



Industria 4.0, la formación profesional y su relación con la satisfacción laboral en las organizaciones.

Marco Antonio Díaz Martínez¹, Reina Verónica Román Salinas¹, Jesús Gómez Castellanos¹
Instituto Tecnológico Superior de Pánuco¹

RESUMEN

La industria 4.0 (I 4.0) en los negocios se está adaptando al nuevo mundo digital, reconociendo el poder de la "conexión" en productos, producción y mano de obra. Las organizaciones de hoy buscan más tecnología, un mejor control de las operaciones y los recursos. Además, este I4.0 involucra elementos físicos y tecnologías digitales en las operaciones comerciales y promueve el crecimiento organizacional. El propósito de este documento es evaluar la capacitación digital de las organizaciones en Tampico, Tamulipas, México, desde el punto de vista del usuario, para identificar los determinantes de la satisfacción laboral. Los factores de análisis son las variables del modelo de relación y colaboración, las habilidades y competencias profesionales, la capacitación digital y los procesos de digitalización. Los resultados muestran que cuanto mayor es el grado de capacitación digital en trabajadores, mayor es la relación y colaboración en términos de motivación del personal y las variables del proceso de digitalización y las habilidades y competencias profesionales actúan negativamente.

Palabras claves: *Industria 4.0, mejora continua, condiciones organizacionales, alfa de Cronbach.*

ABSTRACT

Industry 4.0 (I 4.0) in business is adapting to the new digital world, recognizing the power of "connecting" in products, production and the workforce. Organizations today are looking for more technology, better control of operations and resources. Also, this I4.0 involves physical elements and digital technologies in business operations and promotes organizational growth. The purpose of this paper is to evaluate the digital training of organizations in Tampico, Tamulipas, Mexico, from the user's point of view, to identify the determinants of job satisfaction. Factors of analysis are relationship and collaboration model variables, professional skills and competencies, digital training, and digitization processes. The results show that the greater the digital training degree in workers, the more the relationship and collaboration in terms of staff motivation and the digitization process variables and professional skills and competences act negatively.

Keywords: *Industry 4.0, continuous improvement, organizational conditions, Cronbach's alpha.*

INTRODUCCIÓN

La terminación de I4.0 se define como un nuevo nivel de organización y control en la cadena de valor y los ciclos de vida del producto que se generan a través de los requisitos del consumidor (Rüßmann & Lorenz 2015). El objetivo central de I4.0 es satisfacer las necesidades con apego en las áreas de gestión, investigación y desarrollo, reutilización de productos y fabricación (Neugebauer & Hippman, 2016). La diferencia entre I4.0, una fabricación integrada por computadora (CIM) y el papel del personal y el entorno laboral. I4.0 desempeña un papel importante en el desarrollo y el rendimiento de los trabajadores y la producción laboral (Thoben & Wiesner, 2017).

La necesidad de I4.0 es hacer que las máquinas se protejan y aprendan a sí mismas para que puedan desarrollar mejor su rendimiento y su interacción con otras máquinas y tengan sistemas de información y aplicaciones industriales que también se puedan controlar a tiempo. Real (Bahrin y Othman, 2016).

Del mismo modo, conocer el estado actual y las posiciones del producto o incluso dar instrucciones para el control del proceso es imprescindible en I4.0 (Lobo, 2015).

Con la aplicación de I4.0, la compañía Siemens puede reducir el tiempo de comercialización en un 30%. Además, lograron un aumento de 70,000 combinaciones en su modelo automotriz Ghibli y aumentaron la eficiencia de su sistema de producción tres veces más de lo que solían hacerlo (Siemens, 2019). Ford trató de cambiar la forma en que sus productos se construyeron a través de la tecnología, y estos esfuerzos resultaron en ahorros del 25% del tiempo utilizado para hacer un intercambio dentro de la línea de producción (Ford, 2019).

El propósito de la investigación es determinar las percepciones de los directores de diferentes organizaciones con respecto a I4.0 y cómo influyen en la capacitación digital. Las hipótesis muestran que la metodología propuesta es útil para evaluar y adoptar estrategias e introducir I4.0 en las organizaciones.

ESQUEMA CONCEPTUAL, VARIABLES E HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

En este apartado se detallan los conceptos de las variables de estudio como la hipótesis a comprobar para la valoración por parte de los usuarios, de la variable tecnología, así como su relación con la responsabilidad social de la organización. Esto implica la definición de las variables incluidas en el instrumento, así como su relación causal (teórica) a comprobar.

Modelo de relación y colaboración

El propósito de esta variable es poder mejorar las capacidades de aprendizaje tecnológico de los socios organizacionales como un requisito de I4.0 para la digitalización en la gestión industrial y de ingeniería (DIME). Actualmente, cada

una de las empresas tiene como objetivo aumentar la adopción de tecnologías inteligentes para las organizaciones y socios participantes (Baena et al, 2017). La colaboración entre los miembros de la organización o los propios trabajadores puede considerarse una iniciativa para acelerar el aprendizaje y la capacidad para la nueva revolución industrial 4.0. Todos los recursos disponibles (conocimiento, finanzas y tecnología) deben usarse para unir una variedad de disciplinas y ampliar el conocimiento. Las hipótesis propuestas implican la valoración del modelo de relación y colaboración y la formación digital.

H0a: La valoración del modelo de relación y colaboración no tiene un efecto positivo en la formación digital.

H1a: La valoración del modelo de relación y colaboración tiene un efecto positivo en la formación digital.

Habilidades y competencias profesionales

Las nuevas tecnologías y la globalización están guiando a los trabajadores y empleadores no solo a buscar personas que tengan conocimientos y habilidades especializadas y que también puedan adaptarse a situaciones cambiantes. Este desarrollo requiere cambios en los roles de maestros y estudiantes en el proceso de instrucción (Mitchel, 2003).

El enfoque clave en el sistema de capacitación en educación vocacional (VET) fue diseñado para facilitar los cambios necesarios y mejorar la relevancia de la capacitación (Keating, 2008).

Además de la introducción de habilidades basadas en la capacitación (TCC) como un concepto en evolución, el término "competencia" continúa desarrollándose especialmente en los campos de la educación, las profesiones y las naciones, dependiendo de las estructuras y procesos de trabajo. Sin embargo, Australia y el Reino Unido son bastante similares en su método de implementación que en el enfoque de TCC (Biemans et al, 2004).

El entorno social y laboral ha sido influenciado por la revolución de los nuevos conocimientos y el desarrollo de nuevas tecnologías informáticas y la comunicación ha llevado a la necesidad de reducir la brecha con el mundo del trabajo (Tuning, 2007). La UNESCO define la "competencia" como la relación de los comportamientos socioafectivos y las habilidades cognitivas, psicológicas, sensoriales y motoras que permiten un desarrollo, una función, una actividad o tarea y lo importante es el uso que se hace de ellos (Verdejo, 2006).

Capacitación digital

Según CAE Intelligent Solution Innovation, el 78% de las empresas esperan invertir en capacitación digital en los próximos años. Sin embargo, uno de los inconvenientes que enfrentan las empresas en el momento de la implementación es la capacitación digital en las empresas que son los costos. Las empresas olvidan que, gracias a la capacitación digital, las empresas reciben un mayor retorno de la inversión y más empleados tienen que invertir más en capacitación digital para generar grandes beneficios.

La tecnología de información de E-learning permite una pedagogía más variada de dispositivos y recursos de información. Aprender a explotar todas las posibilidades disponibles aumenta el nivel de cultura y los cambios considerables en la conducta de los departamentos de capacitación digital.

Procesos de digitalización

La digitalización está relacionada con las personas, las empresas y sus clientes, esto obliga a las empresas a revisar las estrategias y el modelo de negocio desde el punto de vista del cliente. La transformación digital en las empresas tiene como objetivo transformarlo en un sistema conectado al entorno digital, lo que le permite ser ágil y centrado en el cliente en tiempo real (Ffth- Fundació factor humà, 2019).

En esta investigación, se evalúan las variables independientes (causas), habilidades y competencias profesionales y procesos de digitalización, con respecto a la variable dependiente (consecuencias), capacitación digital a través de las siguientes hipótesis.

H0a: La valoración de las habilidades y competencias profesionales y los procesos de digitalización tienen un efecto positivo en la formación digital.

H1a: La valoración de las habilidades y competencias profesionales y los procesos de digitalización no tienen un efecto positivo en la formación digital.

METODOLOGÍA

Para analizar el modelo conceptual propuesto, se utilizaron técnicas como la prueba de confiabilidad alfa de Cronbach para estimar la confiabilidad de un instrumento promedio a través de un conjunto de datos (Domínguez, 2012). La medida de confiabilidad supone que los ítems medidos son escalas tipo Likert que miden la misma estructura y están altamente correlacionados (Welch & Comer, 1988). El software utilizado para los cálculos fue XLSTAT 2014v y para la validación del instrumento se utilizó SPSS 25v (Paquete estático para las

ciencias sociales) de que este sistema puede evaluar las variables dependientes e independientes con respecto al uso y la aplicación de tablas cruzadas y la comparación de estas. . También se realizó un análisis de escala métrica (o no métrica) multidimensional (EMM), que es un procedimiento de interdependencia multivariante cuyo propósito es la identificación de distancias o diferencias en una matriz de datos, así como su representación gráfica en un espacio de pocas dimensiones. Reproduciendo lo más cerca posible los alrededores dentro del espectáculo. Cuando las distancias utilizadas para el análisis son euclidianas, el método de escala será métrico (Greenance y Primicerio, 2013).

Los datos se obtuvieron de una muestra inicial de 20 personas ubicadas en la ciudad de Tampico, Tamaulipas, México, que expresaron familiaridad con los procesos internos de la organización a la que pertenecen. La consulta se realizó a través de una entrevista semiestructurada que presenta un mayor grado que las estructuradas, ya que tienen preguntas planificadas que pueden adaptarse a los entrevistados (Díaz, 2013).

El instrumento fue diseñado a través de un análisis de los elementos que intervienen en la industria 4.0 para las organizaciones. Los 16 aspectos a evaluar están estructurados, agrupados por factores (tabla 1).

Tabla 1. Instrumento de evaluación

Factor	Pregunta	Aspecto a evaluar
Procesos	P1	Conocimiento de los procesos productivos y servicios de su empresa
	P2	Nivel que realiza la supervisión de los procesos productivos o de servicios que ofrece su empresa
	P3	Nivel de los procesos productivos y servicios que ofrece la empresa
	P4	Nivel de innovación de los procesos productivos y servicios que ofrece la empresa
	P5	Estar de acuerdo que los procesos productivos y servicios se pueden mejorar
Producto	P6	Nivel que considera que la mejora continua incrementa la vida de un producto o servicio
	P7	Considera que la implementación de la tecnología mejora los estándares de competitividad
	P8	Consideración de un producto ganador
	P9	Las tecnologías traen beneficios de mejora al producto o servicio
	P10	La nube y los sistemas de información ha traído beneficios a la digitalización de los productos

Personas	P11	La productividad de las personas en las diferentes áreas de trabajo es la adecuada para su empresa
	P12	Compromiso de las personas en relación con las estrategias de la empresa
	P13	Capacitación del personal en las nuevas tecnologías para beneficio de los procesos de la organización
	P14	Cuenta con personal orientada en las nuevas tecnologías
	P15	Nivel ubica la capacitación de personal que realiza la empresa para mejorar los procesos productivos o servicios
Tecnología	P16	Adquirir nuevas tecnologías para la mejora de la producción y competitividad
	P17	Conocimiento de los términos de la tecnología
	P18	Presupuesto destinado para la implementación de tecnología
	P19	El ancho de banda de internet es adecuado para cubrir las necesidades organizacionales
	P20	Utiliza los medios electrónicos de difusión como un diferenciador de competitividad
Negocios	P21	Nivel de implementación de tecnología en su empresa que facilite las compras de sus clientes
	P22	Propuesta novedosa de base tecnológica como ventaja competitiva de su empresa
	P23	La industria 4.0 destaca la trascendencia como base de la nueva economía
	P24	La tecnología debe ser parte estratégica de su modelo de negocio
	P25	La organización este obligada a transformarse estratégicamente para crear nuevos productos
Responsabilidad Social	P26	Los procesos utilizados en su empresa están armonizados para no afectar el medio ambiente
	P27	Su personal realiza actividades vinculadas con la cultura ambiental dentro y fuera de la empresa
	P28	Se destinan recursos orientados a sensibilizar la importancia del medio ambiente en sus trabajadores
	P29	Su empresa respeta las normatividad en materia de seguridad industrial y medio ambiente
	P30	Control de los residuos o desechos derivados de la producción de bienes o servicios

El modelo completo puede observar las variables (P1 a P16). Los entrevistados podrían expresar sus puntos de vista en una escala Likert de 7 puntos, donde probaremos la consistencia interna del instrumento por factores, si se excede el coeficiente alfa de Cronbach de 0.82, excediendo el valor mínimo recomendado de 0.7 (George y Mallery, 2003).

RESULTADOS

Descripción de los datos

El factor de los procesos de digitalización en las organizaciones (P13 y P16) son los resultados promedio más altos que se refieren a la infraestructura tecnológica y la calidad de la información generada por los sistemas de información con un promedio de 5.0 puntos. El puntaje más bajo se relacionó con las dificultades de los trabajadores con respecto al uso de tecnologías en su desempeño laboral (P6) con un promedio de 3.8. Los resultados descriptivos de las variables observables se registran en la tabla 2.

Tabla 2. Descripción de datos

Variables observables	Media	Desviación estándar
P1	4,6	0,57
P2	4,5	0,60
P3	4,3	0,77
P4	4,7	0,86
P5	4,5	0,99
P6	3,8	1,19
P7	4,1	0,83
P8	4,5	0,67
P9	4,1	0,71
P10	4,6	0,65
P11	4,2	0,75
P12	4,3	1,37
P13	5,0	0,00
P14	4,1	1,3
P15	4,0	1,20
P16	5,0	0,51

Fiabilidad y validez del instrumento

El modelo de tipo reflexivo propuesto presenta niveles satisfactorios de validez y confiabilidad (Prieto, 2010; Pinto, 2014). Las características de construcción mate de homogeneidad y unidimensionalidad a través de la prueba de análisis de factor de rotación de tipo Varimax que considera el aumento en la variación de las cargas al cuadrado del factor factor de cada factor y que los resultados

de las cargas tienden a acercarse a 1 mientras que otros se acercan. de 0, obteniendo una relevancia más clara de cada variable. También se calculó la varianza media extraída (AVE) para cada construcción, obteniendo datos principales de 0.53 por encima de 0.5, que es el valor mínimo recomendado que se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Matriz de rotación varimax e AVE por constructo.

Factor	Matriz de componentes rotados	AVE
Modelo de relación y colaboración (MRC)	0,88	0,324
Habilidades y competencias profesionales (HYCP)	0,68	0,428
Procesos de digitalización (PRDI)	0,77	0,346
Entrenamiento digital (FRMD)	0,66	0,530

Por otro lado, la estimación del factor de inflación de varianza (VIF) indica que no hay multicolinealidad entre pares de construcciones independientes (Tabla 4), obteniendo un valor máximo de 2.59 (Vu, et al, 2015).

Tabla 4. Tolerancia e VIF por constructo

Factor	Tolerancia	VIF
Habilidades y competencias profesionales (HYCP)	0,385	2,59
Modelo de relación y colaboración (MRC)	0,577	1,73
Proceso de digitalización (PRDI)	0,569	1,75

Finalmente, la validez discriminante aplicada a cada modelo de construcción e independiente de las otras construcciones, excepto la que está teóricamente asociada en el esquema propuesto (Henseler, 2015), comparando cada coeficiente de regresión y efecto individual con los efectos cruzados de cada variable observada para cada construcción. Las otras construcciones (tabla 5).

Tabla 5. Matriz de efectos cruzados

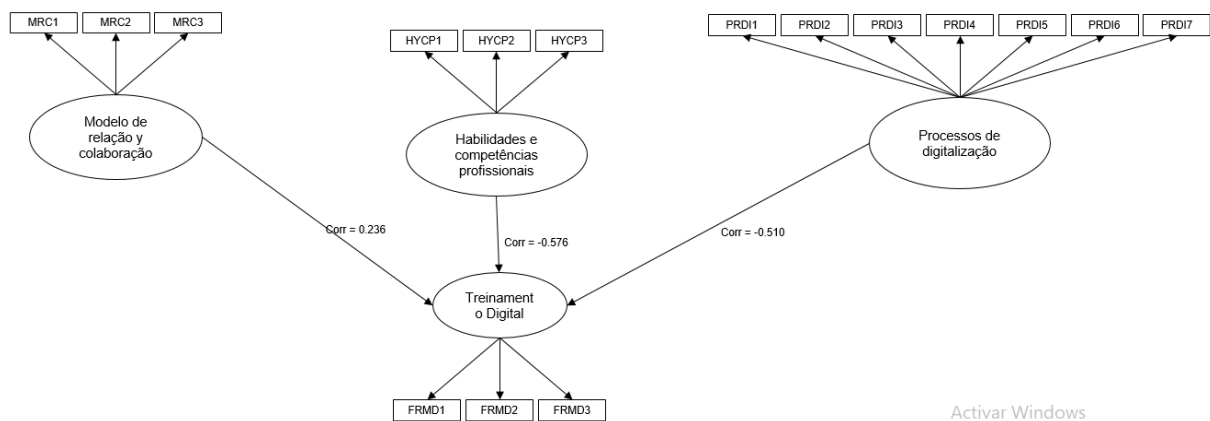
Preguntas	(MRC)	(HYCP)	(PRDI)	(FRMD)
P1	0,304	0,567	-0,050	0,070
P2	0,810	-0,098	0,218	0,202
P3	0,473	0,543	0,277	0,088
P4	0,311	0,909	0,439	-0,497
P5	0,634	0,505	0,333	0,049
P6	-0,151	-0,450	-0,236	0,244
P7	0,543	0,473	0,716	-0,225
P8	0,210	0,402	0,785	-0,469
P9	-0,023	-0,036	-0,671	0,400

P10	0,066	-0,160	0,136	0,027
P11	0,701	0,342	-0,105	0,086
P12	-0,448	-0,464	-0,555	0,220
P13	0,200	0,539	0,710	-0,311
P14	0,100	-0,553	-0,260	0,852
P15	0,289	-0,463	-0,597	0,930
P16	0,015	0,232	-0,051	0,022

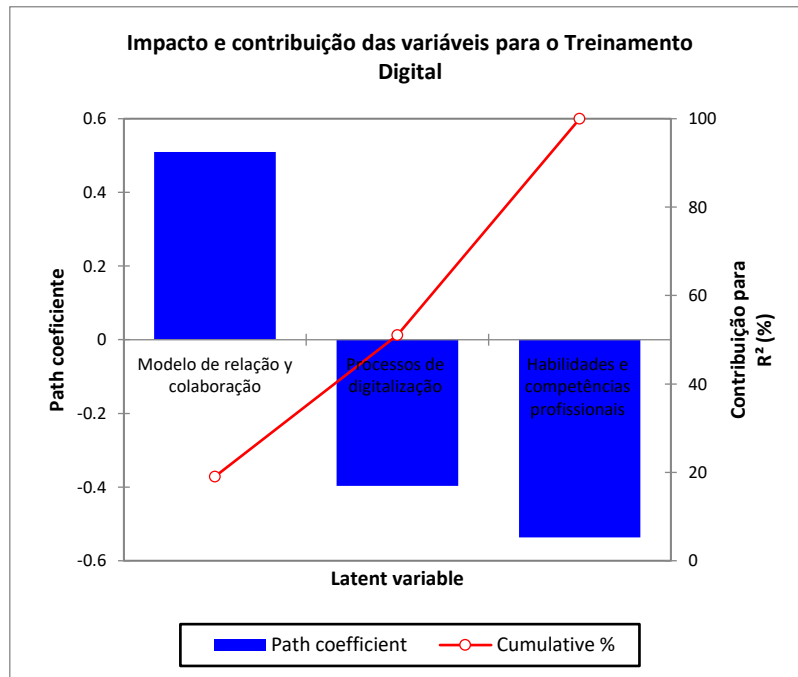
Análisis del modelo estructural

En la tabla 7 se puede observar los pesos externos y las correlaciones de cargas estandarizadas que se agrupan en dos tablas grandes. Si estudiamos las correlaciones entre las variables manifiestas y las variables latentes podemos observar que las variables manifiestas de responsabilidad social (RSPS-3) tienen un mayor efecto sobre el modelo de responsabilidad social que RPS-1, RPS-2, RPS-4 y RPS-5. Esta tabla permite ver el impacto de cada variable manifiesta asociada en su variable latente asociada. En la figura 2, se muestra el diagrama de la valoración de la tecnología empleando la técnica de PLS donde se muestra los pesos y correlaciones de las variables latentes y las variables manifiestas.

Figura 1. Diagrama de coeficientes de variaciones explicadas



Activar Windows

Figura 2. Gráfico de coeficientes y variaciones explicadas

En la figura 2, la variable MRC está positivamente relacionada con la variable de entrenamiento digital. La variable PRDI y HYCP tiene una relación negativa con la variable de capacitación digital y se debe a que la organización está invirtiendo en las necesidades futuras de la industria 4.0 pero no está midiendo el nivel de impacto de sus procesos ni el nivel de uso de herramientas digitales en su cadena de valor. Tampoco ha detectado las habilidades y competencias profesionales necesarias en sus trabajadores para la transformación de la industria 4.0. El grado de motivación aumenta con el aumento de la formación digital.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El objetivo principal del artículo es enfocarse en la satisfacción de los trabajadores con la capacitación digital en organizaciones en Tampico, Tamulipas, México a través de la aplicación de la técnica de regresión de mínimos cuadrados parciales (PLS), que permitió la identificación de determinantes de la satisfacción digital y la formación digital. Para este estudio, se consideraron las variables modelo de relación y colaboración, habilidades y competencias profesionales, procesos de digitalización y capacitación digital.

Los resultados del modelo propuesto muestran que existe una relación mediática entre el aspecto de la infraestructura tecnológica y la calidad de la información generada por los sistemas de información. También se realizó una matriz de rotación Varimax para determinar el nivel de pertinencia de los factores y el cálculo de la variación media extraída (AVE) a partir de la cual el resultado de consistencia del constructo fue acetona.

Por otro lado, la estimación, la estimación del factor de inflación de variación (VIF), indica que no hay multicolinealidad entre pares de factores independientes.

Finalmente, es necesario tener en cuenta que, para este tipo de estudio, se deben considerar las limitaciones de aceptabilidad por parte de las organizaciones, ya que algunas desconocen los elementos que componen el sector 4.0 y es necesario aplicar el instrumento a las personas que tienen años. Experiencia profesional y totalmente relacionada con los procesos industriales y digitales de su organización.

La repercusión de esta investigación 4.0 relacionada con la industria es que las organizaciones optimizan sus sistemas de fabricación y pueden acortar el ciclo de desarrollo de nuevos productos, así como reducir los costos de fabricación y que los procesos de producción están integrados y automatizados. La Industria 4.0 podría provocar cambios en la fuerza laboral, requiriendo nuevas habilidades, capacidades y funciones laborales, porque este concepto tiene un cambio de mentalidad y una gran transformación en las organizaciones de hoy.

REFERENCIAS

- Baena, F., Guarín, A., Mora, J., Sauza, J., & S. Retat. (2017). "Learning Factory: The Path to Industry 4.0." ELSEVIER, Vol. 9.
- Bahrin, M.A.K., Othman, M.F., & Talib, M. F. (2016). Industry 4.0: A review on industrial automation and robotic, 78, 6-13.
- Biemans, H., Nieuwenhuis, L., Poell, R., Mulder, M., & Wesselink, R. (2004). Competencybased VET in the Netherlands: backgrounds and pitfalls. *Journal for Vocational Education and Training* 56 (4) 523–538.
- Díaz, B., Torruco, G., & H. Martínez. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación en Educación Médica*. Vol. 2, (7).
- Domínguez, L. (2012) Propuesta para el cálculo de alfa ordinal y theta de armor. *Revista de investigación en Psicología*, 15(1).
- Ffh-Fundació factor humà. (2019). La digitalización acelera el cambio cultural. Nota descriptiva [Consultado 03 de Octubre 2019]. Disponible en: <https://factorhumana.org/es/actualitat/noticias/12711-articulo-de-opinion-la-digitalizacion-acelera-el-cambio-cultural>.
- FORD. (2019). Ford 4.0: la Nueva Revolución Industrial. Ford Stio web: <https://www.ford.mx/blog/legado/nueva-revolucion-industrial-201809/>
- George, D., & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference*. 11.0 update (4th ed). Boston: Allyn & Bacon.
- Greenacre, M., & Primicerio, R. (2013). *Multivariate Analysis of Ecological Data*. Fundación BBVA.
- Henseler, J & Ringle, J. (2015). A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 43(1), 115-135.

- Keating, J. (2008). Current Vocational Education and Training Strategies and Responsiveness to Emerging Skills Shortages, a Well-skilled Future – Tailoring VET to the Emerging Labour Market. NCVET, Adelaide.
- Lobo, F.M. (2015). The Industry 4.0 revolution and the future of Manufacturing Execution Systems (MES), *Journal of Innovation Management JIM* 3, 4, 16-21.
- Mitchel, J. (2003). Emerging Futures: Innovation in Teaching and Learning in VET. Australian National Training Authority, Melbourne.
- Neugebauer, R., Hippmann, S. (2016). Industrie 4.0- Form the perspective of applied research, 49th CIRP conference on Manufacturing systems, 2-7.
- Pinto, F.S.T., Fogliatto, F.S., & Qannari, E.M. (2014). A method for panelists' consistency assessment in sensory evaluations based on the Cronbach's alpha coefficient. Vol. 32, 41-47.
- Prieto, G., & Delgado. (2010). FIABILIDAD Y VALIDEZ. Pales del Psicólogo-Consejo general de colegios oficiales de psicólogos. Vol. 31 (1).
- Rüßmann, M., Lorenz, M., & Gerbert, P. (2015). Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries, (9) 1-14.
- SIEMENS. (2019). El futuro de la industria: Digitalización Industrial. Web: https://w5.siemens.com/spain/web/es/el-futuro-de-la-industria/pages/el_futuro_de_la_industria.aspx
- Thoben, K.D., Wiesner, S., & Wuest, T. (2017). Industrie 4.0 and Smart Manufacturing- A Review of Research Issues and Application Examples, *International Journal of Automation and Technology*, Vol.11, No.1, 4-16.
- Tuning. (2007). "Reflexiones y perspectivas de la educación superior en América Latina. Informe final. Proyecto Tuning-America Latina. Universidad de Deusto, Universidad de Groningen.
- Verdejo, P. (2006). Modelo para la educación y evaluación por competencias (MECO), México.
- Vu, D.H., Muttaqi, K.M., & Agalgaonkar, A.P. (2015). A variance inflation factor and backward elimination based robust regression model for forecasting monthly electricity demand using climatic variables.
- Welch, S., & Comer, J. (2018). *Quantitative Methods for Public Administration: Techniques And Applications*. Editorial Books/Cole Publishing Co. ISBN 10:0534108881/ 13: 9780534108885. U.S.A.