29th International Congress on Project Management and Engineering

Ferrol - A Coruña 16/17 July 2025

Innovación en la enseñanza del diseño de piezas: un enfoque basado en la Fabricación Aditiva

Código de la comunicación (09-015)

Autores: Uralde,Virginia [1]. Veiga, Fernando [1]. Marcelino, Sara [1]. Sustacha, Juan [1]. Martin, Miguel Ángel [1]

Universidad Pública de Navarra 1

1. Introducción

La Fabricación Aditiva (FA), como pilar de la Industria 4.0, permite producir piezas complejas, personalizadas y con menos residuos, y en educación, ofrece a los estudiantes una comprensión profunda no solo de las máquinas, sino de los fundamentos, materiales y aplicaciones detrás de cada tecnología. Las clasificaciones de la ASTM, que agrupan procesos como fusión en lecho de polvo, deposición de energía dirigida o extrusión de material, ayudan a estructurar este aprendizaje y a formar una base crítica sobre el uso industrial de la FA.
El Diseño para Fabricación Aditiva (DfAM) refuerza esta formación al enseñar a optimizar geometrías, orientación de impresión y uso de material desde las primeras fases del diseño. Incluir normativas como ISO/ASTM 52910:2018 y 52900:2021 en los proyectos académicos no solo asegura calidad, sino que familiariza a los estudiantes con estándares profesionales. Así, la enseñanza de FA y DfAM no solo transmite conocimientos técnicos, sino que fomenta habilidades esenciales como creatividad, resolución de problemas y toma de decisiones, preparando a los ingenieros para responder a los retos de la industria actual.

2. Metodología

La metodología, dirigida a estudiantes del Grado en Tecnologías Industriales e Ingeniería Mecánica y a egresados de estas titulaciones, combina teoría y práctica para la enseñanza de Fabricación Aditiva y DfAM, integrando aprendizaje activo y resolución de problemas en escenarios industriales. El curso se compone de exposiciones teóricas, actividades prácticas y análisis de casos, como muestra la Figura 1. donde los participantes aplican criterios avanzados de optimización topológica, interpretan resultados de simulación y toman decisiones fundamentadas de rediseño.
Asimismo, se desarrollan competencias digitales clave alineadas con el marco DigComp, potenciando habilidades técnicas, creativas, de análisis crítico y colaboración en entornos tecnológicos avanzados.

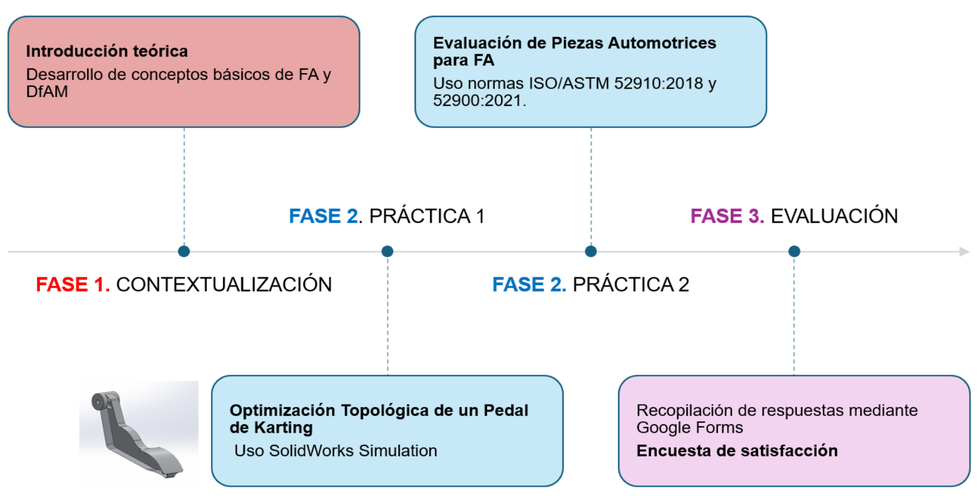

Figura 1. Esquema del desglose de las fases y contenidos del curso

En la **1ª práctica**, los estudiantes realizan un estudio de optimización topológica de un pedal de karting mediante SolidWorks Simulation, configurando restricciones, mallas y objetivos de aligeramiento manteniendo la resistencia estructural.

En la **2ª práctica** analizan piezas automotrices reales para evaluar su idoneidad para FA , aplicando los estándares ISO/ASTM 52900:2021 y 52910:2018 y seleccionando tecnologías y materiales adecuados.

La propuesta se complementa con un **cuestionario de evaluación** del aprendizaje y percepción del alumnado mediante Forms, garantizando la comprensión de los contenidos y su aplicabilidad al diseño industrial.

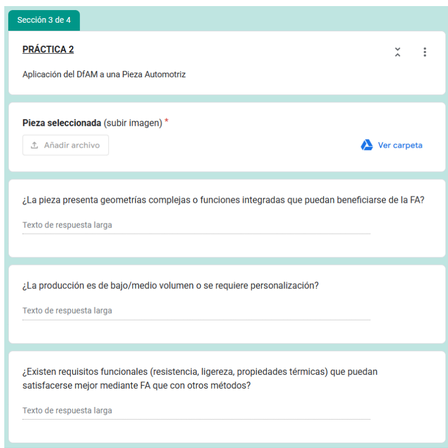

Figura 2. Captura de pantalla de una sección del formulario de entrega para la evaluación de la práctica 2

3. Resultados

En la primera práctica centrada, los estudiantes lograron definir de forma autónoma las condiciones de contorno, aplicar restricciones de fabricación y configurar adecuadamente los objetivos del estudio. Se alcanzaron reducciones de peso significativas, con valores medios en torno al 30–40 %, manteniéndose factores de seguridad superiores a 1,5. Los diseños finales evidenciaron una comprensión del equilibrio entre aligeramiento estructural y funcionalidad mecánica, así como de las posibilidades del software en entornos de simulación virtual.

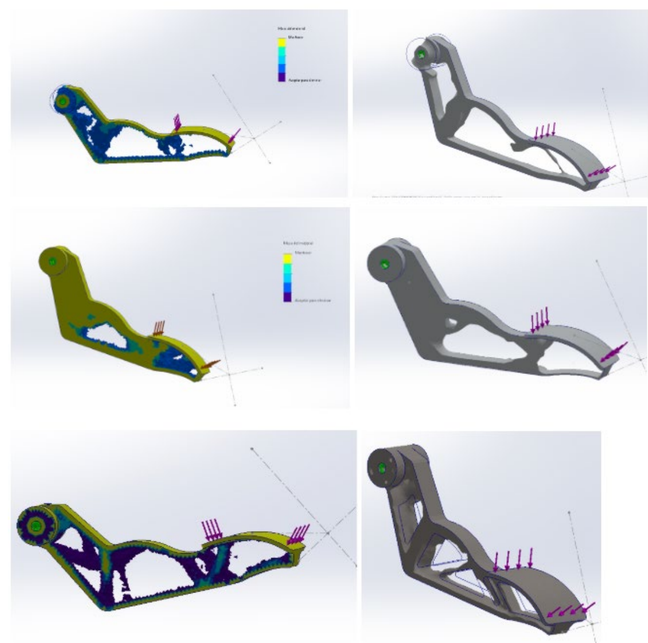

Figura 3. Ejemplo de optimizaciones en su forma inicial (izquierda) y suavizada (derecha), realizadas por el alumnado

En la segunda práctica, los estudiantes realizaron una evaluación sistemática de su idoneidad para FA, considerando limitaciones geométricas, requisitos funcionales y criterios técnicos y económicos. La mayoría seleccionó componentes con potencial de optimización (como soportes, conductos o piezas no estructurales), aplicando correctamente los principios del DfAM y las normativas ISO/ASTM 52900:2021 e ISO/ASTM 52910:2018. Las tecnologías de FA más seleccionadas fueron SLM (Selective Laser Melting) y MJF (Multi Jet Fusion), identificando sus ventajas en cuanto a resolución, materiales metálicos o termoplásticos, y capacidad de producción personalizada. Asimismo, se destacó la necesidad de evaluar los costes asociados y los procesos de posprocesado necesarios, lo que propició reflexiones realistas sobre la aplicabilidad industrial.

El cuestionario final de evaluación, mostró un elevado nivel de comprensión conceptual, con más del 85 % de aciertos medios en preguntas sobre fundamentos de optimización topológica, tecnologías de FA y criterios de selección de procesos. Además, las respuestas cualitativas reflejaron una valoración muy positiva de la metodología utilizada, destacándose la utilidad de las prácticas para trasladar la teoría a situaciones de diseño reales y favorecer una visión crítica e innovadora del rol de la FA en el ámbito del diseño industrial.

4. Conclusiones

La combinación de teoría y práctica permitió al alumnado no solo adquirir conocimientos sobre optimización topológica y fabricación aditiva, sino también desarrollar competencias analíticas y de toma de decisiones fundamentadas, esenciales para su desempeño profesional.
Los resultados obtenidos muestran que los estudiantes lograron comprender la importancia de reducir el peso de las piezas sin comprometer su integridad estructural, aplicando criterios de diseño basados en normativas internacionales y estudios de simulación. Además, la alta valoración de la actividad en la encuesta final del curso indica que el aprendizaje basado en problemas es una metodología que el alumnado percibe como eficaz para consolidar conocimientos en el ámbito del diseño y la ingeniería.

No obstante, se identificó una cierta variabilidad en la comprensión de conceptos avanzados, como la interpretación de los resultados de optimización y la selección adecuada de restricciones en las simulaciones. Esto sugiere la necesidad de reforzar determinados contenidos teóricos mediante materiales de apoyo adicionales o sesiones de consulta específicas, con el fin de garantizar que todo el alumnado alcance un nivel de comprensión homogéneo.

UNIVERSIDADE DA CORUÑA
epef Escola Politécnica de Enxeñaría de Ferrol
Fundación Ingeniería Civil de Galicia
AEIPRO
IPMA SPAIN international project management association