

## LA INDUSTRIA 4.0 EN LA DOCENCIA UNIVERSITARIA

### INDUSTRY 4.0 IN UNIVERSITY TEACHING

Teresa Pérez Sosa  
Profesora Titular. Universidad de Matanzas  
<https://orcid.org/0000-0002-5587-4624>  
teresa.perez@umcc.cu

Dirma Yanes Quintero  
Profesora Auxiliar. Universidad de Matanzas  
<https://orcid.org/0000-0002-4989-8785>  
dirma.yanes@umcc.cu

Yanelly Gil Martínez  
Profesora Auxiliar. Universidad de Matanzas  
<https://orcid.org/0000-0003-4001-8777>  
yanelly.gil@umcc.cu

#### RESUMEN

La Educación 4.0 se define como la forma en que nos capacitamos para adaptarnos al uso de las nuevas tecnologías, mejorando así el aprendizaje, las habilidades y las actitudes de las personas. Esto significa que, a través de las herramientas tecnológicas, podemos crear un nuevo entorno didáctico para instruir a los estudiantes de manera integral y multidisciplinar. De ahí que el presente trabajo se plantee como objetivo insertar en la docencia universitaria, específicamente en la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Matanzas, la importancia y técnicas de la Industria 4.0, mediante la fabricación aditiva, empleándose para ello varios casos de uso que fueron impresos en 3D. Para su modelación y construcción se emplea el software AutoCAD, cuyo manejo es también uno de los objetivos del plan de estudio para dicha carrera.

**Palabras clave:** Industria 4.0, docencia universitaria, ingeniería mecánica.

#### Abstract

Education 4.0 is defined as the way in which we train ourselves to adapt to the use of new technologies, thus improving people's learning, skills and attitudes. This means that, through technological tools, we can create a new teaching environment to instruct students in a comprehensive and multidisciplinary way. Hence, the objective of this work is to insert into university teaching, specifically in the Mechanical Engineering degree at the University of Matanzas, the importance, and techniques of Industry 4.0, through additive manufacturing, using several use cases. which were 3D printed. AutoCAD software is used for its modeling and construction, the use of which is also one of the objectives of

the study plan for said degree.

**Keywords:** Industry 4.0, university teaching, mechanical engineering.

## **INTRODUCCIÓN**

La Industria 4.0 es un término que se refiere a la cuarta revolución industrial, caracterizada por la integración de tecnologías digitales avanzadas en los procesos de producción. Aunque inicialmente se aplicó en el ámbito industrial, sus principios también pueden ser aplicados en otros sectores, incluyendo la educación y la docencia universitaria.

En el contexto de la docencia universitaria, la Industria 4.0 ofrece oportunidades para mejorar la calidad de la educación y preparar a los estudiantes para los desafíos del mundo laboral actual y futuro, puede influir al fomentar el aprendizaje práctico, el uso de tecnologías digitales, la personalización del aprendizaje, la colaboración en línea y la actualización constante del contenido. Al aprovechar estas oportunidades, las instituciones educativas pueden preparar mejor a los estudiantes para el mundo laboral y promover su desarrollo profesional en la era digital.

El conocimiento relacionado con la Industria 4.0, es cada vez más importante en la formación de los profesionales contemporáneos, tiene un impacto significativo en la formación de los ingenieros, pues implica la integración de tecnologías digitales avanzadas en los procesos de producción y la transformación de los sistemas industriales. Está transformando la forma en que se abordan la fabricación y la ingeniería. Los ingenieros que están familiarizados con los conceptos y las tecnologías de la Industria 4.0 están mejor equipados para diseñar, desarrollar e implementar nuevos productos, procesos y sistemas que aprovechan los últimos avances tecnológicos (Kowalikova et al., 2020).

En general, el conocimiento relacionado con la Industria 4.0 es fundamental para la formación de los ingenieros contemporáneos, ya que les permite seguir siendo competitivos y satisfacer las necesidades cambiantes de la industria (Qian et al., 2023). Es importante que los programas de ingeniería incorporen conceptos y tecnologías de la Industria 4.0 en sus planes de estudio, y que los ingenieros busquen oportunidades de capacitación y desarrollo profesional continuos para mantenerse actualizados con los últimos avances en el campo (Rana & Rathore, 2023).

La enseñanza en las ingenierías está evolucionando para adaptarse a los

avances de la Industria 4.0, de ahí que el presente trabajo se proponga como objetivo describir los resultados y experiencias de la integración en la enseñanza en las ingenierías de tecnologías digitales avanzadas en los procesos de fabricación y producción.

Algunas de estas tecnologías incluyen la inteligencia artificial, el Internet de las cosas (IoT), la robótica, la realidad aumentada, la impresión 3D, entre otras.

## **METODOLOGÍA**

Enseñar los desarrollos de la Industria 4.0 en las ingenierías requiere de una metodología adecuada que fomente el aprendizaje práctico y la comprensión de los conceptos y tecnologías relacionadas. Aquí hay una metodología sugerida para enseñar los desarrollos de la Industria 4.0:

1. **Fundamentos teóricos:** Comienza por proporcionar a los estudiantes una base teórica sólida sobre los conceptos clave de la Industria 4.0. Esto puede incluir conferencias, lecturas y discusiones sobre temas como inteligencia artificial, Internet de las cosas, robótica, realidad aumentada, impresión 3D, analítica de datos, ciberseguridad, entre otros. Asegúrate de explicar los principios subyacentes, los beneficios y las aplicaciones de cada tecnología.
2. **Estudios de casos:** Utiliza estudios de casos reales para ilustrar cómo se aplican los desarrollos de la Industria 4.0 en diferentes sectores industriales. Puedes presentar a los estudiantes casos de empresas que han implementado con éxito tecnologías de la Industria 4.0 y discutir los desafíos y beneficios asociados. Esto ayudará a los estudiantes a comprender cómo se integran estas tecnologías en los procesos industriales y cómo pueden generar valor.
3. **Proyectos prácticos:** Fomenta el aprendizaje práctico a través de proyectos en los que los estudiantes puedan aplicar los conceptos y las tecnologías de la Industria 4.0. Por ejemplo, puedes asignar proyectos de diseño y desarrollo de sistemas inteligentes, donde los estudiantes utilicen sensores, dispositivos IoT y algoritmos de inteligencia artificial para resolver problemas específicos. Estos proyectos les permitirán experimentar directamente con las tecnologías y comprender sus aplicaciones prácticas.
4. **Laboratorios y talleres:** Configura laboratorios y talleres equipados con tecnologías de la Industria 4.0, como robots, impresoras 3D, sensores IoT, etc. Los estudiantes pueden tener sesiones prácticas en estos entornos para familiarizarse con las tecnologías y desarrollar habilidades en su uso. Supervisa

y guía a los estudiantes durante estas sesiones para asegurarte de que estén obteniendo una experiencia práctica adecuada.

5. Colaboración con la industria: Establece colaboraciones con empresas y organizaciones de la industria para que los estudiantes puedan realizar pasantías, prácticas o proyectos conjuntos. Esto proporcionará a los estudiantes una visión más profunda de cómo se aplican los desarrollos de la Industria 4.0 en situaciones reales y les dará la oportunidad de trabajar en proyectos relevantes. Además, los profesionales de la industria pueden impartir charlas y talleres para compartir sus experiencias y conocimientos.

6. Evaluación basada en proyectos: Utiliza evaluaciones basadas en proyectos para medir el aprendizaje de los estudiantes. En lugar de centrarte solo en exámenes teóricos, evalúa su capacidad para aplicar los conocimientos y las habilidades de la Industria 4.0 en situaciones prácticas. Puedes solicitar informes de proyectos, presentaciones, demostraciones prácticas u otras formas de evaluación que reflejen las habilidades requeridas en el entorno de la Industria 4.0.

El presente trabajo se dio a la tarea de adaptar esta metodología a las necesidades y recursos disponibles específicamente en la carrera de Ingeniería Mecánica en la Universidad de Matanzas. La clave es proporcionar a los estudiantes una combinación equilibrada de teoría y práctica, y fomentar su participación en el aprendizaje de los desarrollos de la Industria 4.0.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Uno de los aspectos clave de la Industria 4.0 es la fabricación aditiva, también conocida como impresión 3D. Esta tecnología permite crear objetos tridimensionales mediante la superposición de capas sucesivas de material.

La fabricación aditiva tiene varias aplicaciones en el campo de la docencia. A continuación, se mencionan algunas formas en las que se puede relacionar con la enseñanza (Helle y Lemu 2021):

- Prototipado rápido: La fabricación aditiva permite la creación rápida de prototipos físicos a partir de diseños digitales. Esto puede ser especialmente útil en disciplinas como la ingeniería y el diseño, donde los estudiantes pueden desarrollar y probar sus ideas de manera tangible antes de proceder a la producción en masa. Los profesores pueden utilizar la impresión 3D como una herramienta de enseñanza para mostrar

a los estudiantes el proceso de diseño y fabricación.

- Visualización de conceptos abstractos: Al utilizar la fabricación aditiva, los profesores pueden producir modelos físicos de conceptos abstractos difíciles de entender únicamente a través de representaciones en papel o en pantalla. Estos modelos tangibles pueden ayudar a los estudiantes a comprender mejor y visualizar conceptos complejos en áreas como la anatomía, la química, la física, entre otros.
- Aprendizaje interactivo: La fabricación aditiva permite la personalización y la creación de objetos educativos interactivos. Los profesores pueden diseñar y fabricar modelos educativos, puzzles, juegos y otros recursos de aprendizaje que involucren a los estudiantes de manera activa y práctica. Estos recursos pueden fomentar el aprendizaje autónomo, el pensamiento crítico y la resolución de problemas.
- Desarrollo de habilidades técnicas: La fabricación aditiva es una habilidad técnica en sí misma. Al introducir esta tecnología en el currículo educativo, los estudiantes pueden aprender sobre diseño 3D, software de modelado, configuración de impresoras y otras habilidades relacionadas. Esto puede prepararlos para futuras oportunidades laborales en campos relacionados con la fabricación aditiva y la tecnología.

En el caso que nos ocupa se relacionó con la docencia en la carrera de Ingeniería Mecánica, la importancia actual de la Industria 4.0 mediante el proceso de la fabricación aditiva empleando para ello tres casos de estudio: ocluser ocular infantil, placa del dermoexpansor y el splitter para distribución de oxígeno medicinal. Para la obtención de los planos que permiten crear las vistas necesarias para su modelación y construcción se emplea el software AutoCAD, cuyo empleo es también uno de los objetivos del plan de estudio para dicha carrera. Los resultados obtenidos se muestran en las figuras 1, 2 y 3.

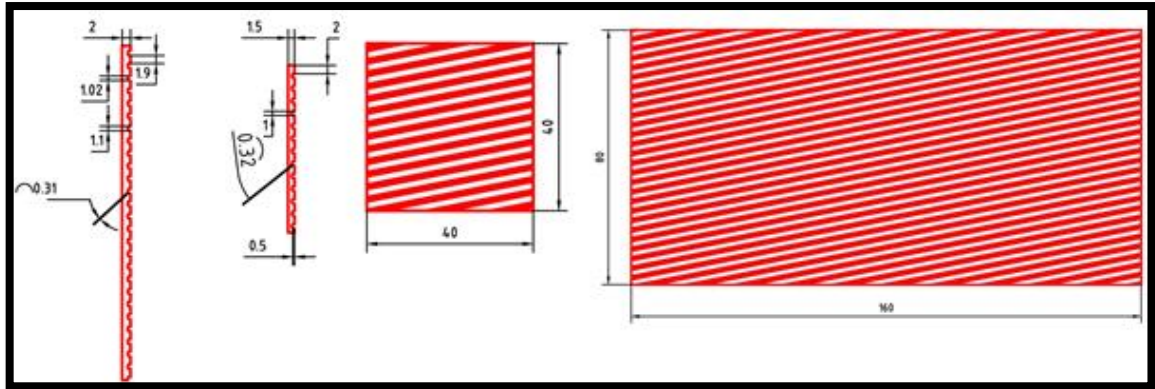
Caso de estudio 1: Placa del dermoexpansor.

El objetivo de un dermoexpansor radica en lograr el desarrollo de un área donadora de tejido con características similares al área donde está el defecto.

Descripción del dermoexpansor.

Los injertos de piel se usan comúnmente para el cierre de heridas y se cortan con un patrón de malla para expandir su área de cobertura. Son delgados, delicados, dolorosos de cosechar y se dañan fácilmente durante el mallado

tradicional. De ahí la necesidad de un método para malar injertos de piel que sea menos propenso a fallar. El dermoexpansor aborda este problema con tecnología que no solo ejecuta cortes precisos sin daños, sino que también mide los sitios de la herida para permitir la planificación del tamaño óptimo del injerto



y la relación de expansión (Centeno, 2015).

Figura 1. Plano del dermoexpansor.

En la figura 1 podemos observar las vistas y medidas necesarias para la fabricación de la Placa del dermoexpansor; espesor máximo de 2mm, y longitudes máximas de 160mm, el ancho de las ranuras sería de 1mm.

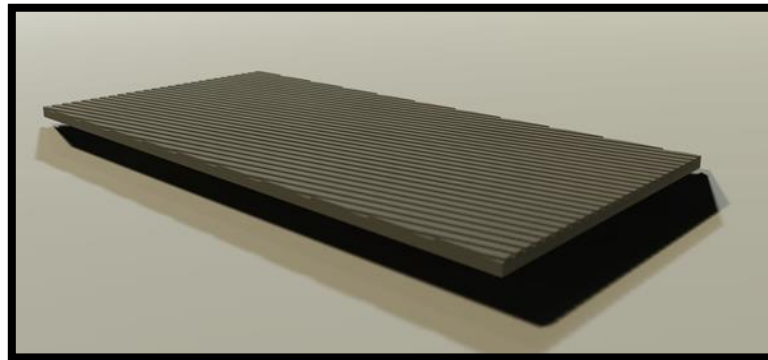


Figura 2. Modelo 3D de impresión de la placa del dermoexpansor.

Caso de estudio 2: Ocluser ocular infantil.

Los ocluseres oculares son utilizados en tratamientos de Ortóptica para el tratamiento de alteraciones de la visión binocular.

Descripción del ocluser ocular infantil.

Durante un examen ocular de rutina, el oftalmólogo a menudo necesita verificar la agudeza de un ojo en comparación con el otro. Para hacer esto, el examinador

utiliza un conjunto de cubiertas especiales para los ojos conocidas como *oclusores*. Algunos oclusores cubren completamente el área de los ojos no probados del paciente y no permiten que penetre absolutamente ninguna luz. Otros oclusores tienen poros que permiten que solo una cierta cantidad de luz ingrese al ojo. También hay oclusores transparentes que crean un efecto borroso sobre el ojo no probado. El oftalmólogo puede usar diferentes oclusores de agujeros de alfiler con diferentes fuerzas para medir el nivel de visión distorsionada de un paciente, ya sea miopía o hipermetropía (Dies, 2016).

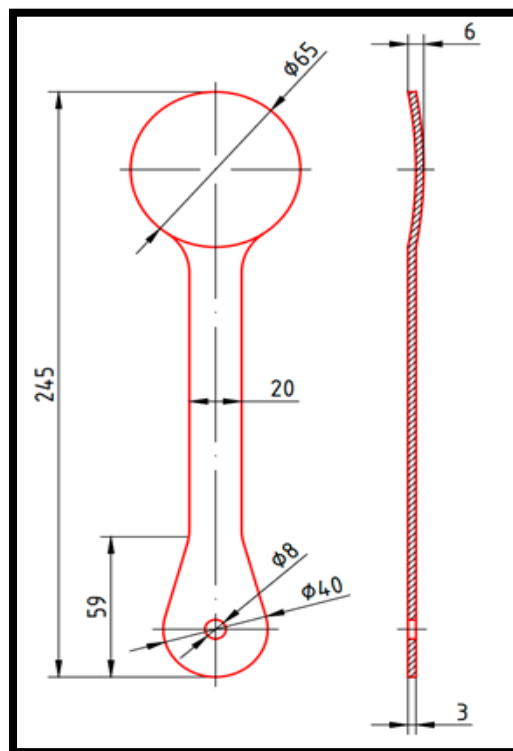


Figura 3. Plano del ocluser ocular infantil.

En la figura 3 podemos apreciar la medida necesaria y vistas para la construcción y fabricación del Ocluser ocular; como es el caso de los diámetros: diámetro de la bóveda  $\phi 65$ mm, diámetro de la ranura  $\phi 8$ mm; espesor máximo: 6mm, espesor mínimo de 3mm longitudes máximas de 245mm.

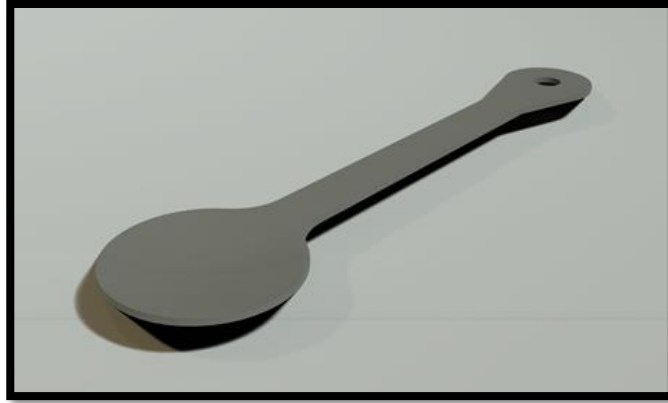


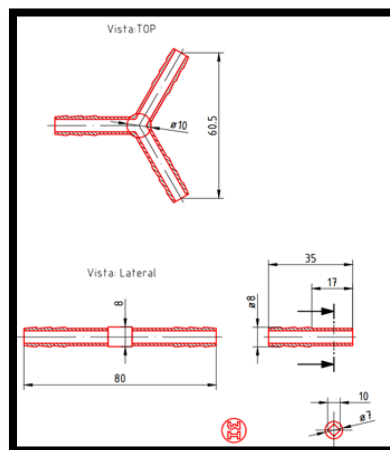
Figura 4. Modelo 3D de impresión del ocluser ocular infantil.

Caso de estudio 3: *splitter* para distribución de oxígeno medicinal.

Es un dispositivo divisor de flujo de oxígeno que distribuye oxígeno medicinal de una fuente a múltiples salidas independientes para proporcionar oxígeno a los adultos o niños.

Descripción del *splitter* para distribución de oxígeno medicinal.

Es un accesorio en forma de “Y” utilizado para la distribución de oxígeno medicinal de una fuente de varios destinos, este no es empleado por razones médicas, durante el período de COVID-19, al crearse una crisis de disponibilidad de oxígeno medicinal ante la rotura de la principal planta que lo



produce en Cuba, se fabricaron y se utilizaron estos aditamentos (Pérez, 2022).

Figura 5. Plano del splitter.

En la figura 5 podemos apreciar la medida necesaria y vistas para la construcción del *splitter*; como es el caso de los diámetros: diámetro del macho de 8mm, diámetro interior de 7mm, diámetro del cilindro: 10mm; espesor máximo de 6mm, posee una longitud máxima de 80mm, el macho posee una longitud de 35mm.



Figura 6. Modelo 3D de impresión del *splitter*.

Vincular la enseñanza en la carrera de Ingeniería Mecánica con la importancia que reviste actualmente la industria 4.0, específicamente con la fabricación aditiva, también conocida como impresión 3D. Permitted acercar a los estudiantes a esta novedosa técnica, mostrándole a los mismos el gran impacto que tiene, así como varias ventajas y desventajas que la hacen atractiva para la industria mecánica.

- Ventajas de la fabricación aditiva

**Personalización y adaptabilidad:** La fabricación aditiva permite la entrada de nuevos productos al mercado con una adaptación total a las necesidades personales y demográficas. Esto significa que los productos pueden ser diseñados y fabricados para satisfacer las necesidades específicas de cada cliente.

**Sostenibilidad medioambiental:** En la fabricación aditiva, normalmente se utiliza solo la materia que se necesita, no produciendo desechos como en la fabricación sustractiva. Esto conlleva una reducción de emisiones al medio ambiente, ya que existe una repercusión en el consumo energético y material.

**Eliminación de costes marginales y de las economías de escala:** El coste marginal de imprimir la pieza enésima será nulo, el único coste es lo que cuesta el material. Esto significa que una misma pieza costará lo mismo producirla en cualquier lugar del mundo y solamente se podrán fabricar en industrias impregnadas de conocimientos sobre fabricación avanzada.

Integración con procesos convencionales de fabricación: La fabricación aditiva puede integrarse con los procesos convencionales de fabricación, lo que puede reducir la complejidad y los costos de fabricación.

Aligeramiento y multimaterial: La reducción del peso de un producto es un aspecto muy importante y alcanzable con metodologías de FA, por medio de estructuras internas huecas o jugando con la densidad de los materiales. Además, algunas tecnologías de FA permiten la adición de diferentes materiales, superando las limitaciones actuales en la relación peso/resistencia mecánica o aportando funcionalidades nuevas y abaratando.

- Desventajas de la fabricación aditiva

Costos de material: Los materiales para FA son caros en comparación con los utilizados en las tecnologías de fabricación convencionales debido a la falta de economías de escala que los aborden y ser más competitivos en el mercado.

Costos de personal: Es requerido personal especializado en este tipo de tecnologías, ya que necesitan entender el proceso para acertar con la correcta estrategia de fabricación, la ubicación en la plataforma, la configuración de parámetros adecuados y también las operaciones de postproceso.

Costos de amortización de la máquina: Aunque cada vez las máquinas son más baratas y rápidas, hoy en día siguen siendo costosas, además, en muchas ocasiones requieren de mantenimiento y recambios. El grado de utilización de las máquinas debería ser superior al 85%.

Costes de periféricos: No es suficiente solamente la máquina para fabricar, sino que también es necesario software CAD y estaciones de postprocesado (chorreado, infiltrados, etc.)

## **CONCLUSIONES**

La Industria 4.0 en la docencia universitaria es de vital importancia actualmente. La enseñanza de la impresión 3D en la carrera de Ingeniería Mecánica es esencial para preparar a los estudiantes para el futuro, tanto en términos de habilidades técnicas como de habilidades interdisciplinarias y de trabajo en equipo. Los casos de uso empleados permitieron proveer a los estudiantes de una formación más digital, el fomento de la creatividad y la capacidad de solucionar problemas, un aprendizaje interdisciplinario y trabajo en equipo, así como su preparación para su futuro entorno socio económico donde se desempeñarán como profesional.

## REFERENCIAS

- Helle, R. H., Lemu, H. G., 2021. "A case study on use of 3D scanning for reverse engineering and quality control", *Materials Today: Proceedings* 45 pp. 5255-5262, doi: 10.1016/j.matpr.2021.01.828
- Kowalikova, P., Polak, P., & Rakowski, R. (2020). The Challenge of Defining the Term "Industry 4.0". *Society*, 57(6), 631-636. doi:10.1007/s12115-020-00555-7
- Pérez, F. (2022). ¿Qué alternativas se diseñan en Cuba para garantizar cobertura de oxígeno medicinal? *Granma*. Tomado de <https://www.granma.cu/cuba/2021-08-15/que-alternativas-se-disenan-en-cuba-para-garantizar-cobertura-de-oxigeno-medicinal>
- Qian, Y., Vaddiraju, S., & Khan, F. (2023). Safety education 4.0 – A critical review and a response to the process industry 4.0 need in chemical engineering curriculum. *Safety Science*, 161, 106069. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2023.106069>
- Rana, B., & Rathore, S. S. (2023). Industry 4.0 – Applications, challenges and opportunities in industries and academia: A review. *Materials Today: Proceedings*, 79, 389-394. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.12.162>