

## **DISCIPLINA: MÉTODOS COMPUTACIONAIS APLICADOS À GEOFÍSICA (3 CRÉDITOS)**

Primeiros passos em Python. Aplicação: Filtro de média móvel simples. Operações matriciais básicas. Matrizes especiais. Solução numérica de sistemas lineares: Introdução a sistemas lineares - sistemas lineares especiais - Eliminação Gaussiana - Decomposição LU - Decomposição LDLT - Decomposição de Cholesky - Mínimos quadrados. Aplicação: Rede gravimétrica simples. Solução numérica de sistemas não-lineares: Método de Newton, Método da descida mais íngreme, Método de Gauss-Newton, Método de Levenberg-Marquardt. Aplicação: Estimativa das coordenadas de um epicentro. Interpolação: Método de Lagrange, Método de Neville, Ajuste polinomial. Aplicação: Gridagem de uma anomalia de gravidade. Solução numérica de equações diferenciais: Diferenças finitas. Aplicação: Simulação de um decaimento exponencial simples. Integração numérica: Fórmulas de Newton-Cotes, Quadratura Gaussiana. Aplicação: Simulação de uma perfilagem sísmica vertical. Transformadas: Transformada de Fourier, Transformada de Hilbert. Aplicação: Amplitude do Sinal Analítico 2D de um perfil de anomalia de campo total.

---

## **COMPUTATIONAL METHODS APPLIED TO GEOPHYSICS (3 CREDITS)**

First steps in Python. Application: Simple moving average filter. Basic matrix operations. Special matrices. Numerical solution of linear systems: Introduction to linear systems - Special linear systems - Gaussian elimination - LU decomposition - LDLT decomposition - Cholesky decomposition - Least squares. Application: Simple gravity network. Numerical solution of nonlinear systems: Newton's method, Steepest descent method, Gauss-Newton method, Levenberg-Marquardt method. Application: Estimation of the coordinates of a epicenter. Interpolation: Lagrange's method, Neville's method, Polynomial fitting. Application: Gridding a gravity anomaly. Numerical solution of differential equations: Finite differences. Application: Simulating a simple

exponential decay. Numerical integration: Newton-Cotes formulas, Gaussian quadrature. Application: Simulating a vertical seismic profiling. Transforms: Fourier transform, Hilbert transform. Application: 2D Analytic Signal Amplitude of a total-field anomaly profile.

---

## **MÉTODOS COMPUTACIONALES APLICADA A LA GEOFÍSICA (3 CRÉDITOS)**

Primeros pasos en Python. Aplicación: Filtro de media móvil simples. Operaciones básicas con matrices. Matrices especiales. Solución numérica de sistemas lineales: Introducción a sistemas lineales - sistemas lineales especiales - eliminación Gaussiana - descomposición LU - descomposición LDLT - descomposición de Cholesky - mínimos cuadrados. Aplicación: Rede de gravedad simples. Solución numérica de sistemas no lineales: método de Newton, método de descenso más empinado, método de Gauss Newton, método de Levenberg-Marquardt. Aplicación: Estimación de las coordenadas de un epicentro. Interpolación: Método de Lagrange, método de Neville, ajuste polinomial. Aplicación: Gridding una anomalía de la gravedad. Solución numérica de ecuaciones diferenciales: diferencias finitas. Aplicación: Simulación de un simple decaimiento exponencial. Integración numérica: fórmulas de Newton Cotes, Cuadratura gaussiana. Aplicación: Simulación de un perfil sísmico vertical. Transformaciones: Transformación de Fourier, Transformada de Hilbert. Aplicación: amplitud del señal analítico 2D de un perfil de la anomalía del campo total.

---

### **Bibliografía / Bibliography / Bibliografia:**

- Carslaw, H. S., and Jaeger, J. C. Conduction of heat in solids, 2<sup>nd</sup> edition, Oxford University Press, 1959.
- Kinzelbach, W. Groundwater modelling: An introduction with sample programs in BASIC, Elsevier, 1986.
- Press, W. H., Teukolsky, S. A, Vetterling, W. T. e Flannery, B. P. Numerical recipes in C: The art of scientific computing, second edition, Cambridge University Press, 1992.
- Horn, R. A. and Johnson, C. R. Topics in matrix analysis, Cambridge University Press, 1994.

Lapidus, L. and Pinder, G. F. Numerical solution of partial differential equations in science and engineering, John Wiley & Sons, Inc., 1999.

Kelley, C. T. Iterative methods for optimization, SIAM, 1999, [versão pdf] (<http://www.siam.org/books/kelley/fr18/>).

Boyd, S. and Vandenberghe, L. Convex optimization, Cambridge University Press, 2004.

Kreyszig, E. Advanced engineering mathematics, 9<sup>th</sup> edition, John Wiley & Sons, Inc., 2006.

Kiusalaas, J. Numerical methods in engineering with Python 3, Cambridge University Press, 2013.

Golub, G. H. and Van Loan, C. F. Matrix computations, 4th edition, Johns Hopkins University Press, 2013.