempos de pandemia. *Ámbitos: revista internacional de comunicación*, 52, 37-51.
- Chen, L., Chen, P., y Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *Ieee Access*, 8, 75264-75278.
- Choi, T. M., Wallace, S. W., y Wang, Y. (2018). Big data analytics in operations management. *Production and Operations Management*, 27(10), 1868-1883.
- Collins, G. S., y Moons, K. G. (2019). Reporting of artificial intelligence prediction models. *The Lancet*, 393(10181), 1577-1579.
- Došilović, F. K., Brčić, M., y Hlupić, N. (2018, May). Explainable artificial intelligence: A survey. In 2018 41st International convention on information and communication technology, electronics and microelectronics (MIPRO) (pp. 0210-0215). IEEE.
- Félix-Verduzco, G., y Inzunza-Mejía, P. C. (2019). Persistencia de los roles de género en la participación laboral de las mujeres con estudios profesionales en México. *Papeles de población*, 25(99), 209-248.
- Fitz, T., Theiler, M., y Smarsly, K. (2019). A metamodel for cyber-physical systems. *Advanced engineering informatics*, 41, 100930.
- Gai, K., Guo, J., Zhu, L., y Yu, S. (2020). Blockchain meets cloud computing: A survey. *IEEE Communications Surveys y Tutorials*, 22(3), 2009-2030.
- García, V. E. C. (2019). Factores personales, factores de la interacción y procesos transformativos que explican la estabilidad marital; investigación en población colombiana (Doctoral dissertation, Universidad de Navarra).
- Ge, M., Bangui, H., y Buhnova, B. (2018). Big data for internet of things: a survey. *Future generation computer systems*, 87, 601-614.
- Gubert, X. A. (2019). La industria 4.0, el nuevo motor de la innovación industrial. *Dirección y Organización*, (69), 99-110.
- Gupta, R., Tanwar, S., Al-Turjman, F., Italiya, P., Nauman, A., y Kim, S. W. (2020). Smart contract

- privacy protection using AI in cyber-physical systems: tools, techniques and challenges. *IEEE access*, 8, 24746-24772.
- Huang, M. H., y Rust, R. T. (2018). Artificial intelligence in service. *Journal of Service Research*, 21(2), 155-172.
- INEGI (2020) Instituto Nacional de Estadística y Geografía, ed. (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020*. Consultado el 2 de febrero de 2021.
- Infante Moro, A., Infante Moro, J. C., y Gallardo Pérez, J. (2020). Las posibilidades de empleo del Internet de las Cosas en el sector hotelero y sus necesidades formativas. *Education in the knowledge society: EKS*.
- Johnson, K. W., Torres Soto, J., Glicksberg, B. S., Shameer, K., Miotto, R., Ali, M., ... y Dudley, J. T. (2018). Artificial intelligence in cardiology. *Journal of the American College of Cardiology*, 71(23), 2668-2679.
- Khatab, Z., y Yousef, G. M. (2021). Disruptive innovations in the clinical laboratory: catching the wave of precision diagnostics. *Critical reviews in clinical laboratory sciences*, 58(8), 546-562.
- Kumar, M., Sharma, S. C., Goel, A., y Singh, S. P. (2019). A comprehensive survey for scheduling techniques in cloud computing. *Journal of Network and Computer Applications*, 143, 1-33.
- Kumar, P. R., Raj, P. H., y Jelciana, P. (2018). Exploring data security issues and solutions in cloud computing. *Procedia Computer Science*, 125, 691-697.
- Lalinde, J. D. H., Castro, F. E., Rodríguez, J. E., Rangel, J. G. C., Sierra, C. A. T., Torrado, M. K. A., ... y Pirela, V. J. B. (2018). Sobre el uso adecuado del coeficiente de correlación de Pearson: definición, propiedades y suposiciones. *Archivos venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 37(5), 587-595.
- Lecuit, J. A. (2018) Cifrado, IoT y RGPD: tres desafíos de ciberseguridad en 2018. Real Instituto El Cano Royal Institute. Recuperado de http://www.realinstitutoelcano.org/wps/portal/rielcano_es/contenido
- Lee, M., Yun, J. J., Pyka, A., Won, D., Kodama, F., Schiuma, G., ... y Zhao, X. (2018). How to respond to the fourth industrial revolution, or the second information technology revolution? Dynamic new combinations between technology, market, and society through open innovation. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 4(3), 21.
- Lezzi, M., Lazoi, M., y Corallo, A. (2018). Cybersecurity for Industry 4.0 in the current literature: A reference framework. *Computers in Industry*, 103, 97-110.
- Li, L., He, W., Xu, L., Ash, I., Anwar, M., y Yuan, X. (2019). Investigating the impact of cybersecurity policy awareness on employees' cybersecurity behavior. *International Journal of Information Management*, 45, 13-24.
- Lu, Y. (2019). The blockchain: State-of-the-art and research challenges. *Journal of Industrial Information Integration*, 15, 80-90.
- Mahmoud, M. S., Hamdan, M. M., y Baroudi, U. A. (2019). Modeling and control of cyber-physical systems subject to cyber-attacks: A survey of recent advances and challenges. *Neurocomputing*, 338, 101-115.
- Menichelli, M., y Braccini, A. M. (2020). Millennials, Information Assessment, and Social Media: An Exploratory Study on the Assessment of Critical Thinking Habits. In *Exploring Digital Ecosystems* (pp. 85-97). Springer, Cham.
- Merino, E. M. G., y Merino, M. J. G. (2018). Análisis de los Modelos de Inteligencia de Negocios basados en Big data en las Pymes del Ecuador. *Revista Científica Ciencia y Tecnología*, 18(17).
- Mikalef, P., Boura, M., Lekakos, G., y Krogstie, J. (2019). Big data analytics and firm performance: Findings from a mixed-method approach. *Journal of Business Research*, 98, 261-276.
- Miller, D. (2018). Blockchain and the internet of things in the industrial sector. *IT professional*, 20(3), 15-18.
- Moore, M. (2019). What is Industry 4.0? Everything you need to know. Techradar. pro: it insihhts for business.

- Napoleone, A., Macchi, M., y Pozzetti, A. (2020). A review on the characteristics of cyber-physical systems for the future smart factories. *Journal of manufacturing systems*, 54, 305-335.
- PASTOR, I. G., Fuente, F. S., y Olaso, J. R. O. (2019). Blockchain como componente clave en el sector máquina herramienta en la industria 4.0. *DYNA*, 94(3), 253-257.
- Pereira, A. C., y Romero, F. (2017). A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept. *Procedia Manufacturing*, 13, 1206-1214.
- Philbeck, T., y Davis, N. (2018). The fourth industrial revolution. *Journal of International Affairs*, 72(1), 17-22.
- Pulido81, R. D. B. (2021). 38. Herramientas de producción 4.0 y su implementación en pymes de la ciudad de Bogotá. *Investigación científica multidisciplinaria*, 658.
- Reddy, G. T., Reddy, M. P. K., Lakshmana, K., Kaluri, R., Rajput, D. S., Srivastava, G., y Baker, T. (2020). Analysis of dimensionality reduction techniques on big data. *IEEE Access*, 8, 54776-54788.
- Ríos, A. R., y Peña, A. M. P. (2020). Estadística inferencial. Elección de una prueba estadística no paramétrica en investigación científica. *Horizonte de la Ciencia*, 10(19), 191-208.
- Rozo-García, F. (2020). Revisión de las tecnologías presentes en la industria 4.0. *Revista UIS Ingenierías*, 19(2), 177-191.
- Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J., y Shen, L. (2019). Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. *International Journal of Production Research*, 57(7), 2117-2135.
- Sachon, M. (2018). Los pilares de la industria 4.0. *Revista de Antiguos Alumnos del IESE*, (148).
- Salloum, S. A., Alshurideh, M., Elnagar, A., y Shaalan, K. (2020, April). Machine learning and deep learning techniques for cybersecurity: a review. In *The International Conference on Artificial Intelligence and Computer Vision* (pp. 50-57). Springer, Cham.
- Sarker, I. H., Furhad, M. H., y Nowrozy, R. (2021). Ai-driven cybersecurity: an overview, security intelligence modeling and research directions. *SN Computer Science*, 2(3), 1-18.
- Sarker, I. H., Kayes, A. S. M., Badsha, S., Alqahtani, H., Watters, P., y Ng, A. (2020). Cybersecurity data science: an overview from machine learning perspective. *Journal of Big data*, 7(1), 1-29.
- Srivastava, P., y Khan, R. (2018). A review paper on cloud computing. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, 8(6), 17-20.
- Tascón, M. (2020). Big data y el internet de las cosas: qué hay detrás y cómo nos va a cambiar. Los Libros de la Catarata.
- Vera, C. L., y León, E. L. (2021). Modelo de cloud computing en el control de inventarios para PYMEs del sector ferretero en la ciudad de Machala. *Revista Científica Ciencia y Tecnología*, 21(32).
- Villagra, J. (2021). Robótica e inteligencia artificial más humanas y sostenibles. *Papeles de Economía Española*, (169), 165-177.
- Villanueva, C. (2021). La industria española de defensa ante los nuevos conflictos: capacidades a aportar. *Revista de Estudios en Seguridad Internacional*, 7(2), 63-81.
- Vite Cevallos, H., Townsend Valencia, J., y Carvajal Romero, H. (2020). Big data e Internet de las Cosas en la producción de banano orgánico. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(4), 192-200.
- Wang, J., Yang, Y., Wang, T., Sherratt, R. S., y Zhang, J. (2020). Big data service architecture: a survey. *Journal of Internet Technology*, 21(2), 393-405.
- Wang, Z. L. (2019). Entropy theory of distributed energy for internet of things. *Nano Energy*, 58, 669-672.
- Xu, M., Chen, X., y Kou, G. (2019). A systematic review of blockchain. *Financial Innovation*, 5(1), 1-14.
- Zhang, Y., Kasahara, S., Shen, Y., Jiang, X., y Wan, J. (2018). Smart contract-based access control for the internet of things. *IEEE Internet of Things Journal*, 6(2), 1594-1605.
- Zhou, Q., Huang, H., Zheng, Z., y Bian, J. (2020). Solutions to scalability of blockchain: A survey. *Ieee Access*, 8, 16440-16455.

- Zhou, X., Liang, W., Shimizu, S., Ma, J., y Jin, Q. (2020). Siamese neural network based few-shot learning for anomaly detection in industrial cyber-physical systems. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 17(8), 5790-5798.
- Zolanvari, M., Teixeira, M. A., Gupta, L., Khan, K. M., y Jain, R. (2019). Machine learning-based network vulnerability analysis of industrial Internet of Things. *IEEE Internet of Things Journal*, 6(4), 6822-6834.