

ASTROFÍSICA COMPUTACIONAL

Código: 2028035

PROFESOR: Edward Larrañaga R., ealarranaga@unal.edu.co
UN-Btá., Fac. Ciencias, Observatorio Astronómico Nacional

HORARIO

Lunes y Miercoles 16:00 - 18:00
Salón 304 Edificio 564

CONTENIDOS

Contenidos	Lectura recomendada
Introducción	
Datos en astronomía. Datos observacionales. Datos sintéticos. Algunas bases de datos libres. AstroPy. Introducción a SQL. Cruce de Catálogos Astronómicos.	[1] [2] [3] [4]
Magnitud Aparente y Absoluta. Flujo y Luminosidad. Distancias en astronomía. Filtros fotométricos. Coordenadas celestes.	[5] (optional) [6] [7] Ch. 1 - 5 [8] Ch. 1 - 5 [9] Ch. 1 - 3 [14]
Numeros de punto flotante. Errores y Estabilidad. Diferencias Finitas. Derivadas.	[9] [10] [11]
Gradiente de una función	[12] [13] [14]
Introducción al Análisis de Datos y Machine Learning	
Conceptos básicos de estadística. Probabilidad. Funciones de Densidad de Probabilidad. Regla de Bayes. Análisis de Datos. Algoritmos Genéticos.	[17] [19] [21]
Supernovas. Estrellas de neutrones.	

Conceptos Estadísticos. Optimización. Ajuste de curvas. SciKit-Learn. Modelo lineal. Evaluación del modelo. Modelo lineal en astroML. Ajuste polinomial. Ajuste con otras funciones base. Expansión del Universo. Relation Masa Agujero Negro vs. Dispersion de Velocidades Estelares. Simulación Bolshoi.	[17] [18] [19] [20] [21] [22]
Algoritmos de Clasificación. Ajuste Logístico. Arboles de Decisión. Random Forest. Clasificación de Objetos Astrofísicos Diagrama HR Índices de color vs. Redshift	[17] [18] [19] [20] [21] [22]
Algoritmos no-supervisados. Clustering. K-Means. DBSCAN Galaxias. Índices de color. Redshift. AGNs. Diagrama BPT.	[17] [18] [19] [20] [21] [22]
Redes Neuronales. Perceptrón. Redes neuronales predictivas. Modelos lineales y no-lineales. Redes neuronales con optimizadores genéticos. Transformación de temperaturas. Punto de Lagrange L1.	[19] [20] [24]
Clasificación de imágenes con redes neuronales. Entropía Cruzada. Redes neuronales convolucionales. Conteo de Manchas Solares. Conteo de Estrellas. Clasificación Morfológica de Galaxias.	[19] [20] [24]
Redes neuronales generativas adversarias. Generación de puntos de una función. Generación de imágenes. Imágenes de Galaxias.	[19] [20] [24]
Introducción a los Métodos Numéricos	
Interpolación. Integración. El límite de difracción de un telescopio. Difracción de Airy.	[9] [10] [11] [12] [13] [14]
Búsqueda de Raíces. Transformadas de Fourier Puntos de Lagrange. Manchas solares y el Ciclo de Actividad Solar.	[9] [11] [12] [14]

Métodos Monte-Carlo. Optimización. Integración	[9] [11] [12] [13] [14]
Ecuaciones Diferenciales	
Ecuaciones Diferenciales Ordinarias Reducción a ecuaciones primer orden. Método de Euler. Método predictor-Corrector. Métodos Runge-Kutta. Problemas con condiciones de frontera	[9] [10] [11] [12] [13] [14] [24]
Problema Gravitacional de los dos cuerpos. Problema Gravitacional de N-Cuerpos. Algoritmo de Barnes-Hut	
Ecuaciones Diferenciales Parciales Tipos de Ecuaciones Diferenciales Parciales. Métodos de Solución. Ecuaciones de la Magnetohidrodinámica (MHD) Ecuación Lineal de Advección 1D. Ecuación de Advección Multidimensional. Ecuación de Burger. Ecuación de Laplace y Poisson. Ecuación de Difusión. Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH)	[9] [10] [11] [12] [13] [14] [24]
Redes neuronales informadas por física.	[19] [20] [24]

EVALUACION

Ejercicios de aplicaciones astrofísicas.

HORARIO DE ATENCION

ealarranaga@unal.edu.co

El horario presencial se acordará en la primera clase.

REFERENCIAS

- Programación Básica

- [1] H. P. Labgtangen. *A Primer on Scientific Programming with Python*. Fifth Edition. Springer (2016)
- [2] J. Hunt. *A Beginners Guide to Python 3 Programming*. Springer. (2020)
- [3] J. Hunt. *Advanced Guide to Python 3 Programming*. Second Edition. Springer (2019)
- [4] H. P. Langtangen. *Python Scripting for Computational Science*. Tried Edition. Springer (2008)
- [5] A. Joshi and R. Lakhanpal. *Learning Julia*. Packt Publishing. (2017)
- [6] The AstroPy Project. <https://www.astropy.org>
- [7] A. Beaulieu. *Learning SQL*. O'Reilly Media. (2009)
- [8] A. DeBarros. *Practical SQL. A Beginner's Guide to Storytelling with Data*. No Starch Press. (2018)

- Métodos Numéricos

- [9] M. Newman. *Computational Physics*. University of Michigan. (2013)
- [10] M. Zingale. *Introduction to Computational Astrophysical Hydrodynamics*. The Open Astrophysics Bookshelf. (2017)
- [11] B. A. Stickler and E. Schachinger. *Basic Concepts in Computational Physics*. Springer (2016)
- [12] P. O. J. Scherer. *Computational Physics. Simulation of Classical and Quantum Systems*. Graduate Texts in Physics. Springer (2017)
- [13] A. L. García. *Numerical Methods for Physics*. Prentice Hall. (1999)
- [14] C. Ott, A. Benson and M. W. Eastwood. *Ay190 - Computational Astrophysics*. (2014)

[15] P. Bodenheimer, G. P. Laughlin M. Rozyczka & H. Yorke. *Numerical Methods in Astrophysics. An Introduction*. Taylor & Francis. (2007)

[16] R. J. LeVeque, D. Milhalas, E. A. Dorfi & E. Müller. *Computational Methods for Astrophysical Fluid Flow*. Springer (1998)

- Machine Learning

[17] Z. Ivezić, A. J. Connolly, J. T. Vanderplas and A. Gray. *Statistics, data Mining and Machine Learning in Astronomy*. Princeton series in Modern Observational Astronomy. (2014)

[18] A. C. Müller and S. Guido. *Introduction to Machine Learning with Python*. O'Reilly (2017)

[19] M. Kubat. *An Introduction to Machine Learning*. Second Edition. Springer (2017)

[20] M. Bramer. *Principles of Data Mining*. Third Edition. Springer (2016)

[21] S. S. Skiena. *The Data Science Design Manual*. Springer (2017)

[22] D. Baron. *Machine Learning in Astronomy: A Practical Overview*. Arxiv:1904.07248 [astro-ph.IM] (2019)

[23] M. E. Fenner. *Machine Learning with Python for Everyone*. Pearson Addison-Wesley (2018)

[24] N. Yadav, A. Yadav and M. Kumar. *An Introduction to Neural Network Methods for Differential Equations*. Springer (2015)

- Astrofísica

[25] B. W. Carroll and D. A. Ostlie. *An Introduction to Modern Astrophysics*. Second Edition. Cambridge University Press (2017)

[26] K. R. Lang. *Essential Astrophysics*. Springer. (2013)

[27] C. Keeton. *Principles of Astrophysics. Using Gravity and Stellar Physics to Explore the Cosmos*. Springer (2014)

[28] G. B. Rybicki and A. P. Lightman. *Radiative Processes in Astrophysics*. Wiley-VCH Verlag (2004)

[29] H. Karttunen, P. Kröger, H. Oja, M. Poutanen and K. J. Donner. *Fundamental Astronomy*. Sixth Edition. Springer (2017)