

# Métodos Numéricos Aplicados a la Ingeniería Civil

## 0-Programa calendario

**Juan Nicolas Ramírez Giraldo**

[jnramirezg@unal.edu.co](mailto:jnramirezg@unal.edu.co)

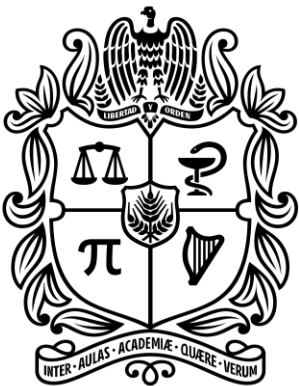
Docente ocasional

Departamento de Ingeniería Civil

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Universidad Nacional de Colombia

Sede Manizales

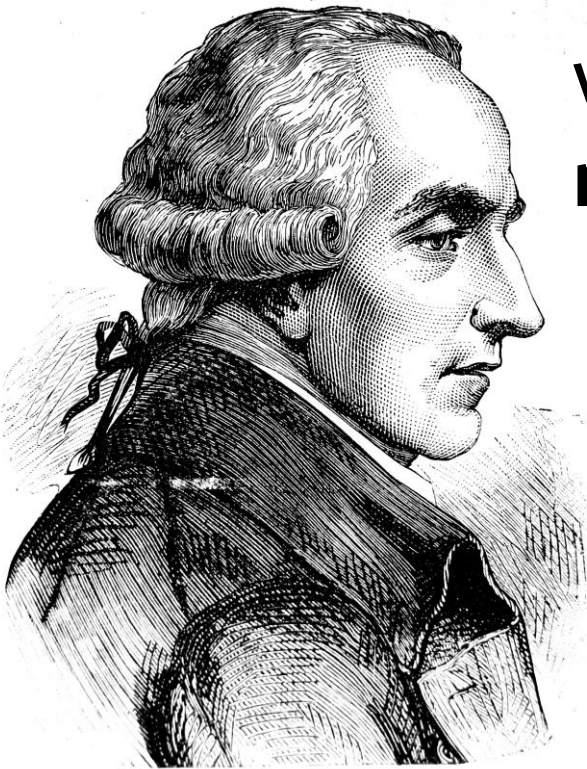


UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

# Asignatura

Atrévanse a pensar diferente, a revolucionar sus vidas, a volver al origen, a respetar lo que nos rodea, a escuchar, a opinar y a amar. Porque ese es el camino que debe emprender esta generación, un camino para pensar en el mismo camino, en hacer las cosas con gratitud, en bajarle el ritmo a la vida y cantarle a la diferencia. Pues la forma fundamental de revolución es interna, y cuando esta se dé, enteremos por qué luchar y por quién luchar.

# Asignatura



“Las preguntas más importantes de la vida, de hecho, **no** son en su mayoría **más** que problemas de probabilidad”

**Pierre-Simon Laplace**

Confiabilidad → incertidumbre  
→ aleatoria  
→ epistémica  
Límites del conocimiento ↪

# Asignatura

<b>Nombre:</b>	Métodos Numéricos Aplicados a la Ingeniería Civil
<b>Código:</b>	4101553
<b>Créditos:</b>	3

\* Según [art. 23](#) Acuerdo 008 de 2008 del CSU

Ver [malla curricular](#)

Ver [plan de estudios](#)

# Asignatura

## Prerrequisitos

4100611 - Mecánica de Sólidos

4200686 - Programación Computadores

Cálculo Diferencial	Física Mecánica
Cálculo Integral	Estática
Cálculo Vectorial	Ecuaciones Diferenciales
Álgebra Lineal	Mecánica Tensorial (*)

(\*) O su equivalente: Resistencia de Materiales

# Comunicación con el docente



**Correo institucional:**

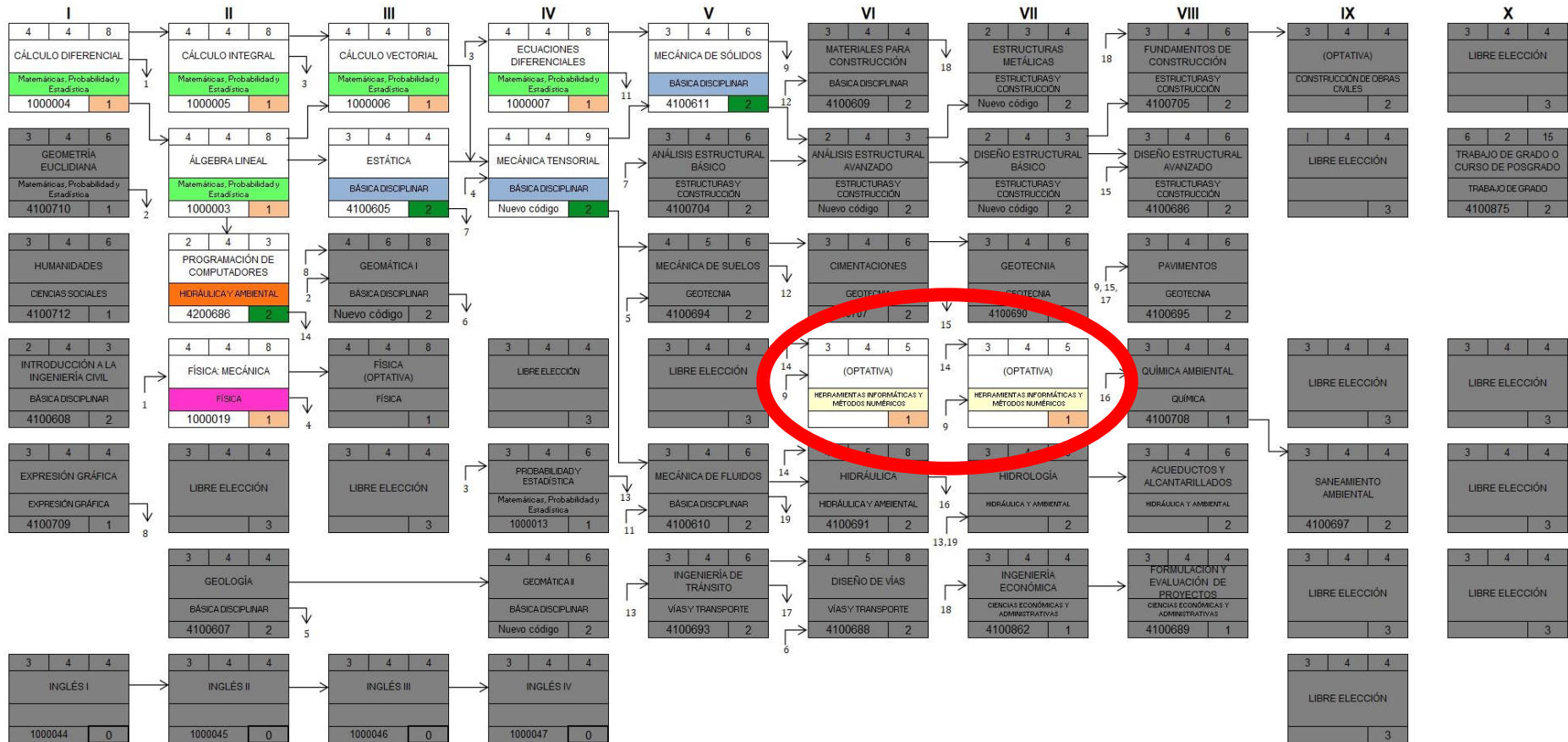
[jnramirezg@unal.edu.co](mailto:jnramirezg@unal.edu.co)

**Asunto:**

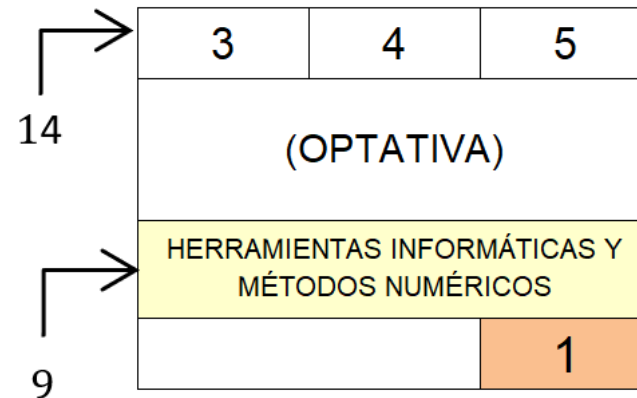
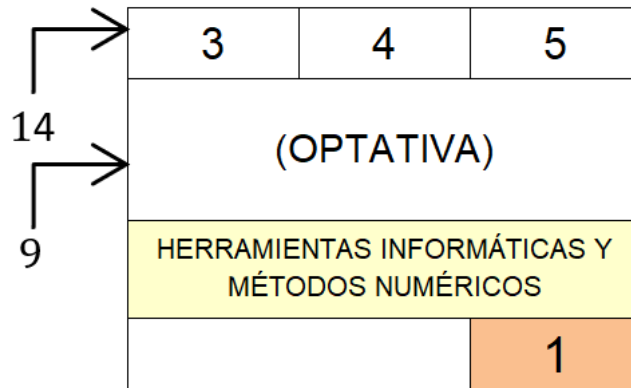
MÉTODOS\_NUMÉRICOS-(**escribir\_asunto**)

- No se atenderán dudas a través de otros medios como WhatsApp.
- Solo serán tenidos en cuenta los correos recibidos a través de cuentas institucionales **unal.edu.co**
- Todo el material de clase estará disponible en el repositorio del profesor:  
[https://github.com/jnramirezg/metodos\\_numericos\\_ingenieria\\_civil](https://github.com/jnramirezg/metodos_numericos_ingenieria_civil)

# Asignatura



# Asignatura



<b>Opción 1</b>	Aplicaciones de Elementos Finitos
<b>Opción 2</b>	Aplicaciones de Elementos Finitos II
<b>Opción 3</b>	Métodos Numéricos Aplicados a la Ingeniería Civil



No es optativa,  
es obligatoria




# Asignatura

## ¿Qué significa 1 crédito académico?

“Un crédito es la unidad que mide el tiempo que el estudiante requiere para cumplir a cabalidad los objetivos de formación de cada asignatura y equivale a **48 horas de trabajo del estudiante**. Éste incluirá las actividades presenciales que se desarrollan en las aulas **con el profesor**, las actividades con orientación docente realizadas **fuera de las aulas** y las actividades **autónomas** llevadas a cabo por el estudiante, además de prácticas, preparación de exámenes y todas aquellas que sean necesarias para alcanzar las metas de aprendizaje.”

\* [art. 6](#) Acuerdo 033 de 2007 del CSU

	Horas/semana	Horas/semestre
Actividad presencial	4	64
Actividad autónoma	5	80
<b>Total</b>	9	144 = 48*3

 El 56% del tiempo

# Asignatura

## Objetivos

- Introducir la técnica básica del cálculo numérico y explicar su objetivo fundamental: encontrar soluciones aproximadas a problemas complejos utilizando procedimientos matemáticos que se pueden programar fácilmente con un computador.
- Hacer énfasis en la programación de computadores como una herramienta para obtener soluciones numéricas de problemas cuya solución analítica es extremadamente compleja.

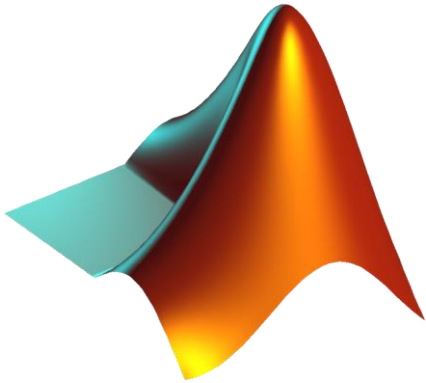
# Metodología

El curso se desarrollará con aspectos pedagógicos como:

- **Clases sincrónicas** en las que se explican los conceptos más relevantes en el entorno de salón de clase con la **libre** participación de los estudiantes.
- **Talleres prácticos de programación** para aplicar los conocimientos adquiridos.
- **Exámenes** con preguntas teóricas, preguntas **conceptuales**, demostraciones y ejercicios numéricos.
- **Diapositivas** con el contenido **necesario** y **enlaces** al explorador.

# Metodología

## Lenguaje de programación



# Metodología

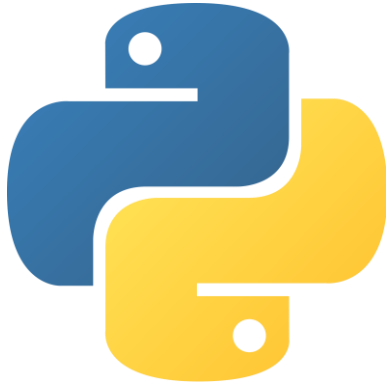
		
Matlab	Python	Julia
<ul style="list-style-type: none"><li>• Necesita licencia</li><li>• Aplicaciones especializadas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Universalidad</li><li>• Gratuidad</li><li>• Soporte web amplio</li><li>• Orientada a objetos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Velocidad</li><li>• Gratuidad</li><li>• Simplicidad</li><li>• En desarrollo</li></ul>

Principales características de Matlab, Python y Julia.

**Fuente:** Rojas, E. M. (2020)

# Metodología

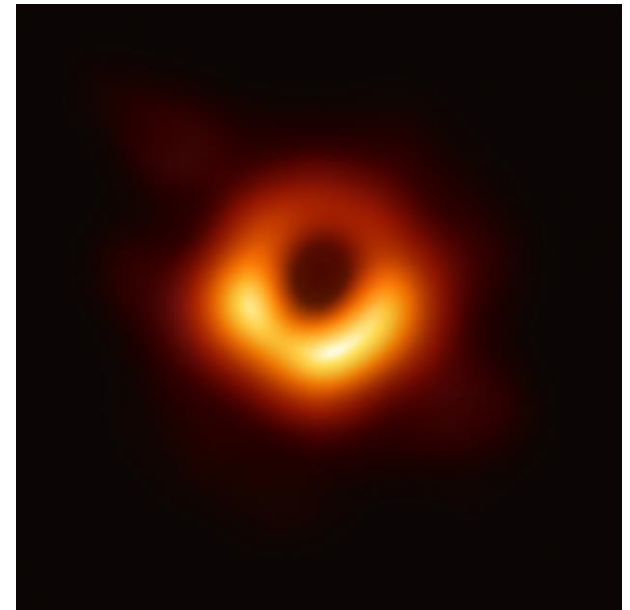
## ¿Por qué Python?



First M87 Event Horizon Telescope Results. III.  
Data Processing and Calibration: [ver artículo](#)

How to take a picture of black hole, Katie  
Bouman en TED: [ver video](#)

EHT Imaging: [ver en GitHub](#)



Agujero negro supermasivo  
**Fuente:** EHT aportado a [Wikipedia](#)

# Metodología



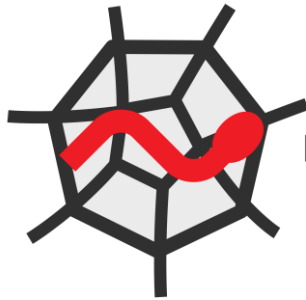
Una guía para aprender Python 3 está disponible en el repositorio del profesor **Diego Andrés Álvarez Marín** en este [enlace](#).

## Se recomienda repasar estos temas:

- Tipos de datos
- Listas
- Estructuras de control
- Funciones
- Tuplas, conjuntos y diccionarios
- Librerías científicas

# Metodología

IDE



Versión 4



Versión 5

Sp<sup>y</sup>der

## Entorno informático



Ju<sup>py</sup>ter  
Notebook



# Contenido

## Unidad 1: Sistemas de ecuaciones lineales (2 semana)

- 1.1. Eliminación Gauss-Jordan
- 1.2. Eliminación con sustitución
- 1.3. Descomposición LU de Cholesky
- 1.4. Mejoramiento iterativo solución de ec. lineales
- 1.5. Matrices ralas

# Contenido

## Unidad 2: Interpolación (2 semanas)

- 2.1. Interpolación por los vecinos más cercanos
- 2.2. Interpolación lineal
- 2.3. Interpolación con la fórmula de Lagrange
- 2.4. Interpolación polinomial (cuadrática y cúbica)
- 2.5. Interpolación con splines
- 2.6. Interpolación en varias dimensiones

# Contenido

## Unidad 3: Optimización (2 semanas)

### 3.1. Minimización unidimensional

- 3.1.1. Acotación de funciones

- 3.1.2. Método de la interpolación parabólica

- 3.1.3. Método de la búsqueda áurea

- 3.1.4. Método de Newton-Raphson

### 3.2. Minimización en varias dimensiones

- 3.2.1. Método del descenso más empinado

- 3.2.2. Método de Newton-Raphson

- 3.2.3. Método de Levenberg-Marquardt

### 3.3. Regresión no lineal de Gauss-Newton

# Contenido

## Unidad 4: Raíces y sistemas no lineales (2 semanas)

4.1. Método de la acotación y de la bisección

4.2. Método de Newton-Raphson

4.3. Método de Newton-Raphson para la solución de sistemas de ecuaciones no lineales

# Contenido

## Unidad 5: Integración (2 semanas)

- 5.1. Métodos de Newton-Cotes
  - 5.1.1. Método de rectángulos
  - 5.1.2. Método de trapecios
  - 5.1.3. Métodos de Simpson  $1/8$  y  $3/8$
  - 5.1.4. Fórmula de Boole
- 5.2. Extrapolaciones de Richardson
- 5.3. Integración de Romberg
- 5.4. Integración con cuadraturas de Gauss-Legendre

# Contenido

## Unidad 6: Ecuaciones Diferenciales Ordinarias (1 semana)

- 6.1. Método de las diferencias finitas
- 6.2. Método de Runge-Kutta
- 6.3. Método de Euler
- 6.4. Método de Heun
- 6.5. Ecuaciones de Lotka-Volterra
- 6.6. Ecuación de movimiento de péndulo doble

# Contenido

## Unidad 7: Números aleatorios (2 semanas)

7.1. Generación de números pseudo aleatorios uniformemente distribuidos

7.1.1. Método del generador congruencial lineal (método de Park y Miller)

7.1.2. Método de Mesenne Twister

7.1.3. Método Blum-Blum-Shub

7.1.4. Método Ranlux

# Contenido

## Unidad 8: Números aleatorios

7.2. Generación de números pseudoaleatorios provenientes de otras distribuciones

7.2.1. Método de la transformada inversa

7.2.2. Método de la aceptación-rechazo

7.2.3. Método de Ziggurat y transformación de Box-Muller

7.3. Integración simple de Monte Carlo

7.4. Introducción a la confiabilidad estructural y cálculo de probabilidad de falla de sistemas estructurales



# Cronograma y evaluación

## Calendario académico 2021-2s

Métodos Numéricos Aplicados a la Ingeniería Civil – Gr2	
<b>Inicio:</b>	semana 4 a 9 de octubre de 2021
<b>Vacaciones:</b>	diciembre 20 de 2021 a enero 7 de 2022
<b>Fin:</b>	semana 7 a 12 de febrero de 2022
<b>Notas SIA:</b>	hasta las 5PM del 12 de febrero de 2022

\* Según [Res. 529 de 2021 de Rectoría](#)

Lunes 18:00 – 20:00 (virtual)

Miércoles 16:00 – 18:00 (virtual)

# Cronograma y evaluación

Ver en el repositorio el archivo: [Cronograma y evaluación 2021-2s.pdf](#)

<b>Examen 1</b> <b>Taller 1</b>	Sistemas de ecuaciones lineales
	Interpolación
	Raíces y sistemas no lineales
<b>Examen 2</b> <b>Taller 2</b>	Optimización
	Integración
	Ecuaciones Diferenciales Ordinarias

Actividad evaluativa	%	Fecha
Examen 1	15%	xxxxxxx, xx de noviembre de 2021
Examen 2	15%	xxxxxxx, xx de enero de 2021
Taller 1	35%	viernes, 17 de diciembre de 2021 a las 11:59h
Taller 2	35%	xxxxxxx, xx de febrero de 2022 a las 11:59h

# Cronograma y evaluación

## Sobre la evaluación

- Los exámenes tendrán una duración máxima de 30 minutos con preguntas conceptuales, de demostración o con enfoque aplicado a programación. Constarán de mínimo 3 preguntas. Para ellos, el docente previamente podrá autorizar el uso de una hoja tamaño **carta** por **un solo lado** con **ecuaciones** (no demostraciones), **comandos** de Python, pseudocódigo y **palabras claves** (no párrafos). Serán individuales
- Los talleres se enfocarán en aplicaciones de programación en Python de los métodos enseñados en clase. Serán individuales.

# Cronograma y evaluación

## Sobre la evaluación

- Los exámenes y talleres podrán dividirse en partes previo acuerdo.
- En algunos casos será posible que la calificación de una actividad sea superior a 5.0 con previa manifestación por parte del docente.
- Cualquier forma de **plagio** o **copia** será penalizada con la normativa vigente de la Universidad y será causante de pérdida de cualquier beneficio adicional dado por el docente.

# Referencias bibliográficas curso

## Texto principal

Chapra, S. C., & Canale, R. P. (2015). *Métodos Numéricos para ingenieros* (7.<sup>a</sup> ed.). México D.F.: Mc Graw Hill.

En [bases.unal.edu.co](https://bases.unal.edu.co)



Ebooks-7/24

## Otras guías

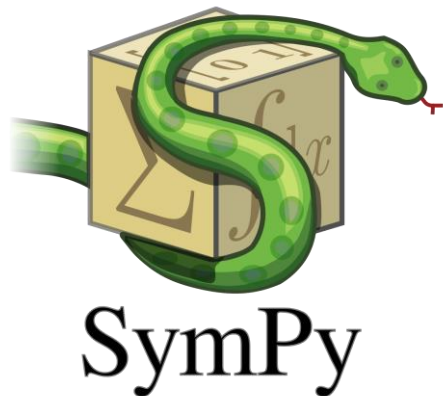
Álvarez Marín, D. A. (2019). Curso de Métodos Numéricos. *Departamento de Ingeniería Civil*. Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. Disponible en: <https://github.com/diegoandresalvarez/metodosnumericos/>

# Referencias bibliográficas curso

## Otras guías

Documentación módulo NumPy de Python. Disponible en:  
<https://numpy.org/doc/1.21/>

Documentación módulo SymPy de Python. Disponible en:  
<https://docs.sympy.org/latest/index.html>



# Referencias

Rojas, E. M. (2020). Machine Learning: análisis de lenguajes de programación y herramientas para desarrollo. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E28), 586-599.