

	<b>UNIVERSIDAD DE CALDAS</b>	
	<b>FORMATO PARA CREACIÓN – MODIFICACIÓN DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS</b>	
	<b>CÓDIGO: R-1202-P-DC-503</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>

## PLAN INSTITUCIONAL DE ACTIVIDAD ACADÉMICA

### I. IDENTIFICACIÓN

Facultad que ofrece la Actividad Académica:	CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
Departamento que ofrece la Actividad Académica:	FÍSICA
Nombre de la Actividad Académica:	PROTOTIPADO RÁPIDO Y FABRICACIÓN INTELIGENTE
Código de la Actividad Académica:	
Versión del Programa Institucional de la Actividad Académica (PIAA):	1
Acta y fecha del Consejo de Facultad para: aprobación____ modificación____	Acta No. ____ Fecha: _____
Programas a los que se le ofrece la Actividad Académica (incluye el componente de formación al cual pertenece):	ESPECIALIZACIÓN EN INDUSTRIA 5.0 Y AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL
Actividad Académica abierta a la comunidad:	Si ____ No <u>X</u>

Tipo de actividad: Teórica \_\_\_\_ Teórico - Práctica  
X Práctica \_\_\_\_

Horas teóricas:	20	Horas prácticas:	12
Horas presenciales:	32	Horas no presenciales:	64
Horas presenciales del docente:	32	Relación Presencial/No presencial:	1:1
Horas inasistencia con las que se reprueba:	4	Cupo máximo de estudiantes:	25
Habitable (Si o No):	SI	Nota aprobatoria:	3
Créditos que otorga:	2	Duración en semanas:	16

Requisitos (escribir los códigos y el nombre de las actividades académicas que son requisitos, diferenciados por programas para el caso de una actividad académica polivalente):

- I. **JUSTIFICACIÓN:** describe las razones por las cuales es importante la actividad académica desde la perspectiva del conocimiento, el objeto de formación del programa, el perfil profesional del egresado(s), y su lugar en el currículo.

El Prototipado Rápido y las tecnologías de Fabricación Inteligente, con la Fabricación Aditiva (Impresión 3D) como uno de sus pilares, son catalizadores de la innovación y la agilidad en la Industria 5.0. Esta asignatura es fundamental porque permite a los especialistas pasar rápidamente de la concepción de una idea a un prototipo físico o funcional, validando diseños, iterando mejoras y acelerando el ciclo de desarrollo de productos. Además, la fabricación inteligente abarca conceptos de producción flexible, personalizada y conectada. Para el Especialista en Industria 5.0 y Automatización Industrial, el dominio de estas técnicas es crucial para materializar soluciones innovadoras, crear productos personalizados bajo demanda, optimizar la cadena de suministro mediante la fabricación distribuida y responder con celeridad a las dinámicas cambiantes del mercado, potenciando la competitividad y la capacidad de adaptación de las empresas industriales.

- I. **OBJETIVOS:** describe en forma clara lo que se pretende con el desarrollo de la actividad académica.

Desarrollar en los estudiantes las competencias para seleccionar, aplicar y gestionar tecnologías de prototipado rápido y fabricación aditiva, así como para comprender los principios de la fabricación inteligente, con el fin de acelerar la innovación, personalizar productos y optimizar procesos en el contexto de la Industria 5.0.

2. Específicos:
1. Entender los principios básicos del prototipado rápido y la fabricación inteligente en el contexto de la Industria 5.0.
  2. Identificar y utilizar herramientas y tecnologías de prototipado rápido, como la impresión 3D y la fabricación aditiva.
  3. Aplicar tecnologías de fabricación inteligente para automatizar procesos de producción, mejorando la eficiencia y personalización.
  4. Evaluar la sostenibilidad de los procesos productivos mediante la integración de tecnologías emergentes.
  5. Desarrollar prototipos funcionales que integren la personalización y la sostenibilidad a través de técnicas de fabricación inteligente.

NOTA: en el caso que el Programa Institucional de la Actividad Académica (PIAA) se desarrolle por competencias, es necesario completar los siguientes aspectos, en lugar de objetivos:

- I. **COMPETENCIAS:** describe actuaciones integrales desde saber ser, el saber hacer y el saber conocer, para identificar, interpretar, argumentar y resolver problemas del contexto con idoneidad y ética.

1. Genéricas

- Creatividad Aplicada al Diseño: Capacidad para utilizar las herramientas de prototipado para materializar ideas y soluciones innovadoras.
- Resolución Práctica de Problemas de Diseño y Manufactura: Habilidad para superar los desafíos técnicos en el proceso de prototipado y fabricación.
- Pensamiento Orientado a la Manufacturabilidad: Consideración de las limitaciones y posibilidades de las tecnologías de fabricación desde la etapa de diseño.
- Adaptabilidad y Exploración Tecnológica: Disposición para experimentar con nuevos materiales, procesos y software de fabricación.

2. Específicas

C2 (Corresponde al RA2 del programa): Integrar y aplicar tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT) industrial, machine learning y técnicas de fabricación inteligente (ej. prototipado rápido, simulación) para optimizar la conectividad, personalización y flexibilidad de los procesos productivos, mejorando la eficiencia y calidad en entornos industriales.

(Sub-competencias específicas de la asignatura):

- Identificar y seleccionar las tecnologías de prototipado rápido y fabricación aditiva adecuadas para diversos fines industriales.
- Manejar el flujo de trabajo digital para la fabricación aditiva: desde el diseño CAD hasta la pieza impresa (modelado, preparación, impresión, post-procesado).
- Operar y realizar el mantenimiento básico de equipos de impresión 3D (o comprender su funcionamiento a través de simulación y teoría).
- Evaluar la viabilidad y el impacto de la adopción de la fabricación inteligente y el prototipado rápido en la estrategia de una empresa.

**COMPETENCIAS GENÉRICAS:** describen el conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes que le permiten al egresado del programa interactuar en diversos contextos de la vida profesional.

**COMPETENCIAS ESPECÍFICAS:** describen los comportamientos observables que se relacionan directamente con la utilización de conceptos, teorías o habilidades, logrados con el desarrollo del contenido de la Actividad Académica.

- I. **RESULTADOS DE APRENDIZAJE (RA):** cada asignatura debe contener resultados de aprendizaje particulares, siempre articulados con los generales de cada programa. Los RA de una asignatura pueden tributar a varios RA generales, y no necesariamente hay una relación uno a uno.

**Resultados de Aprendizaje (RA) (Alineados con RA2 del programa y adaptados):**

- **RA2.13.** Comprender los principios, procesos, materiales y aplicaciones de las

---

principales tecnologías de prototipado rápido y fabricación aditiva (Impresión 3D).

- **RA2.14.** Seleccionar la tecnología de fabricación aditiva más adecuada para una aplicación industrial específica, considerando factores de diseño, material, costo y tiempo.
- **RA2.15.** Preparar modelos digitales (CAD) para la fabricación aditiva, generar archivos de impresión (slicing) y operar equipos básicos de impresión 3D (o simuladores) para la creación de prototipos o piezas funcionales.
- **RA2.16.** Analizar el impacto del prototipado rápido y la fabricación inteligente en el ciclo de desarrollo de productos, la personalización masiva y la optimización de la cadena de suministro industrial.

- /.
- CONTENIDO:** describe los temas y subtemas que se desarrollarán en la actividad académica. Estos deben estar en perfecta coherencia con los objetivos, método y evaluación de la asignatura y con los perfiles de formación de los programas a los que se ofrece la actividad académica.

#### **Módulo 1: Fundamentos del Prototipado Rápido y la Fabricación Aditiva (FA)**

- Introducción al Prototipado Rápido: conceptos, evolución y su rol en el desarrollo de productos.
- Principios de la Fabricación Aditiva (Impresión 3D): proceso capa por capa.
- Clasificación de las tecnologías de FA según ISO/ASTM 52900:
  - Fotopolimerización en Cuba (Vat Photopolymerization: SLA, DLP).
  - Extrusión de Material (Material Extrusion: FDM/FFF).
  - Sinterizado Selectivo por Láser (Powder Bed Fusion: SLS, DMLS/SLM).
  - Inyección de Material (Material Jetting).
  - Inyección de Aglutinante (Binder Jetting).
  - Deposición Directa de Energía (Directed Energy Deposition: LENS, WAAM).
  - Laminación de Hojas (Sheet Lamination).
- Materiales comunes en FA: polímeros (PLA, ABS, PETG, Nylon, resinas), metales, cerámicas, compuestos.
- Ventajas y limitaciones de la Fabricación Aditiva.

#### **Módulo 2: Flujo de Trabajo Digital para Fabricación Aditiva y Diseño para FA (DfAM)**

- **Modelado CAD para FA:**
  - Software de Diseño Asistido por Computador (CAD): principios básicos, tipos (SolidWorks, Fusion 360, TinkerCAD, etc.).
  - Creación y modificación de modelos 3D. Formatos de archivo (STL, OBJ, 3MF).
- **Preparación para la Impresión (Slicing):**
  - Software de Slicing (ej. Cura, PrusaSlicer, Simplify3D): funciones y parámetros clave (altura de capa, relleno, soportes, temperatura, velocidad).
  - Generación de G-code.
- **Principios de Diseño para Fabricación Aditiva (DfAM):**
  - Optimización topológica y diseño generativo.

- Reducción de peso y consolidación de piezas.
- Consideraciones de orientación, soportes y post-procesado desde el diseño.
- Diseño de celosías (lattices) y estructuras complejas.

### **Módulo 3: Operación de Equipos de Impresión 3D y Post-Procesado**

- **Tecnologías FDM/FFF (Más Comunes para Prototipado):**
  - Componentes de una impresora FDM.
  - Calibración y nivelación de la cama.
  - Carga y descarga de filamento.
  - Parámetros de impresión y su impacto en la calidad y tiempo.
  - Solución de problemas comunes de impresión FDM.
- **Otras Tecnologías (Introducción a la Operación Conceptual):**
  - Principios operativos básicos de SLA/DLP y SLS.
  - Consideraciones de seguridad y manejo de materiales.
- **Post-Procesado de Piezas Impresas:**
  - Retirada de soportes.
  - Limpieza (ej. lavado con IPA para resinas).
  - Curado UV (para resinas).
  - Acabado superficial (lijado, pulido, pintado).
  - Tratamientos térmicos (para metales, conceptual).
- Mantenimiento básico de equipos de impresión 3D.

### **Módulo 4: Fabricación Inteligente, Aplicaciones Industriales y Futuro**

- Concepto de Fabricación Inteligente (Smart Manufacturing): integración de FA con IoT, IA, Big Data.
- Personalización Masiva y Producción Bajo Demanda mediante FA.
- Fabricación Distribuida y optimización de la cadena de suministro.
- Aplicaciones industriales de la FA:
  - Prototipado rápido funcional y de concepto.
  - Creación de utillajes, jigs y fixtures.
  - Producción de piezas de repuesto (obsolescencia).
  - Fabricación de series cortas y piezas personalizadas.
  - Aplicaciones en sectores: aeroespacial, automotriz, médico, dental, bienes de consumo.
- Control de calidad en Fabricación Aditiva.
- Desafíos de la FA: escalabilidad, costos de materiales, certificación de piezas.
- El rol de la FA en la economía circular y la sostenibilidad.
- Tendencias futuras: impresión 4D, bioimpresión, nuevos materiales, FA a gran escala.

- /.
- METODOLOGÍA:** describe las estrategias educativas, métodos, técnicas, herramientas y medios utilizados para el desarrollo del contenido, en coherencia con los objetivos o competencias.
-

- **Clases Teórico-Demostrativas (Virtual Sincrónico Viernes / Presencial Sábado):** Exposición de los principios de las tecnologías de FA, materiales y aplicaciones. Se utilizarán videos, animaciones, y demostraciones en vivo (con software CAD/Slicer, o con equipos de impresión 3D si están disponibles).
- **Talleres Prácticos de Diseño CAD y Slicing (Presencial Sábado / Entornos Virtualizados con software accesible):**
  - Ejercicios de modelado 3D básico y/o modificación de modelos existentes utilizando software CAD.
  - Prácticas de preparación de archivos STL para impresión, configuración de parámetros en software Slicer y generación de G-code.
- **Talleres Prácticos de Impresión 3D y Post-Procesado (Presencial Sábado, si se cuenta con equipos):**
  - Operación supervisada de impresoras 3D (preferentemente FDM por accesibilidad).
  - Impresión de piezas diseñadas o seleccionadas por los estudiantes.
  - Prácticas de retirada de soportes y acabado básico de piezas.
  - (Si no hay equipos, se realizarán simulaciones detalladas del proceso de impresión y se analizarán videos y casos de post-procesado).
- **Aprendizaje Basado en Proyectos (Individual o Grupal, desarrollo progresivo):** Los estudiantes diseñarán (CAD), prepararán (Slicer) e idealmente imprimirán (o simularán la impresión y post-procesado) un prototipo o una pieza funcional simple para una aplicación industrial o de consumo, documentando todo el proceso.
- **Análisis de Casos de Estudio Industriales (Virtual Sincrónico / Presencial):** Revisión de cómo diferentes industrias están utilizando el prototipado rápido y la fabricación aditiva para innovar y optimizar sus operaciones.
- **Investigación y Presentación de Tecnologías/Materiales (Individual/Grupal):** Los estudiantes investigarán y presentarán sobre una tecnología de FA específica, un nuevo material o una aplicación industrial innovadora.

- I. **CRITERIOS GENERALES DE EVALUACIÓN:** describe las diferentes estrategias evaluativas, con valoraciones cuantitativas y reportes cualitativos, si son del caso, que se utilizarán para determinar si el estudiante ha cumplido con lo propuesto como objetivos o como competencias de la Actividad Académica. Ver reglamento estudiantil y política curricular.

- **Participación en clase y talleres: 20%**  
**Participación y Desempeño en Talleres Prácticos (Diseño CAD, Slicing, Operación de Impresoras o Simulaciones): 30%**

- Se evaluará la habilidad en el manejo del software, la correcta aplicación de los parámetros, la calidad de los modelos generados y la solución de problemas durante los ejercicios prácticos.
- **Entregables de Diseño y Preparación para FA (Individual/Grupal): 25%**
  - Calificación de los archivos CAD, archivos STL optimizados, configuraciones de Slicer y la justificación de los parámetros seleccionados para una pieza o prototipo.
- **Investigación y Presentación sobre Tecnologías/Aplicaciones de FA (Individual/Grupal): 20%**
  - Evaluación de la profundidad de la investigación, la claridad conceptual, la calidad de la presentación y la capacidad de responder preguntas sobre el tema expuesto.
- **Proyecto Final de Prototipado/Fabricación (Individual o Grupal): 25%**
  - Desarrollo y presentación (con informe y pieza física si es posible, o simulación detallada y diseño) de un prototipo o pieza funcional. Se evaluará el diseño, la selección de tecnología/material, el proceso de fabricación/simulación, el post-procesado (si aplica) y la funcionalidad/aplicabilidad de la pieza.

I. **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:** describe los textos guía, manuales, fuentes primarias, páginas de Internet, entre otras, que serán utilizadas para el desarrollo de la Actividad Académica.

- Gibson, I., Rosen, D. W., & Stucker, B. (2015). Additive Manufacturing Technologies: 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing. Springer. (2nd Edition o más reciente).
- Chua, C. K., Leong, K. F., & Lim, C. S. (2010). Rapid Prototyping: Principles and Applications. World Scientific Publishing Company. (3rd Edition o más reciente).
- Gebhardt, A. (2012). Understanding Additive Manufacturing: Rapid Prototyping, Rapid Tooling, Rapid Manufacturing. Hanser Publications.
- Lipson, H., & Kurman, M. (2013). Fabricated: The New World of 3D Printing. Wiley.
- ISO/ASTM 52900:2021. Additive manufacturing — General principles — Fundamentals and vocabulary.
- Tutoriales y documentación de software CAD (SolidWorks, Autodesk Fusion 360, TinkerCAD, FreeCAD).
- Tutoriales y documentación de software Slicer (Ultimaker Cura, PrusaSlicer, Simplify3D).

- Recursos web de fabricantes de impresoras 3D y materiales (ej. Ultimaker, Prusa Research, Formlabs, Stratasys, EOS).
- Portales y comunidades online sobre impresión 3D (ej. All3DP, Thingiverse, MyMiniFactory, GrabCAD).
- Revistas especializadas: Additive Manufacturing Journal, 3D Printing and Additive Manufacturing.