

# Curso Intensivo: “Modelización del comportamiento mecánico de materiales metálicos en la escala microscópica”

Junio 5 al 16 de 2017  
Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín

## Descripción del curso

La obtención de piezas metálicas por procesos de deformación plástica continúa imponiendo retos descomunales dada la complejidad de los fenómenos que participan, por lo que hasta hace poco, era un campo dominado exclusivamente por aproximaciones de ensayo y error. La aplicación de técnicas computacionales como la plasticidad cristalina, las teorías de homogenización y las estrategias de simulación multiescala están permitiendo una aproximación exitosa para establecer vínculos entre la microestructura y las propiedades mecánicas macroscópicas de los metales, permitiendo acercarse a la obtención de piezas por deformación plástica a través de procesos más simples, menos costosos, con menos impacto en el ambiente y logrando mejores propiedades.

El objetivo principal de este curso es presentar uno de los métodos más exitosos para la modelización de la deformación plástica de materiales metálicos a la escala microscópica usando plasticidad cristalina.

La particularidad de este curso está ligada al énfasis que se hace en la parte práctica, que permite que los asistentes comprendan y afiancen más fácilmente los conceptos teóricos. Se desarrollarán 30 horas de clase magistral y 40 horas de trabajo personal en el computador durante dos semanas.

El curso está dividido en **dos módulos**:

**1. Introducción a los conceptos de plasticidad:** Breve repaso de conceptos básicos de cristalografía y mecanismos de deformación plástica de

materiales metálicos. Se estudiarán la interacción de dislocaciones con las demás características microestructurales de los metales.

**2. Fundamentos de plasticidad cristalina:** Desde la escala microscópica, la plasticidad en materiales metálicos puede ser interpretada como el resultado del movimiento de dislocaciones en la red cristalina del material. En este módulo se explicarán los fundamentos de teóricos que son la base de la plasticidad cristalina y se abordarán diferentes leyes de comportamiento para describir el endurecimiento por deformación. Se usarán los conceptos adquiridos para estudiar la superficie de respuesta plástica del material al igual que para analizar el desarrollo de textura cristalográfica en el material.

## Objetivos específicos:

- Establecer una metodología para el desarrollo de códigos computacionales para plasticidad cristalina.
- Desarrollar una herramienta de base para el estudio de superficies de cedencia y texturas en materiales metálicos.

## Prerrequisitos:

- Introducción a la programación en Python
- Introducción a la ciencia de los materiales
- Métodos numéricos
- Física Mecánica

## Temas

### Módulo 1: Introducción

1. Nociones de cristalografía: redes de Bravais e índices de Miller, conceptos de simetría, textura cristalina durante el procesamiento termomecánico.
2. Mecanismos de deformación plástica de metales: dislocaciones,

- maclaje, recuperación y recristalización.
3. Técnicas de caracterización.

## **Módulo 2:** Plasticidad cristalina

4. Introducción: cinemática y termodinámica
5. Plasticidad cristalina: cinemática de los sistemas de deslizamiento, resistencia de los sistemas de deslizamiento
6. Aplicaciones
7. Limitaciones

## **Ejercicios de laboratorio**

### **Módulo 1:** Nociones de programación en Python

1. Programación de códigos básicos en Python

### **Módulo 2:** Plasticidad cristalina

1. Elementos para cálculo tensorial en el contexto de la plasticidad cristalina
2. Implementación de una herramienta para representar texturas usando figuras de polos.
3. Implementación de una ley de comportamiento basada en la densidad de dislocaciones
  - a. Cálculo de esfuerzos críticos resueltos
  - b. Cálculos de tasas de deformación
  - c. Cálculo de la rotación elástica
4. Análisis de la superficie de respuesta plástica y del desarrollo de una textura en el material usando cálculos de plasticidad cristalina

**Software:** Linux (Suse, Mint o Ubuntu preferiblemente), Python2

(version 2.7) con las bibliotecas scipy, numpy, matplotlib.

### **Instructores:**

Prof. Dra. **Diana López**. Grupo de Tribología y Superficies. Universidad Nacional de Colombia. Colombia.

Prof. Dr. **Daniel Pino**. Centre for Material Forming CEMEF- Mines, ParisTech. Francia.

**Cupos:** 15 participantes

**Fechas:** 5 al 16 de junio de 2017, L a V, 9a. m. a 5p. m.

**Lugar:** Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín

**Informes e inscripciones:** [dmlopez3@unal.edu.co](mailto:dmlopez3@unal.edu.co)