

La oportunidad de Desarrollar diseños operativos para las industrias 4.0*

The opportunity to develop operational designs for industries 4.0

Recibido: Noviembre 20 de 2022 - Evaluado: Febrero 22 de 2023 - Aceptado: Mayo 02 de 2023

Mario Gabriel Sarián González**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2271-0532>

Darwin Alexander Martínez Nieto***

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3786-3390>

Ysrael Alberto Martínez Contreras****

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0865-057X>

Para citar este artículo / To cite this Article

Sarián Gonzalez, M. G., Martínez Nieto, D. A., & Martínez Contreras Y. A. (2023). La oportunidad de Desarrollar diseños operativos para las industrias 4.0. *Revista Gestión y Desarrollo Libre*, 8(16), 1-11.

Resumen

El propósito del trabajo es reflexionar sobre las oportunidades de los diseños operativos en la industria - 4.0 desde el uso de la tecnología en el sector empresarial. Desde la metodología del análisis documental, enfoque cualitativo y descriptivo se enfatiza sus aplicaciones en organizaciones empresariales de impacto global. Entre los principales resultados, se evalúa la vigencia de Amazon y Exscientia en uso diseños operativo ante la crisis generada por la pandemia de COVID 19 mediante el uso de tecnología en sus operaciones del mercado en contraparte las empresas pequeñas estuvieron afectadas en su costo beneficio en el mismo periodo. Se concluye en resaltar los beneficios de los diseños operativos en contextos organizacionales empresariales en beneficio de la gestión del conocimiento el cual se puede extrapolar a otros contextos organizacionales.

Palabras Clave: Crisis, Gestión del Conocimiento, Pandemia, Trabajo, Industria - 4.0

* Artículo inédito. Artículo de investigación e innovación. Artículo de investigación. Trabajo vinculado a proyecto desarrollo de industrias 4.0 de la Universidad Autónoma de Chile.

** Ingeniero en Informática y Gestión por la Universidad Diego Portales, Chile. Doctor en Administración por la Universidad Central, Chile. Master of Business Administration por la Universidad de Sevilla, España. Magister en Administración y Dirección de Empresas con especialización en Comunicación Estratégica por Universidad Pompeu Fabra, España. Profesor de la Universidad Autónoma de Chile. Email: mario.sarian@uautonoma.cl

*** Licenciado en Administración por la Universidad de Los Andes, Venezuela. Magister en Gerencia de Empresa Mención Finanzas por la Universidad Nacional Experimental del Táchira, Venezuela. Doctor en Educación por la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Venezuela. Email: darwin.martinez@uautonoma.cl

**** Doctorando en Educación por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú. Gestor Tecnológico por el British Council, Reino Unido. Especialista en la Guía Metodológica Tangüis 2.0 Propuesta de contratos y cláusulas en materia de propiedad intelectual y licenciamiento para su uso en la vinculación Academia - Industria en el Perú, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú. Profesor de la Universidad Autónoma del Perú. Email: ymartinezc@autonoma.edu.pe

Abstract

The purpose of this paper is to reflect on the opportunities of operational designs in the industry 4.0 from the use of technology in the business sector. From the methodology of documentary analysis, qualitative and descriptive approach, its applications in business organizations of global impact are emphasized. Among the main results, it is evaluated the validity of Amazon and Exscientia in the use of operational designs in the crisis generated by the COVID 19 pandemic through the use of technology in their market operations in contrast, small companies were affected in their cost-benefit in the same period. We conclude by highlighting the benefits of operational designs in business organizational contexts for the benefit of knowledge management, which can be extrapolated to other organizational contexts.

Key words: Crisis, Knowledge management, Pandemic, Job, Industry - 4.0

SUMARIO

INTRODUCCIÓN. - ESQUEMA DE RESOLUCIÓN. - I. Problema de investigación. - II. Metodología. - III. Plan de redacción. - 1. La industria 4.0 y el COVID 19. - IV. Resultados de investigación. - CONCLUSIONES. - REFERENCIAS.

Introducción

Las tecnologías 4.0 (Sistemas MES y MOM principalmente) fueron diseñadas para posibilitar la monitorización y el control de las industrias a comienzos de los 90' (Meyer, Fuchs & Klaus, 2009). Pese a esto, fue en el 2011 cuando se produjo la 4^{ta} revolución industrial y, se impulsó realmente el desarrollo de este tipo de herramientas (Almada Lobo, 2016). La 4^{ta} revolución industrial y la tecnología 4.0 empezaron a convertirse en algo fundamental para la industria, permitiendo el control de los procesos industriales eficientemente. Así, la industria 4.0 se adoptó e implementó en varias organizaciones, el concepto de Sistemas de ejecución en fabricación en inglés *Manufacturing Execution System* (MES) pilar de la tecnología 4.0 empezó a evolucionar y surgió el control de operaciones para la fabricación en inglés *Manufacturing Operations Management* (MOM), una versión modernizada del MES, la cual ayudó a la monitorización y control dentro de la industria, permitió optimizar el control de los costos o calidad (Littlefield, 2012).

Ante cualquier pronóstico, durante el 2020 el mundo fue afectada por la pandemia del COVID 19 la cual en vez de menoscabar a la Industria 4.0 en adelante I4.0, esta pandemia se convirtió en una oportunidad de modernización para las industrias. Por consiguiente, las tecnologías 4.0 de igual manera se adaptaron al nuevo escenario, encontrando nuevas formas de seguir operando (Cauthen, 2020). El método utilizado correspondió a la revisión documental de registros de diversas compañías y su uso de la tecnología 4.0 antes y durante la pandemia. Además de proyecciones realizadas a futuro sobre el desarrollo de ambos se realizó una comparación entre la eficacia que tenían por medio de la fórmula de impacto, logrando plasmar de forma cuantitativa como el COVID 19 benefició el desarrollo de estos sistemas. En la *Internet* de las industrias y el mundo industrial en general (Lampropoulos, Siakas & Anastasiadis, 2019), se vio un notable progreso en el perfeccionamiento de los métodos que ayudaron a la gestión de las industrias (Saenz de Ugarte,

Artiba & Pellerin, 2009), y por consiguiente la importancia de la optimización de estos métodos se ha vuelto cada vez mayor con el paso del tiempo (Mantravadi & Møller, 2019). Estos métodos, han generado importante aumento en la eficacia de las industrias, así como en la producción obtenida. Entre estos métodos hay dos métodos que se destacaron sobre el resto, estos fueron los MES y el MOM, que a lo largo de los años evolucionaron para convertirse en procesos reconocidos.

La pandemia de COVID 19 afectó la cotidianidad acostumbrada tales como: un lugar físico asignado, horario asociado a las actividades, comunicación presenciales y verticales; asimismo, obligó a las industrias a reformular sus métodos de trabajo, por ejemplo: el trabajo remoto desde casa lo cual posibilitó el uso de tecnologías que no eran necesariamente de uso laboral hasta ese momento. Bajo estas premisas, las industrias 4.0 encontraron su espacio en la modernización del trabajo y en la implementación de tecnologías innovadoras las cuales, lejos de complejizar el trabajo, fueron optimizando este y dándole nuevos paradigmas los cuales hasta tan solo hace tres años podrían haber parecido impensados.

El método usando en este trabajo consistió en hacer uso al máximo de la fórmula de impacto, ya que esta permitía medir de forma numérica la eficiencia del MES y MOM, comparando los datos obtenidos entre la época pre-COVID y post-COVID, con lo cual esperamos que se obtengan porcentajes de eficiencia mayores en los segundos, pudiendo abalar nuestra teoría. La investigación consistió en identificar cuantas empresas han sido beneficiadas por las tecnologías presentes en la industria 4.0 tales como MES, MOM, *big data* e inteligencia artificial durante la evolución de la pandemia del COVID 19. Posterior a esto, se identificaron las causas por las cuales las empresas pequeñas y medianas (PYMES) fueron más afectadas que las empresas grandes por la pandemia COVID 19. Por otra parte, se explicó lo que motivo a muchas empresas a dejar de invertir en las industrias 4.0 y del cómo muchas empresas no tuvieron tantos problemas, dado que, contaban con un sistema operativo inteligente.

Esquema de resolución

1. Problema de investigación

¿Hubo alguna aceleración de las industrias 4.0 por el COVID-19?

2. Metodología

Desde la metodología del análisis documental, enfoque cualitativo y descriptivo se enfatizó sus aplicaciones en organizaciones empresariales de impacto global. Entre los principales resultados, se evalúa la vigencia de Amazon y Exscientia en uso diseños operativo ante la crisis generada por la pandemia de COVID 19.

Para plasmar de mejor manera el avance que se produjo en las industrias 4.0 durante la pandemia, se implementó la fórmula de impacto (% de incremento en la tasa $R = (R_{\text{mejorada}} - R_{\text{actual}}) / R_{\text{actual}}$) conocida como cálculo Eficiencia Global de Equipamiento en inglés *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) es un indicador desarrollado por el ingeniero y físico Seiichi

Nakajima., es utilizado para medir la eficiencia de los equipos de una industria, siendo considerado uno de los principales índices del análisis de la productividad industrial (Almada Lobo, 2015).

3. Plan de redacción

3.1 La industria 4.0 y el COVID 19

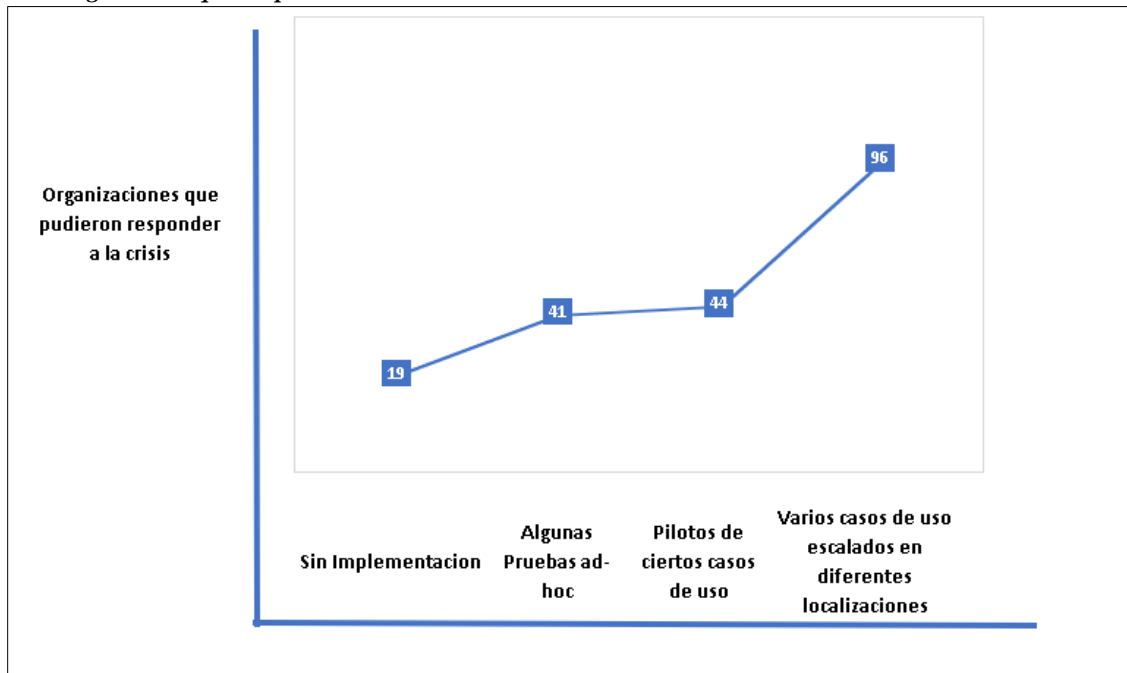
Surgen algunas preguntas sobre el impacto generado por la COVID 19 y si la pandemia inició una nueva revolución industrial, es decir, si la industria 5.0 comenzó a dar sus primeros pasos, puesto que, la relación entre la tecnología y el ser humano había sido cada vez más interdependiente por lo que “la sociedad 5.0, conocida como la sociedad súper inteligente, puede ser el puente final entre la máquina y el hombre.” (Sarfraz, Sarfraz, Iftikar, & Akhund, 2021, p. 4) asimismo, las revoluciones pasadas surgieron en gran parte debido a las problemáticas existentes en ese contexto, lo cual hizo posible el mantenerse por dicho camino.

La contingencia mundial iniciada en el año 2020 demostró la necesidad de aumentar el requerimiento a las nuevas tecnologías de la industria 4.0, por ejemplo, la empresa mexicana SensorGo ofreció productos relacionados con el *Internet* de las cosas, uno de los productos se trató de las cámaras con sensores que según SensorGo identificaban con precisión más allá del 99,00% la temperatura corporal de las personas y en tiempos de pandemia uno de los síntomas principales era la alta temperatura (SensorGo, 2020), por lo cual, SensorGo estuvo beneficiada de la alta demanda ya sea de instituciones públicas o privadas. Dicha situación, fue una oportunidad para la demostración de que este tipo de tecnologías como la internet de las cosas (IoT) cada vez fueron fundamentales.

La pandemia del COVID 19 afectó de manera significativa a empresas medianas y pequeñas, esto debido a una limitación de sus capacidades y una excesiva acumulación de demanda en diferentes productos (Bandrés Goldáraz, Conde Casado & Iniesta Alemán, 2021). Hay que tener en consideración que la industria 4.0 abarca una integración de las tecnologías modernas, que gracias a estas y al combinarlo con la *Internet*, surgieron con flexibilidad, visibilidad y confiabilidad dentro de la empresa (Bonci, Caizer, Giannini, Giuggioloni, Prist, 2023). Según la encuesta realizada por los autores y en base a las 5800 PYMES, se encontró que casi un 50,00% estaban afectadas por la aparición de la pandemia, dado que, no contaban con alguna tecnología de la industria 4.0. Por otra parte, las empresas que contaban con tecnología 4.0 (grandes empresas) no tuvieron pérdidas, al contrario, hubo un aumento grande en sus ventas y producciones (figura 1).

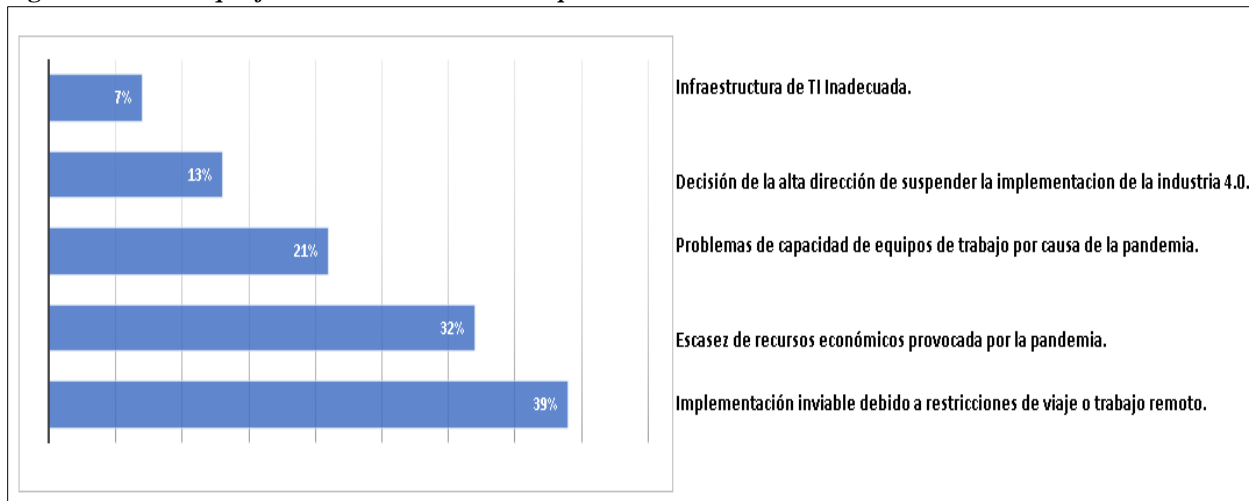
Agrawal, Dutta, & Millán (2021) en su estudio encontraron que la industria 4.0 es más valiosa en un 65,00%, el valor de la industria 4.0 no varío en 23,00% y la industria 4.0 es menos valiosa en 12,00%. (Mayank Agrawal, 2021); estos datos resultan curiosos, porque muchas empresas no tenían algún sistema MES o MOM . La industria 4.0 se refiere a máquinas inteligentes capaces de optimizar al 100,00% la productividad de una organización, capaces de tomar decisiones eficientes con base en datos e información, tener una mejor comunicación entre la empresa y los clientes (mejor relación), disminución del tiempo empleado en la fabricación al tener datos e información del cliente y, por último, la reducción de defectos. Según Agrawal, Dutta & Millán (2021) el 56,00% de los encuestados que no habían implementado tecnologías de la Industria 4.0 antes de la COVID-19 se vieron limitados en su capacidad de respuesta dada la ausencia de tecnologías digitales que los respaldaran (figura 2).

Figura 1. Organismos que respondieron a la crisis del COVID 19



Fuente: tomado de Agrawal, Dutta & Millán (2021, p3).

Figura 2. Razones que frenaron el avance de la implementación de las industrias 4.0



Fuente: tomado de Agrawal, Dutta, & Millán (2021, p. 4) .

4. Resultados de investigación

En la tabla 1 se muestra los resultados de la formula OEE, de la cual se desprende que siempre hubo un aumento en la producción durante el período de pandemia. Los datos de la tabla 1 fueron recopilados por Eurostat, y representan el volumen de producción de las principales economías europeas durante los meses entre el 2020 y el 2021. En Acomodar, según la observación hecha en

otras páginas anteriores los datos recopilados, se tomaron dos meses, uno del 2020 y otro del 2021. Se aplicó la fórmula de impacto entre ambos para así dar un valor porcentual al aumento del volumen de producción presente en tales países, donde se apreció de forma clara que el aumento en el volumen de producción durante el año 2021 fue determinante en el resultado del porcentaje de aumento de producción ideado, dando en la mayoría de los casos un incremento significativo, casi siempre de dos cifras en el aumento porcentual del volumen de producción.

A partir de los resultados se infirió que la pandemia desaceleró los volúmenes de producción, y el aumento de los números durante el 2021 por los avances en tecnología y medicina, los cuales ayudaban a la no desimación de la enfermedad, desde el trabajo remoto o desde casa, el uso obligatorio de mascarillas, pasando de igual manera a avances médicos en tiempo récord en tratamientos y vacunas contra el virus. Debido a estos y otros factores se proyectó mejores números en el 2021 y esto queda en vista al comprobar, usando la fórmula de impacto, que efectivamente existe un aumento porcentual en el volumen de producción. Este aumento intensificado desde el 2022, se originó por el incremento en el uso del MES y MOM a nivel mundial, donde se apreció mayor valoración sobre la importancia de estos para una industria 4.0 en comparación ante años anteriores, y es que durante la pandemia del COVID 19 fueron muchas las empresas las cuales quebraron o que continuaron subsistiendo a duras penas. Así, el implementar sistemas de optimización al máximo en la producción, de un momento a otro se transformó en algo fundamental en favor de la sobrevivencia organizacional.

Tabla 1. Indicadores de producción Período 2020 a 2021 Europa.

Datos extraídos en 22/12/2021 15:40:05 desde [ESTAT]					
Conjunto de datos:	Producción en la industria - datos mensuales [STS_INPR_M_custom_1808594]				
Última actualización	2021				
Frecuencia de tiempo	Mensual				
Indicador de tendencia empresarial	Índice de volumen de producción				
Clasificación estadística de actividades económicas en la Comunidad Europea (NACE Rev. 2)	Minas y canteras; fabricación; suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado				
Periodo	2020-01	2020-04	2021-01	2021-10	Impacto % Aumento Abril 2020
Georreferencia (Etiquetas)					
Bélgica	112,50	94,80	120,50	131,00	38,20
Dinamarca	107,00	102,90	109,40	114,40	11,20
Irlanda	95,50	96,80	121,70		
Grecia	110,90 p	97,60 p	114,60 p	121,10 p	24,10
España	104,30 p	69,20 p	101,70 p	101,80 p	47,10
Francia	101,50	67,50	101,60	98,70	46,20
Italia	104,70	58,60	102,30	104,00	77,50
Países Bajos	102,60	94,00	101,40 p	103,40 p	10,00
Austria	118,20	86,70	114,60	119,40 p	37,70
Polonia	123,30	91,60	129,80	139,30	52,10
Portugal	107,10	74,40	100,90	98,60	32,50
Suecia	111,20	92,70	111,60	115,00 p	24,10
Noruega	98,20	101,50	103,20	103,90	2,40

Suiza	119,50	106,60	118,70		
Reino Unido	100,90	77,70			
Turquía	117,40	79,10	130,70	137,60	74,00

Fuente: Eurostat.

Fuente: Datos obtenidos de Eurostat (2021). Link: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/STS_INPR_M/default/table?lang=en

Otro ejemplo del avance fue acontecido en Amazon entre los años 2019 y 2020. En el año 2019, la cantidad de flujo de dinero operante perteneciente a Amazon era de 38,5 billones de dólares, en comparación al 2020 donde se apreció la cantidad de 66,1 billones, mostrando un aumento de 72,00% en el año 2020 con respecto al año anterior, evidenciando como durante el año de la pandemia efectivamente se presenta un incremento notable en la producción de la empresa. De igual manera, la cantidad de ventas aumentó de 280,5 billones a 386,1 billones, produciendo un aumento del 37,00% en el 2020 con respecto al 2019. Este par de datos determinó cómo la industria 4.0 ayudó a Amazon a generar aún más ganancias de las que ya proveían antes de la pandemia, plasmando de forma clara el crecimiento que se ha visto en sistemas como el MES y el MOM para ayudar a todo este tipo de grandes empresas que aprovechan las herramientas de la mejor manera posible y claramente generan una cantidad considerable de ganancias.

Al igual que Amazon, se identificó a la empresa Exscientia la cual se dedicaba a realizar fármacos mediante el uso de la inteligencia artificial y que resultó profundamente beneficiada por la pandemia del virus COVID 19. Exscientia se enfocó en la realización de la cura contra esta enfermedad y esto se demostró lo cual fue determinada en los datos financieros de la empresa, ya que en los primeros 9 meses del año 2021 el ingreso ascendió a 31.3 millones de dólares, un aumento de 23.6 millones en relación con los primeros nueve meses del año 2020. Así, esta información demostró que existió aumento de productividad y uso de la Inteligencia Artificial (IA) que año tras año más empresas incorporan a su entorno para optimizar la gestión y las operaciones. Además, la “encuesta global sobre IA” realizada por McKinsey & Company entre el 2019 y 2020 describieron el aumento en 25,00% en el uso de la IA, lo cual evidenció el crecimiento de esta tecnología y no solo por la optimización de procesos. También, hubo un aumento de los ingresos, ya que, el 63% de los encuestados manifestaron haber tenido un crecimiento de estos. Por lo tanto, estos datos argumentan los beneficios del IA .

En base a las evidencias de las investigaciones citadas y debidamente completadas con el análisis crítico de las cifras destacadas “Up Supra” el COVID 19 generó avance a las industrias 4.0, ya que como se apreció en las diversas figuras recopilados a lo largo de la investigación. En este último par de años se evidenció un incremento en la producción dentro de las industrias, así como también en el ámbito tecnológico, siendo cada vez más las empresas las cuales integran sistemas como MES y MOM a su estructura. Según Basco & Lavena (2021):

La computación en la nube fue la de mayor penetración y aceleración en la región. En promedio, el 29% de las empresas continuó con su utilización durante la pandemia mientras que fue incorporada por otro 26% por primera vez. Los países que han mostrado un mayor incremento en el uso de esta tecnología son Argentina (+28%), Chile y México (+27%). Otros instrumentos que también se consolidaron fueron las plataformas digitales, los servicios móviles, big data y análisis de datos (fueron

adoptadas por 19% de las empresas y son actualmente utilizadas por el 41% de las firmas (p. 26).

El fragmento anterior corresponde a una parte de los resultados de la investigación realizada por el Banco Interamericano de Desarrollo a cargo de Basco y Lavena (2021), quienes describieron a nivel latinoamericano, efectivamente existió un fuerte aumento en la aplicación de herramientas relacionadas con la Industria 4.0. Aparte de esto, en la misma investigación, se afirmó: “Los resultados de esta investigación muestran la aceleración en la incorporación tecnológica en Argentina, Brasil, Chile, Colombia y México para todas las tecnologías de la industria 4.0. relevadas” (Basco & Lavena, 2021, p. 27)

Conclusiones

La pandemia que en un principio apuntaba a frenar la industria e inducir a una de las peores, sino la peor, crisis económica de la historia, terminó siendo todo lo contrario para la industria 4.0. La Industria 4.0 llegó a ser una especie de salvadora para que la industria moderna no parara y siguiera con su funcionamiento habitual, llegando a mejorar como ya dilucidamos en varios casos. La crisis del COVID 19 propició el uso de varias nuevas, o más bien no tan nuevas, tecnologías dentro de la industria, las cuales permitieron que esta siguiera operacional incluso cuando no era manejada directamente desde la empresa. *Big Data*, IoT, IA, VR, entre otras tecnologías, ya existentes, pero no conocidas o habituadas al ámbito laboral, ayudaron a la supervivencia de estas industrias. Las industrias las cuales no contaban con tecnologías de Industria 4.0 se vieron en la obligación de adoptarlas a la inmediatez o sino podrían perder su posición en la industria.

Se apreciaron comparativas con las principales economías europeas, en los primeros meses de la pandemia se vieron índices de producción bajos, o por debajo de los de un año normal. Que, si bien, el 2020 los números iban a la baja, en 2021 evidenciaron un repunte significativo e inesperado, ligado en gran medida a las adopciones de nuevas tecnologías, optimización y formas de organización familiarizadas a las I4.0, que también aterrizaron en los rubros de la Salud y ayudaron a la no propagación del virus. Sobre estas consideraciones, autores como Kumar, Sharma, Singh, Naugriya, Singh Gill & Buyya (2021), Nascimento Junior Santos, Cavalcante., Quintans-Junior, Walker., Borges & Serafini (2021), Armani, Hurt, Hwang , McCarthy & Scholtz (2020) y, Yan, Li, Hai Tao Zhang, Yang Xiao, Maolin Wang, Yuqi Guo, Chuan Sun, Xiuchuan, Tang, Liang Jing, Shusheng Li, Mingyang Zhang, Ying Xiao, Haosen Cao, Yanyan Chen, Tongxin Ren, Junyang Jin, Fang Wang, Yanru Xiao, Sufang Huang, Xi Tan, Niannian Huang, Bo Jiao, Yong Zhang, Ailin Luo, Zhiguo Cao, Hui Xu & Ye Yuan (2020), reportaron similares hallazgos.

La adopción de estos avances tecnológicos sería indispensable a futuro para cualquier industria y la supervivencia de esta, como el caso de Amazon, una empresa que no sólo sobrevivió a esta crisis, sino que la supo usar como un trampolín hacia un futuro más próspero para sí misma. Las industrias que no poseían estas tecnologías no sólo vieron retrasados sus planes a futuro, sino que también quebraron y dejaron de existir. La Salud se vio de igual manera beneficiada por estos avances, porque se descubrieran nuevos métodos de trabajo y de enseñanza igual fue en parte gracias a la pandemia. (Bandrés Goldáraz., Conde Casado & Iniesta Alemán, 2021).

Finalmente llegar a una conclusión de nivel general sería que el futuro está en el corto plazo, es incierto y con oportunidades consigo, sin la Industria 4.0 es posible inhibir herramientas para sobrellevar esta pandemia. Los avances de estas tecnologías se volverán indispensables en el largo plazo, en beneficio las potencialidades de la próxima crisis los cuales demandan a la capacidad instalada de los sistemas productivos en su eficiencia y eficacia, al considerar que esta tecnología de la que tantas veces usufructuamos abusamos sin idoneidad, se puede enfocar a emergentes escenarios en el devenir.

Referencias

- Agrawal, M., Dutta, S., & Millán, I. (2021). COVID-19: *Un punto de inflexión para la Industria 4.0*. Obtenido de <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/covid-19-an-inflection-point-for-industry-40/es-CL>
- Almada-Lobo, F. (2015). The Industry 4.0 revolution and the future of Manufacturing Execution Systems. *JIM*, 3(4), 16-21. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10216/81805>
- Amazon. (2 de Febrero de 2021). *Amazon*. Obtenido de <https://ir.aboutamazon.com/news-release/news-release-details/2021/Amazon.com-Announces-Fourth-Quarter-Results/>
- Armani, A. M. Hurt D., Hwang D, McCarthy M. and Scholtz A. (2020). Low-tech solutions for the COVID-19 supply chain crisis, *Nature Reviews Materials*. *Springer US*, 5(6), 403-406. doi: 10.1038/s41578-020-0205-1
- Bandrés Goldáraz, E., Conde Casado, M., & Iniesta Alemán, I. (2021). El impacto de la COVID-19 en las pequeñas y medianas empresas de comunicación en España. *Retos Revista de Ciencias de la Administración y Economía*, 11(21), 25-40. Doi:[dhttps://doi.org/10.17163/ret.n21.2021.02](https://doi.org/10.17163/ret.n21.2021.02)
- Basco, A., & Lavena, C. (2021). Competencias y habilidades para la cuarta revolución industrial en el contexto de pandemia. Obtenido de <https://publications.iadb.org/es/americas-latina-en-movimiento-competencias-y-habilidades-para-la-cuarta-revolucion-industrial-en-el>
- Bonci, A., Caizer, E., Giannini, M., Giuglioloni, F., & Prist, M. (2023). Ultra Wide Band communication for condition-based monitoring, a bridge between edge and cloud computing. *Procedia Computer Science*, 217, 1670-1677. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.367>.
- Cauthen, R. (2020). *10 Reasons why a MES is Crucial for Quality Management*. Obtenido de https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Impact_of_Covid-19_crisis_on_industrial_production.
- Exscientia. (17 de Noviembre de 2021). Exscientia. Obtenido de <https://investors.exscientia.ai/press-releases/press-release-details/2021/Exscientia-Business-Update-for-Third-Quarter-2021/default.aspx>

- Kumar, A., Sharma, K., Singh, H., Naugriya, S., Singh Gill, S., & Buyya, R. (2021). A drone-based networked system and methods for combating coronavirus disease (COVID-19) pandemic. *Future Generation Computer Systems*, 115, 1-19. doi: 10.1016/j.future.2020.08.046.
- Lampropoulos, G., Siakas, K., & Anastasiadis, T. (2019). Internet of things in the context of industry 4.0: an overview. *International Journal of Entrepreneurial Knowledge*, 7(1), 4-19. doi: 10.2478/ijek-2019-0001
- Littlefield, D. (2012). *Metric Handbook: Planning and Design Data*. Amsterdam: Elsevier, Book Aid International , Sabre Foundation.
- Mantravadi, S., Li, C., & Møller, C. (2019). Multi-agent Manufacturing Execution System (MES): Concept, Architecture & ML Algorithm for a Smart Factory Case. *International Conference on Enterprise Information Systems*. Obtenido de <https://vbn.aau.dk/en/publications/multi-agent-manufacturing-execution-system-mes-concept-architectu>
- McKiensey. (Noviembre de 2019). *Encuesta global sobre AI: La AI demuestra su valía, pero poco impacto a escala*. Obtenido de <https://www.mckinsey.com/featured-insights/destacados/el-estado-de-la-ia-en-2022-y-el-balance-de-media-decada/es>
- McKinsey. (2020). *Encuesta global: el estado de la AI en 2020*. Obtenido de <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/global-survey-the-state-of-ai-in-2020>
- Meyer, H., Fuchs, F., & Klaus, T. (2009). *Manufacturing Execution Systems (MES): Optimal Design, Planning, and Deployment*. New York: McGraw Hill Professional.
- Nascimento Junior, J. C., Santos, A. M., Cavalcante, R. M., Quintans-Junior, L. J., Walker, C. B., Borges, L. P., & Serafini, M. R. (2021). Mapping the technological landscape of SARS, MERS, and SARS-CoV-2 vaccines. *Drug Development and Industrial Pharmacy*, 47(4), 673-684. doi:10.1080/03639045.2021.1908343
- Paez, R. (2019). *¿Es caro invertir en Industria 4.0? Es más caro no hacerlo*. Obtenido de <https://www.forbes.com.mx/es-caro-invertir-en-industria-4-0-es-mas-carro-no-hacerlo/>
- Saenz de Ugarte, B., Artiba, A., & Pellerin, R. (2009). Manufacturing execution system - A literature review. *Production Planning & Control*, 20(6), 525-539, doi: 10.1080/09537280902938613
- Sarfraz, Z., Sarfraz, A., Iftikar, H. M., & Akhund, R. (2021). Is COVID-19 pushing us to the Fifth Industrial Revolution (Society 5.0)?. *Pakistan journal of medical sciences*, 37(2), 591–594. <https://doi.org/10.12669/pjms.37.2.3387>
- SensorGo. (22 de Septiembre de 2020). *SensorGo*. Obtenido de <https://sensorgo.mx/medicion-de-temperatura/>

Yan, Li, Hai Tao Zhang, Yang Xiao, Maolin Wang, Yuqi Guo, Chuan Sun, Xiuchuan, Tang, Liang Jing, Shusheng Li, Mingyang Zhang, Ying Xiao, Haosen Cao, Yanyan Chen, Tongxin Ren, Junyang Jin, Fang Wang, Yanru Xiao, Sufang Huang, Xi Tan, Niannian Huang, Bo Jiao, Yong Zhang, Ailin Luo, Zhiguo Cao, Hui Xu, & Ye Yuan (2020). *Prediction of criticality in patients with severe COVID-19 infection using three clinical features: a machine learning-based prognostic model with clinical data in Wuhan*. Obtenido de <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.02.27.20028027v3>