



DOI: <https://doi.org/10.23857/dc.v9i1>

Ciencias Económicas y Empresariales
Artículo de Investigación

*Retos, estrategias y aplicación de Business Intelligence en la Industria 4.0 para
empresas y organizaciones*

*Challenges, Strategies and Application of Business Intelligence in Industry 4.0 for
Companies and Organizations*

*Desafios, Estratégias e Aplicação de Business Intelligence na Indústria 4.0 para
Empresas e Organizações*

Lenin Stalin Fuentes-Gavilán^I
lfuentes@unach.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-3226-6212>

José Javier Erazo-Castillo^{II}
pepoerazo@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-6576-8668>

Lady Marieliza Espinoza-Tinoco^{III}
lespinoza@unach.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-6569-3686>

Rosana Marianela Palacios-Benalcázar^{IV}
rousan20@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-4330-834X>

Correspondencia: lfuentes@unach.edu.ec

***Recibido:** 29 de diciembre de 2022 ***Aceptado:** 12 de enero de 2023 * **Publicado:** 23 de febrero de 2023

- I. Master en Business Administration, Economista, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- II. Magister en Contabilidad y Auditoría, Licenciado en Auditoría y Contabilidad CPA, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Santa Elena, Ecuador.
- III. Magister en Informática Educativa, Ingeniera en Sistemas Informáticos, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- IV. Máster Dirección de Marketing Estratégico, Ingeniera Comercial, Universidad Internacional de la Rioja, La Rioja, España.

Resumen

Las empresas y organizaciones enfrentan muchos desafíos en busca de mejorar su competitividad en el mercado. La Industria 4.0 es una iniciativa que abarca la integración de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial, la Internet de las cosas (IoT), servicios en la nube, la robótica, etc. Una de las más importantes tecnologías inmersas en la Industria 4.0 es Business Intelligence (BI), esta proporciona a las empresas las herramientas y técnicas necesarias para recopilar, analizar y presentar la información de manera efectiva para la toma de decisiones. La presente investigación tiene como objetivo reconocer los principales retos que enfrentan las organizaciones a la hora de implementar la Industria 4.0 e identificar estrategias y ejemplos prácticos de aplicación de Business Intelligence. Este estudio tiene un enfoque cualitativo y un diseño de teoría fundamentada considerando la evidencia científica disponible en la base de datos SCOPUS. Algunos de los desafíos más significativos incluyen el costo y la complejidad de la tecnología, la seguridad de los datos, la ingesta, limpieza y transformación de flujos de datos, la adaptación a cambios en la ejecución de proyectos, entre otros. La implementación exitosa de BI puede ser clave para aprovechar al máximo las oportunidades de la digitalización y mantener la competitividad en el mercado. Además, permite analizar y transformar grandes cantidades de datos en información valiosa para la empresa, lo que permite mejorar la eficiencia de la producción, predecir la demanda del cliente, detectar fraudes y tomar decisiones informadas.

Palabras Claves: BI; Inteligencia Empresarial; Industria 4.0; tecnología en empresas.

Abstract

Companies and organizations face many challenges in seeking to improve their competitiveness in the market. Industry 4.0 is an initiative that encompasses the integration of advanced technologies such as artificial intelligence, the Internet of Things (IoT), cloud services, robotics, etc. One of the most important technologies immersed in Industry 4.0 is Business Intelligence (BI), which provides companies with the tools and techniques necessary to collect, analyze, and present information effectively for decision making. The present research aims to recognize the main challenges that organizations face when implementing Industry 4.0 and to identify strategies and practical examples of Business Intelligence applications. This study has a qualitative focus and a grounded theory design considering the scientific evidence available in the SCOPUS database. Some of the most significant challenges include the cost and complexity of the technology, data security, the ingestion, cleaning,

and transformation of data flows, adapting to changes in project execution, among others. The successful implementation of BI can be key to maximizing the opportunities of digitization and maintaining competitiveness in the market. In addition, it allows for analyzing and transforming large amounts of data into valuable information for the company, which improves production efficiency, predicts customer demand, detects frauds, and makes informed decisions.

Keywords: BI; Business Intelligence; Industry 4.0; Technology in Companies.

Resumo

Empresas e organizações enfrentam muitos desafios em busca de melhorar sua competitividade no mercado. A Indústria 4.0 é uma iniciativa que engloba a integração de tecnologias avançadas como inteligência artificial, Internet das Coisas (IoT), serviços em nuvem, robótica, etc. Uma das tecnologias mais importantes imersas na Indústria 4.0 é o Business Intelligence (BI), que fornece às empresas as ferramentas e técnicas necessárias para coletar, analisar e apresentar informações de forma eficaz para a tomada de decisão. O objetivo desta pesquisa é reconhecer os principais desafios que as organizações enfrentam ao implementar a Indústria 4.0 e identificar estratégias e exemplos práticos de aplicação de Business Intelligence. Este estudo tem uma abordagem qualitativa e um desenho de teoria fundamentada considerando as evidências científicas disponíveis na base de dados SCOPUS. Alguns dos desafios mais significativos incluem o custo e a complexidade da tecnologia, segurança dos dados, ingestão, limpeza e transformação dos fluxos de dados, adaptação às mudanças na execução do projeto, entre outros. A implementação bem-sucedida do BI pode ser a chave para aproveitar ao máximo as oportunidades da digitalização e se manter competitivo no mercado. Além disso, permite analisar e transformar grandes quantidades de dados em informações valiosas para a empresa, o que permite melhorar a eficiência da produção, prever a demanda do cliente, detectar fraudes e tomar decisões informadas.

Palavras-chave: BI; Business Intelligence; Indústria 4.0; Tecnologia nas Empresas.

Introducción

En la actualidad, las empresas están constantemente buscando formas de mejorar sus beneficios y aumentar su competitividad en el mercado. Una de las formas en las que las empresas pueden lograr esto es a través del análisis de la información. Esta es una poderosa herramienta que permite a las empresas comprender sus operaciones, identificar sus oportunidades de mejora y tomar decisiones,

en el corto mediano y largo plazo. Con el aumento de la tecnología y la cantidad de datos disponibles, el análisis de datos se ha convertido en un aspecto crítico de la gestión empresarial y puede ayudar a mejorar la eficiencia y la rentabilidad de una empresa.

Las empresas y organizaciones enfrentan grandes desafíos con la llegada de la cuarta revolución industrial (Industria 4.0). No se trata solamente de digitalizar los procesos existentes, sino de un cambio significativo hacia un modelo de producción personalizado, adaptable, descentralizado, flexible, eficiente y en masa (Gubert, 2019). Las industrias deben actualizarse a este cambio para que puedan ser competitivas y proporcionen a sus clientes un mejor servicio a un bajo costo.

La Industria 4.0 es una iniciativa estratégica recientemente introducida por el gobierno alemán. El objetivo de la iniciativa es la transformación de la fabricación industrial a través de la digitalización y la explotación de las nuevas tecnologías. Es un término que abarca la integración de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial, la Internet de las cosas (IoT), servicios en la nube, y la robótica en la fabricación y producción de bienes. La meta de la Industria 4.0 es mejorar la eficiencia y la personalización en la producción, así como crear una economía más conectada y sostenible. Se basa en cuatro pilares fundamentales: conectividad, automatización, análisis de datos y tecnologías disruptivas.

Una de las más importantes tecnologías inmersas en la Industria 4.0 es Business Intelligence (BI), este proporciona a las empresas las herramientas y técnicas necesarias para recopilar, analizar y presentar la información de manera efectiva. Las decisiones informadas conducen a procesos mejores y más eficientes en el entorno de trabajo real y ayudan a crear una poderosa ventaja competitiva (Foley & Guillemette, 2010). Estas tecnologías permiten a las empresas tomar decisiones más informadas y estratégicas, lo que les permite adaptarse de mejor manera a los cambios en el mercado y mejorar su rendimiento financiero. La implementación de estrategias de Business Intelligence (BI) en la Industria 4.0 es fundamental para lograr una producción más eficiente y sostenible.

Se ha podido reconocer por ejemplo que en Europa la que la población ha disminuido y la sociedad envejece, por tanto, existe un descenso de la mano de obra (Nagy et al., 2018), la Industria 4.0 puede ser una alternativa para que el proceso de creación de valor en empresas y organizaciones se automatice a través de una interconexión inteligente entre productos y procesos industriales. Tal evolución requiere el uso de herramientas de Business Intelligence avanzadas de modo que los datos puedan procesarse sistemáticamente y colaboren en la toma de decisiones de los altos directivos.

Esta toma de decisiones es un proceso cognitivo que permite analizar soluciones alternativas para un problema o situación en particular que puede tener más de una explicación. Las decisiones comerciales se toman sobre la base de los datos recopilados y analizados, comprendiendo todo el alcance del problema, las necesidades de la organización, los clientes y también incluyendo todos los recursos (Odważny et al., 2019). Más que nunca las organizaciones deben desarrollar continuamente estrategias comerciales que las ayuden a ser más ágiles, adaptables, sostenibles en el corto, mediano y largo plazo (Nunes, Bagnjuk, et al., 2022).

Es importante recopilar las principales estrategias de implementación de BI en la Industria 4.0 debido a que esto permitirá una mejor comprensión de los desafíos y oportunidades que se presentan en este proceso. La recopilación y análisis de estas estrategias permitirá identificar las mejores prácticas y las soluciones más eficientes para superar los obstáculos y aprovechar al máximo las oportunidades. Es por esto que la presente investigación tiene como objetivo reconocer los principales retos que enfrentan las organizaciones a la hora de implementar la Industria 4.0, además de identificar estrategias y proporcionar ejemplos prácticos de aplicación de Business Intelligence en las empresas, que permitirán el uso más eficiente de los recursos.

Metodología

La metodología de esta investigación tiene un enfoque cualitativo, porque se describirán los aspectos más relevantes en relación a los retos, estrategias y aplicación de Business Intelligence en la Industria 4.0 de las empresas y organizaciones a nivel general. Esta investigación aplicará un diseño de teoría fundamentada, considerando la evidencia científica disponible en la base de datos SCOPUS, la cual se encuentra actualizada y recopila información de otros repositorios científicos de alto impacto como: Springer, Elsevier, IEEE Xplore, entre otros. Por esta razón se utilizará la técnica de revisión bibliográfica a través del establecimiento y aplicación de una cadena de búsqueda con la finalidad de indicar las palabras clave relacionadas con el tema de estudio. Se aplicará esta cadena de búsqueda en las bases de datos científicas, para luego resumir en tablas, por lo que se utilizará el método sintético y un análisis de contenido, para la extracción del conocimiento.

La cadena de búsqueda utilizada fue (TITLE-ABS-KEY ("business intelligence" OR "BI") AND TITLE-ABS-KEY (industry 4.0 AND TITLE-ABS-KEY (strategy)). Por el número de resultados encontrados una vez ejecutada la cadena de búsqueda se pudo observar que los estudios devueltos por la base de datos SCOPUS, son de gran relevancia para la investigación, se realizó una preselección

de estudios y posteriormente una recuperación de los mismos, finalmente se extrae el conocimiento de los estudios primarios.

Resultados

Retos y estrategias de implementación de BI en la Industria 4.0

La implementación de Business Intelligence (BI) en la industria 4.0 presenta una serie de desafíos y oportunidades para mejorar la toma de decisiones y aumentar la eficiencia en los negocios. La cantidad y variedad de datos generados en la era digital requieren de herramientas avanzadas de análisis y procesamiento, mientras que la complejidad de las operaciones y la necesidad de integración con sistemas legados plantean retos importantes en la implementación de BI. A pesar de estos desafíos, la implementación exitosa de BI en la industria 4.0 puede ser una clave para aprovechar al máximo las oportunidades que brinda la digitalización y mantener la competitividad en el mercado. Entre los principales retos se encuentran:

Según Nagy et al. (2018), Khan & Hoque (2015) y O'Donovan et al. (2015) el costo de tecnologías y la complejidad de implementación son unos de los retos más significativos para las empresas y organizaciones a la hora de implementar Business Intelligence (BI) en el ámbito de la Industria 4.0. La tecnología avanzada necesaria para la BI puede ser costosa y requerir una inversión significativa en hardware, software y recursos humanos. Además, la complejidad de la tecnología y la gestión de datos puede ser un desafío para algunas empresas, especialmente si no tienen un equipo interno de profesionales con experiencia en tecnologías de BI (Ahmad et al., 2020). Evaluar cuidadosamente los costos y la complejidad antes de implementar una solución de BI, es crucial para que un proyecto de este ámbito se ejecute con éxito. Es por esto que la organización debe asegurarse de tener un plan de implementación sólido.

Además de los costos y la complejidad, la seguridad de los datos también es un desafío importante en la implementación de Business Intelligence (BI) en la Industria 4.0 (Nagy et al., 2018). La integración de datos de diversas fuentes que a menudo contienen información confidencial y sensible, como datos financieros, de clientes y personales, además de la utilización de diferentes plataformas informáticas (Ahmad et al., 2020) pueden presentar problemas de seguridad. Por lo tanto, es esencial implementar medidas como la encriptación de datos, la autenticación y autorización, el control de acceso, las copias de seguridad y el monitoreo, entre otras estrategias, para garantizar la protección de los datos confidenciales y sensibles.

Uno de los elementos cruciales para la implementación de estos proyectos es la ingesta, limpieza y transformación de flujos de datos (O'Donovan et al., 2015). La industria 4.0 genera grandes cantidades de datos, lo que puede provocar que sea difícil integrarlos y prepararlos para su análisis. La ingestión de datos implica la captura y la adquisición de información de diversas fuentes, como sistemas operativos, dispositivos IoT, redes de sensores inalámbricos (Tavera Romero et al., 2021), (Rane & Narvel, 2021) servicios basados en la nube, sistemas integrados e internet móvil. La limpieza de datos implica la eliminación de datos irrelevantes o incorrectos y la corrección de errores en los datos, con la finalidad que información se encuentre depurada previo a su análisis. La transformación de datos implica la reorganización de los mismos en un formato que puede ser analizado y utilizado para la toma de decisiones. Estos desafíos requieren una gran cantidad de tiempo y esfuerzo, así como una comprensión profunda de los datos y la tecnología para la inteligencia empresarial. Es importante tener una solución de BI escalable y flexible que pueda manejar grandes cantidades de datos, permitir la integración de nuevas fuentes de datos en el futuro y un acceso rápido en tiempo real a los altos directivos.

Según Baghal (2019) y Nunes et al. (2022) la adaptación de cambios en la ejecución de proyectos a través de BI, como el alto tiempo de respuesta desde el requisito hasta el cumplimiento del mismo, la incorporación de un proveedor elegible, los conflictos y desacuerdos entre las partes relacionadas a los pagos, entregas, calidad del servicio son también aspectos de gran relevancia a considerar en la implementación. La industria 4.0 es un entorno altamente dinámico y las necesidades de negocio pueden cambiar rápidamente provocando desconfianza e incertidumbre. Por lo tanto, es importante tener una solución de BI flexible y escalable que pueda adaptarse a los cambios en tiempo real. Además, la implementación de BI también puede requerir una revisión constante de los procesos de negocio y la capacidad de adaptarse a los retos que presentan este tipo de proyectos y procesos. Es importante tener una cultura de mejora continua y con un enfoque iterativo para la implementación de BI, de esta manera la organización podrá adaptarse a los cambios que presenta un entorno cambiante e ir desarrollando su estrategia de negocio.

La falta de una estrategia digital clara es un desafío importante en la implementación de Business Intelligence en la Industria 4.0. Esta requiere una transformación digital de los procesos de producción y logística para crear valor (Nagy et al., 2018). Sin una estrategia digital y una visión organizacional clara, es difícil integrar la tecnología de BI en los procesos y optimizarlos para generar valor. Para llegar a cumplir las metas planteadas es necesario el establecimiento de KPIs o indicadores

clave de desempeño que se enfoquen a los objetivos empresariales (Odważny et al., 2019), estos deben retroalimentarse de la información que generan los clientes, empleados y el uso de datos de redes sociales y métricas de centralidad (Rane & Narvel, 2021)

Es importante tener una estrategia sólida y bien definida para garantizar que los proyectos de BI se implementen con éxito y que los resultados sean consistentes con los objetivos de negocio, por lo tanto, el compromiso de alta dirección (Ahmad et al., 2020), (Gottge et al., 2020) (O'Donovan et al., 2015), es de suma importancia, esto puede ayudar a garantizar que se asignen los recursos necesarios para la implementación y se tomen las decisiones estratégicas necesarias para el éxito del proyecto. Además, también puede ayudar a establecer una cultura de datos y asegurar que la tecnología de BI se integre en la estrategia de negocios.

Finalmente, y no menos importante pueden existir restricciones regulatorias y de calidad (O'Donovan et al., 2015) estas pueden afectar la recopilación, almacenamiento y uso de datos, como la Ley de Protección de Datos Personales. Estas regulaciones pueden hacer que sea difícil para las empresas recopilar y utilizar los datos que necesitan para su análisis. Además, la Industria 4.0 genera grandes cantidades de información en tiempo real y es importante garantizar la calidad de estos datos para asegurar la precisión de las decisiones basadas en los mismos. Esto requiere la implementación de controles de calidad adecuados y la aplicación de procesos de validación y verificación de datos. Esto puede requerir también la colaboración con abogados especializados y consultores.

Aplicaciones de BI en la Industria 4.0

Trochoutsos & Sofias (2022) divide el análisis de datos en cuatro tipos: (1) análisis descriptivo, que se utiliza para resumir y visualizar datos históricos, (2) análisis de diagnóstico, analiza por qué sucedió un acontecimiento dentro de la empresa u organización, (3) análisis predictivo, el cual mira hacia el futuro, realiza pronósticos de resultados probables, tendencias identificadas y modelos estadísticos, y (4) análisis prescriptivo, que recomienda la mejor solución basada en escenarios. Estos son pasos hacia la madurez analítica. Los siguientes son algunos ejemplos de la aplicación de BI en la Industria 4.0.

Análisis de la eficiencia de la producción: Las empresas pueden utilizar el BI para analizar los datos de sus procesos de producción, incluyendo la velocidad de producción, la calidad del producto y la eficiencia energética. Esto permite identificar áreas de mejora y optimizar los procesos de producción para aumentar la eficiencia y reducir los costos. Facilita los procesos analíticos sobre posiciones de

mercado, capacidades, operaciones y objetivos de la empresa al transformar los datos internos y externos en información significativa que guía a la empresa para mantenerse sostenible y competitiva (Ahmad et al., 2020).

Predicción de la demanda del cliente: Las empresas pueden utilizar el BI para analizar los datos de la demanda del cliente, incluyendo el comportamiento, la historia de pedidos y la frecuencia de compra. Esto permite a las empresas predecir con mayor precisión la demanda futura del cliente y mejorar la planificación de la producción y el inventario. Además, se puede hacer uso de la minería web y de texto, por ejemplo, para la contestación de correos electrónicos de forma automática, o la utilización de chatbots. Con la información procesada se puede realizar la implementación de venta cruzada (Ahmad et al., 2020), la asociación de productos, árboles de decisión, clasificación con redes neuronales artificiales, segmentación entre otras. Esta información además puede influir en la creación de productos adicionales y proporcionar al cliente una entrega más rápida (Gottge et al., 2020)

Detección de fraude: Ahmad et al. (2020) menciona que la detección de fraudes y estafas es uno de los aspectos de aplicación de BI en la Industria 4.0. Este proceso consiste en analizar patrones de comportamiento en transacciones financieras, utilizando herramientas de BI para detectar actividades sospechosas. Para ello, se utilizan factores como la historia de transacciones, la ubicación geográfica y la información demográfica. Además, se realiza un monitoreo en tiempo real de las transacciones, identificando transacciones anómalas o realizadas en ubicaciones geográficas inusuales.

Otras formas de utilización de BI en la Industria 4.0, se encuentran por ejemplo el análisis de datos basado en la Inteligencia Colectiva y nuevas tecnologías con el fin de proporcionar un asistente analítico inteligente en los negocios (Lopez et al., 2019). Además, la incorporación de modelos de riesgo heurístico para identificación de factores de éxito críticos colaborativos a lo largo de las diferentes fases del ciclo de vida de un proyecto. Esto puede contribuir al desarrollo de varias dimensiones organizacionales y sociales interrelacionadas, como la innovación, la cultura laboral, la sostenibilidad, las ventajas competitivas y la digitalización. Además, la disminución de la huella ambiental al aplicar algoritmos de Inteligencia Artificial (Trochoutsos & Sofias, 2022). Sin duda la inteligencia de negocios presenta innumerables ventajas que pueden ser aprovechadas por las empresas y organizaciones para mejorar sus proyectos y procesos, de esta manera generarán valor y proporcionarán un mejor servicio al cliente.

Conclusiones

Business Intelligence y la Industria 4.0 son dos áreas clave que están influyendo significativamente en el mundo empresarial. Business Intelligence ofrece una amplia gama de herramientas y técnicas para analizar y utilizar los datos de una empresa de manera efectiva, lo que permite a los líderes tomar decisiones informadas y mejorar la eficiencia y la rentabilidad. Por su parte, la Industria 4.0, también conocida como la Cuarta Revolución Industrial, está transformando la manera en que las empresas producen y entregan productos y servicios. Al combinar la Business Intelligence con la Industria 4.0, las empresas pueden aprovechar la inteligencia artificial, la robótica y otras tecnologías avanzadas para mejorar su competitividad y lograr un crecimiento sostenible.

La implementación de Business Intelligence (BI) en la Industria 4.0 presenta desafíos y oportunidades para mejorar la toma de decisiones y aumentar la eficiencia en los negocios. Algunos de los desafíos más significativos incluyen el costo y la complejidad de la tecnología, la seguridad de los datos, la ingesta, limpieza y transformación de flujos de datos, la adaptación a cambios en la ejecución de proyectos. La implementación exitosa de BI puede ser clave para aprovechar al máximo las oportunidades de la digitalización y mantener la competitividad en el mercado. Es importante tener en cuenta estos desafíos y tener un plan de implementación sólido que incluya medidas de seguridad adecuadas y una solución de BI escalable y flexible.

La BI se utiliza en la Industria 4.0 para analizar y transformar grandes cantidades de datos en información valiosa para la empresa, lo que permite mejorar la eficiencia de la producción, predecir la demanda del cliente, detectar fraudes y tomar decisiones informadas. Además, se están desarrollando nuevas formas de utilizar la BI, como el análisis de datos basado en inteligencia colectiva y la incorporación de modelos de riesgo heurístico para la identificación de factores críticos de éxito. Todo esto busca mejorar la efectividad y eficiencia de los procesos y procedimientos, además de contribuir al desarrollo de diferentes dimensiones organizacionales y sociales. La BI juega un papel crucial en la Industria 4.0, permitiendo a las empresas ser más sostenibles y competitivas.

Referencias

1. Ahmad, S., Miskon, S., Alabdan, R., & Tlili, I. (2020). Towards Sustainable Textile and Apparel Industry: Exploring the Role of Business Intelligence Systems in the Era of Industry 4.0. *Sustainability*, 12(7). <https://doi.org/10.3390/su12072632>

2. Baghal, A. (2019). Leveraging Graph Models to Design Acute Kidney Injury Disease Research Data Warehouse. In A. M. & J. Y. (Eds.), 6th International Conference on Social Networks Analysis, Management and Security, SNAMS 2019 (pp. 413–418). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/SNAMS.2019.8931838>
3. Foley, É., & Guillemette, M. G. (2010). What is Business Intelligence? *International Journal of Business Intelligence Research*, 1(4), 1–28. <https://doi.org/10.4018/JBIR.2010100101>:
4. Gottge, S., Menzel, T., & Forslund, H. (2020). Industry 4.0 technologies in the purchasing process. *Industrial Management & Data Systems*, 120(4), 730–748. <https://doi.org/10.1108/IMDS-05-2019-0304>
5. Gubert, X. A. (2019). La industria 4.0, el nuevo motor de la innovación industrial. *Dirección y Organización*, 0(69), 99–110. <https://doi.org/10.37610/dyo.v0i69.563>
6. Khan, S. I., & Hoque, A. S. M. L. (2015). Towards development of health Data Warehouse: Bangladesh perspective. 2nd International Conference on Electrical Engineering and Information and Communication Technology, ICEEICT 2015. <https://doi.org/10.1109/ICEEICT.2015.7307514>
7. Lopez, C.-P., Segura, M., & Santórum, M. (2019). Data Analytics and BI Framework Based on Collective Intelligence and the Industry 4.0. *Proceedings of the 2nd International Conference on Information Science and Systems*, 93–98. <https://doi.org/10.1145/3322645.3322667>
8. Nagy, J., Oláh, J., Erdei, E., Máté, D., & Popp, J. (2018). The Role and Impact of Industry 4.0 and the Internet of Things on the Business Strategy of the Value Chain—The Case of Hungary. *Sustainability*, 10(10). <https://doi.org/10.3390/su10103491>
9. Nunes, M., Abreu, A., Bagnjuk, J., Saraiva, C., & Viana, H. (2022). Integrating a Project Risk Model into a BI Architecture. In V. Kumar, J. Leng, V. Akberdina, & E. Kuzmin (Eds.), *Digital Transformation in Industry* (pp. 423–432). Springer International Publishing.
10. Nunes, M., Bagnjuk, J., Abreu, A., Saraiva, C., Nunes, E., & Viana, H. (2022). Achieving Competitive Sustainable Advantages (CSAs) by Applying a Heuristic-Collaborative Risk Model. *Sustainability*, 14(6). <https://doi.org/10.3390/su14063234>
11. O’Donovan, P., Leahy, K., Bruton, K., & O’Sullivan, D. T. J. (2015). An industrial big data pipeline for data-driven analytics maintenance applications in large-scale smart

- manufacturing facilities. *Journal of Big Data*, 2(1), 25. <https://doi.org/10.1186/s40537-015-0034-z>
12. Odważny, F., Wojtkowiak, D., Cyplik, P., & Adamczak, M. (2019). Concept for measuring organizational maturity supporting sustainable development goals. *LogForum*, 15(2), 237–247. <https://doi.org/DOI: 10.17270/J.LOG.2019.321>
 13. Rane, S. B., & Narvel, Y. A. M. (2021). Leveraging the industry 4.0 technologies for improving agility of project procurement management processes. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 12(6), 1146–1172. <https://doi.org/10.1007/s13198-021-01331-4>
 14. Rojko, A. (2017). Industry 4.0 concept: Background and overview. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 11(5).
 15. Tavera Romero, C. A., Ortiz, J. H., Khalaf, O. I., & Ríos Prado, A. (2021). Business Intelligence: Business Evolution after Industry 4.0. *Sustainability*, 13(18). <https://doi.org/10.3390/su131810026>
 16. Trochoutsos, C., & Sofias, Y. (2022). The importance of Data Analysis in the modern era of print production. <https://www.grid.uns.ac.rs/symposium/download/2022/94.pdf>

©2023 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).