

REVISIÓN DE LITERATURA DEL DISEÑO DEL PRODUCTO INTEGRADO LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS DE INDUSTRIA 4.0 EN PROCESOS CON INTERACCIÓN HUMANA O SIN INTERACCIÓN HUMANA.

REVIEW OF LITERATURE ON THE DESIGN OF INTEGRATED PRODUCT INCORPORATING NEW INDUSTRY 4.0 TECHNOLOGIES IN PROCESSES WITH HUMAN INTERACTION OR WITHOUT HUMAN INTERACTION.

Esparza Ramírez Luis Gerardo

Tecnológico Nacional de México/ I.T. De Ciudad Juárez
<https://orcid.org/0000-0002-1118-4453>
luis.er01@cdjuarez.tecnm.mx

Pinto Santos Jorge Adolfo

Tecnológico Nacional de México/ I.T. De Ciudad Juárez
<https://orcid.org/0000-0001-9614-2764>
jorge.ps@cdjuarez.tecnm.mx

Poblano-Ojinaga Eduardo Rafael

Tecnológico Nacional de México/ I.T. De Ciudad Juárez
<https://orcid.org/0000-0003-3482-7252>
sadministrativa@cdjuarez.tecnm.mx

García Barrios Rubén

Tecnológico Nacional de México/ I.T. De La Laguna
<https://orcid.org/0009-0003-9599-4190>
rgarciab@lalaguna.tecnm.mx

Ruíz Grijalba Mario Macario

Tecnológico Nacional de México/ I.T. De Ciudad Juárez
<https://orcid.org/0000-0002-8912-2535>
mmruiz@itcj.edu.mx



Resumen: El diseño de un producto automotriz es complejo, debido a que son muchos componentes e interfieren muchos equipos de diferentes organizaciones, estos productos deben cumplir con regulaciones, especificaciones y la calidad esperada por el consumidor. Un reto muy importante es el mercado al que va dirigido el producto, este define las especificaciones de ingeniería y presupuesto disponible para el proyecto. El sector automotriz es muy diverso, comercialmente define el lujo a través de cualidades comunes, como el rendimiento; características de diseño icónicas (principalmente visuales), calidad destacada, precisión y artesanía detallada; y el uso de materiales únicos y costosos. Las marcas de lujo ofrecen experiencias de conducción rápidas, potentes y ágiles asociados con escenarios de ensueño. Existen diversas fases para el desarrollo del producto, donde se inicia con el concepto del producto, para continuar con la segmentación de mercado donde se seleccionarán las necesidades y alcances del producto. Finalmente, en las últimas etapas donde se comunica el producto al proveedor responsable de diseño se valida la factibilidad de manufactura del producto, donde en muchas ocasiones el diseño original necesita cambiar, generando un cambio en el concepto y en consecuencia retrasa la introducción de los proyectos al mercado. La metodología actual de diseño y desarrollo de productos por parte de los OEM se centra únicamente en la estética, lo que causa problemas en las fases de validación de manufactura debido a la falta de consideración de potenciales problemas de manufactura y regulaciones del mercado. El objetivo es diseñar una metodología que integre Scrum y tecnologías de la Industria 4.0 para reducir el tiempo de desarrollo y validación de prototipos, desde la fase de concepto hasta el desarrollo del diseño con el proveedor seleccionado por el OEM.

Palabras clave: Diseño del producto, Industria 4.0, Manufactura.

Abstract: The design of an automotive product is complex, as it involves many components and interference from various teams within different organizations. These products must comply with regulations, specifications, and the quality expected by consumers. A significant challenge is the target market, which defines the engineering specifications and budget available for the project. The automotive sector is diverse, commercially defining luxury through common qualities such as performance; iconic design features (primarily visual); outstanding quality, precision, and a detailed craftsmanship; and the use of unique and expensive materials. Luxury brands offer fast, powerful, and agile driving experiences associated with dream scenarios. There are various phases in product development, starting with the product concept, followed by market segmentation to select the product's needs and scope.

Finally, in the later stages where the product is communicated to the responsible design supplier, the feasibility of manufacturing the product is validated. Often, the original design needs to change, leading to a change in concept and consequently delaying project introductions to the market. The current methodology for designing and developing products by OEMs focuses solely on aesthetics, causing issues in manufacturing validation stages due to a lack of consideration for potential manufacturing problems and market regulations. The objective is to design a methodology that integrates Scrum and Industry 4.0 technologies to reduce development and prototype validation time, from the concept phase to the design development with the supplier selected by the OEM.

Keywords: Product Design, Industry 4.0, Manufacturing.

INTRODUCCIÓN

La continua evolución del diseño automotriz se encuentra en un momento crítico de transformación, impulsado por la intersección entre el diseño centrado hacia el ser humano (HCD) y las tecnologías disruptivas de la Industria 4.0. Este ensayo explora las implicaciones y oportunidades que surgen de esta convergencia, destacando la necesidad de un enfoque holístico para aprovechar de una mejor manera las capacidades de la Industria 4.0 en el proceso de diseño. Se examina cómo la integración de actores humanos y no humanos dentro del proceso de diseño puede mejorar la diversidad humana, la ergonomía, la economía, la fabricación y la sostenibilidad.

El estudio señala la importancia de una metodología de evaluación completa para cuantificar los resultados de las actividades de diseño durante las etapas del ciclo de vida del producto. Además, destaca la necesidad de unificar las diversas variantes de HCD para integrarlas de manera efectiva en la infraestructura de la Industria 4.0. Esto implica no solo considerar la estética del diseño, sino también la experiencia del cliente final y la funcionalidad de los sistemas interactivos electrónicos, como la interfaz humano-máquina (HMI).

El papel de las marcas de automóviles de lujo en la evolución del diseño automotriz no se puede subestimar. Estas marcas han liderado el camino en la utilización de materiales de una calidad superior y artesanía precisa para crear experiencias de conducción exclusivas. Sin embargo, la llegada de tecnologías interactivas está cambiando el panorama del lujo, elevando el valor de la experiencia del usuario final en el diseño interior del automóvil.

La evolución de la HMI automotriz, desde instrumentos analógicos hasta componentes digitales integrados, refleja la complejidad del diseño centrado en el usuario en un entorno tecnológicamente avanzado. La colaboración entre profesionales de diversas disciplinas, como ingenieros, diseñadores, psicólogos y especialistas en marketing, es crucial para construir una experiencia de conducción exitosa y unificada.

Por otro lado, la Industria 4.0 significa una revolución en la producción y las operaciones, integrando tecnologías inteligentes en todos los elementos de la industria automotriz. Esta transformación no solo afecta la eficiencia y la productividad, sino que también redefine los modelos de negocio y las cadenas de suministro y valor, promoviendo la creación de valor basada en datos y la integración de procesos comerciales y de producción.

la convergencia entre el diseño enfocándose en el ser humano y la Industria 4.0 ofrece un panorama emocionante para el futuro del diseño automotriz. Sin embargo, para aprovechar plenamente estas oportunidades, se requiere una comprensión profunda de las complejidades técnicas y humanas involucradas, así como una colaboración interdisciplinaria entre académicos y profesionales de la industria. Solo mediante un enfoque integral y colaborativo podemos navegar con éxito en la era de la revolución digital y la Industria 4.0.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente la metodología del diseño y desarrollo del producto por parte de los OEM se enfoca únicamente en la apariencia estética del producto. Lo que ocasiona una afectación en las fases de validación de manufactura en las etapas iniciales de desarrollo del producto por parte del proveedor responsable del diseño seleccionado por el OEM, esto debido a que no se identifican los potenciales problemas en la parte de manufactura y regulaciones del tipo de mercado al que fue diseñado el producto generando que el diseño original sufra cambios y retrasos en el proceso de definición y producción de nuevos productos.

Objetivos

Diseñar una metodología de diseño del producto integrando la metodología scrum y las nuevas herramientas de industria 4.0, para reducir el tiempo del desarrollo prototipo y validación de prototipo, desde la fase de concepto del OEM hasta la fase de desarrollo del diseño con el proveedor seleccionado por el OEM que diseñara el producto.

Objetivos específicos

- Diseñar etapas claves en el desarrollo del producto integrando Metodología Scrum.
- Integrar tecnologías de industria 4.0 en la fase de desarrollo del producto.

MARCO TEÓRICO

Se revisaron 100 artículos relacionados con la industria 4.0, el diseño automatizado y la metodología Scrum, utilizando un filtro para identificar los artículos que pudieran aportar más a la investigación. Se buscó únicamente el término "diseño automatizado". Después de revisar los 100 artículos, donde únicamente se recabaron la introducción y la conclusión, se seleccionaron únicamente 50 artículos que aportaron conocimiento teórico a la investigación.

Industria 4.0

La manufactura de productos es un proceso complejo que puede ser impactado por una serie de factores que inician desde los errores humanos hasta cambios en los requerimientos del cliente. Estos elementos, como la falta de precisión en la información o los problemas de comunicación, pueden generar una afectación significativa en la calidad y eficiencia del proceso. Es crucial reconocer estas interferencias y abordarlas de manera efectiva para garantizar resultados óptimos en la producción.

El pensamiento latinoamericano y la cultura popular en la construcción de una identidad regional única. En cuanto a los retos y oportunidades de la ingeniería en la sociedad del conocimiento, es evidente que el conocimiento se ha convertido en una pieza fundamental en el mundo moderno. La rápida evolución tecnológica demanda habilidades sofisticadas para utilizar el conocimiento de manera efectiva, lo que resalta la importancia de una educación y formación continua en ingeniería. En este contexto, la ingeniería desempeña un papel fundamental en la generación de nuevos recursos, conocimiento y el avance tecnológico, enfrentando desafíos como la adaptación a nuevas tecnologías y la gestión eficiente de recursos.

Tanto las interferencias en el proceso de manufactura como la influencia de la cultura popular en Latinoamérica y las nuevas metas, objetivos de la ingeniería en la sociedad del conocimiento son elementos clave que tienen influencia en el desarrollo y la identidad de la región. Reconocer y abordar estos elementos de manera efectiva es fundamental para promover el crecimiento sostenible y la diversidad cultural en América Latina.

IoTa

el Internet de las cosas está transformando la forma en que las empresas operan, así como los beneficios que pueden obtener al incorporar el IoT en sus estrategias empresariales. Se destaca que la implementación del IoT está en aumento y se espera que tenga un crecimiento continuo en los próximos años. También se abordan los problemas, además de los retos a los que se enfrentan las empresas al intentar implementar el IoT, como la seguridad, la privacidad y la complejidad tecnológica. Se señala que el IoT es una tecnología con importantes implicaciones económicas e innovadoras, capaz de generar nuevos modelos de negocio y transformar radicalmente la forma en que manufactura en las empresas. Además, se mencionan algunos desafíos y preocupaciones asociados con el IoT, como la ciberseguridad y privacidad de la información, la interoperabilidad de los sistemas y la necesidad de una regulación adecuada.

Dentro del IoT, se destaca que esta tecnología constituye un tema muy novedoso y con limitada información que aún no ha sido desarrollado ni discutido en las publicaciones e investigaciones más básico. La importancia de las tecnologías digitales en el ámbito de la comunicación y liderazgo de Operaciones radica en ser una tecnología que proporciona numerosos beneficios en términos de costos, productividad y operaciones, gracias a los descubrimientos que permite en el diseño y selección de productos inéditos, así como en la simulación y representación de los procesos.

Machine Learning

la Industria 4.0 nace como un paradigma que revoluciona la forma en que funcionan las empresas, especialmente en lo que se refiere al empleo y la capacitación de jóvenes. Esta transformación tecnológica no solo implica la adopción de herramientas y procesos automatizados, sino que también conlleva un cambio en la dinámica laboral, lo que plantea desafíos significativos, como el desempleo juvenil.

En este sentido, las propuestas que exploran la intersección entre el Machine Learning y la Industria 4.0 destacan la necesidad de abordar este desafío desde múltiples frentes. Uno de los pilares fundamentales es la mejora de la generación de conocimiento y capacitación de los jóvenes. En un entorno donde las habilidades digitales y analíticas son cada vez más demandadas, es crucial concientizar los programas educativos para equipar a los jóvenes con los conocimientos necesarios para mejorar en el mercado laboral del futuro.

En este contexto, el Machine Learning surge como una herramienta poderosa para abordar los desafíos del desempleo juvenil. A través de técnicas como la regresión lineal, la clasificación y la agrupación, las

empresas pueden crear modelos predictivos que les permitan anticipar las necesidades del mercado laboral y tomar decisiones informadas sobre la contratación y la capacitación de personal.

La integración del Machine Learning en la Industria 4.0 ofrece oportunidades significativas para abordar el desempleo juvenil y incrementar el desarrollo económico y social. Al centrarse en el incremento de la formación y capacitación de los jóvenes, la generación del emprendimiento y la innovación, y la promoción de la colaboración público-privada, podemos construir un futuro más inclusivo y próspero para las nuevas generaciones.

Visión Aumentada

La enseñanza de la programación en el contexto de la realidad aumentada plantea desafíos únicos, especialmente cuando se emplea la resolución de problemas como enfoque pedagógico principal. Si bien este método puede ser altamente efectivo para fomentar un aprendizaje activo en la educación superior en informática industrial, los autores señalan la necesidad de abordar cuidadosamente las dificultades que se pueden generar, especialmente entre estudiantes menos motivados o con menos experiencia previa en programación.

La estrategia de resolución de problemas ofrece una oportunidad valiosa para que los estudiantes desarrollen habilidades prácticas y de pensamiento crítico necesarias en el campo de la informática. Sin embargo, su implementación exitosa requiere la creación de un ambiente de aprendizaje favorable que fomente la participación continua y la comunicación entre los estudiantes. Los educadores deben diseñar actividades que desafíen a los estudiantes a aplicar sus conocimientos de programación en situaciones del mundo real, lo que les permitirá desarrollar un razonamiento más profundo y significativo de los conceptos y técnicas involucradas.

Blockchain

La tecnología blockchain ha emergido como una poderosa herramienta para transformar la industria de la salud, ofreciendo mejoras significativas en el manejo y protección de datos médicos, así como en la eficiencia en la gestión de medicamentos y dispositivos médicos.

Un proyecto reciente sobre el uso de blockchain en el área específica de la salud ha demostrado que esta tecnología puede tener un impacto considerable en la reducción de errores médicos y la optimización de los recursos. Al considerar un registro desconocido y descentralizado de datos médicos, blockchain

garantiza la totalidad y la ciberseguridad de la información, lo que ayuda a prevenir fraudes y garantiza la privacidad de los pacientes.

Además, el uso de blockchain en la gestión de medicamentos y dispositivos médicos permite una mayor trazabilidad y visibilidad en toda la cadena de suministro, lo que reduce el riesgo de falsificación y garantiza la calidad y autenticidad de los productos. Esto no solo incrementa la seguridad de los pacientes, sino que también incrementa la eficiencia operativa y disminuye los costos asociados con la gestión de inventarios y la logística.

La tecnología blockchain está evolucionando la industria de la salud al mejorar el manejo y la protección de datos médicos, así como la eficiencia en la gestión de medicamentos y dispositivos médicos. Al ofrecer un enfoque innovador y seguro para el intercambio de información, blockchain tiene la característica de cambiar radicalmente la forma en que se prestan y gestionan los servicios de salud, incrementando la calidad de atención y optimizando el uso de recursos en beneficio de pacientes y trabajadores de la salud por igual.

IA

La Inteligencia Artificial (IA) ha surgido como un cambio disruptivo en el mundo empresarial, ofreciendo a las empresas herramientas y técnicas avanzadas para hacer más eficiente la toma de decisiones, optimizar procesos y aumentar los medibles.

La IA, se centra en la generación de algoritmos y sistemas que pueden simular la inteligencia humana, puede ser una herramienta invaluable para las compañías en la toma de decisiones, analizar datos, la atención al cliente y la robotización de procesos. Las técnicas utilizadas, como el aprendizaje autónomo, la interpretación del lenguaje natural, la visión por procesador y la robótica, han permitido a las empresas incrementar la eficiencia y la precisión en sus operaciones, lo que les permite mantenerse competitivas en un mercado globalizado y en con cambio constante.

Sin embargo, el uso de IA también define los desafíos éticos y legales, como la seguridad de datos y la responsabilidad por los resultados de los sistemas de IA. Es crucial que las empresas aborden estos desafíos de manera proactiva, implementando medidas para mantener la privacidad de los datos y garantizar la transparencia y la equidad en el uso de la IA.

En el contexto de la mecánica industrial, la IA ha demostrado tener una interacción significativa en la mejora de la eficiencia, la precisión y la confiabilidad de los sistemas mecánicos. Mediante la

implementación de algoritmos de aprendizaje autónomo y técnicas de interpretación de datos, la IA está ayudando a las compañías a optimizar sus procesos de fabricación y incrementar la calidad de sus productos.

Además, la fabricación digital está emergiendo como un catalizador crucial para el desarrollo industrial en América Latina. La adopción de tecnologías como CAD/CAM/CAE en la región está incrementando la eficacia y la precisión en los procesos de desarrollo de productos, lo que permite a las compañías competir en el mercado global.

DESARROLLO

La investigación a desarrollar tiene un enfoque mixto, y su objetivo es validar un nuevo método para el diseño de productos utilizando la metodología SCRUM y las herramientas emergentes de la Industria 4.0. Se busca reducir los tiempos de desarrollo del producto, abarcando desde el proceso de conceptualización por parte del cliente, pasando por la fase de selección de materiales en función del mercado, el presupuesto del proyecto, las necesidades del cliente y la tecnología actual. Posteriormente, se aplicarán las fases de evaluación de la factibilidad del producto y de manufacturabilidad del proceso de producción, cumpliendo con los estándares de ergonomía del proceso. Finalmente, se llevará a cabo la evaluación de la funcionalidad y apariencia del producto.

Para el proceso de obtención de resultados, se desarrollará un objeto de ensamblaje utilizando el método tradicional de diseño con el software NX. En paralelo, se desarrollará el mismo objeto empleando el nuevo método desarrollado durante la presente investigación. Se medirán el número de iteraciones de diseño necesarias para alcanzar el resultado esperado, el tiempo de desarrollo, y la calidad del ensamblaje, incluyendo aspectos dimensionales y las tolerancias de los subconjuntos y del ensamblaje final.

Finalmente, en el proceso de verificación de resultados, se revisarán y compararán los obtenidos durante el desarrollo del producto utilizando tanto el método tradicional como el nuevo método desarrollado en la investigación, con el objetivo de determinar cuál de los dos métodos es el más eficiente. La comparación más acertada para validar el método de diseño será el análisis dimensional, mediante el cual se determinará cuál de los dos diseños está más cerca de los valores nominales. Adicionalmente, se evaluará el número de iteraciones necesarias para llegar al diseño final.

Método Propuesto

- Análisis de literatura para optimizar e integrar método scrum en las fases de diseño.

- Análisis Pugh para determinar que herramientas de Industria 4.0 integrar
- Análisis de causa y efecto para determinar las fases de sustentabilidad en las fases de diseño.

DISCUSION Y ANALISIS DE RESULTADOS ESPERADOS

Al finalizar el análisis de la investigación literaria y la investigación realizada, se determinará la metodología que será implementada. Este nuevo método de diseño incluirá las herramientas de la industria 4.0, generando una mejor eficiencia en el desarrollo de un producto automotriz. Este nuevo método incorporará la metodología Scrum y deberá ser validado mediante un análisis de tolerancias "stack up". Este análisis deberá determinar y considerar todas las tolerancias geométricas, las propiedades de los materiales y del ensamblaje, con el objetivo de reducir el tiempo de conceptualización, desarrollo e implementación con los diferentes proveedores.

Tabla 1. *Resumen de la revisión literaria.*

Artículos/Libros Revisados	Artículos/Libros Aceptados	Artículos/Libros Rechazados
103	65	38

Después de realizar esta revisión literaria, nos aportó conocimiento nuevo sobre qué herramientas deben ser claves en el nuevo método de diseño que se está desarrollando en la investigación. Nos ayudó a comprender las limitaciones de estas herramientas y a conocer sus fortalezas, que nos serán útiles en las fases futuras de la investigación.

En esta fase de desarrollo, se integrará como herramienta esencial el machine learning, debido a que puede utilizarse para explorar la percepción humana y mejorar la experiencia del usuario en diversos contextos, como la modificación de la voz. Investigaciones recientes han demostrado que los oyentes son sensibles a los cambios en la voz y pueden distinguir entre diferentes tipos de transformaciones, lo que sugiere el dinamismo de esta tecnología para incrementar la comunicación y la interacción humana en el entorno laboral y más allá, como menciona Maisueche Cuadrado, A. (2019) en su publicación "Utilización del machine learning en la industria 4.0"., generando más información que podrá utilizarse al momento de tomar decisiones en la fase de desarrollo del producto.

En la fase de integración de componentes, selección de materias, desarrollo del producto y análisis de datos históricos, integraremos la inteligencia artificial (IA). Dado que la IA se centra en la generación de algoritmos y sistemas que pueden simular la inteligencia humana, puede ser una herramienta invaluable para las compañías en la toma de decisiones, el análisis de datos, la atención al cliente y la robotización

de procesos. Las técnicas utilizadas, como el aprendizaje autónomo, la interpretación del lenguaje natural, la visión por computadora y la robótica, han permitido a las empresas incrementar la eficiencia y la precisión en sus operaciones, lo que les permite mantenerse competitivas en un mercado globalizado y en constante cambio, como menciona Ding, W., & Lin, X. (2010). En su publicación IA research, design, and evaluation, La IA se utilizará para generar una base de datos viva que informará la mejor opción durante las etapas de desarrollo, tomando datos históricos e información técnica de lanzamientos anteriores.

Durante la integración de materia prima y la conceptualización del diseño, se integrará la realidad aumentada. Según Rodríguez, F. (n.d.) en su publicación “Tecnologías para la educación: Realidad aumentada para la autogestión del aprendizaje en laboratorios de manufactura (AR-ManufacturingLab)”, la enseñanza de la programación en el contexto de la realidad aumentada plantea desafíos únicos, especialmente cuando se emplea la resolución de problemas como enfoque pedagógico principal. Aunque este método puede ser altamente efectivo para fomentar un aprendizaje activo en la educación superior en informática industrial, los autores señalan la necesidad de abordar cuidadosamente las dificultades que se pueden generar, especialmente entre estudiantes menos motivados o con menos experiencia previa en programación. Esta tecnología nos ayudará a visualizar el concepto del diseño, tomando en consideración la información previamente recabada y comprendiendo las necesidades del mercado del producto al que va dirigido.

CONCLUSIONES

A partir de esta revisión de literatura, se continuará investigando aún más sobre las herramientas de la Industria 4.0 que deberán integrarse al nuevo método de diseño que se está desarrollando en la investigación. Se leyeron más de 100 artículos referentes a la Industria 4.0, machine learning, IoT, IA, entre otros. Como resultado, se seleccionaron únicamente 50 artículos que aportaron a la investigación; este proceso se basó en el criterio del diseño automatizado, apor to mas conocimiento acerca de que herramientas de industria 4.0 se deberán integrar al nuevo método.

Se continuará con la investigación con el objetivo de obtener resultados y poder cumplir con los objetivos específicos del estudio:

- Diseñar etapas clave en el desarrollo del producto integrando la metodología Scrum.
- Integrar tecnologías de la Industria 4.0 en la fase de desarrollo del producto.

TRABAJO A FUTURO

A partir de esta investigación se determinarán cuales herramientas o tecnologías adicionales se pueden incluir en el nuevo método desarrollado. El objetivo será reducir el tiempo de conceptualización e implementación de un nuevo proyecto o producto automotriz.

REFERENCIAS

- Belman-López, C., Jiménez-García, J. A., Vázquez-Lopez, J. A., & Camarillo-Gómez, K. A. (2022). Diseño de una arquitectura para sistemas y aplicaciones en Industria 4.0 basada en computación en la nube y análisis de datos. *Revista Iberoamericana de Automatica E Informatica Industrial*, 20(2), 137–149. <https://doi.org/10.4995/riai.2022.17791>
- Bermúdez León, M. J. (2020). *El cloud computing en la industria 4.0*. Universidad de San Marcos. <https://repositorio.usam.ac.cr/xmlui/bitstream/handle/11506/2196/LEC%20ING%20SIST%200112%20%202020.pdf>
- Berges Basáñez, E. (2020). *Implementación y mejora de la digitalización del sistema de seguimiento del avance de la producción en el marco de la industria 4.0 dentro del sector aeroespacial*. Universidad de Sevilla. <https://idus.us.es/handle/11441/105167>
- Carrión, S. (n.d.). *Design, analysis and optimization of a digital model of industrial production flow*. Universitat Politècnica de València <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/175714/Mora%20-%20Diseno%20 analisis%20y%20optimizacion%20de%20un%20modelo%20digital%20del%20flujo%20de%20produccion%20industrial.pdf>
- Castillo, M. (2017). *El estado de la manufactura avanzada: competencia entre las plataformas de la Internet industrial*. Repositorio CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/items/fe9d6752-6613-409f-ab1b-f96f82d71241>
- Centeno, A., Martín-Romero, M.-R., Jesús, M., & Abad, G. (2020). *Trabajo fin de carrera: Big Data. Técnicas de machine learning para la creación de modelos predictivos para empresas*. Universidad Pontificia Comillas. https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/45878/Tecnicas%20de%20machine%20learning%20para%20la%20creacion%20de%20modelos%20predictivos%20para%20empresas_Centeno_Martin-Romero_Alfonso.pdf

- Cuchillac, V. M. (2023). La enseñanza de IoT como estrategia para desarrollar competencias técnicas para la Industria 4.0. *Realidad Y Reflexión*, (57), 15–38. <https://doi.org/10.5377/ryr.v1i57.16694>
- De La, A., Carmona, F., & Crespo Márquez, A. (2022). *Diseño de Soluciones Avanzadas Basadas en Técnicas de Machine Learning para la Toma de Decisiones en Gestión de Activos*. Universidad de Sevilla
https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/135570/Fuente%20Carmona%2c%20Antonio_tesis.pdf
- D., & Evans. (2011). *Internet of Things: La próxima evolución de Internet lo está cambiando todo*. Cisco IBSG.
https://media.telefonicatech.com/telefonicatech/uploads/2021/1/126528_Internet_of_Things_IoT_IBSG_0411FINAL.pdf
- Ding, W., & Lin, X. (2010). *IA research, design, and evaluation*. En *Information architecture (10). Synthesis Lectures on Information Concepts, Retrieval, and Services*. Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-02267-8_3
- Erazo-Arteaga, V. A. (2022). El diseño, la manufactura y análisis asistido por computadora (CAD/CAM/CAE) y otras técnicas de fabricación digital en el desarrollo de productos en América Latina. *Información Tecnológica*, 33(2), 297–308. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642022000200297>
- Farías, J. S., Medina, M. A. R., Tarango, L. A., & Ojinaga, E. R. P. (2022). Factores que interfieren en la elaboración de información para la manufactura del producto. *Revista IPSUMTEC*, 5(5), 98–110. <https://revistas.milpaalta.tecnm.mx/index.php/IPSUMTEC/article/view/159/259>
- Franco, S., Graña, J., Rikap, C., & Robert, V. (2022). *Industria 4.0 como sistema tecnológico: los desafíos de la política pública*. Ministerio de Economía de Argentina.
https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021/03/37_-_industria_4.0.pdf
- García, M., Lama Ruiz, A., Aguayo González, J., Martín Gómez, F., & Grupo De Investigación, A. (2017). *P9 Optimización de sistemas de fabricación ciber físicos en industria 4.0 con big data*. IV jornada de investigación y postgrado. https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/88920/morales-garcia_ponencia_sevilla_2018_optimizacion.pdf
- Herrador, P., Aguayo González, B., Ávila, F., Jesús, M., & Sistemas. (2017). *C15 Ingeniería del ciclo de vida de productos y procesos industriales bajo la simplejidad en industria 4.0*. IV jornada de

investigación y postgrado.

https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/95744/aguayo_ponencia_sevilla_2017_ingenieria.pdf

Macia-Perez, F. (2012). Cloud Agile Manufacturing. *IOSR Journal of Engineering*, 2(05), 1045–1048.

<https://doi.org/10.9790/3021-020510451048>

Maisueche Cuadrado, A. (2019). *Utilización del machine learning en la industria 4.0*. Universidad de Valladolid. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/37908>

Marcillo Parrales, K. G., Mero Lino, E. A., & Ortiz Hernández, M. M. (2021). Impresión 3D como eje de desarrollo en la industria 4.0. *Serie Científica de La Universidad de Las Ciencias Informáticas*, 14(4), 151–160. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8590504>

Montero, D. T. B., Minango, S. N. R., & Núñez, D. I. B. (2019). Sistema de manufactura flexible orientado a industria 4.0. *Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 1(1), 61–72. https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/article/view/15

Moretón, H., Tutor, A., & Angulo, S. (n.d.). *Estudio de las aplicaciones de Machine Learning y Deep Learning en el ámbito de la logística y la fabricación*. Universidad de Valladolid. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/37823/TFG-I-1318.pdf>

Olivares, J. A. P., Beltrán, E. R., Mora, J. L. O., & Valadez, J. O. V. (2020). Detección de fallas en tiempo real mediante redes complejas en un sistema de manufactura 4.0. *Pistas Educativas*, 42(136). <https://pistaseducativas.celaya.tecnm.mx/index.php/pistas/article/view/2378/1928>

Ponce, M. Á. P., Pópulos, R. H., Olivares, A. B., Acosta, A. L. V., & Moreno, J. A. B. (2023). La evolución de las redes de datos en el sector industrial. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 6610–6621. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7433

Puentes Márquez, J. A. (2020). *Propuesta de un modelo de evaluación de madurez de industria 4.0 orientado a empresas manufactureras*. Tecnológico Nacional de México. <http://51.143.95.221/handle/TecNM/504>

Ramírez, C., & Asesor, M. (2021). *Implementación del sistema de gestión empresarial SAP S/4HANA en una empresa del sector industrial automotriz utilizando la metodología SAP Activate*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/17955/Ramirez_mc.pdf

Rodríguez, F. (n.d.). *Tecnologías para la educación: Realidad aumentada para la autogestión del aprendizaje en laboratorios de manufactura*. AR-ManufacturingLab. <https://repositorio.grial.eu/handle/grial/2347>

Un agradecimiento especial al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías -CONAHCYT por el apoyo en el programa de Becas Nacionales para estudios de posgrado 2023-2, para la publicación de este artículo.

TABLA DE TRABAJO COLABORATIVO

Rol	Autor (es)
Conceptualización	Esparza Ramírez Luis Gerardo, Valles Chávez Adán, Poblano Eduardo
Metodología	Esparza Ramírez Luis Gerardo, Valles Chávez Adán, Poblano Eduardo
Software	Jeovany Rodríguez, Valles Chávez Adán, Poblano Eduardo
Validación	Pinto Jorge, Valles Chávez Adán, Poblano Eduardo
Análisis Formal	Esparza Ramírez Luis Gerardo, Valles Chávez Adán, Poblano Eduardo
Investigación	Esparza Ramírez Luis Gerardo, Valles Chávez Adán, Poblano Eduardo
Recursos	Jeovany Rodríguez, Valles Chávez Adán, Poblano Eduardo
Curación de datos	Esparza Ramírez Luis Gerardo, Valles Chávez Adán, Poblano Eduardo
Escritura - Preparación del borrador original	Esparza Ramírez Luis Gerardo, Valles Chávez Adán, Poblano Eduardo
Escritura - Revisión y edición	Pinto Jorge, Valles Chávez Adán, Poblano Eduardo
Visualización	Esparza Ramírez Luis Gerardo, Valles Chávez Adán, Poblano Eduardo
Supervisión	Pinto Jorge, Valles Chávez Adán, Poblano Eduardo
Administración de Proyectos	Esparza Ramírez Luis Gerardo, Valles Chávez Adán, Poblano Eduardo
Adquisición de fondos	Pinto Jorge, Valles Chávez Adán, Poblano Eduardo