



Disertación Octavio Miloni: "Elementos Propios de Asteroides: En busca de los hermanos perdidos"

- ✓ Dr. en Astronomía, profesor de la Universidad Nacional de La Plata
- ✓ Autor de numerosos artículos y publicaciones en revistas internacionales





**ELEMENTOS PROPIOS DE ASTEROIDES:
“EN BUSCA DE LOS HERMANOS PERDIDOS”**

Octavio Ismael Miloni

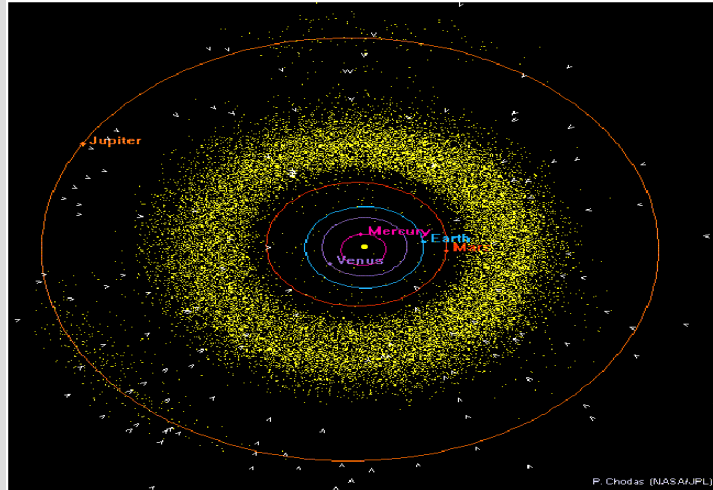
Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas
Universidad Nacional de La Plata

INTRODUCCIÓN

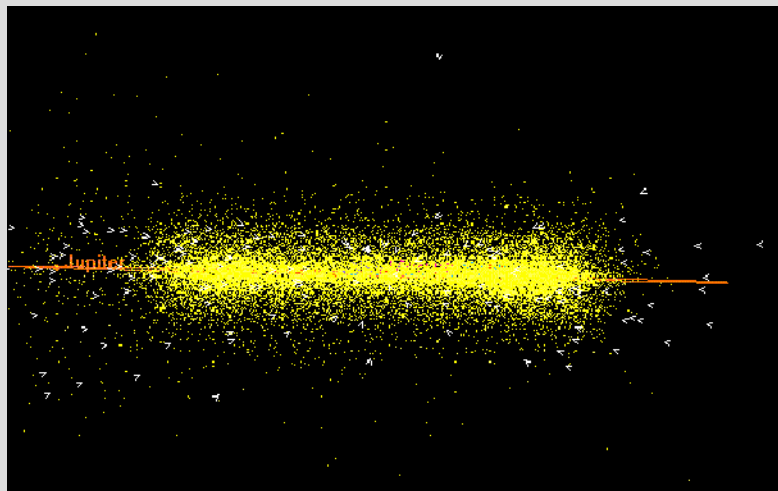
LOS ASTEROIDES



¿QUIENES SON?



VEAMOS DE COSTADO





CLASIFICACIÓN

PRIMERAS CLASIFICACIONES

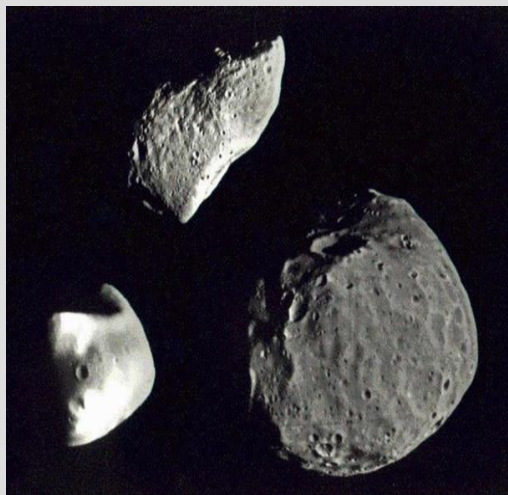
- LAS PRIMERAS CLASIFICACIONES FUERON QUIMICAS.
- BASALTICAS (PIEDRAS) (+ 90%)
- HIERRO Y NIQUEL (+- 5%)
- MEZCLA DE LOS TRES ELEMENTOS



¿QUE INFORMACIÓN BRINDABAN?

ESTE TIPO DE INFORMACIÓN FUE UTIL
PARA DETERMINAR EDADES,
PRODECENCIA, ETC.

TAMAÑOS COMPARADOS



- SIMPLEMENTE
PIEDRAS!!!

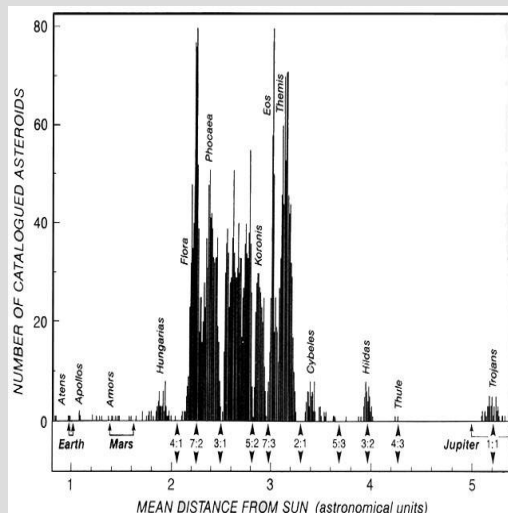


INTERACCION GRAVITATORIA



- ASTEROIDE IDA CON SU PROPIA LUNA!

DISTRIBUCIÓN EN FUNCION DE LOS SEMIEJES MAYORES



- NOTEMOS QUE:
- NO ESTAN DISTRIBUIDOS UNIFORMEMENTE
- HAY HUECOS!!!



¿ENTONCES?

HAY EXPLICACIONES QUE LAS DA LA
DINÁMICA

CLASIFICACIÓN DINÁMICA

- DETERMINACIÓN DE ÓRBITAS A PARTIR DE OBSERVACIONES
- DETERMINACIÓN DE LA POSICIÓN EN FUNCIÓN DEL TIEMPO (EFEMÉRIDES)
- ESTUDIO DEL CINTURÓN DE ASTEROIDES POR ELEMENTOS ORBITALES.



PAPER FUNDADOR

GROUPS OF ASTEROIDS PROBABLY OF COMMON ORIGIN,

By KIYOTSUGU HIRAYAMA.

On examining the distributions of the asteroids with respect to their orbital elements, particularly to the mean motion (n), the inclination (i) and the eccentricity (e), we notice condensations here and there. In general, they seem to be due to chance. But there are some which are too conspicuous to be accounted for by the laws of probability alone.

As an example of such peculiar groups, I shall take the condensation near $n = 730''$. Out of 790 orbits given in the *Berliner Jahrbuch* for 1917, taking 37 between $720''$ and $740''$ of the mean motion, and classifying them according to the inclination, we count as follows:—

i	Actual No.	Total	Prop. No.	Diff.	Corr. Prop. No.	Diff.
$0^\circ - 4^\circ$	16	149	7	+9	5	+11
$4 - 8$	6	213	10	-4	7	-1
$8 - 12$	6	194	9	-3	6	0
$12 - 16$	6	131	6	0	4	+2
$16 - 20$	3	55	3	0	2	+1
$20 -$	0	48	2	-2	2	-2
Sum	37	790	37	0	26	+11

Sixteen orbits between 0° and 4° of i are surely out of proportion. Assuming the existence of a group physically connected and computing the proportional number according to the remaining $37-16=21$, we see that the probable number of the asteroids belonging to the group is eleven.

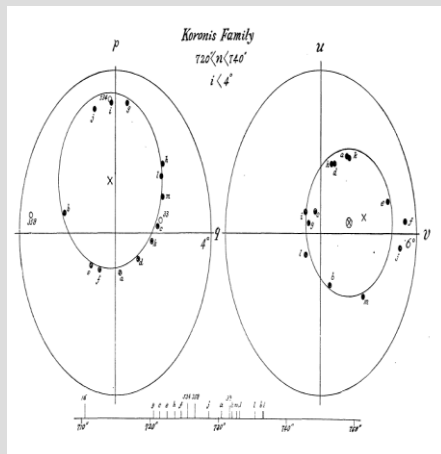
Classifying then the sixteen asteroids by the angle of eccentricity (φ), we get

φ	Actual No.	Total	Prop. No.	Diff.
$0^\circ - 4^\circ$	10	123	2	+8
$4 - 8$	4	263	5	-1
$8 - 12$	1	235	5	-4
$12 - 16$	0	133	3	-3
$16 - 20$	1	28	1	0
$20 -$	0	8	0	0
Sum	16	790	16	0

Ten orbits between 0° and 4° of φ are again out of proportion.

This is not all. Taking the sixteen asteroids, if we plot the poles of the orbital planes on a diagram,

HIRAYAMA (1918)



- HIRAYAMA GRAFICÓ ELEMENTOS DE ASTEROIDES Y DESCUBRIÓ AGLOMERACIONES
- LAS VARIABLES p , q , u y v DEPENDEN DE LOS ELEMENTOS ORBITALES

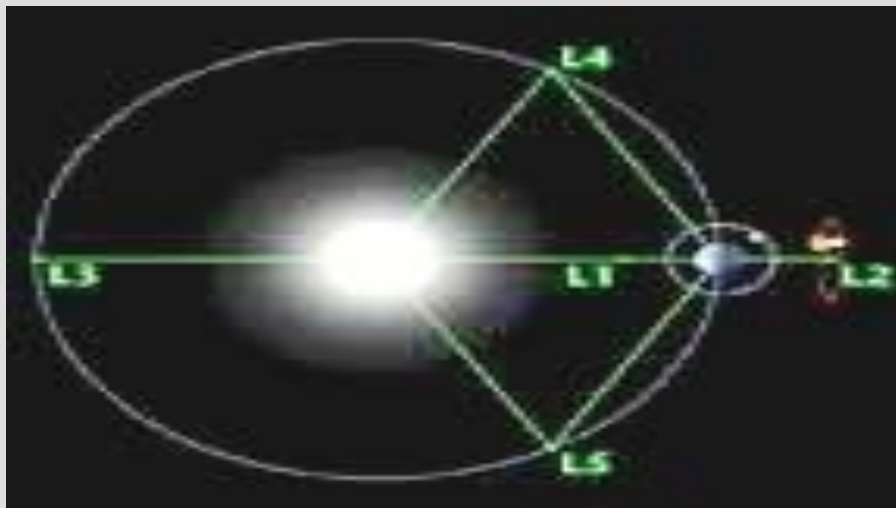


TEORIA DE MOVIMIENTO ASTEROIDAL

LA DINÁMICA DEL MOVIMIENTO DE UN
ASTEROIDE SE BASA EN LA APLICACIÓN
DEL DENOMINADO

*PROBLEMA RESTRINGIDO DE LOS
TRES CUERPOS*

EL PROBLEMA RESTRINGIDO DE LOS TRES CUERPOS





EL PROBLEMA RESTRINGIDO

- EL PROBLEMA RESTRINGIDO DE LOS TRES CUERPOS CONSISTE EN ESTUDIAR LAS PERTURBACIONES SUFRIDAS POR UNA PARTICULA QUE ORBITA ALREDEDOR DE OTRA, POR EFECTOS DE UNA TERCERA PARTICULA

TIPOS DE PROBLEMAS RESTRINGIDOS DE 3 CUERPOS

- ESTUDIO DEL POTENCIAL GENERADO POR DOS CUERPOS PARA DETERMINAR LA ORBITA DEL TERCERO (PEQUEÑO)
- PERTURBACIONES EN UNA ORBITA BASE
 - PROBLEMA CIRCULAR
 - PROBLEMA ELIPTICO



MAS SUBDIVISIONES

- PROBLEMAS NO RESONANTES
- PROBLEMAS RESONANTES

PROBLEMAS NO RESONANTES

NO HAY RELACION ENTERA ENTRE
EL MOVIMIENTO MEDIO DEL ASTEROIDE
CON RELACION AL MOVIMIENTO MEDIO
DE JUPITER
PERMITE APLICAR TEORIA SECULAR



RESONANCIAS ASTEROIDALES

RESONANCIA ASTEROIDAL CON JUPITER:

RELACIÓN ENTERA ENTRE EL PERIODO
ANUAL DEL ASTEROIDE CON RESPECTO A
JUPITER

EJEMPLO: LOS HILDAS ESTAN EN RELACION
DE RESONANCIA DE MOVIMIENTOS MEDIOS
3:2 CON JUPITER

TEORIAS NO-RESONANTES

1990: MILANI, A & KNEZEVIC
DESARROLLARON UNA TEORIA PARA
DETERMINAR ELEMENTOS PROPIOS A
PARTIR DE UNA REFORMULACIÓN
HAMILTONIANA DE LA MECÁNICA.



ZAPPALÀ, CELLINO, FARINELLA Y KNEZEVIC (1990)

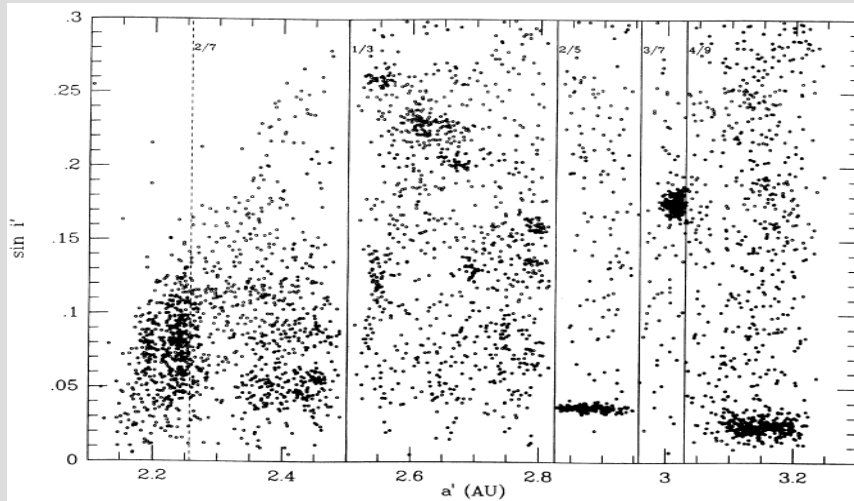


FIG. 1. Distribution in the $(a', \sin i')$ plane of the 4100 main-belt asteroids used for family classification.

ZAPPALÀ, CELLINO, FARINELLA Y KNEZEVIC (1990)

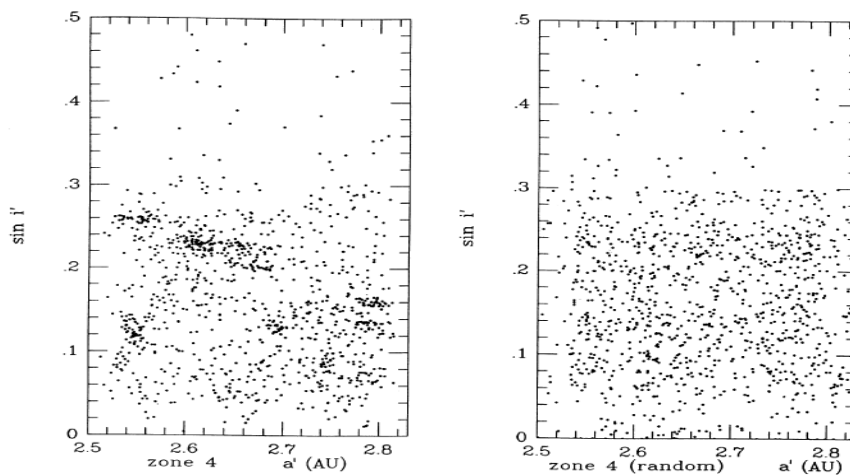


FIG. 3. Distribution in the $(a', \sin i')$ plane of the real asteroid population in zone 4 of the main belt (left), and of the corresponding quasirandom population (right). The latter is derived from the real population with the constraint that the histograms giving the abundance of bodies vs each proper element, using ten bins per element within the zone, have to coincide.



PRIMERAS FAMILIAS CONOCIDAS

TABLE II. Asteroid families and their reliability parameters.

Family	Members	q.r. $\delta\psi'$ (m/s)	P_c	P_r	P'_r
21A (525 Adelaide)	9[—]	120	1.4	0	0
21B (883 Matteredania)	17[—]		3.0	0	0.71
22 (763 Cupido)	24[10]		3.7	0.43	0.42
23 (1047 Geisha)	6[—]		1.0	0	0
31 (4 Vesta)	7[7]	140	1.8	0.72	1
32 (650 Amaluntha)	8[7]		1.8	0.89	1
33 (878 Mildred)	14[—]		2.7	0	0.57
34 (1378 Leonce)	5[—]		1.0	0	1
35 (1933 Tinchén)	10[6]		1.9	0.63	1
41A (15 Eunomia)	71[51]	160	19.8	0.63	0.93
41B (1392 Pierre)	5[—]		1.1	0	0
41C (2649 Oongaq)	5[—]		1.1	0	1
42 (110 Lydia)	6[—]		1.3	0	1
43 (141 Lúmen)	5[—]		1.1	0	1
44 (145 Adeona)	15[14]		6.0	0.93	1
45 (170 Maria)	32[21]		8.4	0.65	1
46 (668 Dora)	16[16]		7.4	0.85	1
47 (847 Agnia)	7[6]		1.6	0.87	0.86
48 (1272 Gefion)	22[20]		6.4	0.87	0.95
51 (158 Koronis)	137[137]	160	78.0	0.91	1
61 (221 Eos)	202[198]	120	91.2	0.94	0.98
71 (24 Themis)	228[221]	160	73.0	0.97	0.95
72 (137 Mellboea)	10[9]		2.3	0.91	1
73 (490 Veritas)	7[7]		2.8	0.96	1

TEORIAS RESONANTES: CRONOLOGIA

- 1968 SCHUBART: ESTUDIO DE LOS HILDAS
- 1981 SESSIN, W & FERRAZ-MELLO, S. DESARROLLO DE UNA TEORIA ANALITICA PARA SISTEMAS RESONANTES
- 1986 HENRARD & LEMAITRE: HECUBA



TEORIAS RESONANTES: CRONOLOGIA

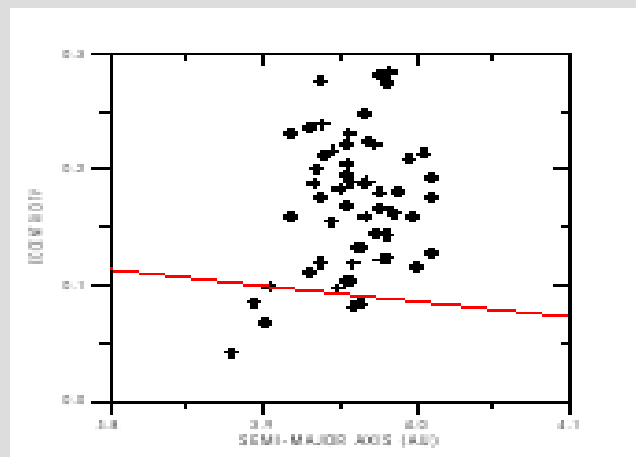
- 2001 BEAUGÉ & ROIG: TEORIA SEMIANALITICA PARA TROYANOS
- 2005 MILONI, O; FERRAZ-MELLO, S & BEAUGÉ, C: TEORIA ANALITICA PARA LOS HILDAS
- 2008 MILONI, O & FERRAZ-MELLO: MEJORAMIENTO DE LA TEORIA ANALITICA PARA HILDAS

MODELOS EN CONSIDERACION

- PROBLEMA CLÁSICO COM PRECESION DEL PERIHELIO DE JUPITER UNIFORME
- PROBLEMA EXTENDIDO: INCORPORACION DE PERTURBACIONES SECULARES EN LA ÓRBITA DE JUPITER



ELECCION DE LA FUNCION PERTURBADORA



DESARROLLO DE BEAUGE

$$R = \frac{1}{a_J} \sum_{i=0}^4 \sum_{j=0}^{15} \sum_{k=0}^{15} \sum_{l=-15}^{15} \sum_{m=-15}^{15} \sum_{n=-15}^{15} R_{ijklmn} \times (\alpha - \alpha_{res})^i e^j e_J^k \cos(l\theta_1 + m\theta_2 + n\theta_3)$$

DONDE OS COEFICIENTES SAO
CONSTANTES



INCLUSION DE PERTURBACIONES SECULARES

$$e_j \exp(i\varpi_j) = \sum_{j=5}^8 A_j \exp(i(g_j t + \nu_j))$$

	Frequência ("/yr)	Fase (ν_j , em graus)	Amplitude
g_5	4.25749319	27.005	4.41872×10^{-2}
g_6	28.24552984	124.1994	-1.57002×10^{-2}
g_7	3.08675577	117.0516	1.8139×10^{-3}
g_8	0.67255084	70.7508	5.8×10^{-5}

LIMITACIONES

- TEORIA PLANA
- PERSPECTIVA FUTURA:
IMPLEMENTACION ESPACIAL



¡MUCHAS GRACIAS!