

INDUSTRIA 4.0 Y COMPETENCIAS EN LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL

INDUSTRY 4.0 AND SKILLS IN DIGITAL TRANSFORMATION

Mercedes Delgado Fernández  <https://orcid.org/0000-0003-2556-1712>

Escuela Superior de Cuadros del Estado y del Gobierno, La Habana, Cuba

Correspondencia: mercedes@esceg.cu

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6478087>

La Industria 4.0 y la transformación digital subyacente, es un tema de investigación de vanguardia en diversas disciplinas.^{1,2} El sexto volumen y primer número del 2022 de la Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial incluye artículos originales y buenas prácticas, entre los cuáles se incluyen algunas de las tendencias del contexto actual. Se muestran artículos relacionados con los temas: perfiles de competencias de los directivos, simulación y gemelos digitales, gestión del conocimiento, *Building Information Modelling*, arquitectura empresarial, emprendimientos en las MIPYMES, prospectiva estratégica en la cadena de valor de los medicamentos antibióticos, integración de datos empresariales basado en grafos virtuales de conocimiento, sistema de información de intangibles para la transformación digital y la ruta de la seda digital.

La transformación digital favorece la elevación de la eficacia y eficiencia en la gestión del gobierno³⁻⁵ y la Industria 4.0 impacta favorablemente en la resiliencia empresarial.⁶ Un análisis sobre las cuatro inteligencias de la Industria 4.0: producción, productos y servicios, cadenas de suministros y trabajo, revela que esta última es la menos abordada a profundidad y que el éxito presupone la articulación entre las cuatro a través de sinergias.⁷ También se recomienda el uso de modelos de madurez a nivel de organización para optimizar el desempeño general del sistema de trabajo sociotécnico en el contexto del rápido desarrollo tecnológico en la Industria 4.0.⁸

El crecimiento exponencial de las tecnologías de la Industria 4.0 y la transformación digital, genera la necesidad de que los directivos y trabajadores posean determinadas competencias,⁹⁻¹³ al igual que presupone la generación y asimilación de nuevos conocimientos¹⁴ y de tecnologías habilitadoras.¹ El primer artículo propone una metodología para el diseño y evaluación de los perfiles de competencias de los directivos en Cuba, aplicándose en el sector de la agricultura que, por su generalización con la elaboración de más de 4000 perfiles, constituye una innovación organizacional.^{15,16} La acepción holística de las competencias incluye no sólo conocimientos y habilidades, sino también actitudes, valores y rasgos personales vinculados al buen desempeño.^{12,17,18}

Los componentes tecnológicos de la Industria 4.0 incrementan el desempeño de la organización, como la rentabilidad, las ventas, la producción, la tasa de utilización de la capacidad, la velocidad de producción, la calidad del producto y puede conducir a reducciones significativas en los costos de producción.¹⁹ En este sentido, entre las tecnologías habilitadoras de la Industria 4.0 se encuentran los gemelos digitales y la simulación de los procesos operacionales es muy útil, tal como se presenta en el segundo artículo, obteniéndose el modelo a partir del software Arena, con los datos resultantes del cronometraje de las actividades del proceso y la información brindada por una empresa cubana del Grupo empresarial Cubacorreos.

La gestión del conocimiento en las universidades mediante observatorios científicos^{20,21} es un tema que se aborda en el tercer artículo, para elevar la visibilidad de profesores vinculados con los programas de doctorado de la Universidad de Matanzas.

La industria 4.0 promueve el uso de tecnologías para la fabricación más sostenible.²² Es así que la metodología *Building Information Modelling* (BIM) en las empresas constructoras, se ha extendido por las ventajas que conlleva en la eficiencia y eficacia empresarial. El artículo que aborda la innovación de la gestión en empresas constructoras cubanas muestra las ventajas y consideraciones de su uso en la Empresa de la Construcción de Holguín. Se espera que la Industria 4.0 aumente, tanto la calidad como la productividad en la construcción, y para ello el BIM como sistema de colaboración y sincronización autónoma, capaz de automatizar los procesos de diseño y construcción, mejorará la capacidad de manejar cantidades sustanciales de datos cargados de heterogeneidad y atraer inversores.²³

La Industria 4.0 también contribuye en la trazabilidad de la información de las cadenas de suministro.²⁴ En particular, el artículo que aborda la gestión comercial de las agencias representantes de líneas navieras propone la arquitectura empresarial como solución para la gestión del cambio con tecnologías de la información (TI).²⁵ De igual forma, el comercio electrónico en estas agencias presupone el uso de estándares de las TI en la cadena de suministro, las que han sido afectadas en la actualidad por la COVID-19.²⁶

La aplicación de la Industria 4.0 en las pequeñas empresas y microempresas aún no se ha generalizado.^{27,28} El análisis perceptivo de emprendimientos en algunos cantones del Ecuador, es un artículo en el que se determinan las fortalezas y debilidades, en lo que se destaca el consenso de su importancia por la empleabilidad y los servicios que recibe la población, así como la generación de capacidades de dirección.

Los sistemas de producción, los recursos humanos, la gestión de proyectos, el liderazgo de gestión, el diseño y la logística verde, la tecnología de la información, el *Big data* y las relaciones de colaboración son recursos clave para la adopción de la Industria 4.0 con una relación positiva con la producción sostenible y con las capacidades de la economía circular.²⁹ También la cultura, el enfoque multifuncional y la mejora continua son actividades que deben reforzarse en las cadenas de valor en entornos de Industria 4.0,^{30,31} así como la prospectiva estratégica.³²⁻³⁴

Otro artículo aborda la propuesta de un plan estratégico³⁵⁻³⁶ para articular la cadena de valor de los medicamentos antibióticos,³⁷ que promueve la consolidación del proceso inversionista en las plantas productoras y en los laboratorios de diagnóstico, una vigilancia activa por la red de laboratorios, el

desarrollo de nuevos antibióticos y diagnosticadores y fomenta el encadenamiento productivo con empresas del sector y otros actores de la economía.

En entornos de alta heterogeneidad sintáctica y semántica, la integración de datos empresariales³⁸ basado en grafos virtuales de conocimiento^{39,40} en la empresa de Mensajería y Cambio Internacional de Correos de Cuba (EMCI) contribuye a mejorar el desempeño de los procesos operacionales,⁴¹ siendo objeto de estudio en el octavo artículo original. Su aplicación permitió reducir el indicador del tiempo de estancia en el aeropuerto en el proceso de planificación de la extracción de la carga, a través de dos dimensiones: alineación a los objetivos Empresariales (AOE) y el desarrollo de la solución de integración (DSI).

El nuevo modelo de empresa 4.0 requiere tener dominios en la gestión de operaciones, el control y la ciencia de datos⁴² y se apuesta por la inteligencia y gestión del conocimiento (intangibles) mediante tecnologías como el *Bigdata*, Internet de las cosas,⁴³ Inteligencia artificial, minería de datos, computación en la nube y la niebla, *Blockchain*, entre otras.^{22,44} En este sentido, el artículo sistema de información de intangibles y desarrollo organizacional para la transformación digital en la empresa cubana reflexiona sobre las bases teórico metodológicas. Se destaca la utilidad de la arquitectura empresarial⁴⁵ y el Cuadro de Mando Integral.⁴⁶⁻⁴⁸

Finalmente, la segunda buena práctica se muestra en el artículo referido al comercio electrónico como vía para la conexión entre China y América Latina a través de la ruta de la seda digital.

Referencias bibliográficas

1. Ghobakhloo M, Fathi M, Iranmanesh M, Maroufkhani P, Morales M. Industry 4.0 ten years on: A bibliometric and systematic review of concepts, sustainability value drivers, and success determinants. *Journal of Cleaner Production*. 2021; 302: 127052 [Consultado 23 enero 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127052>
2. Delgado T. Taxonomía de transformación digital. *Revista Cubana de Transformación Digital*. 2020;1(1):4-23. [Consultado 23 enero 2022] Disponible en: <https://rctd.uic.cu/rctd/article/view/62>
3. Starovoitova TF, Shibut M. Características de la transformación digital del sistema de administración pública de la República de Belarús: gobierno electrónico. *Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial*. 2020; 4(3): 418–428. [Consultado 23 enero 2022] Disponible en: <https://apye.esceg.cu/index.php/apye/article/view/149>
4. Arias A. Recomendaciones para mejorar la efectividad en la conducción del programa cubano de gobierno electrónico. *Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial*, 2021;5(3): e183. [Consultado 23 enero 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5701462>
5. Delgado T, Sánchez A. Repensando el gobierno electrónico: ventanilla única, servicios sostenibles y gobierno digital centrado en la innovación. *Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial*, 2018;2(3): 254–267. [Consultado 23 enero 2022] Disponible en: <https://apye.esceg.cu/index.php/apye/article/view/55>
6. Marcucci G, Antomarioni S, Ciarapica FE, Bevilacqua M. The impact of Operations and IT-related Industry 4.0 key technologies on organizational resilience, *Production Planning & Control*; 2021. [Consultado 23 enero 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1080/09537287.2021.1874702>
7. Meindl B, Ayala NF, Mendonça J, Frank AG. The four smarts of Industry 4.0: Evolution of ten years of research and future perspectives. *Technological Forecasting & Social Change*. 2021;168: 120784 [Consultado 23 enero 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120784>

8. Reiman A, Kaivo-oja J, Parviainen E, Takala EP, Lauraeus T. Human factors and ergonomics in manufacturing in the industry 4.0 context – A scoping review. *Technology in Society*. 2021;65: 101572 [Consultado 23 enero 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101572>
9. Eskindarov MA, Gruzina YuM, Firsova IA, Melnichuk MV. Human capital competencies in high-tech and knowledge-intensive sectors of the economy. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 2020;13(6):199-214. [Consultado 23 enero 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.15838/esc.2020.6.72.12>
10. Vasilieva EV. Developing the Creative Abilities and Competencies of Future Digital Professionals. *Automatic Documentation and Mathematical Linguistics*, 2018;52 (5):248–256. [Consultado 23 enero 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.3103/S0005105518050060>
11. Simic M, Nedelko Z. Development of competence model for industry 4.0: a theoretical approach. 37th International Scientific Conference on Economic and Social Development – "Socio Economic Problems of Sustainable Development". In: Ibrahimov M, Aleksic A, Darko D(Editors). *Economic and Social Development. Book of Proceedings*. Baku, 14-15 February, 1289-1299; 2019.
12. Cuesta A, Lopes I. Hacia las competencias profesionales 4.0 en la empresa cubana. *Revista Cubana de Ingeniería*. 2020; XI (1): 66-76. [Consultado 25 enero 2022] Disponible en: <https://rci.cujae.edu.cu/index.php/rci/article/view/738/446>
13. Flores E, Xu X, Lu Y. Human Capital 4.0: a workforce competence typology for Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*. 2020; 31 (4): 687-703 [Consultado 25 enero 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2019-0309>
14. Delgado M, Arrebato L. Diagnóstico integrado de la vigilancia tecnológica en organizaciones. *Ingeniería Industrial*. 2011; XXXII (2): 151-156. [Consultado 2 febrero 2022] Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/3604/360433576009.pdf>.
15. Delgado M. Enfoque y métodos para la innovación en la Administración Pública y Empresarial. *Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial*. 2019; 3(2): 141-153. [Consultado 2 febrero 2022] Disponible en: <https://apye.esceg.cu/index.php/apye/article/view/79>
16. Delgado M. Innovación Empresarial. En: Delgado M, Coordinador académico. *Temas de Gestión Empresarial*. Vol. II. La Habana: Editorial Universitaria Félix Varela; 2017. p. 117.
17. Cuesta A, Linares MA, Fleitas S, Delgado M. Gestión del Capital Humano. En: Delgado M, Coordinador académico. *Temas de Gestión Empresarial*. Volumen IV. La Habana: Editorial Universitaria Félix Varela. 2017; 157 p.
18. Decreto Presidencial 208/2021 “Reglamento del Sistema de Trabajo con los cuadros del Estado y del Gobierno y sus reservas” (GOC-2021-280-O30). *Gaceta Oficial No. 30 Ordinaria de 19 de marzo de 2021*. [Consultado 2 febrero 2022] Disponible en: <https://www.gacetaoficial.gob.cu/es/decreto-presidencial-208-de-2021-de-presidente-de-la-republica>
19. Duman MC, Akdemir B. A study to determine the effects of industry 4.0 technology components on organizational performance. *Technological Forecasting & Social Change*. 2021;167: 120615. [Consultado 23 febrero 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120615>
20. Medina D, Medina YE, El Assafiri Y, Román IS. Inventario de conocimiento en el observatorio científico ciencias empresariales. *Revista Cubana de Administración pública y Empresarial* [internet]. 2018; 2(3): 280-296. [consultado 20 febrero 2022]. Disponible en: <https://apye.esceg.cu/index.php/apye/article/view/57>
21. Sarmiento Reyes YR, Delgado Fernández M, Infante Abreu MB. Observatorios: clasificación y concepción en el contexto iberoamericano. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud (ACIMED)* [internet]. 2019;30(2):13335-47. [consultado 20 febrero 2022]. ISSN 2307-2113. Disponible en:

- https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Observatorios%3A+clasificaci%C3%B3n+y+concepci%C3%B3n+en+el+contexto+iberoamericano&btn=.
22. Enyoghasi C, Badurdeen F. Industry 4.0 for sustainable manufacturing: Opportunities at the product, process, and system levels. *Resources, Conservation & Recycling*. 2021; 166:105362 [consultado 8 marzo 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105362>
 23. Maskuriy R, Selamat R, Ali KN, Maresova P, Krejcar O. Industry 4.0 for the Construction Industry—How Ready Is the Industry? *Applied Science*. 2019; 9: 2819. [consultado 8 marzo 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.3390/app9142819>
 24. Gupta H, Kumar A, Wasan P. Industry 4.0, cleaner production and circular economy: An integrative framework for evaluating ethical and sustainable business performance of manufacturing organizations. *Journal of Cleaner Production* 2021; 295:126253 [consultado 23 marzo 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126253>
 25. Pavón P, Ortega YC, Infante MB, Delgado M. Método para proyectar el conocimiento de tecnologías de la información pertinente a la Ingeniería Industrial. *Revista Universidad y Sociedad*. 2021;13(6): 10-21. [consultado 23 marzo 2022] Disponible en: <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2355/2322>
 26. Lopes I, Marrero SP, Feria MA, Grass A, Espina Y, Lugo A. Impacto de la COVID-19 en las cadenas de suministro globales: caso comercio electrónico. *Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial*, 2021;5(1):e153. [consultado 23 marzo 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5534652>
 27. Khanzode A, Sarma PRS, Mangla SK, Yuan H. Modeling the Industry 4.0 adoption for sustainable production in Micro, Small & Medium Enterprises. *Journal of Cleaner Production*. 2021;279:123489 [consultado 2 abril 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123489>
 28. Matt DT, Modrák V, Zsifkovits H (Editors). *Industry 4.0 for SMEs Challenges, Opportunities and Requirements*. Springer Nature Switzerland AG, Palgrave Macmillan; 2020. [Consultado 2 abril 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-25425-4>
 29. Bag S, Yadav G, Dhamija P, Kataria KK. Key resources for industry 4.0 adoption and its effect on sustainable production and circular economy: An empirical study. *Journal of Cleaner Production*. [consultado 2 abril 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125233>
 30. Shao XF, Liu W, Li Y, Chaudhry HR, Yue XG. Multistage implementation framework for smart supply chain management under industry 4.0. *Technological Forecasting & Social Change*. 2021;162:120354. [consultado 2 abril 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120354>
 31. Sharma M, Kamble S, Venkatesh M, Sehrawat R, Belhadi A, Sharma V, *INDUSTRY 4.0 Adoption for sustainability in multi-tier manufacturing supply chain in emerging economies*. *Journal of Cleaner Production*, [consultado 3 abril 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125013>.
 32. Godet M. *La caja de herramientas de la prospectiva estratégica. Problemas y métodos*. París: LIPSOR. 2000
 33. Mojica FJ. *Dos modelos de la Escuela Voluntarista de prospectiva estratégica*. Bogotá: Universidad Externado de Colombia. 2008.
 34. Garrigó LM. *Prospectiva Estratégica*. En: Delgado M, Coordinador académico, *Temas de Gestión Empresarial*, Vol. I. La Habana: 157-193. Editorial Félix Varela; 2017.
 35. Garrigó L, Wilson MS, Barrios MI. Un enfoque prospectivo para el diseño de estrategias. *Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial* [Internet]. 2020 [consultado 21 marzo 2022]; 4(1). Disponible en: <https://apye.esceg.cu/index.php/apye/article/view/102>
-

36. Garrigó L, Delgado M. Un enfoque prospectivo entorno al desarrollo de la Escuela Superior de Cuadros del Estado y del Gobierno hacia el año 2021. *Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial*. 2017 [consultado 21 marzo 2022]; 1(1). Disponible en: <https://apye.esceg.cu/index.php/apye/article/view/3>
37. Oña N y col. Metodología para evaluar cadenas de valor, caso de estudio antibióticos betalactámicos. *Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial* [Internet]. 2021 [consultado 24 marzo 2022]; 5(2). Disponible en: <https://apye.esceg.cu/index.php/apye/article/view/168>
38. Stuart ML, Prieto DR, Delgado T, Delgado M. Enfoque de Integración Basado en Datos Enlazados Empresariales. *Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial*. 2018;2(3): 268-279. [Consultado 1 abril 2022] Disponible en: <https://apye.esceg.cu/index.php/apye/article/view/56>
39. Xiao G, Ding L, Cogrel B, Calvanese D. Virtual knowledge graphs: An overview of systems and use cases. *Data Intelligence*. 2019;1(3):201-223. [Consultado 1 abril 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1162/dint.a.00011>
40. Delgado T, Stuart ML, Delgado M. Grafos de conocimiento para gestionar información epidemiológica de la COVID-19. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*. octubre-diciembre. 2021;32(4). [Consultado 1 abril 2022] Disponible en: <http://www.acimed.sld.cu/index.php/acimed/article/view/1686>.
41. Stuart ML, Prieto D, Quial J, Delgado T, Delgado M. Mejora a la gestión de información en el proceso de Servicio Postal Universal. *Revista Cubana de Transformación Digital*. abril-junio 2021;2(2):24-40. [Consultado 1 octubre 2021] Disponible en: <https://rctd.uic.cu/rctd/article/view/118>.
42. Ivanov D, Tang CS, Dolgui A, Battini D, Das A. Researchers' perspectives on Industry 4.0: multi-disciplinary analysis and opportunities for operations management. *International Journal of Production Research*. [Consultado 1 marzo 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1798035>
43. Malik PK, Sharma R, Singh R. et al.. Industrial Internet of Things and its applications in industry 4.0: State of the art, *Computer Communications*; 2020. [Consultado 1 marzo 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2020.11.016>.
44. Zheng T, Ardolino M, Bacchetti A, Perona M. The applications of Industry 4.0 technologies in manufacturing context: a systematic literature review, *International Journal of Production Research*; 2020 [Consultado 1 marzo 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1824085>
45. Nakagawa EY, Antonino PA, Schnicke F, Capilla R, Kuhn T, Liggesmeyer T. Industry 4.0 reference architectures: State of the art and future trends. *Computers & Industrial Engineering* 2021; 156:107241 [Consultado 1 marzo 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107241>
46. Kaplan R, Norton D. Mapas estratégicos. *Harvard Business Review*. 2004 [Consultado 3 marzo 2022] Disponible en: <https://qualitasbiblo.files.wordpress.com/2013/03/libro-mapas-estrategicos-kaplan-c2b4n-norton.pdf>
47. Díaz-Canel MM, Delgado M. Modelo de gestión de gobierno orientado a la innovación. *Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial*. 2020;4(3):300-321. [Consultado 3 marzo 2022] Disponible en: <https://apye.esceg.cu/index.php/apye/article/view/141>.
48. Ávila JM, Nogueira D, Pentón J, Jiménez B. Cuadro de Mando Integral como un instrumento para la evaluación y el seguimiento de la estrategia en el sector gobierno: caso de aplicación. *Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial*, 2019;3(1):3-20. [Consultado 4 marzo 2022] Disponible en: <https://apye.esceg.cu/index.php/apye/article/view/65>