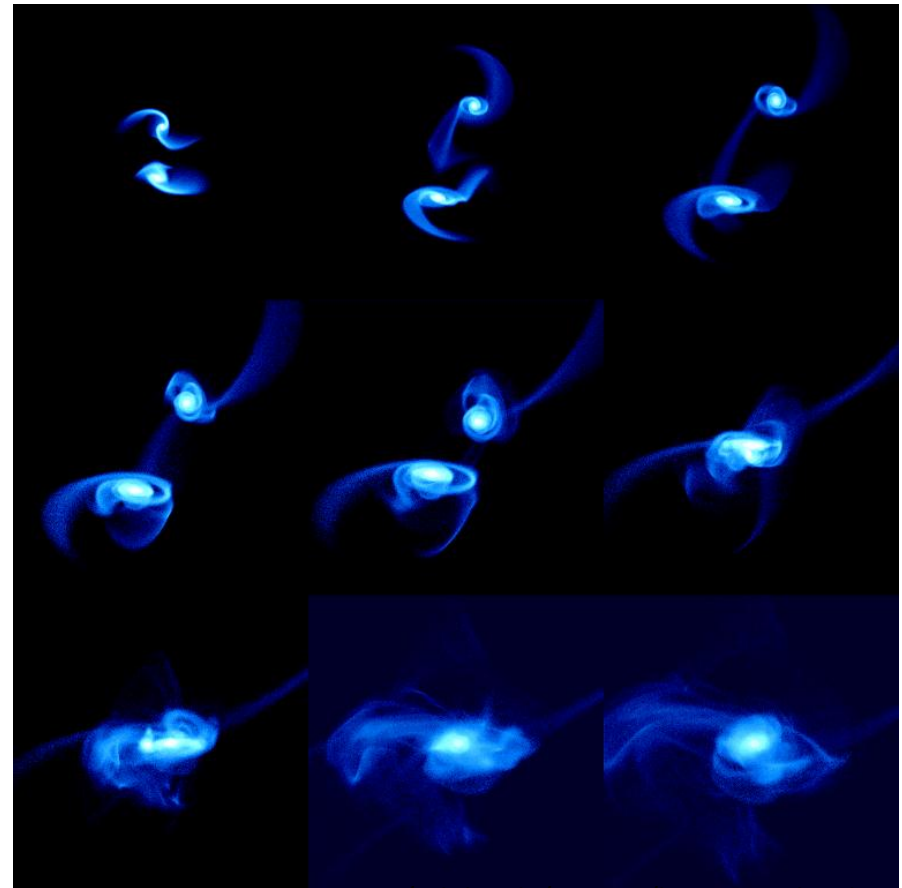


Bifurcación en las corrientes de marea de Sagitario: Simulaciones numéricas

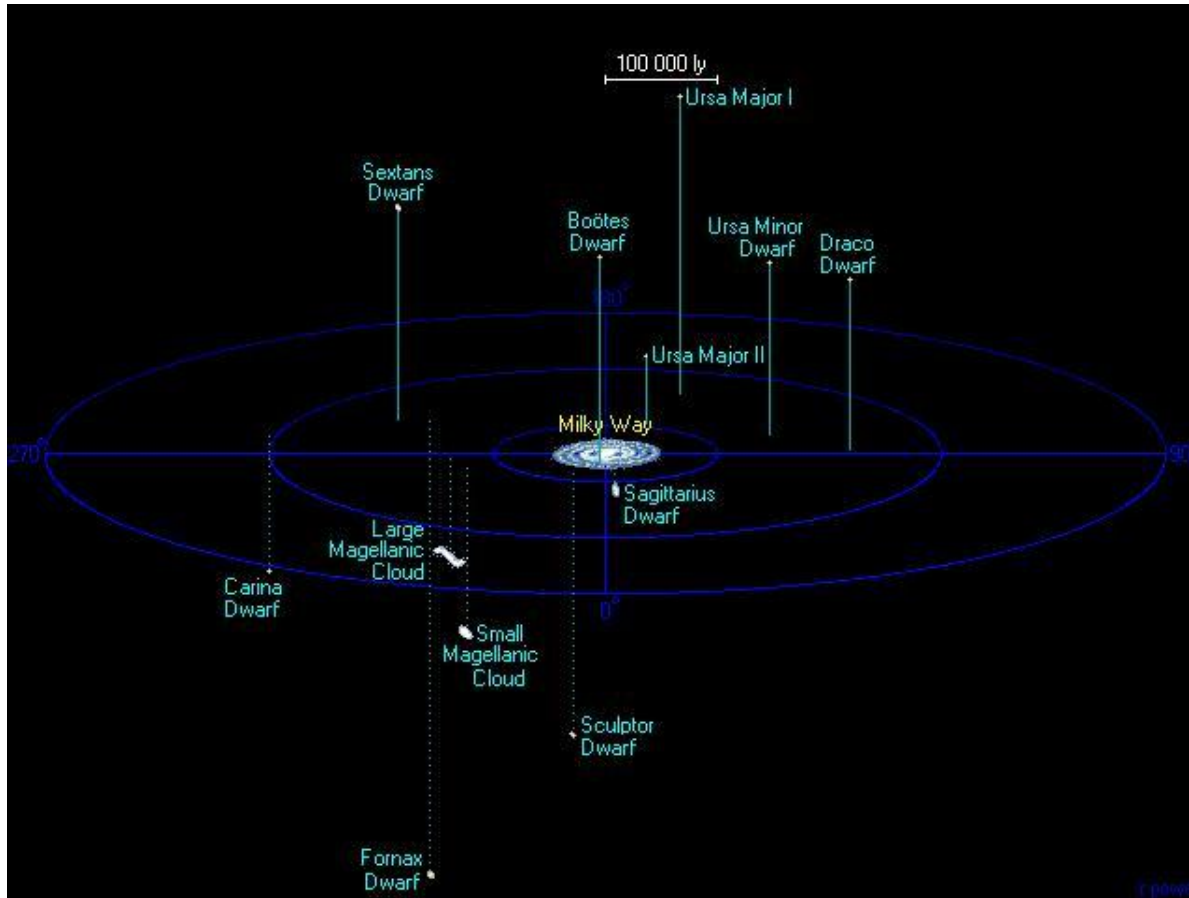
YEIMY DALLANA CAMARGO CAMARGO

DR. RIGOBERTO A. CASAS M.

En el contexto del modelo cosmológico estándar, las galaxias que observamos hoy en día en el universo se crean de manera jerárquica, eso implica que las galaxias enanas serían las primeras en formarse para luego fusionarse y dar paso a grandes estructuras como la Vía Láctea y Andrómeda.



<http://www.cita.utoronto.ca/~dubinski/merger/bigmerger.html>



Galaxias Satélite: bloques de construcción de las galaxias más masivas.

Se han detectado sub-estructuras en el halo de la Vía Láctea que aparentar ser restos de galaxias enanas desintegradas por interacción gravitacional con la Vía Láctea.

Caso más notable: Sagitario

Sagitario.

Descubierta en 1995 por Ibata et. al

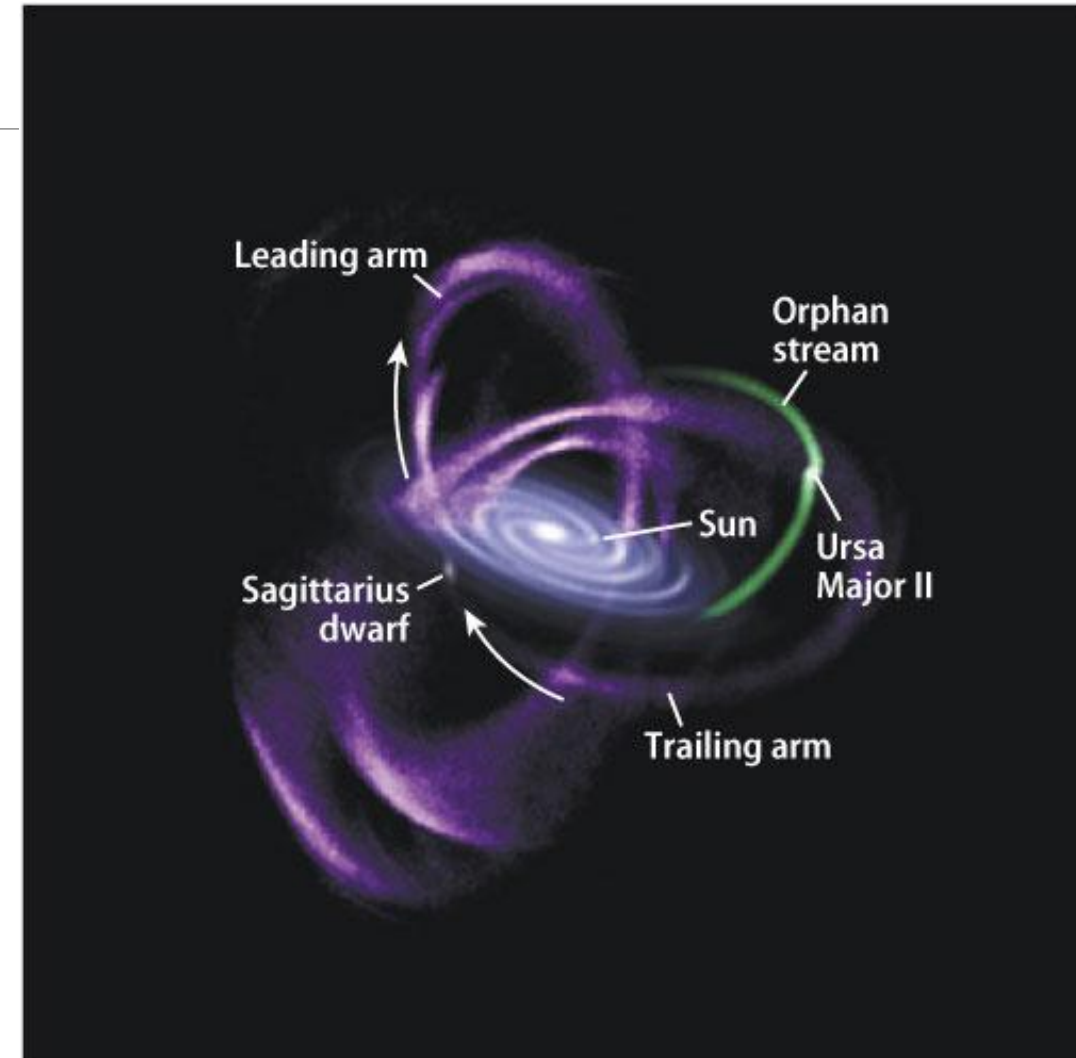
Sagitario

Subtiende un ángulo de 10° en la boveda celeste

Distancia galactocentrica 24 ± 2 kpc.

Presenta colas de marea como resultado de su interacción con la Vía Láctea

Posición	Velocidad Radial
$(l, b) = (5.6^\circ, -14.2^\circ)$	171 km/s



	Propiedades Físicas de Sagitario
Luminosidad Total	$L_0 = 2 \times 10^7 L_\odot$ $L_0 = 10^7 L_\odot$ $L_0 = 1.4 \times 10^7 L_\odot$ $L_0 = 5.8 \times 10^7 L_\odot$ $L_0 = 10^8 L_\odot$
Radio de Brillo Medio	$r_{1/2} = 0.55$
Brillo Superficial	$\mu_0 = 2.47 \times 10^6 L_\odot / kpc^2$ o $25.4 mag / arcsec^2$
Relación Masa-Luminosidad	$M/L = 10$ $M/L = 25$ $M/L = 14 - 36$
Magnitud Absoluta	$M_v = -13.3 mag$
Periodo Orbital Radial	$T \approx 0.85 Gyr$

Tabla : Propiedades Físicas de Sagitario

Objetivo:

Modelar el sistema Vía Láctea- Sagitario e intentar reproducir bifurcaciones en la cola de marea, brillo superficial central, relación masa-luminosidad, dispersión de velocidad central y radio de brillo medio.

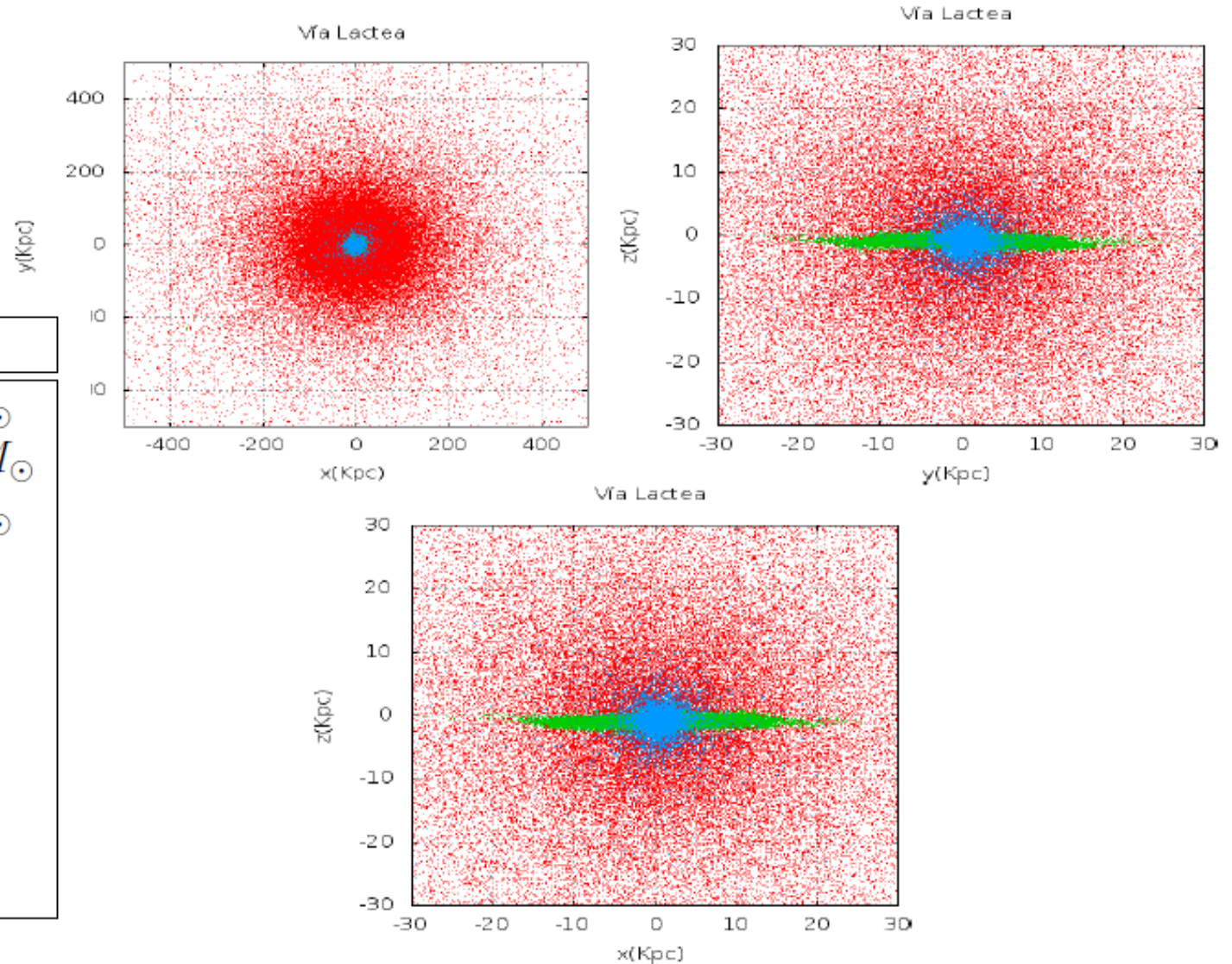
Las galaxias inicialmente son modeladas como sistemas de partículas.

Vía Láctea: Halo de Materia Oscura (NFW), Disco estelar, Esferoide.

Sagitario: Halo de Materia Oscura, Disco estelar.

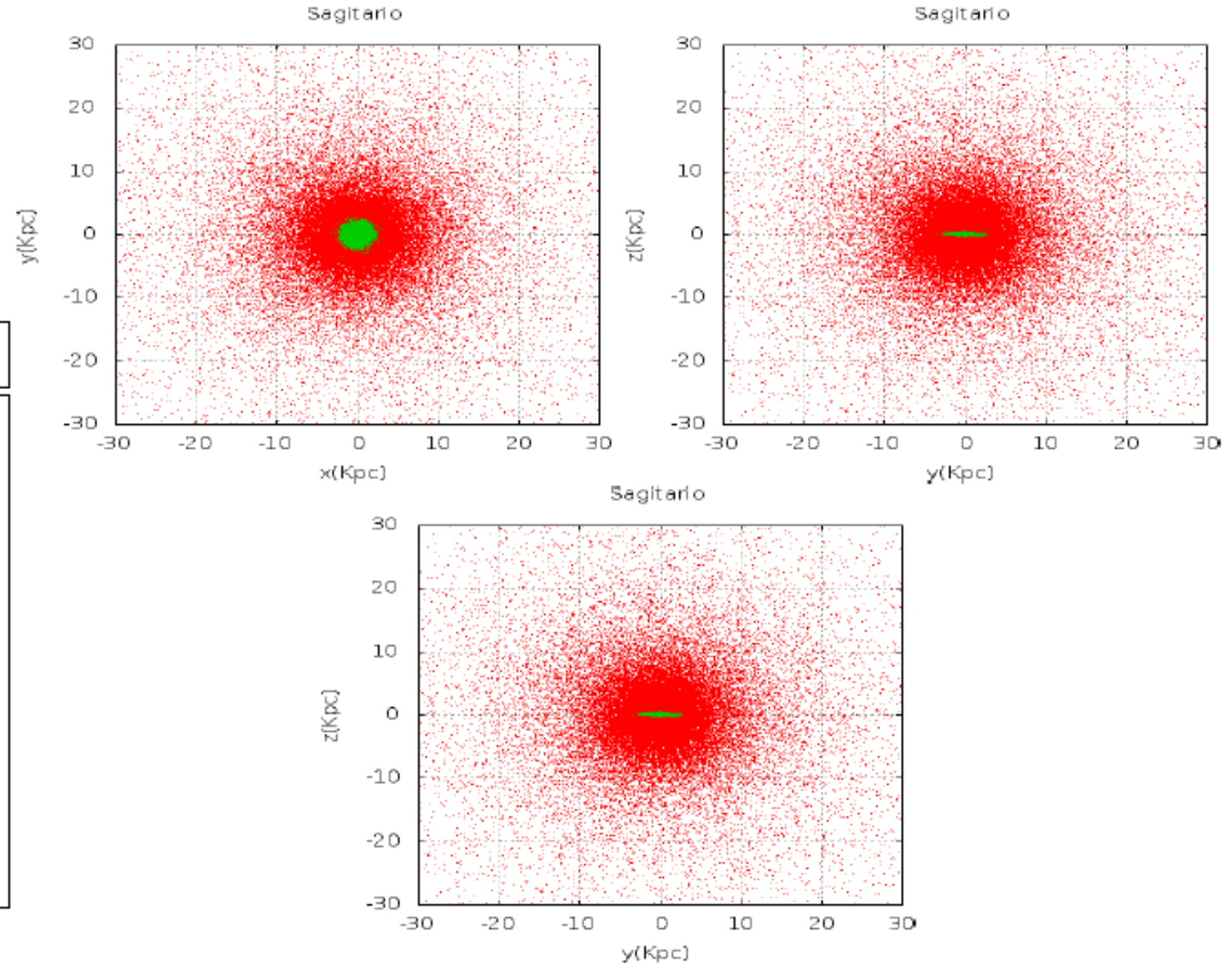
Vía Láctea

Parámetros usados	Valores
Masa del disco (M_d)	$3.90 \times 10^{10} M_\odot$
Masa del halo (M_{dm})	$95.21 \times 10^{10} M_\odot$
Masa del esferoide (M_b)	$1.30 \times 10^{10} M_\odot$
a_h	17.78 kpc
C	9.0
a_d	6.5 kpc
z_d	$0.1 a_d$
N_h	150000
N_d	100000
N_b	50000



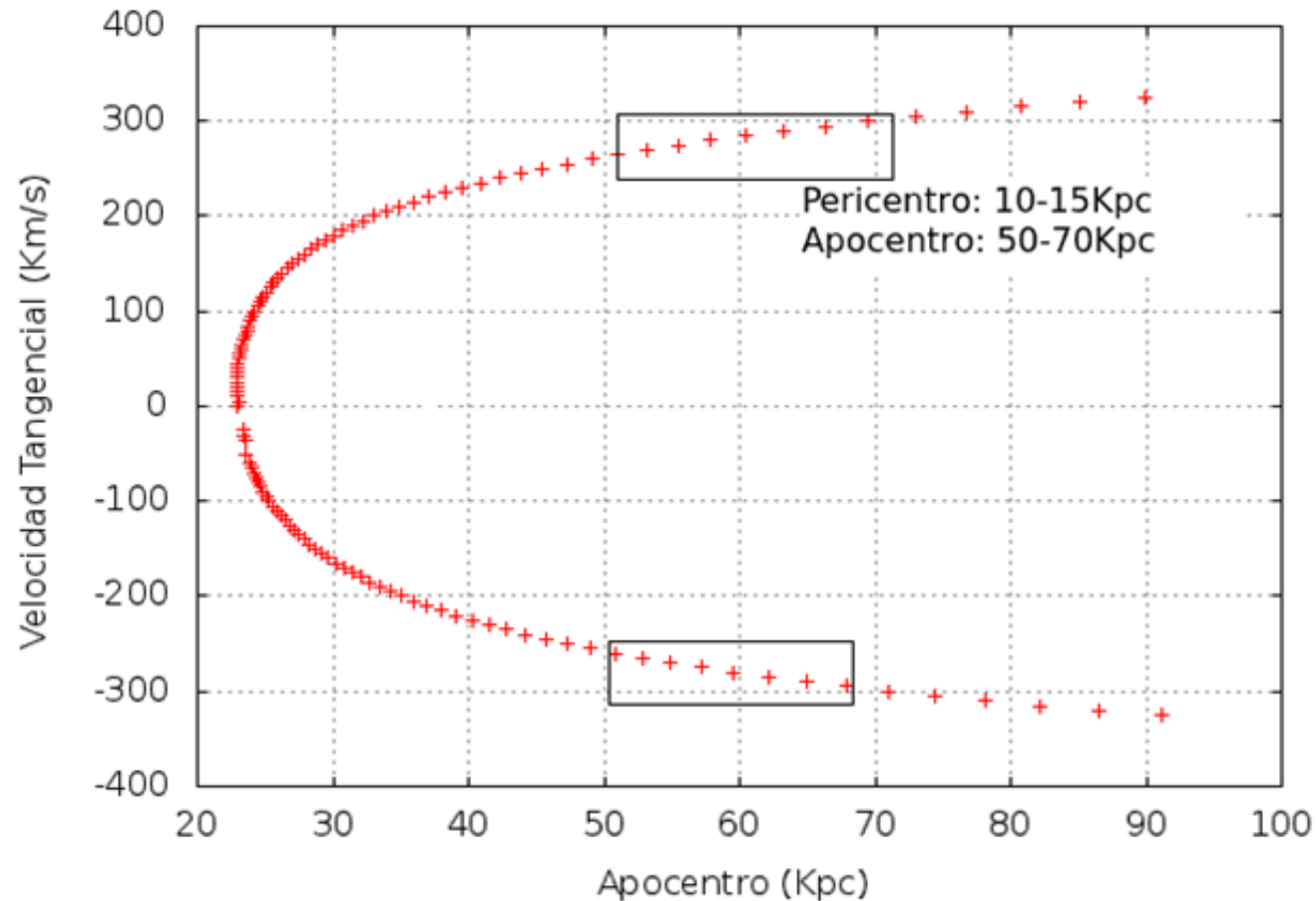
Sagitario

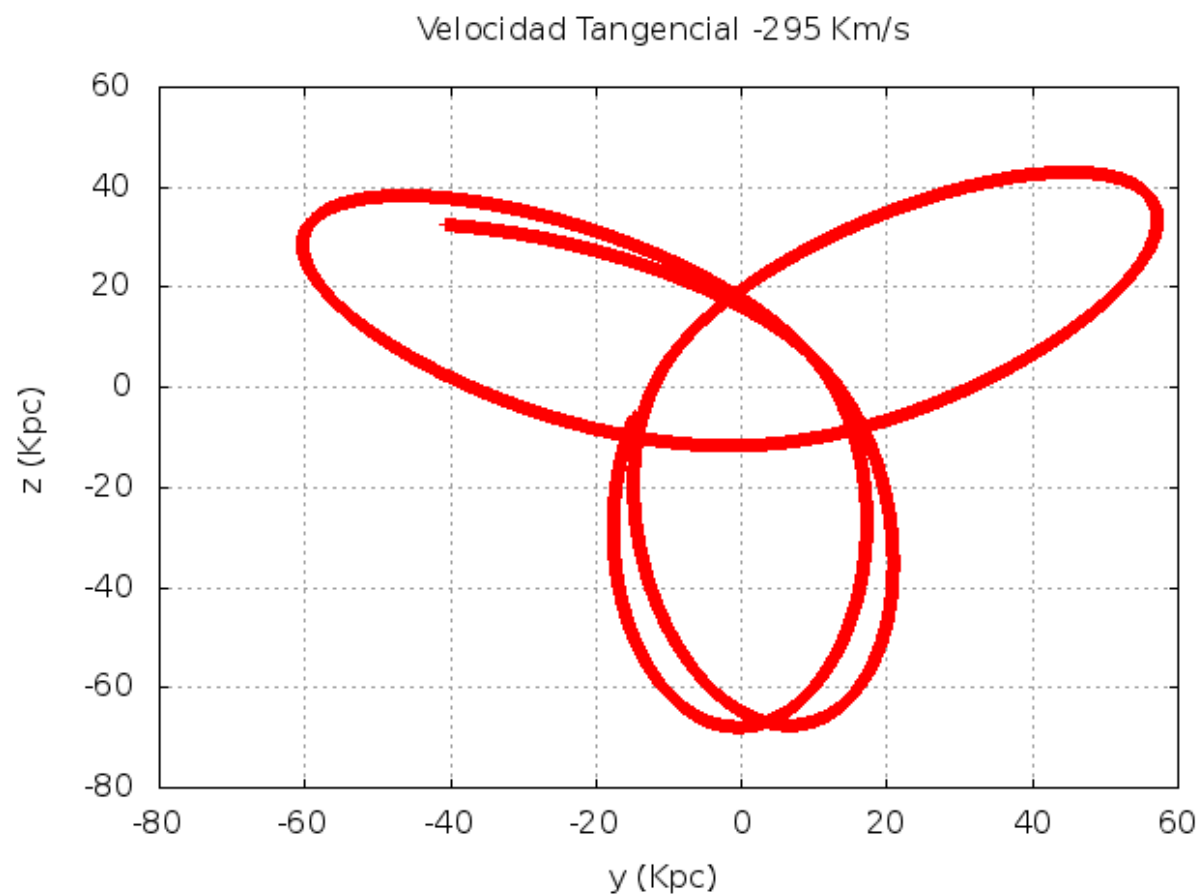
Parámetros usados	Valores
Masa del disco (M_d)	$0.02M_d$
Masa del halo (M_{dm})	$0.01 \times 10^{10} M_{\odot}$
a_h	0.8 kpc
C	20
a_d	0.2 kpc
z_d	$0.2a_d$
N_h	100000
N_d	500000



Órbitas

Posición	Velocidad Radial	Velocidad Tangencial
$(l, b) = (5.6^\circ, -14.2^\circ)$	171 km/s	-325 km/s a 325 km/s

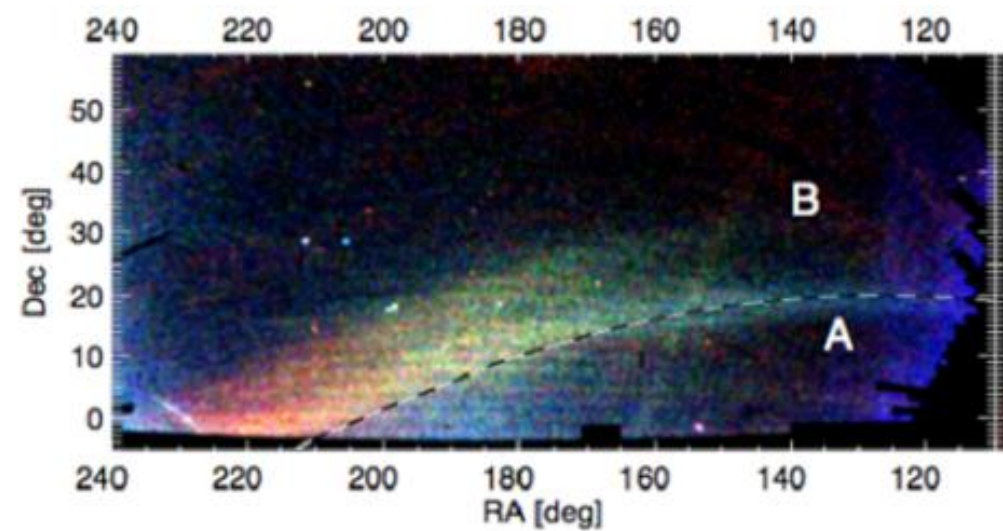
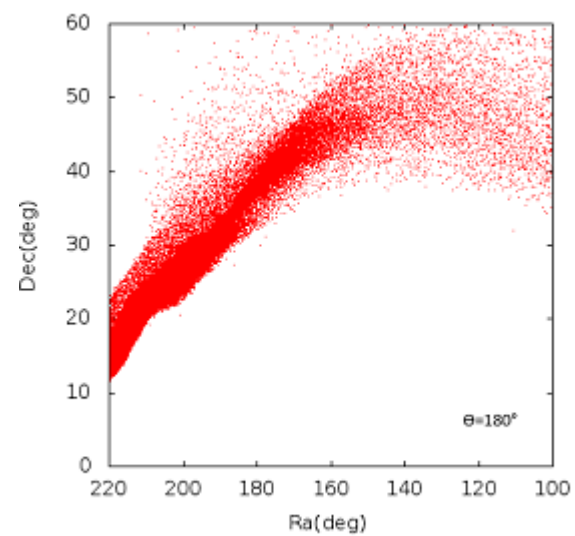
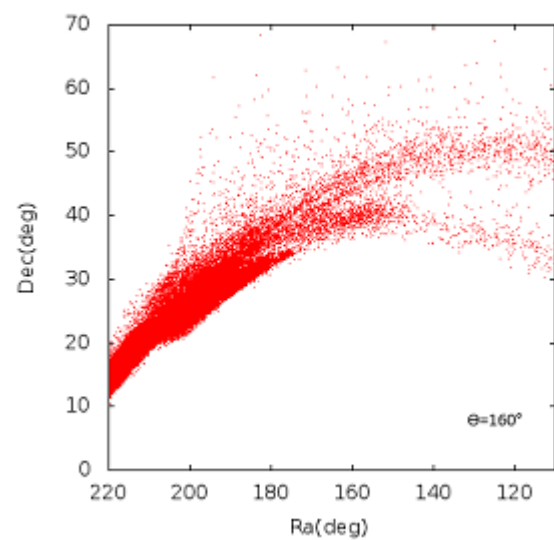
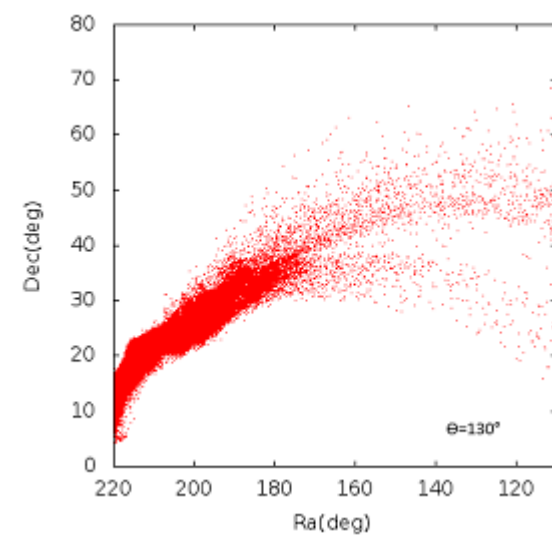
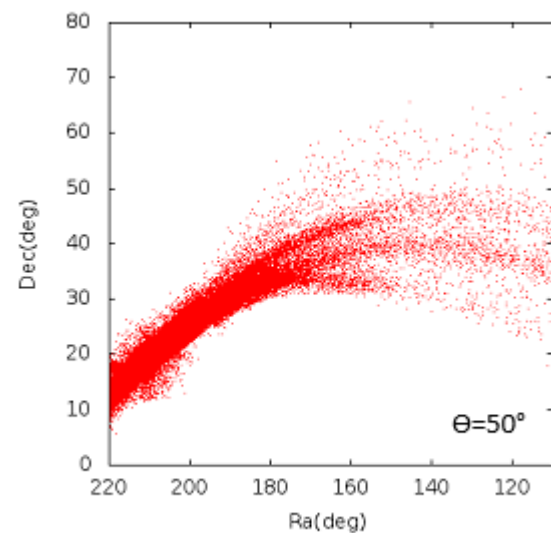
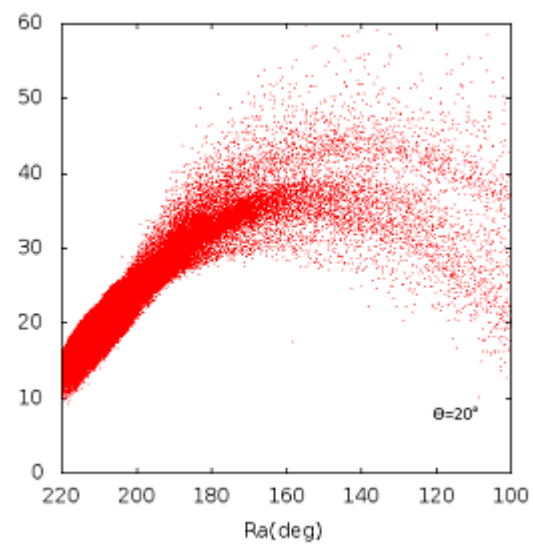


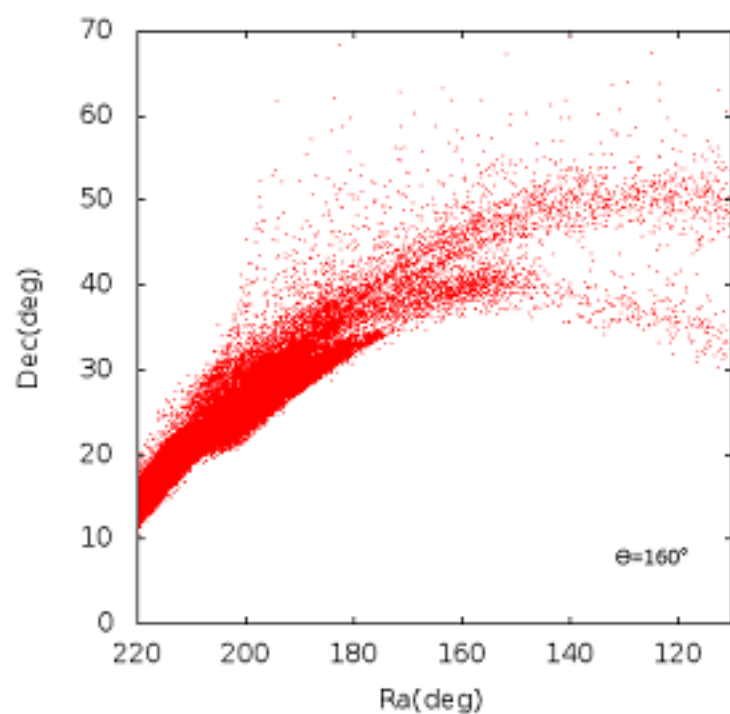


pericentro:	11.35 kpc
apocentro:	67.85 kpc
e :	0.71 kpc
V_t :	-295 km/s

Resultados:

Se simula la evolución del sistema Vía Láctea-Sagitario para diferentes ángulos entre el momento angular del disco y el momento angular orbital. Adicionalmente, se estudian las propiedades físicas de este remanente simulado, medidas por un observador situado en la Tierra, con el fin de comparar con datos observacionales de Sagitario.

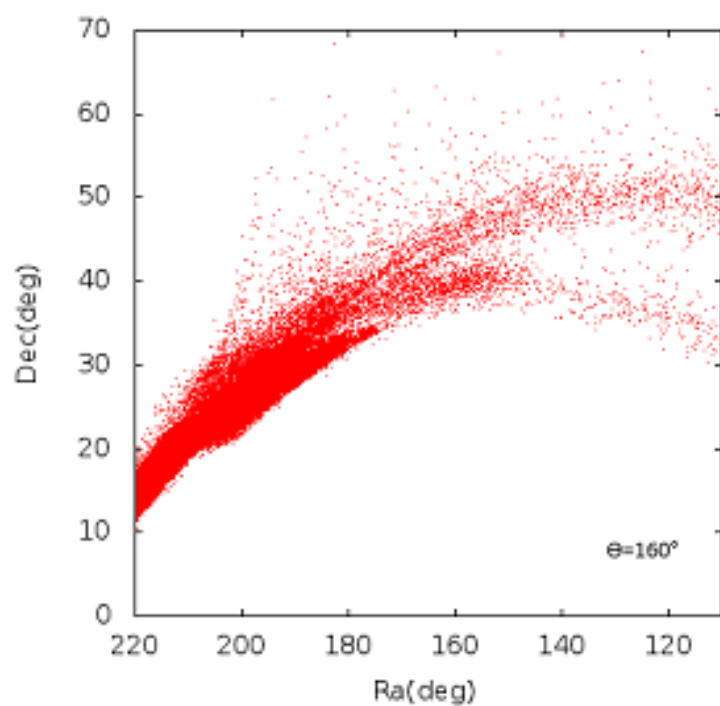




t (Gyr)	Posición de remanente	Prop. Físicas
3.4	$(RA, dec, R) = (273.71^\circ, -24.30^\circ, 26.97 \text{ kpc})$	$\mu_0 = 53.82 \times 10^4 L_\odot/\text{kpc}^2$ $M/L = 8.48 M_\odot/L_\odot$ $r_{1/2} = 0.38 \text{ kpc}$ $\sigma_0 = 2.27 \text{ km/s}$
5.0	$(RA, dec, R) = (202.65^\circ, 24.77^\circ, 60.59 \text{ kpc})$	$\mu_0 = 95.59 \times 10^3 L_\odot/\text{kpc}^2$ $M/L = 653.55 M_\odot/L_\odot$ $r_{1/2} = 1.35 \text{ kpc}$ $\sigma_0 = 15.93 \text{ km/s}$
6.2	$(RA, dec, R) = (271.01^\circ, -25.25^\circ, 36.99 \text{ kpc})$	$\mu_0 = 15.14 \times 10^4 L_\odot/\text{kpc}^2$ $M/L = 507.14 M_\odot/L_\odot$ $r_{1/2} = 0.43 \text{ kpc}$ $\sigma_0 = 10.01 \text{ km/s}$

Tabla : Resumen de resultados para la simulación $\theta = 160^\circ$.

t (Gyr)	Posición de remanente (RA, dec, R)	Prop. Físicas
5.0	$224.07^{\circ}, 11.06^{\circ}, 49.67 \text{ kpc}$	$\mu_0 = 10.52 \times 10^4 L_{\odot}/\text{kpc}^2$ $M/L = 70.48 M_{\odot}/L_{\odot}$ $r_{1/2} = 3.08 \text{ kpc}$ $\sigma_0 = 8.23 \text{ km/s}$
6.2	$282.82^{\circ}, -31.62^{\circ}, 72.20 \text{ kpc}$	$\mu_0 = 23.07 \times 10^4 L_{\odot}/\text{kpc}^2$ $M/L = 193.15 M_{\odot}/L_{\odot}$ $r_{1/2} = 0.62 \text{ kpc}$ $\sigma_0 = 9.08 \text{ km/s}$



Conclusiones

- En conclusión, en este estudio se encuentran las bifurcaciones similares a las observadas por el SSDS DR5 cuando $\Theta = 130^\circ$ y $\Theta = 160^\circ$ en $t = 5.0$ Gyr.
- $\Theta = 130^\circ$, se encuentran valores cercanos en la relación Masa-Luminosidad y la dispersión de velocidad central en el cuerpo principal cuando se hace evidente la bifurcación.
- La posición más cercana a la observada se da cuando $\Theta = 160^\circ$ y $t = 6.2$ Gyr y se encuentran valores cercanos a los observados para el radio de brillo medio y la dispersión de velocidades central.

- Se encuentran las bifurcaciones y la posición del remanente cercana a la actual, sin embargo, en ningún caso se reproducen simultáneamente la posición del remanente y las bifurcaciones y tampoco se encuentra un conjunto de condiciones iniciales que reproduzcan todas las propiedades físicas observacionales de esta galaxia.

Bibliografía

L. Hernquist. An analytical model for spherical galaxies and bulges. *apj*, 356: 359–364, June 1990. doi: 10.1086/168845.

F. Hoyle. Structure of the Universe. *nat*, 166:574, October 1950. doi: 10.1038/166574a0.

R. A. Ibata and G. F. Lewis. Galactic Indigestion: Numerical Simulations of the Milky Way's Closest Neighbor. *apj*, 500:575–590, June 1998. doi: 10.1086/305773.

R. A. Ibata and G. F. Lewis. Galactic Indigestion: Numerical Simulations of the Milky Way's Closest Neighbor. *apj*, 500:575–590, June 1998. doi: 10.1086/305773.

R. A. Ibata, G. Gilmore, and M. J. Irwin. Sagittarius the nearest dwarf galaxy. *mnras*, 277:781–800, December 1995.

R. A. Ibata, R. F. G. Wyse, G. Gilmore, M. J. Irwin, and N. B. Suntzeff. The Kinematics, Orbit, and Survival of the Sagittarius Dwarf Spheroidal Galaxy. *apj*, 113:634–655, February 1997. doi: 10.1086/118283.

R. A. Ibata, M. Irwin, G. F. Lewis, and A. Stolte. Galactic Halo Substructure in the Sloan Digital Sky Survey: The Ancient Tidal Stream from the Sagittarius Dwarf Galaxy. *apjl*, 547:L133–L136, February 2001. doi: 10.1086/318894.

R. A. Ibata, G. F. Lewis, M. Irwin, E. Totten, and T. Quinn. Great Circle Tidal Streams: Evidence for a Nearly Spherical Massive Dark Halo around the Milky Way. *apj*, 551:294–311, April 2001. doi: 10.1086/320060.
