

# La era digital, Ingeniería Industrial y la pandemia por Covid-19

*The digital age, Industrial Engineering and the Covid-19 pandemic*

**Humberto Gutiérrez Pulido**

*Palabras clave:* industria 4.0, calidad 4.0, Jabil, tendencias en manufactura

*Key words:* industry 4.0, quality 4.0, Jabil, trends in manufacturing

## RESUMEN

Ante la llegada de la tercera década del siglo XXI, la mayoría de las actividades humanas han sido impactadas por la actual era digital, conocida también como la cuarta revolución de la información y el conocimiento. Uno de los campos donde más se refleja este impacto es en las empresas manufactureras, donde los avances tecnológicos, la apertura de mercados y la globalización económica les induce a mejorar sus resultados y su competitividad; por el contraste, en las universidades, donde se forman los profesionales que deben afrontar los desafíos de esta era digital, los cambios han sido más lentos y presentan una serie de desafíos que es necesario atender. En este artículo se plantean algunos retos para la educación superior, así como una experiencia en una empresa pionera en las tendencias de manufactura, Jabil. En este contexto, se plantea el impacto en la ingeniería industrial, y el evidente reto ante la pandemia del Covid-19.

## ABSTRACT

With the arrival of the third decade of the 21st century, most human activities have been impacted by the current digital age, also known as the fourth information and knowledge revolution. One of the fields where this impact is most reflected is in manufacturing companies, where technological advances, the opening of markets and economic globalization induce them to improve their results and competitiveness; By contrast, in universities, where professionals who must face the challenges of this digital age are trained, changes have been slower and present a series of challenges that must be addressed. This article presents some challenges for higher education, as well as an experience in a pioneering company in manufacturing trends, Jabil. In this context, the impact on industrial engineering is considered, and the obvious challenge in the face of the Covid-19 pandemic.

## INTRODUCCIÓN

Terminando la segunda década del siglo XXI, prácticamente todas las actividades humanas han sido impactadas por la actual era digital, también identificada como la

cuarta revolución de la información y el conocimiento, que ha sido resultado de los avances en las tecnologías de la información y la comunicación de las

últimas décadas, y que se ha acelerado con el uso y aplicación de la internet y equipos digitales de todo tipo. Las tecnologías digitales son cada vez más sofisticadas e integradas, y como resultado, están transformando la sociedad y la economía mundial (Schwab, 2017). Las innovaciones digitales, los dominios económicos, sociales, políticos y sociales están siendo remodelados por las tecnologías conectivas digitales en una escala sin precedentes, tal que indica que se ha alcanzado una nueva era: la era digital (Saykili, 2019).

Esta Era Digital, en la cual estamos sumergidos, representa una sociedad tecnologizada, donde los hábitos y estilos de vida se han visto transformados por el desarrollo constante e imparable de las tecnologías digitales e Internet (Viñals y Cuenca, 2016); las cuales han supuesto que las sociedades deseen cada vez más una formación que conlleve a estar preparados para el mundo laboral y el tipo de relaciones que se establecen hoy en día (Rodríguez, Fernández y Berral, 2019). Pero, como lo plantea Sevilla (2017), se vive la era digital, no porque los avances de la tecnología hayan llegado a su punto culminante, sino porque la tendencia sugiere que se mantendrá vigente y con intensidad en los próximos años.

Uno de los campos donde más se refleja esta influencia de la era digital es en las empresas líderes a nivel global en el campo de la manufactura, donde los avances tecnológicos, la apertura de mercados y la globalización económica les presiona e incentiva a mejorar sus resultados y su

competitividad. El desarrollo tecnológico ha tenido un impacto importante en los sistemas de manufactura debido a su potencial y beneficios relacionados con la integración, innovación y autonomía de los procesos (Ynzunza et al., 2017). Este impulso de las empresas manufactureras hacia la cuarta revolución industrial, conocida como Industria 4.0, es producto de la demanda de tiempos de entrega más rápidos, procesos más eficientes y automatizados, productos de mayor calidad y personalizados (Zheng, Ardolino, Bacchetti & Perona, 2020).

En contraste con lo anterior, en las universidades, donde se forman los profesionales que deben afrontar los desafíos de esta era digital, los cambios han sido más lentos y presentan una serie de desafíos que es necesario atender. En este sentido, una propuesta de rediseño curricular significa la creación de una nueva realidad, por lo que se requiere identificar las mejores condiciones de desarrollo, y los propósitos de quienes emprenden dicha propuesta (Martínez, Fonseca y Tapia, 2019). Las Universidades, ante este reto, están luchando actualmente por proporcionar las estructuras organizativas y físicas necesarias para tales prácticas (Saykili, 2019).

Esto es particularmente crítico en las profesiones de las ciencias, las ingenierías y las tecnologías. Por ejemplo, Kowalski (2016), plantea la necesidad de que las carreras de ingeniería respondan a la era digital, y pregunta de si las carreras de ingeniería industrial están formando

profesionales 4.0, o aún se sigue con la lógica de profesionales 3.0 o 2.0. Por lo tanto, el ingeniero actual requiere del desarrollo de habilidades y competencias ante esta nueva visión del sector industrial (Garcés y Peña, 2020).

Por otro lado, la pandemia del Covid-19 está incidiendo de diferentes maneras en la transformación digital de los distintos países, con consecuencias socioeconómicas sin precedentes en América Latina y el Caribe (ALC), que agravan una situación ya de por sí compleja, caracterizada por trampas del desarrollo de carácter estructural (OCDE/NACIONES UNIDAS/CAF/UNIÓN EUROPEA, 2020). Las universidades y su tejido humano, han tenido que enfrentar con rapidez y creatividad el reto de reorganizarse para continuar sus funciones sustantivas y para seguir atendiendo los retos y problemas que venían enfrentando desde antes de la crisis del COVID-19 (Ordorika, 2020). Sin embargo, coincidiendo con Miguel (2020), pareciera no haber una estrategia clara en cuanto a cómo abordar las afectaciones en este ámbito de educación superior.

### **Retos para la Educación Superior**

En los albores del siglo XXI el proyecto *Turning* América Latina (Beneitone, et al, 2007) se plantean los retos de la educación superior en América Latina. Con base en un estudio amplio en la que participaron académicos, estudiantes, egresados y empleadores, el informe presenta los resultados de cuatro líneas de trabajo:

1) *Competencias (genéricas y específicas de 12 áreas temáticas).*

2) *Enfoques de enseñanza, aprendizaje y evaluación de estas competencias.*

3) *Créditos académicos.*

4) *Calidad de los programas.*

Para considerar este tipo de resultados y adecuarse a los desafíos de la era digital, son varias las dificultades que enfrentan las universidades; para empezar los procesos de formación de ingenieros son muy largos, ya que a los cuatro o cinco años que un estudiante está en la universidad, hay que sumarle los dos a tres años que normalmente se lleva el empezar a implementar un nuevo proyecto de revisión curricular, y además es necesario considerar los tres a cinco años que tarda un ingeniero en reflejar su nivel real de preparación, una vez que se estabiliza y supera la curva de aprendizaje inicial del ejercicio de su profesión. De esta forma se plantea un lapso de nueve a trece años como el tiempo que transcurre entre el inicio de un proyecto de ajuste curricular y la evaluación de sus resultados en términos de la formación de sus egresados. En contraste en la era digital, los cambios se dan con mucha mayor velocidad.

Otra problemática, es que con frecuencia los proyectos de revisión curricular son inerciales y reactivos, donde en el nuevo plan de estudios, desde una perspectiva endógena, se agregan nuevos contenidos con lo cual los planes de estudio quedan sobrecargados y en ellos se sigue considerando contenidos con poca utilidad para generar las habilidades y competencias requeridas en la era digital.

Para contrarrestar los dos puntos anteriores se han propuesto diversos modelos de revisión curricular. Por ejemplo, Hall (2014) describe un proceso de cuatro etapas, el modelo Beka (*benchmarking, evidencing, knowing and applying*, por su acrónimo en inglés); utilizado por Juniarti, Sari y Yani (2016) como una herramienta para realizar análisis curriculares. No buscamos entrar en detalle en estos modelos, pero sí enfatizar la importancia de usar un modelo en donde se incluya consideraciones prospectivas y evaluaciones comparativas (*benchmarking*) para identificar buenas prácticas de cambio y modernización curricular.

Con los ejercicios prospectivos se recaba información sobre áreas, temas y aspectos que es necesario incorporar en los planes de estudio considerando las características del mercado laboral del futuro (los siguientes 10 a 20 años). Una revisión rápida de la literatura sobre el particular, muestra varios ejercicios de este tipo. Por ejemplo, Zarth et al. (2013) resumen los resultados de un estudio prospectivo para identificar las principales áreas, temas y aspectos de calidad de la Ingeniería Industrial al 2025 en los países del continente americano, presentan los temas prioritarios en las áreas de optimización, producción, administración y finanzas, así como las nuevas tendencias y los criterios de calidad que los expertos consideraron como prioritarios en la Ingeniería Industrial al 2025. Por su parte, Ovallos et al. (2015) dan cuenta de un estudio prospectivo para

identificar las principales áreas, temas y aspectos de la formación de ingenieros de cara al 2020 en temas de creatividad, innovación y emprendimiento en Colombia.

En los ejercicios de revisión curricular y de evaluaciones comparativas, es importante no perder de vista las diferentes realidades del mercado laboral, que van desde las pequeña y medianas empresas hasta las grandes organizaciones globales. Las primeras son las grandes proveedoras de empleos en el mundo, y muchas veces sus necesidades más apremiantes pasan por contar con un sistema productivo y de gestión que dé una mediana certidumbre a sus diferentes procesos. Por otro lado, están las empresas globales, que muchas de ellas ya se han adaptado a la era digital y están marcando pautas de apuestas hacia el futuro, que es necesario estudiarlas y consultar con detalle para enriquecer el plan de estudio para formar ingenieros para el futuro.

Precisamente, para completar esta aportación, damos cuenta de algunos elementos del funcionamiento de una gran empresa manufacturera global (Jabil), que ilustra varios de los retos que deberán asumir cada vez más los ingenieros en la era digital.

### **La experiencia Jabil**

Jabil, es una empresa que fabrica componentes electrónicos de alta tecnología, fundada en 1966 en Detroit, y que en 1980 trasladó sus oficinas centrales a San Petersburgo, Florida, Estados

Unidos; desde 1998 cotiza en la Bolsa de Valores de Nueva York.

Actualmente, Jabil, tiene más de cien mil empleados en más de 100 plantas distribuidas en más de veinte países de cuatro continentes. Muchas de estas plantas han recibido diversos premios en los países que están instaladas por sus buenas prácticas. En 2016 tuvo ingresos netos por \$18400 millones de dólares. Sus fundadores, un par de emprendedores, James Golden y Bill Morean, reconocieron hace 50 años que la electrónica estaba evolucionando mucho y querían participar en ello. Empezaron haciendo tarjetas electrónicas sobre la mesa de la cocina de la casa de Morean.

Al conocer el funcionamiento de algunas de las plantas de Jabil, resalta la manera como han incorporado buenas prácticas de gestión y manufactura, que se puede resumir con palabras como: orden, limpieza, organización y tecnología. Además, han llevado a la práctica el enfoque a proyectos y procesos, en contraste con la tradicional segmentación por funciones de muchos procesos. Su trabajo con clientes y proveedores es estrecho. Los retos que enfrentan sus ingenieros son continuos en términos de costos, diseño, introducción de nuevos productos, ingeniería, control, mantenimiento, logística, cambios de modelos y nueva tecnología.

Lo anterior se resume bien en la página web de Jabil ([www.jabil.com](http://www.jabil.com)), donde presentan casos estudios y en general se puede

apreciar la claridad con la que comunican quiénes son, cuál es su negocio y las principales tendencias actuales en manufactura en las que participan. Su eslogan es: empoderando las marcas que empoderan al mundo; y es que Jabil es proveedor de partes y componentes de importantes marcas comerciales de productos de alta tecnología (Figura 1).

También precisan algunas de las principales tendencias de la era digital en la que están inmersos: Impresión 3D, Sistemas autónomos, Soluciones en la Nube (Cloud), Soluciones conectadas, Interacción, Internet de las cosas (IoT), Ciencia de los Materiales, Tecnología Médica, Miniaturización, Movilidad, Fábrica inteligente, etcétera. Esto lo despliegan a través de cuatro áreas claves de soluciones:

- Innovación acelerada.*
- Excelencia en ingeniería.*
- Manufactura ágil.*
- Coordinación total de la cadena de suministros.*

La descripción que dan de estas cuatro áreas ofrece una perspectiva de los retos que debe asumir una empresa de manufactura para ser competitiva.

Jabil señala como su primera área de soluciones (negocio) a la innovación acelerada; en donde reconoce que sus clientes buscan incorporar más características en sus productos, a menores costos y en un menor tiempo para lanzar los productos al mercado.

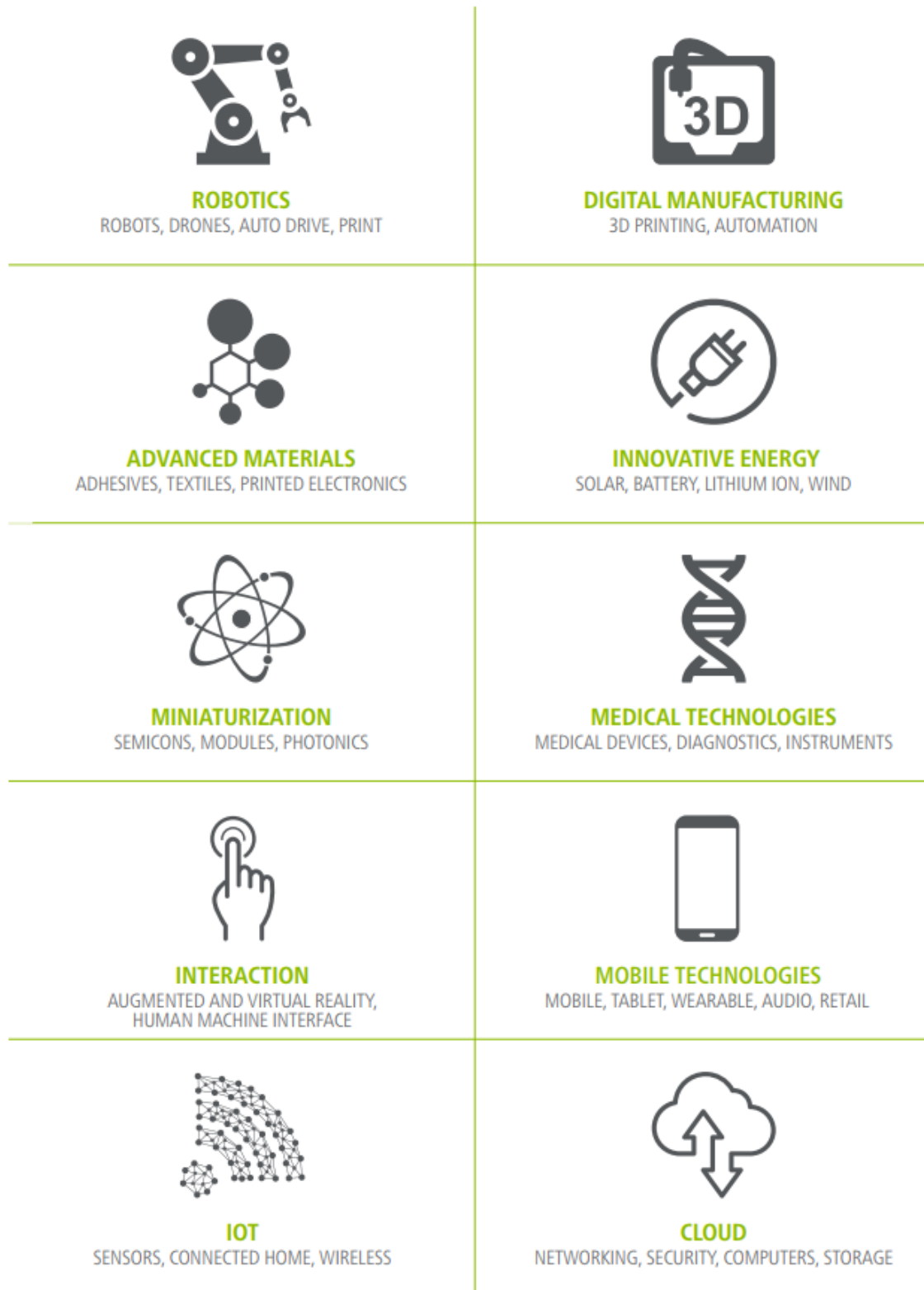


Figura 1. Tendencias y áreas claves en las que Jabil participa.

### Innovación disruptiva en la era digital

Sobre el particular, desde 1990 Michel Porter, uno de los grandes gurús del desarrollo de los negocios, en un trabajo seminal, basado en un estudio detallado sobre los patrones de éxito competitivo en diez países líderes en el comercio, concluía que la prosperidad de las naciones era creada, no heredada; y que la competitividad de un país depende de la capacidad de su industria de innovar y mejorar (Porter, 1990). En los últimos 25 años dicha conclusión ha ido cobrando mayor claridad y profundidad, solo habría que incluir en general a las empresas, y no solo a la industria.

En la era digital las grandes empresas se respaldan en procesos poderosos de innovación, y en los últimos años se ha visto muchas innovaciones disruptivas: *Apple* y sus teléfonos móviles inteligentes, *Google* y su buscador inteligente que jerarquiza las páginas, *FaceBook* y su red social, *Amazon* y su comercio en línea, *Netflix* y el poder ver (rentar) películas en línea, *WhatsApp* y la comunicación instantánea, *Uber* y su red de transporte privado, etcétera.

Ahora bien, para que una innovación disruptiva logre afianzarse y perdurar, requiere un adecuado plan de negocio, de ingeniería, gestión y mejora; y más innovaciones que perfeccionen o desplacen la invención original. Cuando esto no ocurre la innovación disruptiva limita su impacto y durabilidad. Un ejemplo claro de esto es lo que ocurrió con tres casos de empresas que en su momento fueron

líderes en el mercado de teléfonos móviles: *Motorola*, *Nokia* y *Research in Motion (BlackBerry)*, que al no seguir innovando colapsó su negocio de teléfonos móviles (Nair, et al., 2014).

En la era digital el tiempo de vida de una nueva tecnología resultado de una innovación es cada día más corto, de ahí la necesidad de seguir innovando y de la otra área clave de soluciones de Jabil: "Excelencia en ingeniería en todo lo que hacemos, superando lo que se espera, innovando en soluciones y aplicando una amplia experiencia a lo largo del ciclo de vida del producto". Este aspecto como ventaja competitiva también quedó claro desde hace varias décadas, con el movimiento por la calidad y la excelencia que se dio en la segunda mitad del siglo XX, con personajes como Deming (Calidad, Productividad y Competitividad) y Juran con su trilogía de la calidad: Planificación de la Calidad (desarrollar lo que el cliente precisa), Control y Mejora de la calidad (Gutiérrez Pulido, 2014).

Sobre la tercera área de Jabil, se señala "La agilidad en la fabricación es el valor que ofrecemos a los clientes que necesitan velocidad, flexibilidad, eficiencia y agilidad en un momento de incertidumbre geopolítica, presiones competitivas amenazantes y expectativas crecientes de los clientes". Esta área se puede enmarcar en conceptos y métodos relacionados con lo que se conoce como el Sistema de Producción Toyota y *lean manufacturing*, y su poderoso enfoque a eliminar las actividades desperdiciadoras (de tiempo y

recursos) para que el proceso fluya en la creación de valor (Gutiérrez Pulido, 2014). Respecto a la cuarta área clave de Jabil, se establece "En la nueva economía digital, las macro fuerzas como la globalización, la complejidad del producto, los ciclos de desarrollo más cortos y la personalización masiva aplican una presión increíble a las cadenas de suministro. La necesidad de visibilidad integral, respuestas instantáneas y disponibilidad inmediata está cambiando los modelos de negocio y desafía a las cadenas de suministro

existentes a hacer más que simplemente mantener el ritmo...La economía digital actual exige un nuevo enfoque para administrar todo el ecosistema de la cadena de suministro: una solución que aprovecha la nube, la conectividad en tiempo real y el análisis avanzado". También en el marco del movimiento mundial por la calidad, aparecieron conceptos seminales que identificaron el valor estratégico de la gestión de las cadenas de suministro, como justo a tiempo y el propio *lean manufacturing*.

### Reflexiones finales

Las empresas de manufactura representan uno de los campos donde más se refleja la influencia de la era digital, dada la presión por mejorar sus resultados y su competitividad producto de los avances tecnológicos, la apertura de mercados y la globalización económica, y ahora, la pandemia del Covid-19.

Las universidades han enfrentado el reto de reorganizarse para cumplir sus roles y para seguir atendiendo los retos y problemas que venían enfrentando desde antes de la crisis del COVID-19; sin embargo, no se evidencia una estrategia consensuada en todo el sistema.

Algunos de los retos de la educación superior en América Latina, son planteados en el proyecto Turning América Latina, que presenta cuatro líneas de trabajo: 1)

Competencias (genéricas y específicas de 12 áreas temáticas); 2) Enfoques de enseñanza, aprendizaje y evaluación de estas competencias; 3) Créditos académicos; y, 4) Calidad de los programas.

La experiencia de una gran empresa manufacturera global como Jabil, ilustra varios retos que deberán asumir cada vez más los ingenieros en la era digital; esto lo despliegan a través de cuatro áreas claves de soluciones: Innovación acelerada, Excelencia en ingeniería, Manufactura ágil, Coordinación total de la cadena de suministros.

En la era digital el tiempo de vida de una nueva tecnología resultado de una innovación es cada día más corto, de ahí la necesidad de seguir innovando.

## REFERENCIAS

- Beneitone, P.; Esquetini, C.; González, J.; Martí, M.; Siufi, G. y Wagenaar, G.. (2007). *Reflexiones y perspectivas de la educación superior en América Latina. Informe final, proyecto Tuning América Latina 2004-2007*. Universidad de Deusto, Bilbao. [http://tuningacademy.org/wp-content/uploads/2014/02/TuningLAIII\\_Final-Report\\_SP.pdf](http://tuningacademy.org/wp-content/uploads/2014/02/TuningLAIII_Final-Report_SP.pdf)
- Dean, M., & Spoehr, J. (2018). The fourth industrial revolution and the future of manufacturing work in Australia: Challenges and opportunities. *Labour & Industry: a journal of the social and economic relations of work*, 28(3), 166-181. <https://doi.org/10.1080/10301763.2018.1502644>
- Garcés, G. & Peña, C. (2020). Ajustar la Educación en Ingeniería a la Industria 4.0: Una visión desde el desarrollo curricular y el laboratorio. *Revista de estudios y experiencias en educación*, 19(40), 129-148. <https://dx.doi.org/10.21703/rexe.20201940garces7>
- Ordorika, I. (2020). Pandemia y educación superior. *Revista de la educación superior*, 49 (194), 1-8. <https://doi.org/10.36857/resu.2020.194.1120>
- Hall, C. E. (2014). Toward a model of curriculum analysis and evaluation—Beka: A case study from Australia. *Nurse education today*, 34(3), 343-348. <https://dx.doi.org/10.1016/j.nedt.2013.04.007> <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1824085>
- Juniarti, N.; Sari, H. y Yani, D. (2016). Analysis and evaluation of implementation of undergraduate nursing curriculum for family nursing in West Jawa. *Jurnal INJEC*, 1(2), 103–114. <http://dx.doi.org/10.24990/injec.v1i2.119>
- Kowalski, V.A. (2016). Editorial. *Revista Ingeniería Industrial*, 15 (3), 249-251. <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RI/article/view/2954/3016>
- Martínez, E.; Fonseca, R. & Tapia, H. (2019). Implementación de Rediseños Curriculares Universitarios en Educación, una Tarea Compleja. *Formación universitaria*, 12 (3), 55-66. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062019000300055>
- Miguel, J. (2020). La educación superior en tiempos de pandemia: una visión desde dentro del proceso formativo. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 50(e), 13-40. <https://doi.org/10.48102/rlee.2020.50.ESPECIAL.95>
- Nair, H. A., Ramalu, S. S., & Kumar, D. (2014). Impact of Innovation Capacity and Anticipatory Competence on Organizational Health: A Resource based Study of Nokia, Motorola and Blackberry. *International Journal of Economic Research*, 11(2), 441-461. <http://repo.uum.edu.my/18884/>
- Ovallos, D. G., Maldonado, D. P. & De la Hoz, S. E. (2015). Creatividad, innovación y emprendimiento en la formación de ingenieros en Colombia. Un estudio prospectivo. *Revista Educación en Ingeniería*, 10(19), 90-104. <https://doi.org/10.26507/rei.v10n19.524>
- Porter, M. E. (1990). The competitive advantage of nations. *Harvard business review*, 68(2), 73-93. <https://hbr.org/1990/03/the-competitive-advantage-of-nations>
- Rodríguez, C.; Fernández, C. y Berral, B. (2019). La escuela 2.0: una vista atrás para poder avanzar. En *Innovación e investigación educativa en la era digital*, Hinojo, F.; Aznar, I. y Cáceres, M. (eds.). Barcelona, España: Ediciones OCTAEDRO. <https://octaedro.com/wp-content/uploads/2019/07/16167.pdf>

- Saykili, A. (2019). Higher education in the digital age: The impact of digital connective technologies. *Journal of Educational Technology & Online Learning*, 2(1), 1-15. <https://dx.doi.org/10.31681/jetol.516971>
- Schwab, K. (2016). *La cuarta revolución industrial*. Barcelona, España: Debate.
- Sevilla, H. (2017). Exordio. En *Educación en la era digital. Docencia, tecnología y aprendizaje*, Héctor Sevilla, H.; Tarasow, F. y Luna, M. (coordinadores). Guadalajara, México: Editorial Pandora. [http://www.pent.org.ar/extras/micrositios/libro-educar/educar\\_en\\_la\\_era\\_digital.pdf](http://www.pent.org.ar/extras/micrositios/libro-educar/educar_en_la_era_digital.pdf)
- Viñals, A. y Cuenca, J. (2016). El rol del docente en la era digital. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 30 (2), 103-114. <http://hdl.handle.net/11162/126979>
- Ynzunza, C.; Izar, J.; Bocarando, J.; Aguilar, F.; Larios, M. (2017). El Entorno de la Industria 4.0: Implicaciones y Perspectivas Futuras. *Conciencia Tecnológica*, 54, <https://www.redalyc.org/jatsRepo/944/94454631006/94454631006.pdf>
- Zartha Sossa, J. W. et al. (2013). Estudio de prospectiva de la ingeniería industrial al 2025 en algunos países miembros de la OEA. *Latin American and Caribbean Journal of Engineering Education*, 7(1), 1-13.
- Zheng, T.; Ardolino, M.; Bacchetti, A. & Perona, M. (2020). The applications of Industry 4.0 technologies in manufacturing context: a systematic literature review. *International Journal of Production Research*, <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1824085>

**Autor**

**Humberto Gutiérrez Pulido.** Doctor en Ciencias (Probabilidad y Estadística), Maestro en Estadística, Licenciado en Matemáticas. Profesor-investigador de tiempo completo en el Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara-, Nivel I del Sistema Nacional de Investigadores (S.N.I.). Director de la División de Ciencias Básicas. Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1943-6712>

Email: [hgpulido19@gmail.com](mailto:hgpulido19@gmail.com)

Recibido: 17-12-2020

Aceptado: 30-12-2020