

# Análisis Exploratorio y Modelado Orbital de Asteroides

**Mayte Torres Hernández**  
Análisis de datos con Python

Departamento de Matemáticas  
Universidad Autónoma Metropolitana

Martes, 12 de agosto del 2025



- **Dinámica del Sistema Solar:** elementos orbitales  $(a, e, i)$  para reconstruir trayectorias y evolución a largo plazo.
- **Propiedades físicas:** magnitud absoluta  $H$  y parámetro  $G$  para inferir tamaños y poblaciones.
- **Predicciones de propiedades físicas.**
- **Buena minería de datos**

¿por qué importa?

Estudiar el MPC permite entender cómo se mueven y evolucionan los asteroides y cometas.

- Describir brevemente que es el Centro de planetas Menores (MPC) a partir de sus parámetros orbitales y físicos.
- Explorar distribuciones básicas (H, excentricidad, anomalía media, error cuadrático medio(RMS), argumento del perihelio,...).
- Visualizar relaciones entre variables a través de diagramas de dispersión.
- Reportar correlaciones (Spearman) entre variables seleccionadas.
- Agrupamiento de familias, predecir la magnitud absoluta.

El Centro de Planetas Menores (MPC) es una institución que se dedica a recopilar, calcular y publicar datos sobre objetos menores como asteroides y cometas. El MPC asigna identificadores únicos a los observatorios que contribuyen con observaciones y descubrimientos.



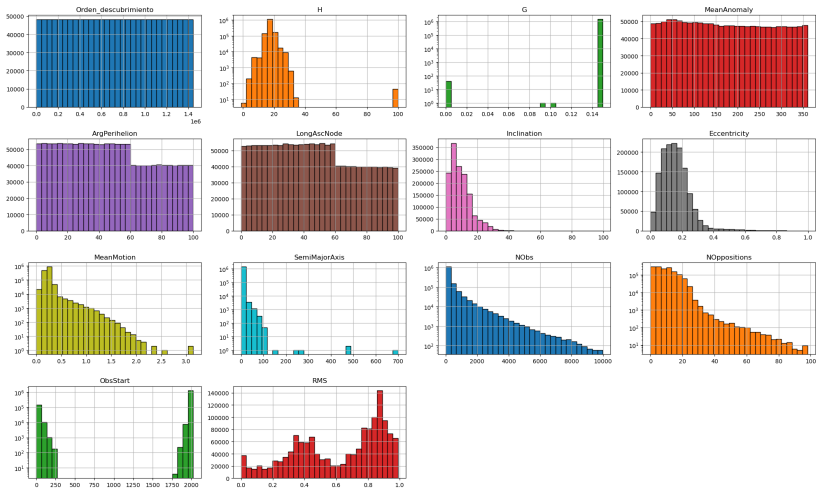
# Variables de la base de datos

Data columns (total 24 columns):

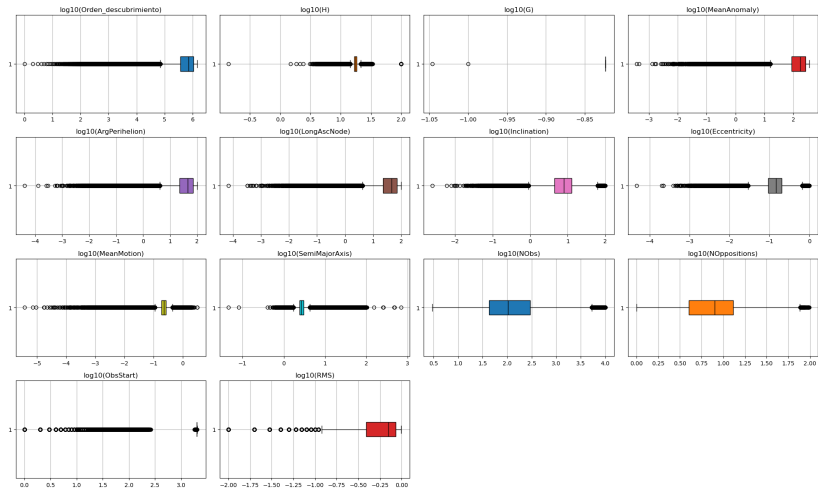
#	Column	Non-Null Count	Dtype
0	Orden_descubrimiento	72177 non-null	int64
1	ID	72177 non-null	object
2	H	72177 non-null	float64
3	G	72177 non-null	float64
4	Epoch	72177 non-null	object
5	MeanAnomaly	72177 non-null	float64
6	ArgPerihelion	72177 non-null	float64
7	LongAscNode	72177 non-null	float64
8	Inclination	72177 non-null	float64
9	Eccentricity	72177 non-null	float64
10	MeanMotion	72177 non-null	float64
11	SemiMajorAxis	72177 non-null	float64
12	Uncertainty	72177 non-null	float64
13	Reference	72177 non-null	object
14	NObs	72177 non-null	float64
15	NOppositions	72177 non-null	int64
16	ObsStart	72177 non-null	int64
17	Dash	72177 non-null	object
18	ObsEnd	72177 non-null	object
19	RMS	72177 non-null	float64
20	CoarsePerturbers	72177 non-null	object
21	PrecisePerturbers	72177 non-null	object
22	Computer	72177 non-null	object
23	ReadableDesignation	72177 non-null	object

dtypes: float64(12), int64(3), object(9)

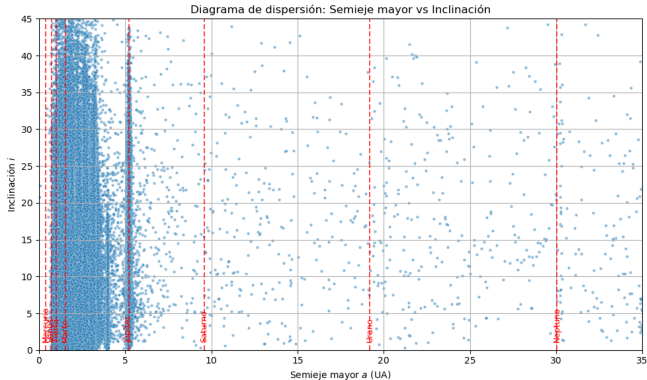
# Gráficas de dispersión



# Gráficas de caja



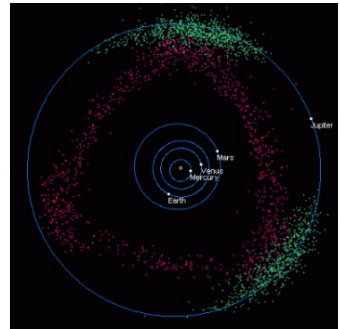
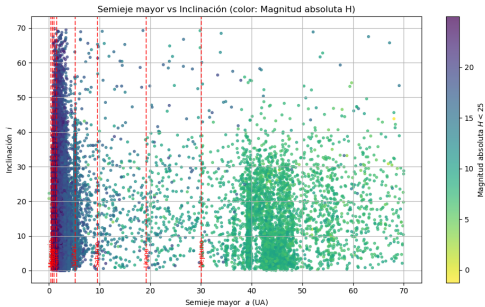
# Semieje mayor vs Inclinación



La descripción de la gráfica corresponde al cinturón principal de asteroides, una región del sistema solar ubicada entre las órbitas de Marte y Júpiter, donde se concentra una gran cantidad de asteroides con inclinaciones orbitales bajas. Esta zona se encuentra aproximadamente entre 2 y 3.5 unidades astronómicas (UA) del Sol.

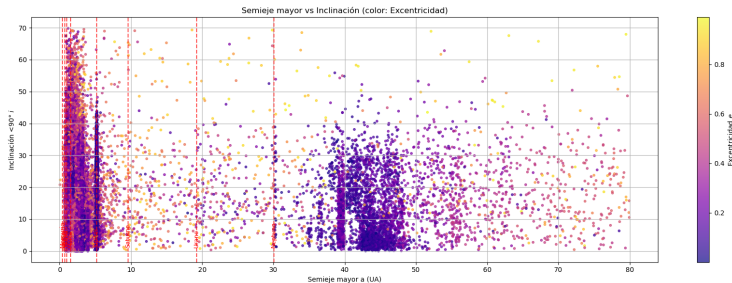


# Semieje mayor vs Inclinación (color: H)



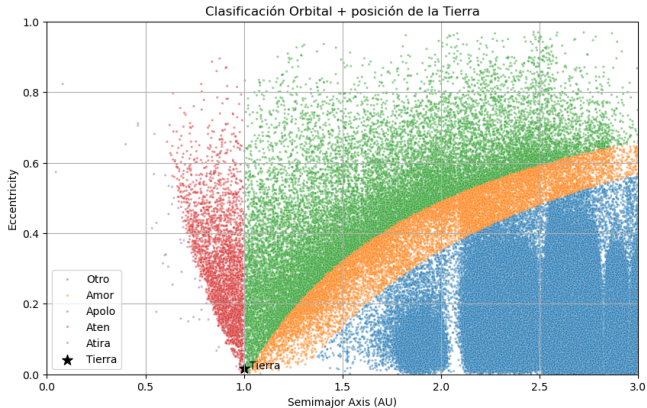
El gráfico revela zonas con magnitud absoluta baja (color más oscuro).  
Puntos más claros → Vecindad de Júpiter (5.2 UA): presencia de objetos (tro-  
yanos) con amplio rango de inclinaciones.

# Semieje mayor vs Inclinación (color:e)



Este gráfico revela zonas con excentricidad baja (color más oscuro) → órbitas casi circulares, como muchos asteroides del cinturón principal.  
Los puntos más claros → órbitas más elípticas, como cometas, objetos dispersos o centauros.

# Asteroides cercanos a la Tierra



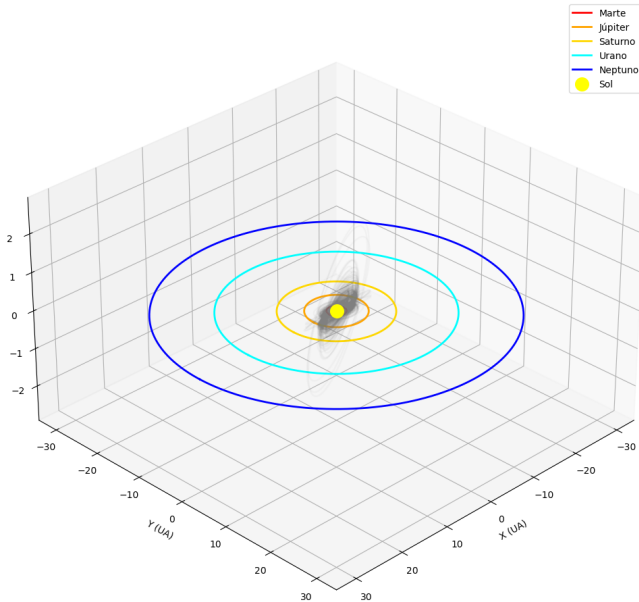
Se clasifican dinámicamente con base en dos parámetros orbitales:

$q = a(1 - e)$ : perihelio = es el punto donde el objeto está más cerca del Sol

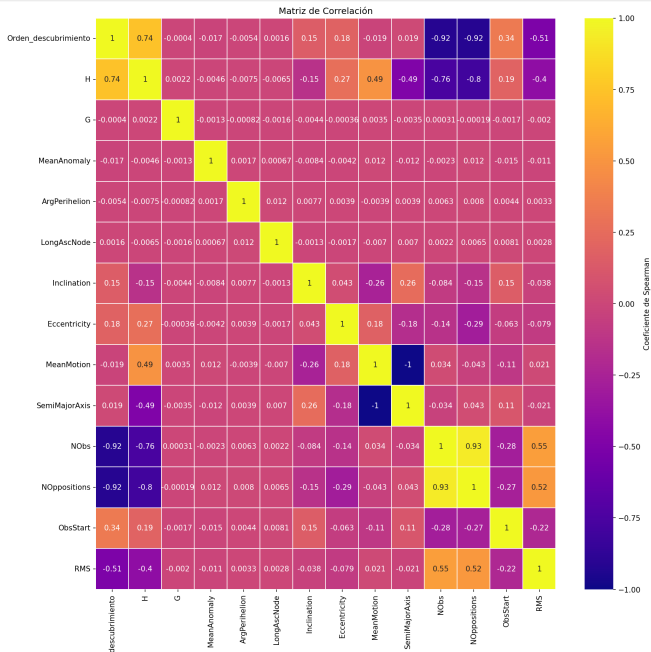
$Q = a(1 + e)$ : afelio = es el punto donde está más lejos del Sol.

# Gráfico de orbitas de los cuerpos menores

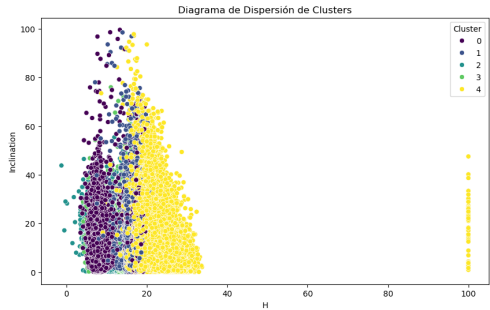
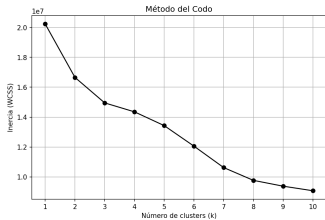
Órbitas 3D de planetas y objetos menores



# Matriz de correlación



# Agrupamiento por K-means



La tercera ley de Kepler, establece que el cuadrado del período orbital de un planeta es directamente proporcional al cubo de la distancia media de ese planeta al Sol.

$$P^2 = a^3$$

**Tercera ley (forma newtoniana):**

$$n^2 a^3 = \mu, \quad n = \frac{2\pi}{T}, \quad \mu = G(M + m).$$

**Movimiento medio:**

$$n = \frac{2\pi}{T}.$$

### 3ª ley de Kepler en forma log-log

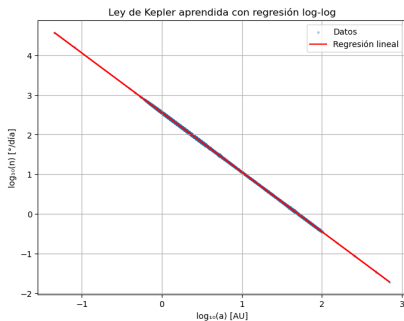
#### Tercera ley (forma newtoniana):

$$n^2 a^3 = \mu \implies n = \sqrt{\mu} a^{-3/2},$$

$a$  el semieje mayor y  $\mu = G(M + m)$ .

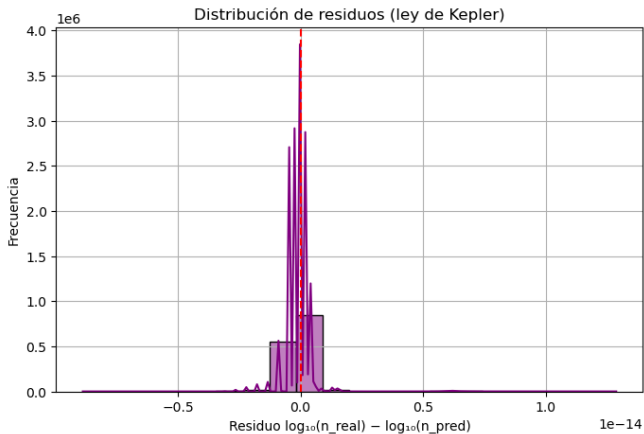
#### Tomando logaritmos (cualquier base):

$$y := \log n, \quad x := \log a \quad \Rightarrow \quad \log n = \underbrace{\log(\sqrt{\mu})}_b + \underbrace{\left(-\frac{3}{2}\right)}_m \log a.$$





# Distribución de residuos (ley de Kepler)

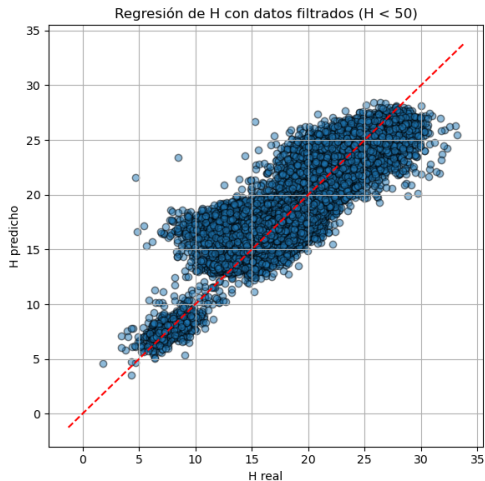


La gráfica muestra que:

Si el residuo es 0, significa que  $n_{\text{real}} = n_{\text{pred}}$ .

Si es positivo, el valor real es mayor que el predicho; si es negativo, es menor.

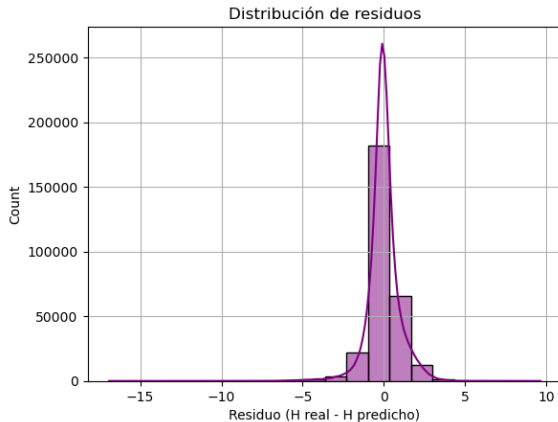
# Predicción de la Magnitud Absoluta $H$



Usando RandomForestRegressor tenemos:

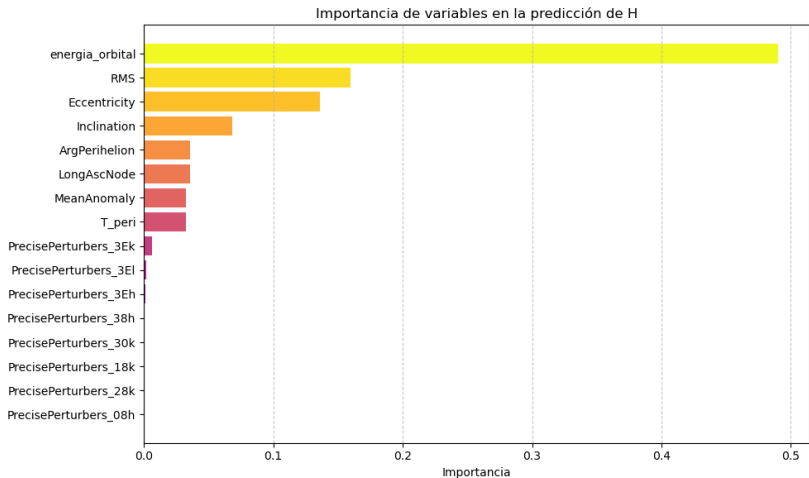
$R^2$ : 0.723

RMSE: 0.981



La gráfica muestra que el modelo no tiene gran sesgo, es decir, predice bastante bien a  $H$ .

# Importancia de variables para la predicción de $H$



- <https://minorplanetcenter.net/iau/info/Perturbers.html>
- <https://github.com/Mayte13/Datos>

- Se presentaron distribuciones básicas, relaciones entre elementos orbitales y como predecir la Magnitud absoluta.
- Próximo: Usar los datos para calcular la acción del funcional usando redes neuronales.

# ¡Gracias!

por su atención

