

Introducción a la Astrofísica 2025

Clase 2: ¿Qué es la astrofísica? ¿a qué se dedica, y cómo se hace?

Departamento de Física USACH



DEPARTAMENTO DE FÍSICA
UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

¿Por qué el cielo nocturno es oscuro?



La pregunta sobre por qué el cielo nocturno es oscuro se traduce en
¿Por qué es oscuro el espacio?



La pregunta sobre por qué el cielo nocturno es oscuro se traduce en
¿Por qué es oscuro el espacio?



(el día y la noche tienen más que
ver con nuestra atmósfera)

Paradoja de Olbers: ¿Por qué es oscuro el espacio?
Si el Universo es para efectos prácticos “infinito”,
¿por qué el espacio no está siempre iluminado por infinitas estrellas?

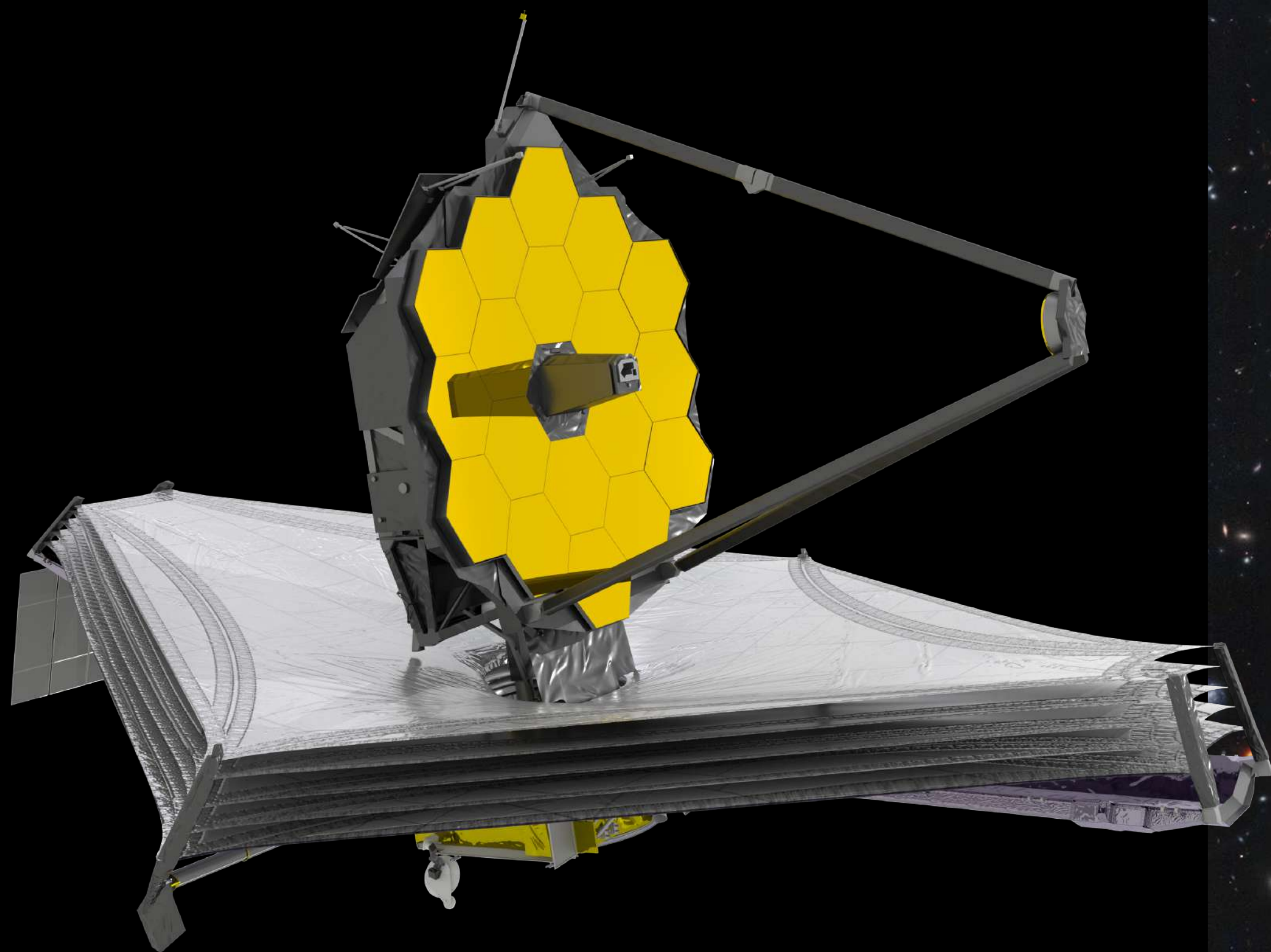


(el día y la noche tienen más que
ver con nuestra atmósfera)



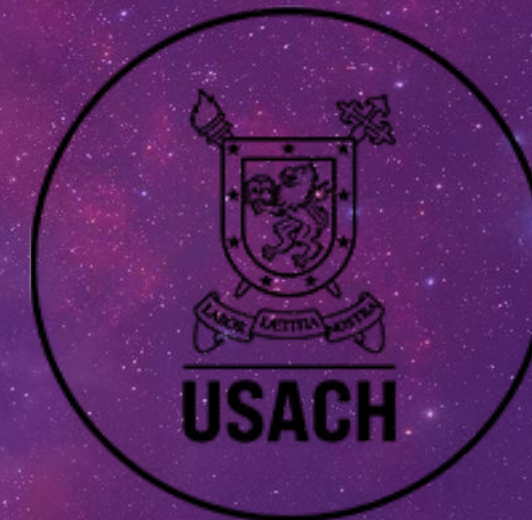
Pista: ¿en qué longitud de onda está tomada la imagen del Hubble ultra deep field?





Introducción a la Astrofísica

Descripción del curso



- Una pincelada completa de lo que es la astrofísica moderna como disciplina; sin olvidar su historia y prehistoria.
- Se describe la gran mayoría de los sistemas astrofísicos conocidos, con una descripción leve (pero relevante) de la física involucrada; se menciona cómo viaja la información a través del universo, más allá de los fotones; y se hace un amplio recorrido sobre los instrumentos que nos permiten detectar esta información.
- Servirá como catapulta motivadora para que lxs alumnxs enfrenten el comienzo de su carrera con la dicha de saber que están en el lugar correcto (o no).

Método de evaluación

Creación de un Poster científico Investigación bibliográfica

THE EVOLUTION OF KAPPA DISTRIBUTION FUNCTIONS AND MAGNETIC FIELD FLUCTUATIONS AND IN THE PLASMA SHEET

Cristóbal Espinoza¹, Marina Stepanova¹, Juan A. Valdivia², Elizaveta Antonova^{3,4}

KAPPA DISTRIBUTIONS

Particle distributions in space plasmas are generally far from thermal equilibrium due to the collisionless nature of the collective interactions between particles and fields. Kappa (κ) distribution functions are often used instead of Maxwellian distributions to describe plasmas in near-stationary states with time-invariant statistics (e.g Livadiotis & McComas, 2013).

Motivated by the results of Stepanova et al. (2015), we are using thousands of passages of the THEMIS satellites through the plasma sheet to study the dependance of the κ distribution parameters with distance to Earth..

For particle energy fluxes, the kappa distribution can be re-written as:

$$F_{e,i}(E) = \frac{1}{\pi} \frac{n_{e,i}}{\sqrt{2\pi m_{e,i}}} \frac{E^2}{E_{c,e,i}^{3/2}} \frac{\Gamma(\kappa_{e,i})}{\Gamma(\kappa_{e,i} - 1/2) \sqrt{\kappa_{e,i}}} \left[1 + \frac{E}{\kappa E_{c,e,i}} \right]^{-\kappa_{e,i} - 1}$$

where n is the electron (ion) density, m is the electron (ion) mass, E is the particle energy, E_c is the electron (ion) characteristic energy and κ is the spectral index describing the electron (ion) distribution.

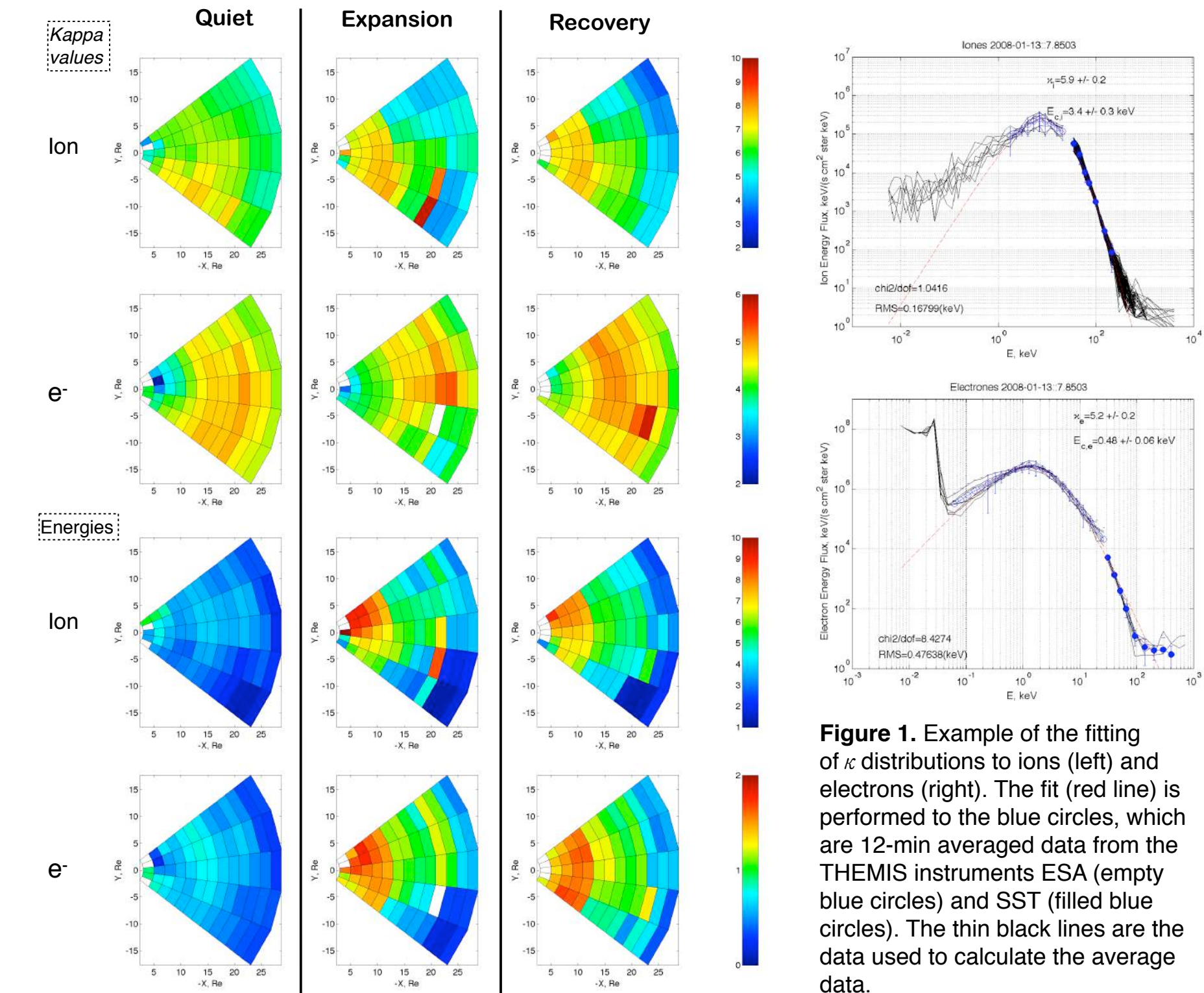


Figure 1. Example of the fitting of κ distributions to ions (left) and electrons (right). The fit (red line) is performed to the blue circles, which are 12-min averaged data from the THEMIS instruments ESA (empty blue circles) and SST (filled blue circles). The thin black lines are the data used to calculate the average data.

Figure 2. Results of the κ distribution fits as a function of the satellite position X,Y and for three sub-storm phases. The κ values are colour coded in the first two rows and the characteristic energies are in the last two rows.

Un poster científico es una presentación visual de los resultados de una investigación científica. Se hace en forma de cartel (o poster) y se imprime en gran tamaño, normalmente en orientación vertical y de tamaño aproximado 90x120 cm. El objetivo de esta actividad es la creación de un poster científico basado en una investigación bibliográfica.

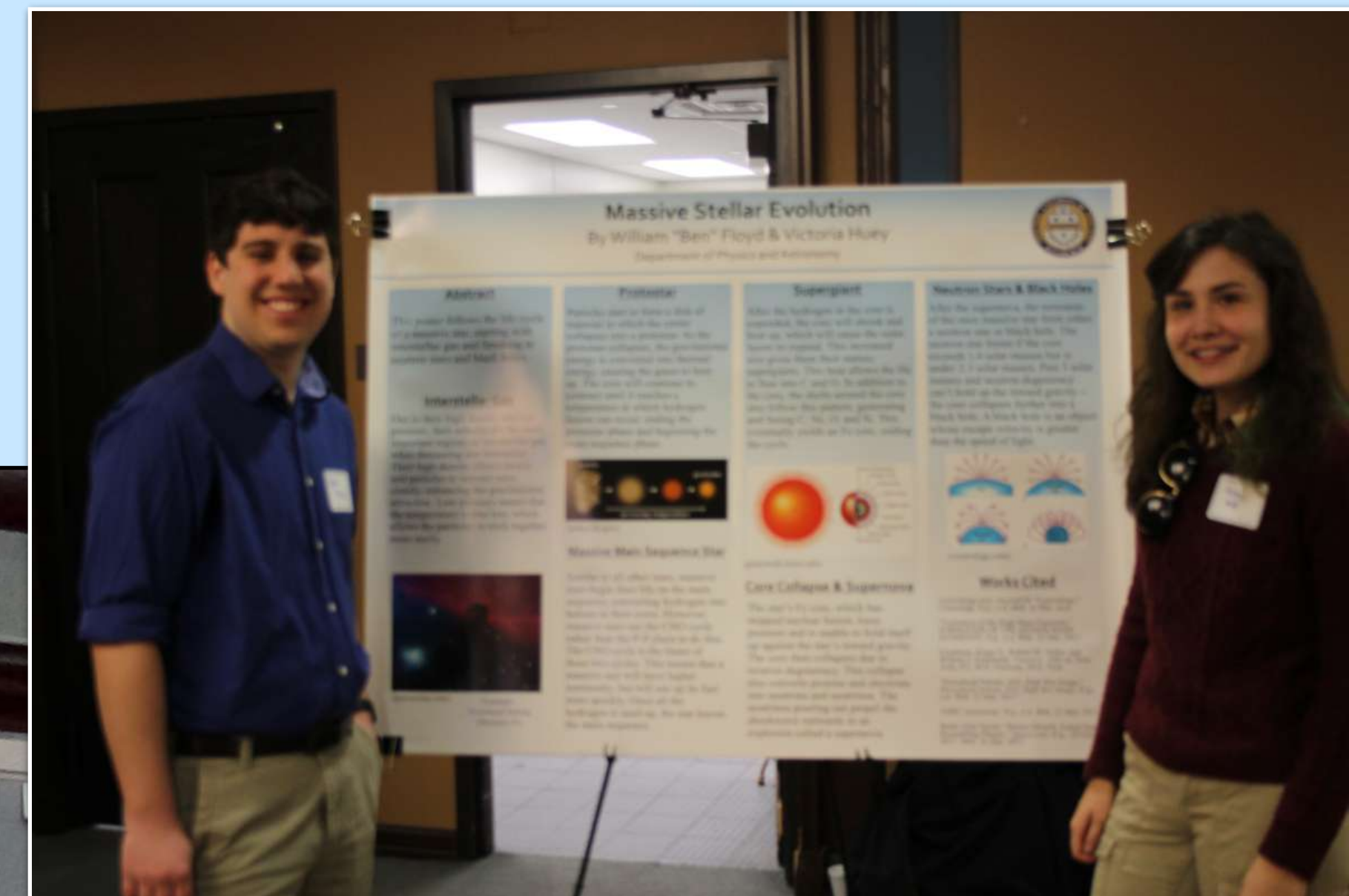
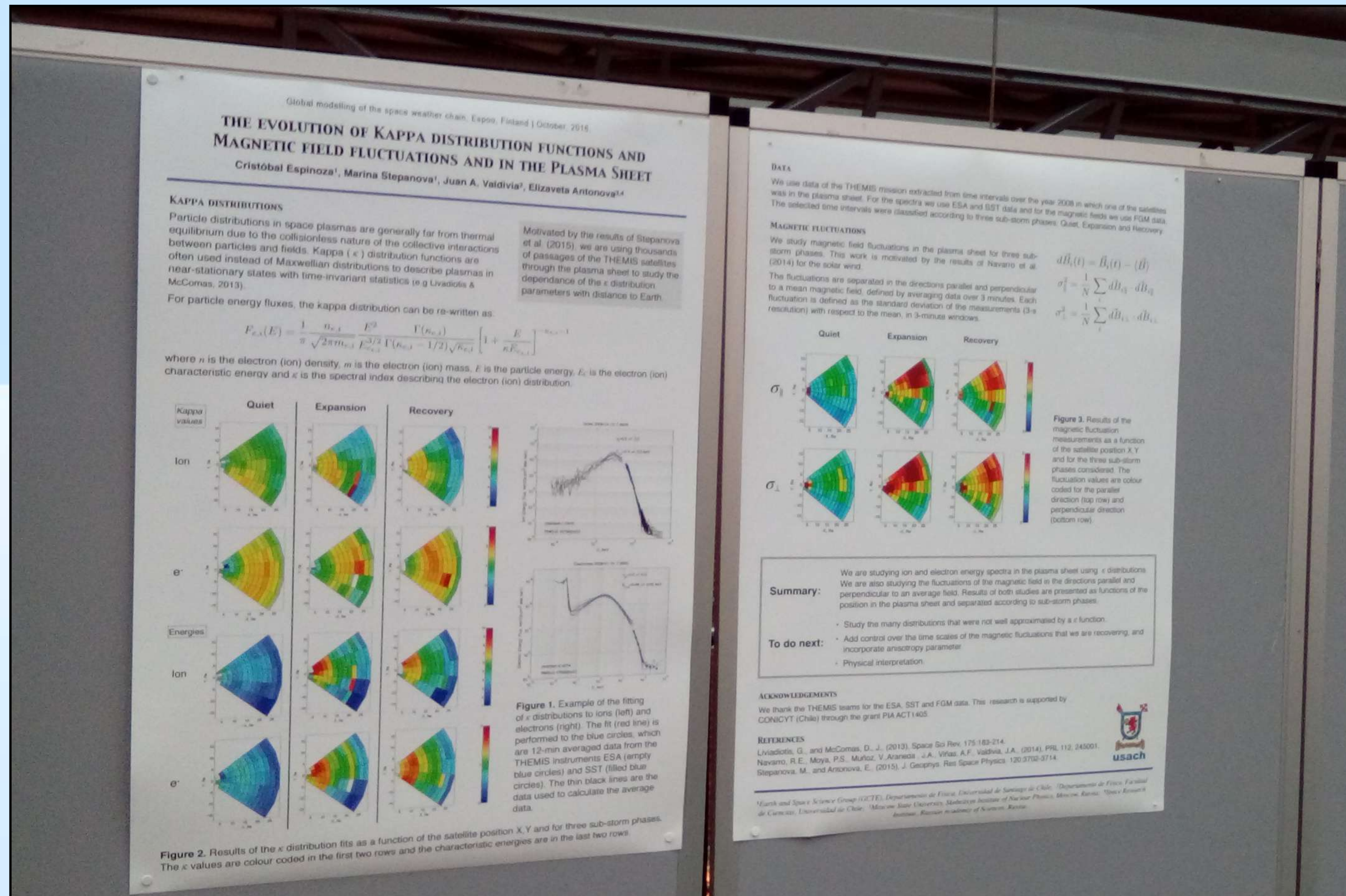
Ver también:

https://es.wikipedia.org/wiki/Poster_científico

Ejemplos de temas de investigación

- *Sagitario A**
- *Nebulosas de viento de pulsares (PWN)*
- *El Magnetar PSR J1745-2900 cerca del centro galáctico*
- *El objeto Oumuamua*
- *El experimento IceCUBE*
- *Sistema pulsar-estrella Be de rayos gamma*
- *Nuevas tecnologías en el ELT*
- *Pulsar timing*
- *Heliosfera / Voyager*
- *La existencia del cinturón de Gould*
- *Métodos de detección de exoplanetas*
- *La tensión de Hubble*
- *Subestructuras en discos protoplanetarios*
- *El microquasar SS433*

Sesión de posters. Ejemplos



<https://www.physicsandastronomy.pitt.edu>



<https://www.physicsandastronomy.pitt.edu>

Exoring Candidate?

- The first circumplanetary disk systems that we observe are likely to be large, or extended in radius, due to their stronger transit signals
- The J1407 system is one such example – Kenworthy+2015^[1] found a best-fitting exoring model that extends 0.8 AU from the planet:

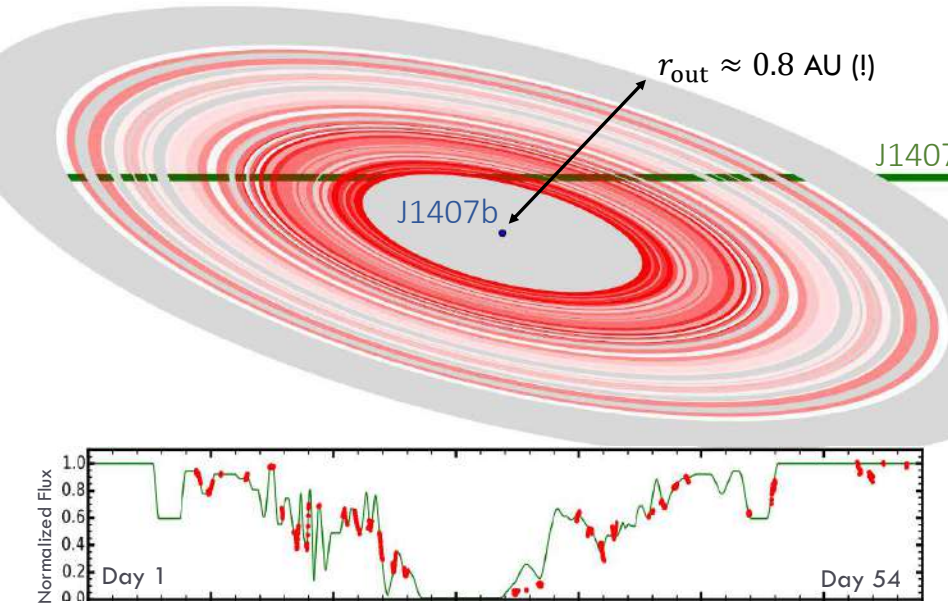


Figure 1 (from Kenworthy+2015): (Above) The best fitting exoring model around J1407b. It is flat, inclined with respect to the planet's orbital plane, and extends 0.8 AU in radius. (Below) The observed stellar light curve of J1407 that was interpreted as a transiting exoring signal. See also [6].

Problem: The proposed^[1] ring model for J1407b is not dynamically stable

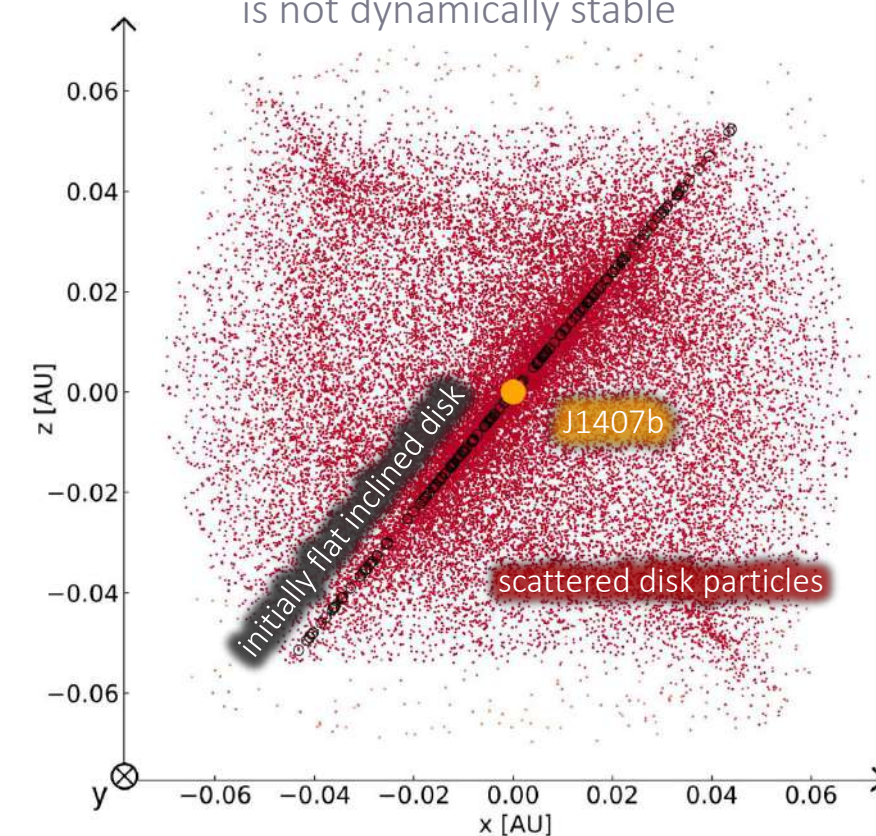


Figure 2: A 1000-year long N-body simulation of the Kenworthy+2015 exoring model for J1407b (Figure 1). Disks that are flat, inclined and extended are unstable. The tidal torque from the host star (J1407) would disrupt J1407b's circumplanetary disk on very short timescales.

Warped circumplanetary disk model

- To produce a transit signal (assuming the planet itself does not transit), J1407b's disk needs to be inclined out of the planet's orbital plane
- For the disk to be stable in the presence of a tidal torque from the star, the planet needs to exert its own tidal torque on the disk
- If the planet is spinning and tilted, its equatorial bulge can produce a tidal torque, creating a warped surface of stable orbits (the Laplace surface^[2])

The Laplace Surface:

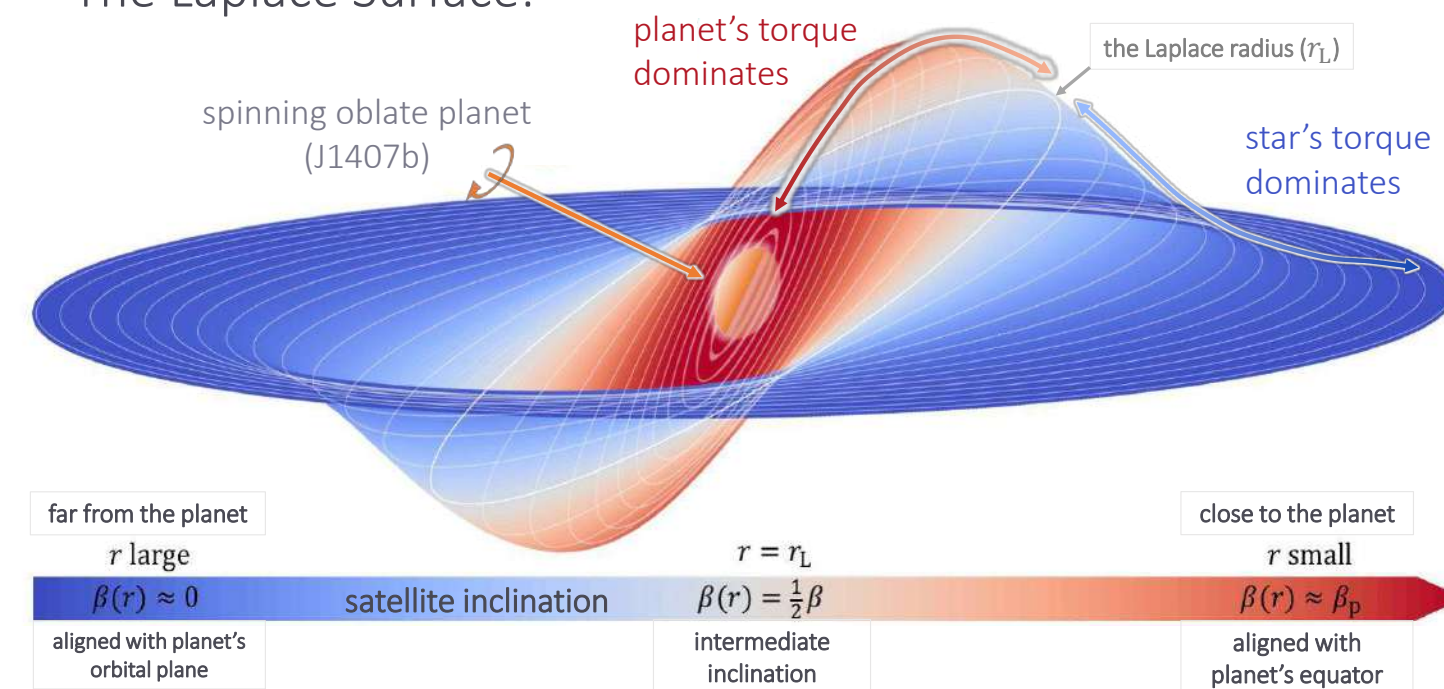
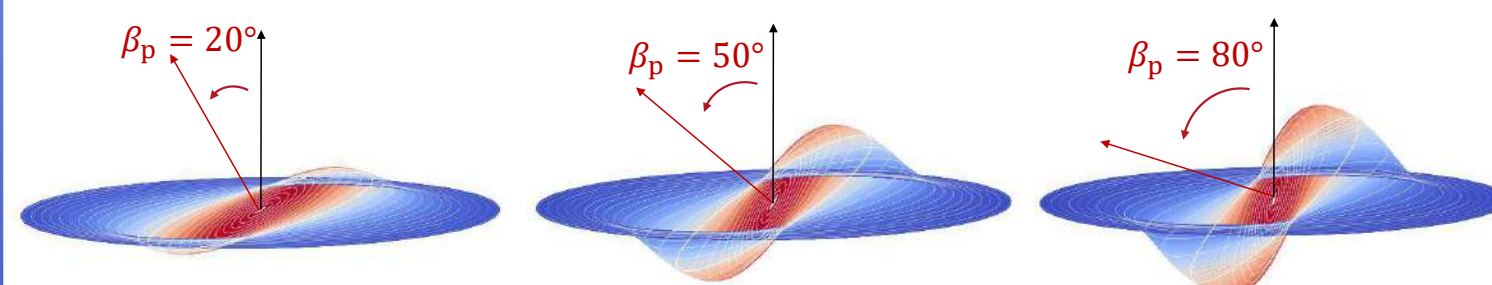


Figure 3: The Laplace equilibrium surface is the locus of all stable circumplanetary orbits in the presence of two tidal torques: (1) from the spinning oblate planet and (2) from the distant host star.

An extended and inclined circumplanetary disk can be stable if it is warped to the geometry of the Laplace surface.

Probing the stability of a warped disk

- We probe the stability of a warped circumplanetary disk by performing N-body integrations of 1000 massless test particles with REBOUND^[3]
- Test particles' initial orbital parameters are slightly offset from the Laplace equilibrium surface values to create a "thick" disk
- We perform the integrations for a range of possible planetary obliquities:



Total integration time: 16 million years* (age of the J1407 system)

*We simulate the inner ~200 particles for only 3-15 Myr due to computational constraints (but still equates to 10⁷ particle orbits)

Results and Implications

- We categorize particles as "stable" if their inclination remains close to the Laplace surface ($\beta(t) - \beta(0) < 0.1$ rad) and if their orbit remains close to circular ($e(t) < 0.1$)
- For all planet obliquities ($\beta_p = 20^\circ, 50^\circ, 80^\circ$), much of the warped circumplanetary disk remains stable of the course of our integrations
- Two dynamical resonances^[4] or instabilities^[5] can carve gaps in the disk, which could be detectable if the disk transits its host star, and would not necessarily imply the existence of exomoons.

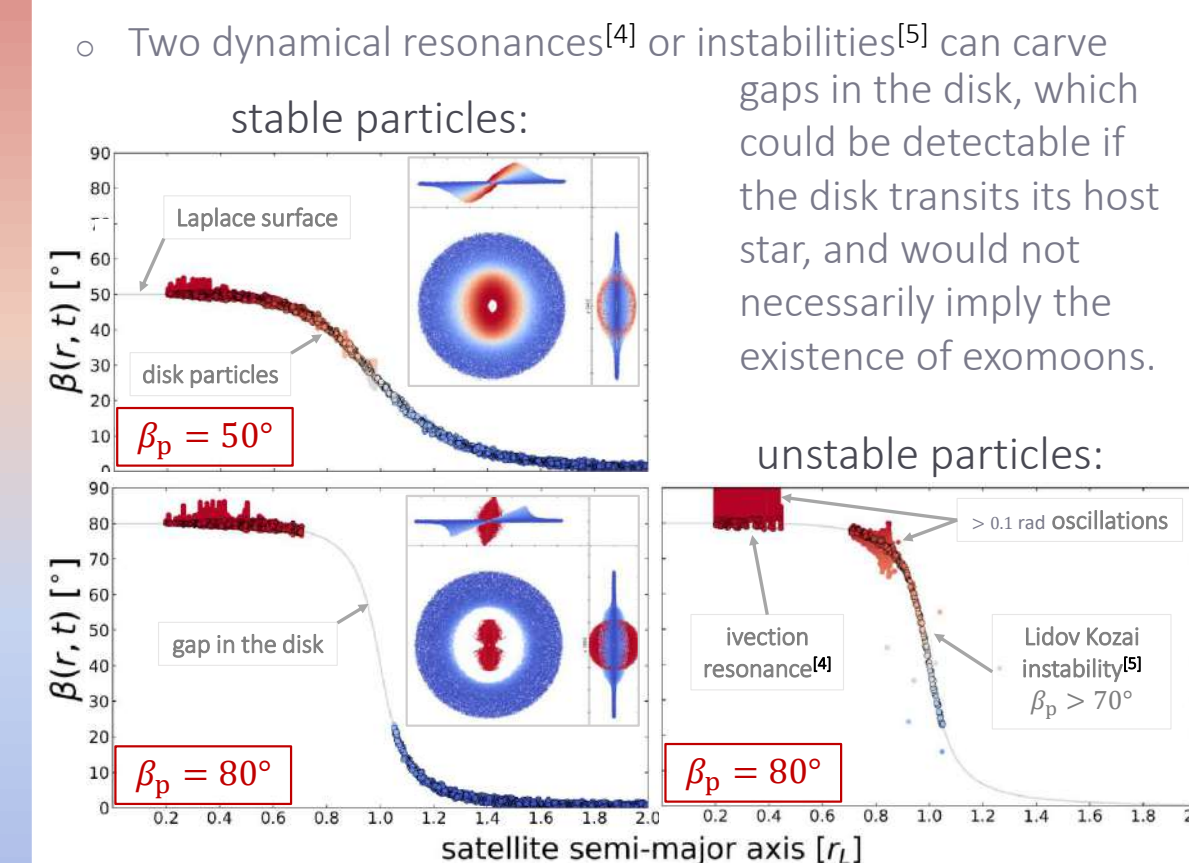


Figure 5: Selected results of our N-body integrations. Test particle inclination as a function of distance from the planet over ~16 Myr. (Embedded) A 3D view of the resulting stable circumplanetary disk.

Implications for the J1407 system

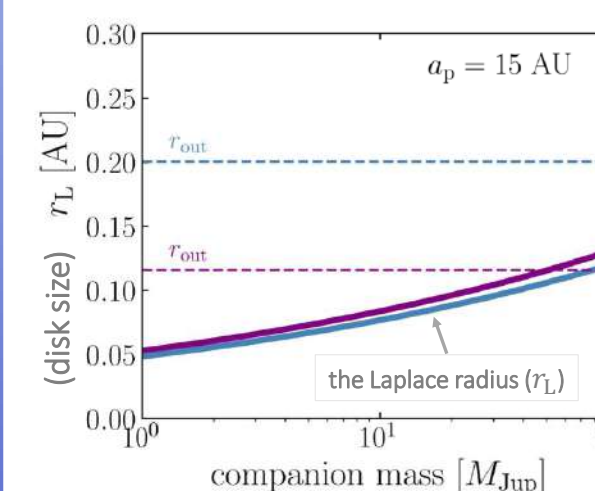


Figure 6: The Laplace radius (proxy for the size of J1407b's warped disk) as a function of J1407b's mass, compared to the observationally constrained^[6] value (r_{out}), for a circular (blue lines) or eccentric (purple lines) J1407b orbit.

A warped disk could extend to large enough radii to match the observations^[6] if J1407b is a substellar-mass ($M \geq 50 M_{Jup}$) companion on a large ($a_p \geq 15$ au) circular orbit

Chemical signatures of a planet-induced warp in a protoplanetary disc

Alison Young, Richard Alexander, Catherine Walsh, Rebecca Nealon, Alice Booth

alison.young@leicester.ac.uk



Models

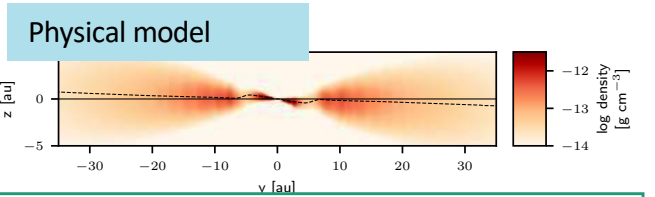


Fig. 1. Density cross-section of the hydrodynamical snapshot. The planet at 5 au breaks the disc into a misaligned inner disc and warped outer disc.

- 3D Phantom SPH simulation of 6.5 M_{Jup} planet misaligned 12° relative to the disc, at 5 au (see Nealon+2019). Aligned planet modelled for comparison.
- 1 $M_{\odot}$ star at 1 Myr, $5 \times 10^{-3} M_{\odot}$ disc initially $r_{\text{in}} = 0.1$ au and $r_{\text{out}} = 50$ au, viscosity $\alpha = 10^{-3}$, $H/R = 0.05 (R/r_0)^{1/4}$
- Gas phase and gas-grain chemistry including photoionization (Walsh+ 2015).
- Chemistry evolved in snapshot (Fig.1) for 10^6 yrs- equilibrium reached.
- MCFOST ray-tracing line radiative transfer.

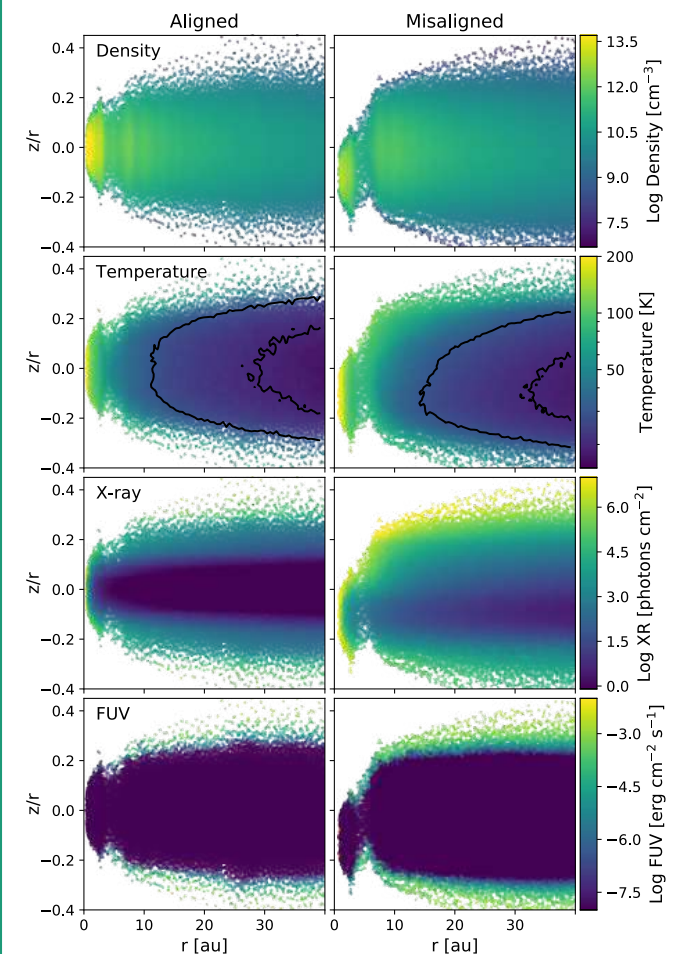


Fig. 2. Cross-sections of the disc along the y-axis, showing the physical properties for the aligned & misaligned cases.

The temperature of the upper side of the warped disc is higher than the unperturbed disc. The X-ray and FUV fields are also greater on upper side of the warp.

Introduction

- Planet-hosting discs can be warped by a misaligned embedded planet.
- High resolution observations of protoplanetary discs have revealed asymmetric structures and non-Keplerian motion, some consistent with a warped disc.
- A warped disc surface leads to azimuthal temperature variation → how does this affect the chemistry?
- Could molecular lines provide a diagnostic of protoplanetary disc warps?

Summary

Chemical abundances in warped protoplanetary vary azimuthally.
Line emission from warped discs is asymmetric, though the exact morphology will depend on the relative orientations of the inner disc, outer disc and planet, and the molecular species.
A planet at ~au radii may cause measurable asymmetries in line emission at much greater radii.

Chemical abundance

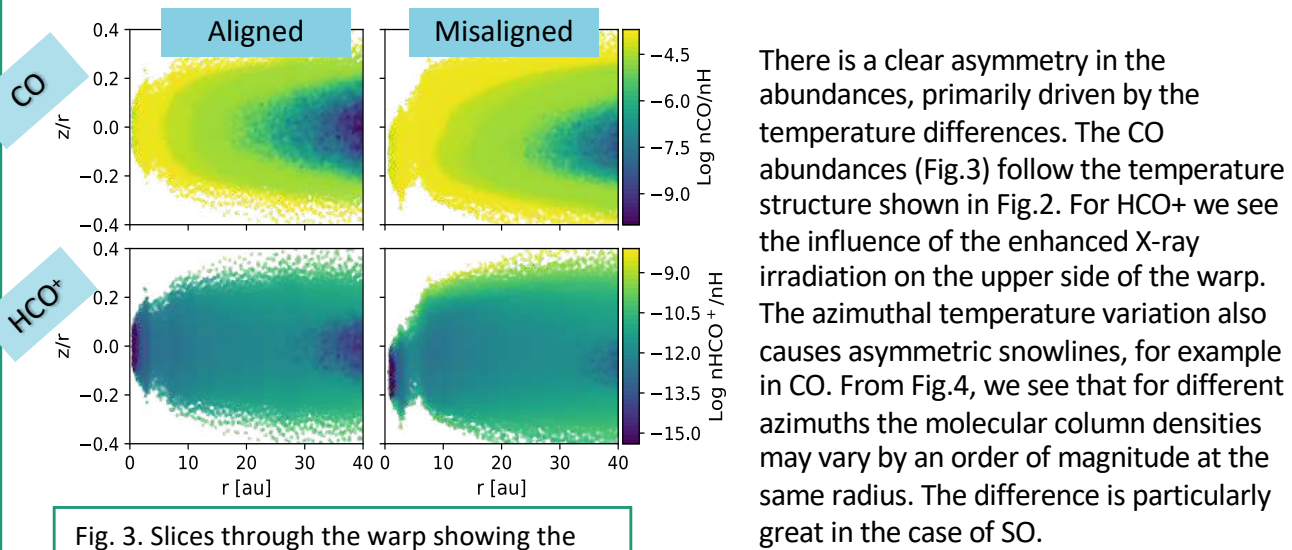


Fig. 3. Slices through the warp showing the fractional abundances of CO and HCO+.

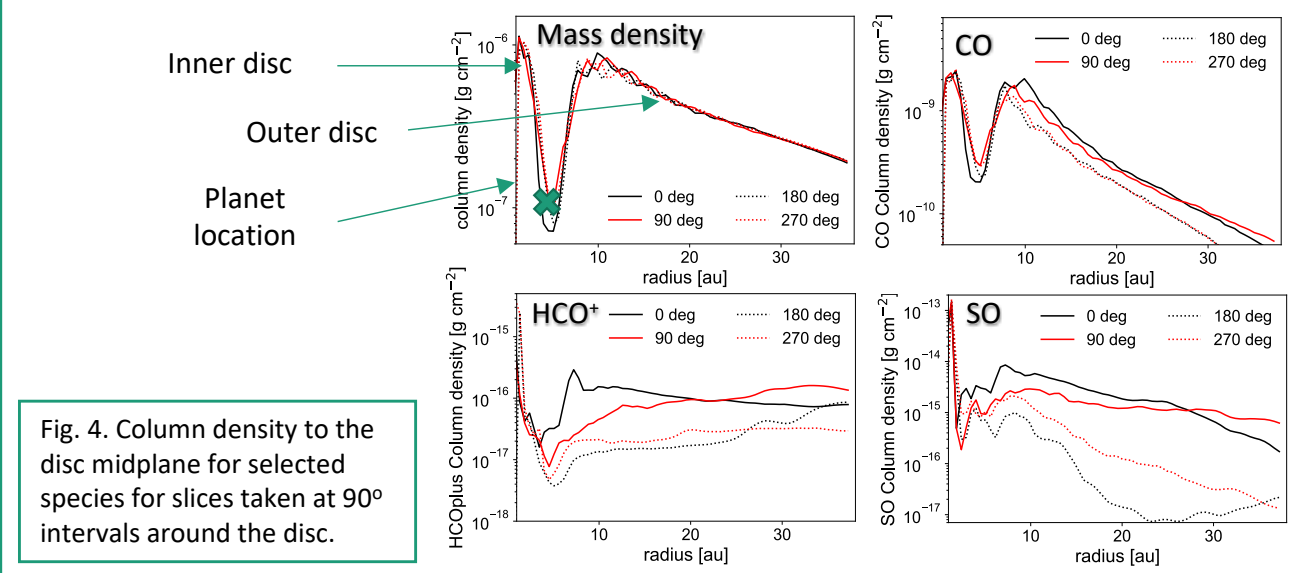


Fig. 4. Column density to the disc midplane for selected species for slices taken at 90° intervals around the disc.

Simulated line emission maps

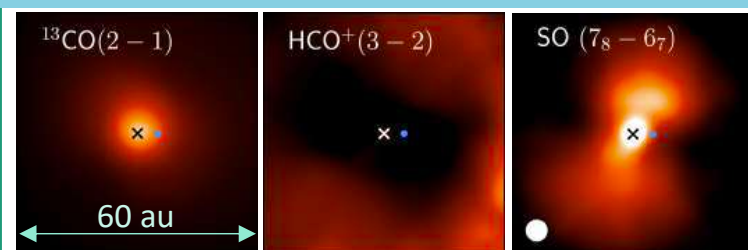


Fig. 5. Moment 0 (integrated intensity) maps smoothed with a 0.1 arcsec Gaussian beam. The selected lines trace different disc regions and present different asymmetries. ^{13}CO emission shows a shift in the emission peak towards the upper side of the warp. Remarkably, a planet at 5 au causes asymmetries in HCO+ emission on the scale of ~30 au.

We model line emission maps for a distance of 60 pc and smooth with a 0.1 arcsec Gaussian beam. The selected lines trace different disc regions and present different asymmetries. ^{13}CO emission shows a shift in the emission peak towards the upper side of the warp. Remarkably, a planet at 5 au causes asymmetries in HCO+ emission on the scale of ~30 au.

The Ophiuchus Disc Survey Employing ALMA (ODISEA)–III: the evolution of substructures in massive discs at 3-5 au resolution (submitted to MNRAS)

Lucas A. Cieza¹, Camilo González-Ruiloa¹, Antonio S. Hales^{2,3}, Paola Pinilla⁴, Dary Ruiz-Rodríguez⁵, Alice Zurlo^{1,5}, Carla Arce-Tord⁶, Hector Cánovas⁷, Simón Casasus⁸, Mario Flock³, Nicolas Kurtovic³, Sebastian Marino⁹, Pedro H. Nogueira¹, Laura Perez⁶, Sebastián Pérez⁹, Daniel J. Price¹⁰, David A. Principe¹¹, Jonathan P. Williams¹²

¹ Núcleo de Astronomía, Universidad Diego Portales, Chile; ² Joint ALMA Observatory, Chile; ³ National Radio Astronomy Observatory, USA; ⁴ Max Planck Institute for Astronomy, Germany; ⁵ Escuela de Ingeniería Industrial, Universidad Diego Portales, Chile; ⁶ Universidad de Chile; ⁷ European Space Astronomy Centre (ESAC), Spain; ⁸ Institute of Astronomy, University of Cambridge, UK; ⁹ Universidad de Santiago de Chile, Chile; ¹⁰ Monash University, Australia; ¹¹ MIT Kavli Institute for Astrophysics and Space Research, USA; ¹² University of Hawaii at Manoa, USA.

ABSTRACT: We present 1.3 mm continuum ALMA long-baseline observations at 3-5 au resolution of 10 of the brightest discs from the ODISEA project. We identify a total of 26 narrow rings and gaps distributed in 8 sources and 3 discs with small dust cavities ($r < 10$ au). We find that two discs around embedded protostars lack the clear gaps and rings that are ubiquitous in more evolved sources with Class II SEDs. Our sample includes 5 objects with previously known large dust cavities ($r > 20$ au). Our long-baseline observations resulted in the largest sample of discs observed at 3-5 au resolution in any given star-forming region (15 objects when combined with Ophiuchus objects in the DSHARP Large Program) and allow for a demographic study of the brightest 5% of the discs in Ophiuchus (i.e. the most likely formation sites of giant planets in the cloud). We use this unique sample to propose an evolutionary sequence and discuss a scenario in which the substructures observed in massive protoplanetary discs are mainly the result of planet formation and dust evolution. If this scenario is correct, the detailed study of disc substructures might provide a window to investigate a population of planets that remains mostly undetectable by other techniques.

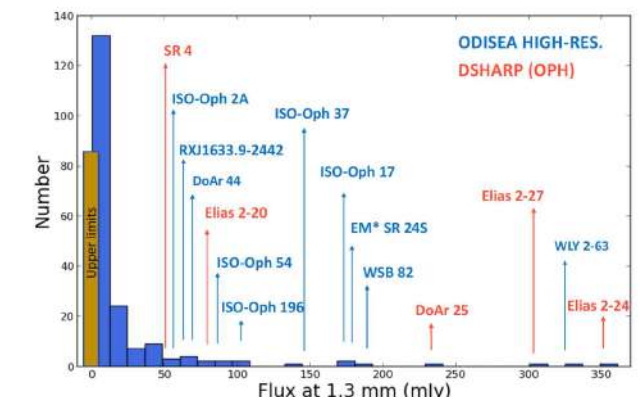


Figure 1. Histogram of 1.3mm fluxes of the 289 objects in the full ODISEA sample (Cieza et al. 2019; Williams et al. 2019), which corresponds to all YSO candidates identified by Spitzer in the Ophiuchus molecular cloud (Evans et al. 2009). The 10 "ODISEA long-baseline targets" observed at 0.02" (3 au) to 0.035" (5 au) resolution are at the upper end of the flux distribution. We combine our long-baseline sample with the 5 Ophiuchus objects brighter than 70 mJy that were observed by DSHARP at 5 au resolution (Andrews et al. 2018) to create a flux-limited sample containing the 5% brightest discs in the cloud.

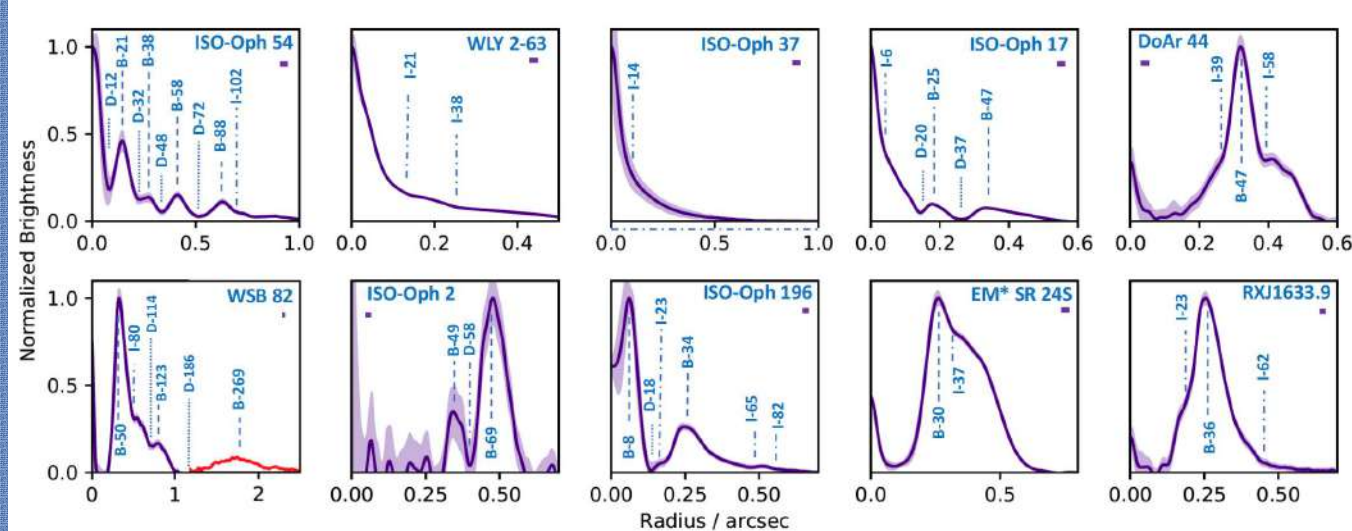


Figure 2. Deprojected radial profiles of the "ODISEA long-baseline sample" normalized to the peak flux. The small bar below the name of each source indicates the size of the beam. Substructures are labeled with a prefix ("D" for gaps, "B" for rings, and "I" for inflection points), and a number indicating their location in au. The blue profile corresponds to the long-baseline data alone, while the red profile in WSB 82 includes observations at 0.2" resolution. The shaded regions indicate the 3-σ error around the mean of the profiles.

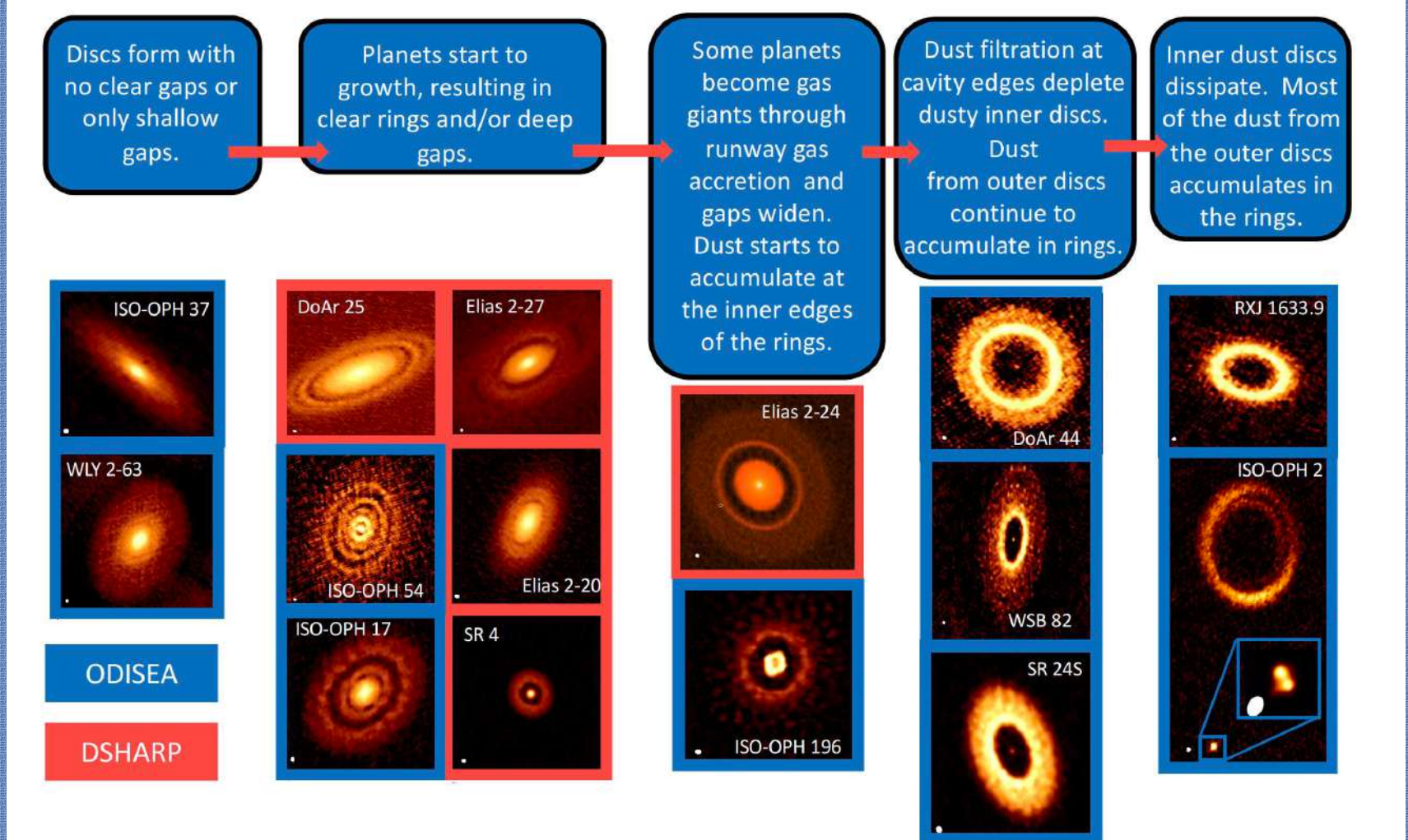


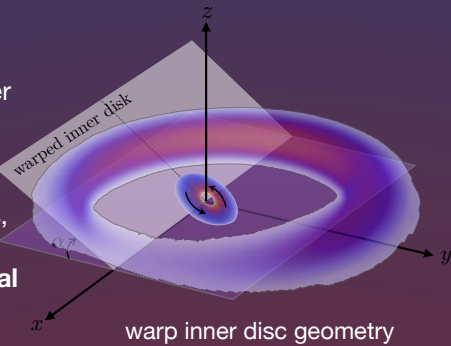
Figure 3. Schematic figure of the possible evolution of substructures in massive discs ($M_{\text{DUST}} > 40 M_{\text{JUP}}$) using the objects in the Ophiuchus long-baseline sample to illustrate different stages. In the proposed scenario, the progression of the features observed in 1.3 mm continuum at 3-5 au resolution is driven by the formation of giant planets through core accretion and dust evolution. By construction, the scenario only applies to systems massive enough to form giant planets.

Tilted inner discs cast shadows. What do shadows do?

Shadows due to warped inner discs have been found in a number of protoplanetary discs such as HD142527 (Marino et al 2015), HD100453 (Benisty et al. 2017), DoAr44 (Casassus et al. 2018), manifested via dips in the azimuthal brightness of outer discs. These are mainly found in scattered light and polarization images, but can also be seen as temperature drops in optically thick sub-mm continuum (as in HD142527). What are the hydrodynamical consequences of such illumination effects?

In Montesinos et al. (2016), we found that periodic forcing of shadows in a passive disc indeed results in shallow spiral arms. These 2D adiabatic simulations mainly trace the disc mid plane and consider an arbitrary blockage of stellar radiation as shadow model. Here we present the 3D picture of the shadow-spiral launch mechanism, with a shadow profile inspired by RT calculations of observed dips.

Here we perform 3D radiation hydrodynamics (using FARGO3D-RT, Benítez-Llambay & Masset 2016) to study the hydrodynamical imprint of shadows cast on an outer disc.



Method: 3D radiation hydrodynamics

Our simulations consider an outer disc being irradiated by a central star (whose luminosity we vary), where two point symmetric shadows, with a certain depth and shape (which we also vary), are cast.

Shadows are applied in the stellar irradiation field. The shadows have a square-ish profile (see gray line in temperature gradient, fig. 2 below) inspired by RT modeling of the shadows in DoAr44 (Casassus et al. 2018).

Our radiation module is based on a gray approximation and flux-limited diffusion, and a two-temperature approach (Benítez-Llambay & Masset 2016). Viscous heating is incorporated but it is negligible next to stellar irradiation.

3D radiation hydrodynamics of discs with shadows

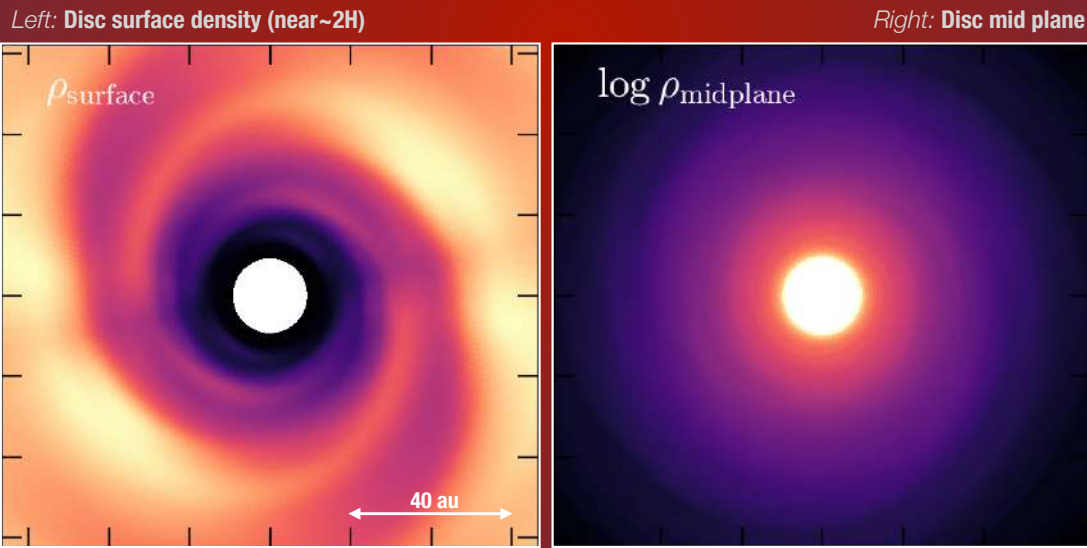
Spiral arms launched by illumination effects

Sebastián Pérez (MAD/DAS U. Chile), Simon Casassus (MAD/DAS U. Chile),
Pablo Benítez-Llambay (NBIA, Copenhagen), Sebastián Marino (Cambridge, UK), Frédéric Masset (UNAM, México).

Result 1: spirals are launched at the surface

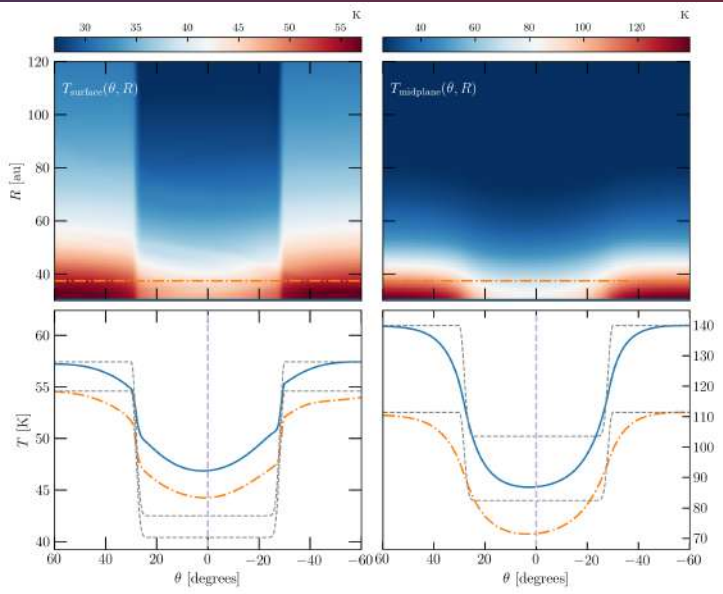
Prominent spirals are launched at the disc surface (above one scaleheight).

The spirals at the surface have an m=2 morphology, and are stable and sustained over the whole time span of our simulations (100 orbits at 20 au).



Key parameters for the spiral-shadow connection are the luminosity of the central and the depth of the shadows. Here we show rather deep shadows, with a depth (blockage of stellar light) of 90%. The opacities are also relevant. Here using Lin & Bell (1984).

Results 2: significant temperature gradient under the shadow



The crossing under the shadow affects the disc temperature azimuthal profile. This could produce an observable temperature signature, which translates into shadows being found at slightly different azimuthal locations at different frequencies. The blue line is the profile cut at 30 au, orange is at 38 au. Gray line is the model's shadow profile.

Implications for observability

Our work finds that spirals are indeed launched by the periodic passing under a shadowed region. But these are surface features rather than an underlying mid plane structure. This means that, if present, they would be observable in scattered light and not dust continuum. This is promising as a plausible mechanism to explain spirals seen in scattered light images of HD100453, which seem to stem from the shadows (Casassus et al. 2016, PASA, Benisty et al. 2017). These spirals launched by shadows would not be able to explain the spirals in Elias 2-27 (L. Pérez et al. 2016) which are seen in the continuum tracing the mid plane.

References:

Benisty et al. 2017, A&A, 597A, 42B
Benitez-Llambay & Masset 2016, ApJS, 223, 11
Casassus et al. 2016, PASA review
Casassus et al. 2018, submitted
Marino et al. 2015, ApJL, 798, L44
Montesinos et al. 2016, ApJ, 823, L8
L. Pérez et al. 2016, Science, 353, 6307

En qué plataforma/app hacer el poster?

Recomendaciones:

LaTeX (mirar templates en Overleaf).

También se puede usar Keynote, Google Slides o Canva



Caracterización de la respuesta fotoclimativa de *Arthrospira maxima* para la producción de biomasa de alto contenido proteínico y bajos costes de producción y de impacto ambiental

Autor: Brandon Alejandro Mejía Sarao* Asesora: Dra. Susana Enriquez Domínguez**



1. INTRODUCCIÓN

Las principales fuentes de proteína para consumo humano provienen de la ganadería y del cultivo de leguminosas. La producción ganadera aporta niveles de metano y CO₂ atmosféricos muy altos como consecuencia del alto contenido de carbono orgánico de sus residuos. También requiere de pastizales, lo que ha contribuido a la deforestación reduciendo la capacidad de las comunidades vegetales terrestres de actuar como sumideros de carbono. El efecto conjunto del incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de las granjas ganaderas, y la disminución de la habilidad de inmovilizar carbono de la cobertura forestal para la producción de forraje, ocasionan que la ganadería sea responsable del 14.5% de las emisiones globales de GEI, haciéndola una de las actividades humanas que más contribuye al cambio climático.

Por otro lado, la población humana sigue en aumento y preocupa la capacidad de nuestras sociedades de cubrir las necesidades alimenticias mínimas de toda la población. Entre las estrategias propuestas para producir proteínas de alta calidad para consumo reduciendo los efectos nocivos de la producción de carne, se encuentra el cultivo de fitoplancton, el cual permite aprovechar su capacidad de fijar CO₂ atmosférico en carbono orgánico a través del metabolismo fotosintético, liberando oxígeno en el proceso¹⁻⁶, produciendo biomasa vegetal enteramente aprovechable, sin residuos^{2,3,7}.

Entre las especies de fitoplancton utilizables como alimento proteico se encuentra *Arthrospira maxima*, comúnmente conocida como espirulina, una especie de cianobacteria pluricelular que forma tricomas (ver figura 1), endémica de México. La biomasa de esta especie contiene alrededor del 65% de proteínas, casi tres veces más que la carne de res⁸⁻¹¹. Estas proteínas son de fácil digestión para el ser humano y aportan los 9 aminoácidos esenciales, además de tener un alto contenido de antioxidantes y biomoléculas de interés terapéutico, como la C-ficocianina (CPC) y los sulfolípidos. Todas estas características han hecho que esta especie sea considerada un superalimento¹²⁻¹⁴.

Si bien el género *Arthrospira* ha sido ampliamente estudiado, la mayor atención se ha centrado en la especie *A. platensis* de origen africano. La especie mexicana *Arthrospira maxima* no ha recibido la misma atención a pesar de ser un cultivo ancestral de la época prehispánica (Ver figura 1), con numerosos registros de como la civilización mexica cosechaba un "limo verde" tomado del lago de Texcoco con el que preparaban alimento especial para la realeza y los painani (mensajeros que corrían largas distancias).

2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son las condiciones de luz y temperatura óptimas para la producción de biomasa de alto valor alimenticio de *Arthrospira maxima*?

3. OBJETIVO

Caracterizar la respuesta fotoclimativa de *Arthrospira maxima* a la luz y a la temperatura a fin de identificar las condiciones de cultivo óptimas que permitan maximizar su producción además de la calidad de la biomasa obtenida, minimizando los costes de producción. Como indicador de calidad alimenticia se utiliza el contenido de C-ficocianina.

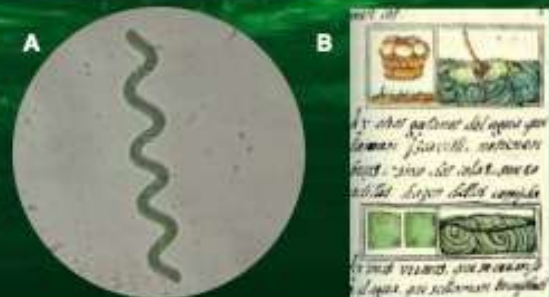


Figura 1. (A) Tricoma de *Arthrospira maxima*. Esta es la forma de organización más común de las células del género *Arthrospira*. (B) Extracto del código Florentino que documenta el uso prehispánico de *A. maxima*.

5. METODOLOGÍA

Se cultivó una cepa comercial de *A. maxima* durante 15 días bajo condiciones contrastantes de luz y temperatura (Tabla 1). Se realizaron conteos de tricomas en cámara de Neubauer para cada día de cultivo. Tras alcanzar la fase estacionaria de crecimiento se determinó el peso seco y contenido de pigmentos, así como las tasas de fotosíntesis y respiración para cada tratamiento. Para determinar qué condiciones de cultivo permiten obtener la mayor producción de biomasa en relación a la inversión de recursos (energía), se normalizó la producción con respecto a sus costos proporcionales al nivel de irradiancia y de temperatura de cada cultivo. Para evaluar la calidad de la biomasa con respecto a su costo de producción este cociente fue multiplicado a su vez por el contenido de CPC en relación a la biomasa total producida en cada tratamiento.

Tabla 1. Condiciones de cultivo experimentales de <i>Arthrospira maxima</i>		
Tratamiento	Irradiancia (μmol quanta m ⁻² s ⁻¹)	Temperatura (°C)
ML29 *	500	29
HL29	750	29
LL29	250	29
HL31	750	31
LL31	250	31
HL26	750	26
LL26	250	26

* El tratamiento ML29 fue utilizado como control experimental

4. ODS VINCULADOS AL PROYECTO

- 2. Energía limpia y asequible**
Al diversificar las fuentes de proteína, con fuentes alternativas altamente productivas y de mínima producción de residuos, se posibilita la disminución de la huella de carbono de la ganadería con alternativas nutricionales, que no pongan en riesgo la capacidad de alimentar a la población mundial.
- 3. Salud y bienestar**
La biomasa de espirulina contiene altos niveles de antioxidantes, así como sulfolípidos con actividad antiviral y antitumoral, lo que supone una propuesta alimenticia con posible interés también en investigación biomédica y farmacéutica.
- 9. Industria, innovación e infraestructura**
Dado el alto valor de los cocientes Fotosíntesis:Respiración que caracteriza a este género, su producción es altamente rentable y contribuye a una huella de carbono negativa, lo que permite desarrollar una industria limpia y sostenible.
- 12. Consumo responsable**
El cultivo de alimentos de alto contenido de proteínas con una huella de carbono negativa representa un avance importante en la capacidad tecnológica de nuestra sociedad para impulsar un tipo de producción de alimentos sostenible.
- 13. Vida submarina**
La espirulina es una fuente alternativa de alimento proteico que extrae CO₂ de la atmósfera al tiempo que libera oxígeno por lo que su cultivo supone una estrategia para reducir significativamente las emisiones de GEI en la producción de alimentos.

Resultados

La respuesta fotoclimativa de *A. maxima* involucra cambios en las tasas de crecimiento (A), la absorción *in vivo* (B) y las tasas metabólicas de esta especie (C). Estos ajustes implican cambios en el tamaño de los individuos (tricomas) con independencia de la abundancia de estos (D, A), así como cambios en el contenido del pigmento de interés comercial CPC por unidad de biomasa (E). Con esta información, se comparó el beneficio económico de cada condición de cultivo como la relación entre el precio promedio del contenido de CPC por m³ de cultivo dividido entre el costo de la inversión en energía para mantener la luz y temperatura constantes en el mismo volumen.

Conclusiones

Las condiciones de cultivo de *Arthrospira maxima* permiten controlar la calidad comercial de la biomasa obtenida a través de ajustes a la luz y a la temperatura. Mediante esta caracterización es posible optimizar la relación costo-beneficio entre la producción de biomasa y los costos de cultivo. Se observaron también cambios en la forma espiral de los tricomas, los cuales podrían ayudar a explicar las diferencias entre el contenido de pigmento y la absorción *in vivo* para esta especie, por lo que se recomienda realizar también la caracterización de estos cambios estructurales y su relación con la óptica de *A. maxima*.

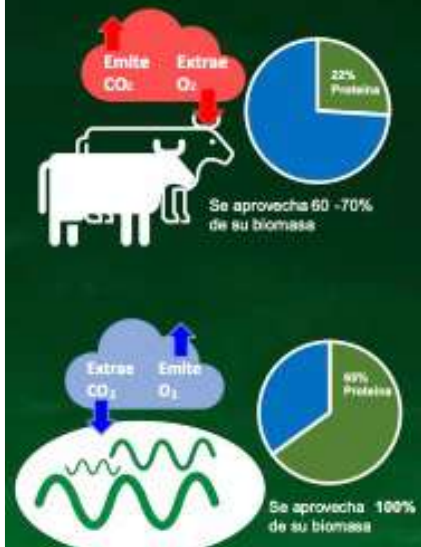
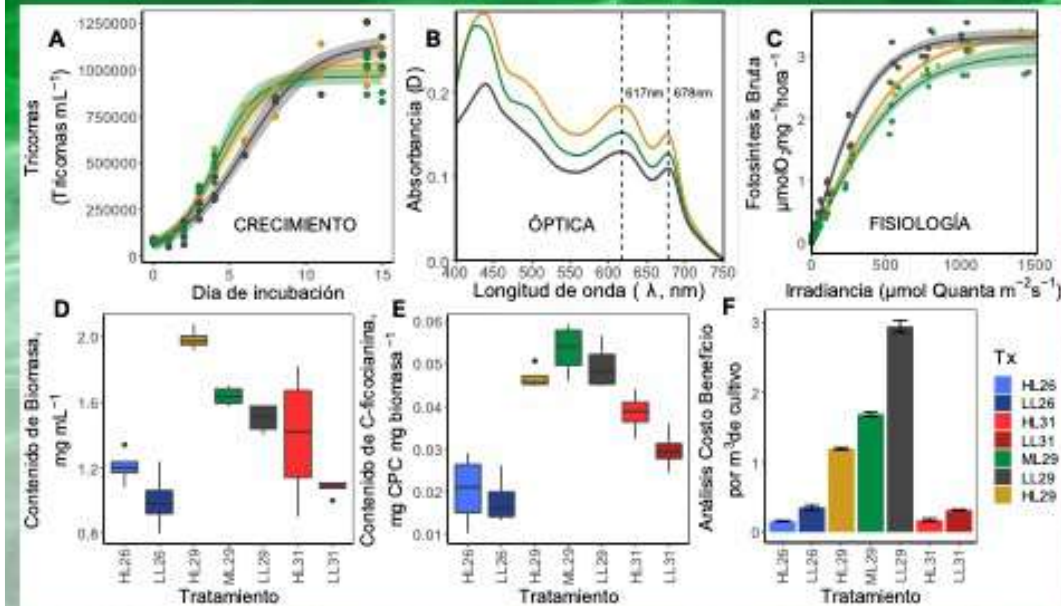


Figura 2. Comparativa entre el cultivo de *Arthrospira maxima* y la ganadería.



Agradecimientos

Al Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del CONACYT por otorgar financiamiento para los estudios de posgrado de Brandon Mejía A la B.T. María Fernanda Simon-Aldana por su valioso apoyo en la realización de este trabajo de investigación.

*Alumno de Maestría del Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología del ICMyL UNAM Email: bmejia357@gmail.com

**Investigadora Titular "C", adscrita a la Unidad Académica de Sistemas Acuáticos, ICMyL UNAM Email: enriquez@omar.unam.mx

Referencias

1. Dorel, B., G. Stancu, R. R. S. Silva, A. S. Das, D. Monjaque-Núñez, Sustainable aqua- and animal feed source. J. Food. Foods 62, 103945 (2019).
2. Khan, M. I., Shin, J. H. & Kim, J. D. The promising future of microalgae: Current status, challenges, and optimization of a sustainable and renewable industry for biofuels, feed, and other products. Microb. Cell Fact. 17, 1-21 (2018).
3. Brown, M. R., Cruz-Suarez, L. E., Rojas-Maria, B., Tapia-Salazar, M. & Gaxiola-Cortés, M. G. Nutritional value of microalgae for aquaculture. (2022).
4. Adame-Vega, T. C. et al. Microalgae bioreactors: a promising approach towards sustainable omega-3 fatty acid production. Microb. Cell Fact. 11, 1-11 (2012).
5. Zhai, H. Microalgae culture technology for carbon dioxide bioregulation. In Handbook of Algal Science, Technology and Medicine 305-316 (Elsevier, 2020). doi:10.1016/B978-1-2-418305-2.00018-9.
6. Hamed, I. The Evolution and Versatility of Microalgal Biotechnology: A Review. Compr. Rev. Food Sci. Food Saf. 15, 1104-1123 (2016).
7. Handbook of Microalgal Culture. Handbook of Microalgal Culture (Blackwell Publishing Ltd, 2003). doi:10.1002/9780470995260.

8. Wilton, B. A., Shi, C., Toranzo, G. & Vivasili, A. Ecology of cyanobacteria II: Their diversity in space and time. In Ecology of Cyanobacteria II: Their Diversity in Space and Time vol. 97894007381-790 (2012).
9. Chert, O. & Tiboni, O. The biotechnology and industrial potential of spirulina. Ann. Rev. Microbiol. 38, 503-526 (1984).
10. Chert, O. Spirulina, the edible microorganism. Microbiol. Rev. 47, 551-578 (1983).
11. Serr, R. A., Sudhakar, K. & Rana, R. S. Spirulina - From growth to nutritional product: A review. Trends Food Sci. Technol. 69, 167-171 (2017).
12. Sorrenti, R. R., Rostogi, R. P. & Madamwar, D. Natural Antioxidants from Algae: A Therapeutic Perspective. Algal Green Chemistry: Recent Progress in Biotechnology (Elsevier B.V., 2017). doi:10.1016/B978-0-444-63734-0.00005-9.
13. Khan, Z., Bhattachar, P. & Bisen, P. S. Nutritional and therapeutic potential of Spirulina. Curr. Pharm. Biotechnol. 6, 373-379 (2005).
14. Wu, Q. et al. The antioxidant, immunomodulatory, and anti-inflammatory activities of Spirulina: an overview. Ann. Toxicol. 30, 1617-1640 (2019).
15. Paz-Jacinto, D., Rocha-Tobías, L., Domínguez-Fernández, L. & Domínguez-Fernández, L. G. Phycoerythrin from Spirulina: A review of extraction methods and stability. Food Res. Int. 143, (2021).



Universidad Estatal del Valle

ESTUDIO DE LA VIDA MARINA

POR ANA CENTENO

INTRODUCCIÓN

Según Wikipedia, en el ámbito de la edición académica, una revista científica es una publicación periódica cuyo propósito es expandir el progreso de la ciencia, en general mediante la presentación de nuevas investigaciones. Se editan miles de revistas científicas y se han publicado muchas más en varios momentos en el pasado (consulta la lista de revistas científicas). La mayoría de las revistas tienen un alto nivel de especialización, aunque en algunas de las más antiguas, como Nature, se publican artículos y documentos científicos de una amplia variedad de temas.



ESPECIES A

Según Wikipedia, en el ámbito de la edición académica, una revista científica es una publicación periódica cuyo propósito es expandir el progreso de la ciencia, en general mediante la presentación de nuevas investigaciones. Se editan miles de revistas científicas y se han publicado muchas más en el pasado.

ESPECIES B

Según Wikipedia, en el ámbito de la edición académica, una revista científica es una publicación periódica cuyo propósito es expandir el progreso de la ciencia, en general mediante la presentación de nuevas investigaciones. Se editan miles de revistas científicas y se han publicado muchas más en el pasado.

RESULTADO Y DEBATE

Según Wikipedia, en el ámbito de la edición académica, una revista científica es una publicación periódica cuyo propósito es expandir el progreso de la ciencia, en general mediante la presentación de nuevas investigaciones. Se editan miles de revistas científicas y se han publicado muchas más en varios momentos en el pasado (consulta la lista de revistas científicas). La mayoría de las revistas tienen un alto nivel de especialización, aunque en algunas de las más antiguas, como Nature, se publican artículos y documentos científicos de una amplia variedad de temas.



Oumuamua

Un viajero inesperado

Amanda Achterberg - Catalina González - Jorge Luis Guzmán
4 de Agosto, 2023

El primer explorador de un lugar lejano

El año 2017, el proyecto **Pan-STARRS** detectó un fugaz objeto de notable velocidad que capturó la atención de los científicos debido a que no se ajustaba a las características de un objeto perteneciente a nuestro sistema solar. Este cuerpo fue nombrado como **"Oumuamua"**. Al ser un objeto pasajero, su estudio ha sido complejo, pero se estima que su tamaño es de **400 metros de largo**, siendo a su vez 10 veces más largo que ancho [Figura 2]. Respecto a su composición, esta sería principalmente de roca. Además, destaca que no deja rastros de materia en su trayectoria, lo que indicaría la presencia de **hidrógeno** y **nitrógeno molecular** en sus componentes.



Figura 2.

La tecnología responsable de este descubrimiento

El gran descubridor de este objeto es el observatorio **PAN-STARRS** [Figura 3], que cuenta con **dos telescopios de 1,8 m de diámetro** y cada uno con una cámara de aproximadamente 1,5 millones de píxeles. Observa panorámicamente 1.000 grados cuadrados de cielo nocturno, realizando el sondeo multicolor (luz visible e infrarroja) cada una hora. Al comparar estas secuencias, se logran identificar elementos que se mueven cercanos a la tierra en 60 minutos y se registran para revisión objetos **inusuales o potencialmente peligrosos**, tales como Oumuamua.

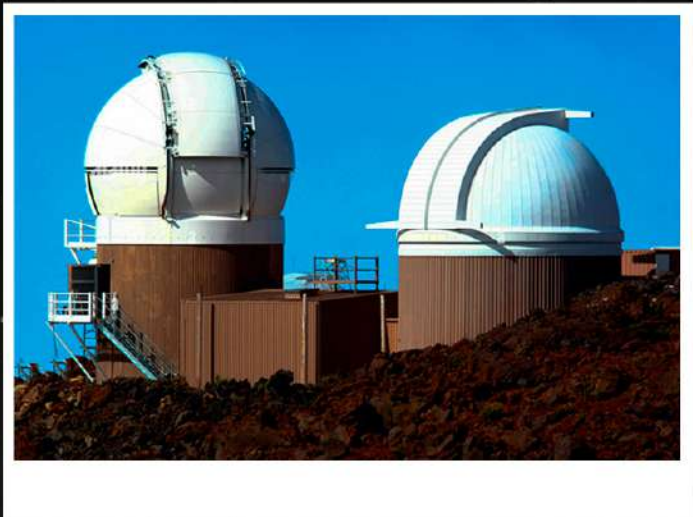


Figura 3.

USACH
DEPARTAMENTO DE
FÍSICA
ASTROFÍSICA
MENCIÓN
EN CIENCIA DE DATOS

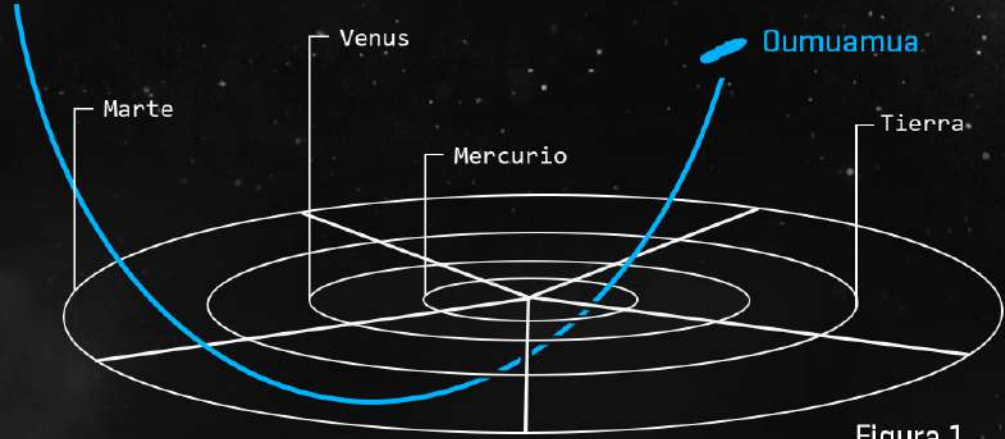


Figura 1.

¿Qué lo hace tan interesante?

Se estima que ha estado en curso durante aproximadamente un millón de años y se considera que una pequeña estrella roja llamada **"HIP3757"** podría ser su **origen**. A pesar de todos los misterios de este objeto, lo que más ha llamado la atención es su trayectoria debido a su irregular velocidad de **38,3 kilómetros por segundo**, en la cual se acercó por sobre nuestro sistema solar, cruzó bajo el plano de la eclíptica, fue atraído por la gravedad del sol y luego de pasar bajo la órbita de la Tierra volvió a subir por sobre el plano [Figura 1]. Su variación de brillo también llamó la atención siendo este en un **factor de diez** mientras gira sobre su eje cada **7,3 horas** [Figura 4].

¿Cuándo veremos otro objeto similar?

Se estima que objetos similares a Oumuamua atraviesan nuestro sistema solar aproximadamente **una vez al año**, pero son muy difíciles de captar. Sin embargo, no todo estaría perdido, ya que las tecnologías evolucionan de manera desmesurada y, así como este objeto logró ser captado, el año 2019, gracias al Telescopio espacial Hubble, fue descubierto el **cometa Borisov**, el único otro objeto pasajero proveniente de **fuera del sistema solar** que ha sido captado.

Los aportes que nos entrega su estudio

Como este cuerpo proviene de **fuera de nuestro sistema solar**, ha sido objeto de investigación con el fin de obtener información sobre posibles trayectorias e interacciones con **objetos interestelares**. Además, su estudio ha sido crucial para ampliar nuestro conocimiento sobre la **formación de planetas** en otros lugares del universo, ya que su composición es similar a la de los **planetesimales** formados en otros sistemas solares.

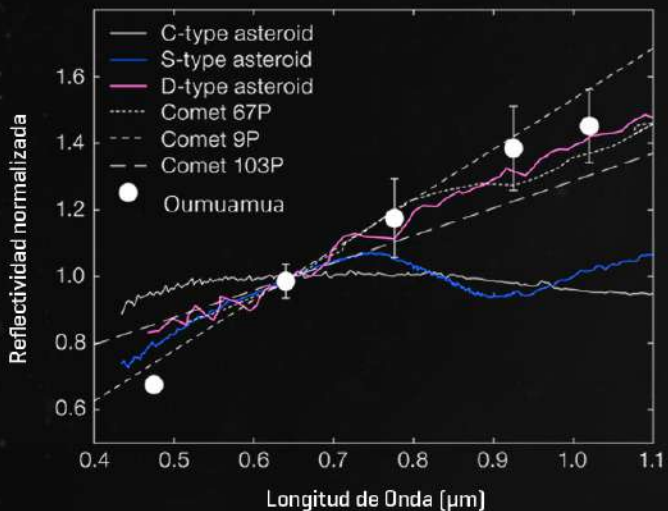


Figura 4. Gráfico comparativo de la reflectividad de Oumuamua con cuerpos similares a este

UN VIAJE A LOS IMPONENTES ANILLOS SATURNIANOS

FABIÁN DESTEFANO, HARRY GONZALEZ, FABIAN PEÑA

ORIGEN

El origen de los anillos es una incógnita hasta el día de hoy. Existen varias teorías, pero dos de todas son:

La primera estima que poco antes de tener sus anillos, un satélite natural que orbitaba a Saturno se acercó demasiado, chocó contra este, debido a tal suceso la luna se fragmentó y los restos comenzaron a orbitar al planeta, convirtiéndose en sus anillos.

Y la segunda es que estos se formaron junto a la creación de Saturno.

COMPOSICIÓN

Los anillos están compuestos principalmente por hielo de agua, lo que les da un color blanco ligeramente azulado. Sin embargo, debido a la presencia de otros materiales tales como dióxido de carbono, metano y nitrógeno, polvo de hierro, exhiben una variedad de colores, como gris, rosa, marrón, verde y naranja, estos se pueden apreciar mejor con ciertos filtros (Fig.1). La cantidad de material y los ángulos de la reflexión de la luz determinan la variaciones de color.

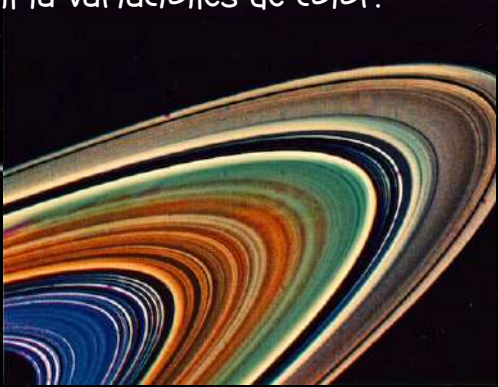


Imagen de los Anillos de Saturno con varios filtros aplicados. Tomada por el Voyager-2 publicada el 16 de diciembre del 2004. Tomada de Color-Enhanced Rings I NASA Solar System Exploration. (s. f.). NASA Solar System Exploration.

¿COMO SABEN DE QUÉ ESTAN COMPUESTOS?

Para saber de qué están compuestos se utiliza la espectroscopia. Se descompone la luz con ayuda de un espectrógrafo y mide las diferentes longitudes de onda de todo el espectro. La luz reflejada contiene bandas de absorción debido a los materiales presentes. Cada elemento químico o molécula produce una línea de absorción única en el espectro. El espectro de cualquier objeto astronómico no solo revela la presencia de ciertos elementos químicos, sino que también informa sobre condiciones físicas, como la temperatura y la densidad.

LA VELOCIDAD DE LOS ANILLOS

Los anillos de Saturno están orbitando al planeta y rotando a una velocidad de 17,5 km/s aproximadamente, esto se explica gracias a la fuerza centrípeta. Cada sección de los anillos posee una velocidad diferente, que se detecta mediante fotografías del espectro luminoso del planeta, debido a que la luz que nos llega la podemos plasmar en imágenes y analizarlas, se utiliza el "efecto Doppler-Fizeau". Gracias a esta información es el cómo podemos conocer la velocidad de rotación de los anillos de forma precisa.

¿CÓMO SE OBTIENE ESTA INFORMACION?

La gran mayoría de la información e imágenes que tenemos sobre Saturno y sus anillos se la debemos gracias a la sonda espacial Cassini-Huygens, la cual posee entre varios instrumentos que trabajan en infrarrojo, luz visible, ondas de radio y microondas. Además poseía antenas para comunicarse con la Tierra y enviar la información para el posterior análisis.

Fuentes de informacion

In-Depth | Saturn - NASA Solar System Exploration. (17 de Octubre del 2022). NASA Solar System Exploration.

Rodríguez, H. (30 de abril del 2023). Saturno (planeta). Todo lo que sabemos en 2023 sobre Saturno.



DEPARTAMENTO DE FÍSICA
UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

GRBs ¿UNA AMENAZA PARA LA VIDA?



DEPARTAMENTO DE FÍSICA

Si tomas toda la energía de las estrellas que ves en el cielo y la conviertes en un arma, obtendrías algo semejante a un Brote de Rayos Gamma (GRB). Los rayos Gamma son una onda que transporta energía a través de fotones, tal y como la luz visible que ven nuestros ojos, pero siendo un millón de veces más energéticos. Tal energía podría perturbar el sistema bioquímico que nos permite vivir.

Proceden de la génesis de agujeros negros, un cataclismo cósmico que dispara densos flujos Gamma llenos de energía al vacío. Si provienen de muy lejos, perderán energía y la atmósfera terrestre los absorberá fácilmente. Sin embargo, si nacen a una distancia relativamente corta y apuntan directo hacia nosotros, sería catastrófico. A pesar de que un GRB tan energético solo se espera que ocurra una vez cada 10000 años, no es imposible que amenacen a la Tierra.

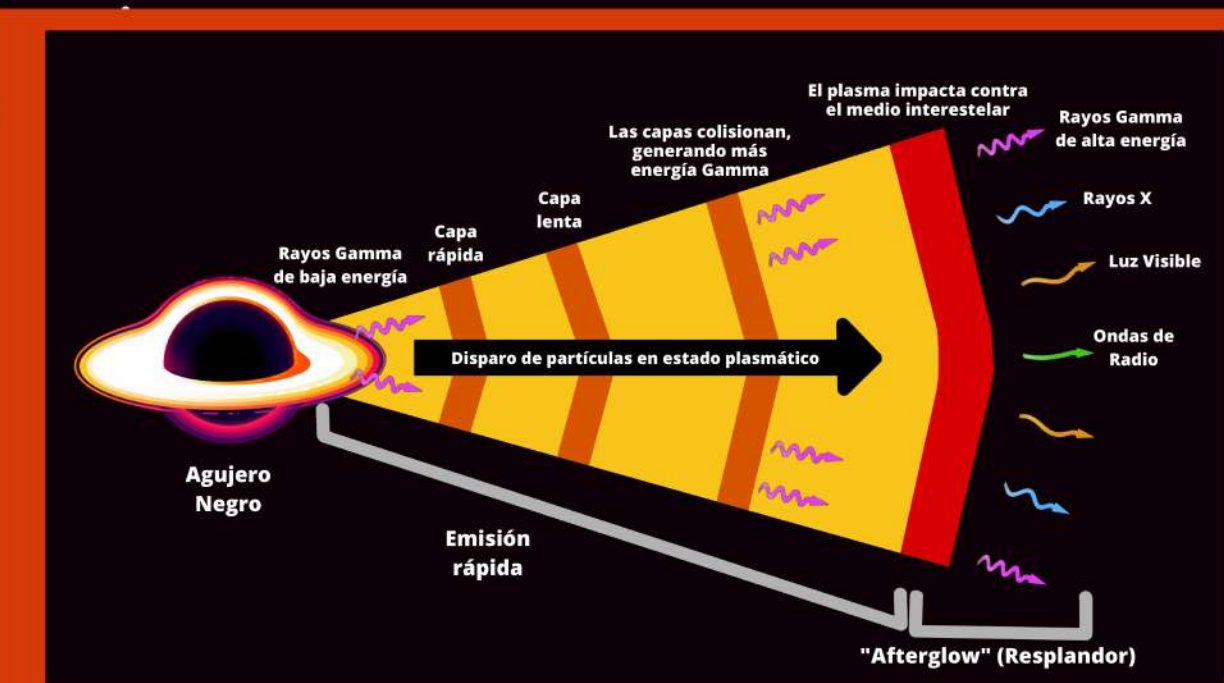


Figura 1: Estructura de un GRB. A la izquierda, se ve el agujero negro que originó el brote Gamma. Mientras la explosión avanza, impulsa las partículas energizadas al exterior. Se emiten fotones de todo el espectro electromagnético, pero concentra mayores cantidades de la clase Gamma altamente energizadas.

¿Qué escenario nos espera si un GRB logra impactar a nuestro planeta?

Si el GRB proviene del exterior de nuestra galaxia, gran parte de su energía se disiparía en el trayecto y la atmósfera podrá absorber la radiación. Podría tener un efecto temporal en algunos satélites y dispositivos electrónicos de nuestro planeta.

Si el GRB se genera a unos 400 años luz de distancia, destruiría la capa de Ozono, lo que nos dejaría a merced de la radiación ultravioleta del Sol. La vida terrestre tendría que adaptarse a los altos niveles de radiación UV, y muchos seres vivos, entre ellos los humanos, verían comprometida su supervivencia a largo plazo.

Si el GRB se encuentra a cualquier distancia menor a 400 años luz, los rayos Gamma podrían generar una ionización en cadena (ver figura 2), liberando altas cantidades de radiación a la superficie y destruyendo casi por completo a la atmósfera. Mientras esperamos a que nuestra barrera planetaria se regenere de forma natural, el Sol tendría tiempo de sobra para dañar la superficie terrestre lo suficiente para impedir que la vida en nuestro hogar cósmico prevalezca.

A esta distancia, también sería posible que la longitud de los rayos Gamma sea tan corta que atravesara la materia sin consecuencias, pero esto requeriría un GRB con la energía de un octillón de bombas atómicas.

¿De qué depende la frecuencia de los Brote de Rayos Gamma de una galaxia?

Los GRB son causados por la muerte de estrellas masivas o colisión de estrellas de neutrones. Ambos producen el mismo resultado: un agujero negro que dispara radiación al espacio, como se ve en el esquema (figura 1). Dado que la cantidad de estrellas de cada magnitud siguen un patrón, lo más intuitivo es pensar que las galaxias con más estrellas tienen más probabilidades de producir GRB, ya que poseen más candidatas a generar un agujero negro.

Las galaxias con más estrellas son aquellas que poseen mayor tamaño, ya que tienen más recursos disponibles para crear astros que eventualmente generen lo que buscamos.

El tamaño de una galaxia varía con la cantidad de materia que han logrado recoger del cosmos. Incluso, si un par de galaxias se atraen gravitacionalmente entre sí, pueden colapsar una con la otra en un periodo de millones de años, sumando sus masas y volviéndose una galaxia mucho más masiva que sus predecesoras.

Junto con el tamaño, un factor igual de importante es la densidad gaseosa que tienen las galaxias. Si una galaxia posee muchos cúmulos de gas y polvo, tiene más herramientas con las que puede crear estrellas. Si bien no se sabe con exactitud cómo es que varía la cantidad de zonas densas de una galaxia, hay algunas cuantas hipótesis que se han planteado, pero ninguna es suficientemente precisa.

En síntesis, las galaxias con más estrellas pueden producir GRBs con más frecuencia, y más de alguno de estos brotes puede haber extinguido grandes poblaciones de vida extraterrestre sin dejar rastro. Sin embargo, esta idea está construida bajo conceptos que aún están bajo investigación. Además, atribuirle a los GRB el mérito de borrar del mapa a la vida como la nuestra sería una simplificación excesiva, pues hay muchos otros factores a considerar.

Bibliografía:

1. NASA. (2023, Junio). NASA Missions Study What May Be a 1-in-10,000 Year Gamma-Ray Burst.
2. Gill, R., & Granot, J. (2022). Gamma-Ray Bursts at TeV Energies: Theoretical Considerations.
3. Thomas, B.C. (2009, Mayo). Gamma-ray bursts as a threat to life on Earth. International Journal of Astrobiology

Autores:

Cristian Muñoz
Ariel Rodríguez
Sebastián Padilla

Agosto del 2023

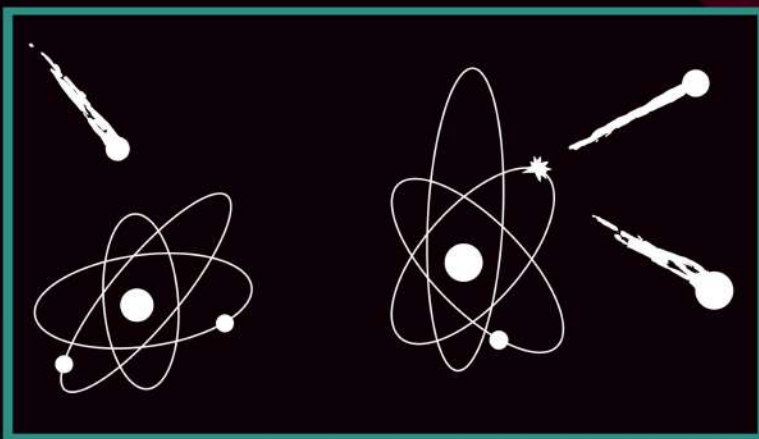


Figura 2: Fenómeno de ionización

A la izquierda, una partícula energizada incide en un átomo. La interacción libera un electrón, que puede conservar suficiente energía para iniciar un proceso de ionización en cadena.

¿Qué podemos concluir de esto?

Sin duda alguna los rayos Gamma son letales para la vida similar a la nuestra, y son capaces de convertir al planeta azul en un lugar inhabitable.

Aún así, que se den las condiciones adecuadas para que este escenario ocurra es casi imposible, y nuestra galaxia nos debe el nacimiento de un agujero negro hace muchos años.

Además, nuestra atmósfera es capaz de lidiar con los rayos Gamma de menor energía. Si bien está mejor equipada para encargarse de los rayos UV del Sol, nuestra barrera planetaria nos mantendrá a salvo de lo que viene del exterior.

Entonces, si la atmósfera es quien nos permite despreocuparnos de la radiación cósmica, ¿qué hay de los otros planetas? ¿Son los GRB uno de los motivos por los que no vemos vida en otros rincones cósmicos?

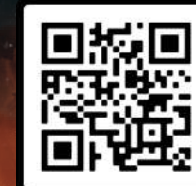


DEPARTAMENTO DE FÍSICA

ASTROFÍSICA
CON MENCIÓN EN
CIENCIA DE DATOS

Sistemas Black Widow

Tomás Inzulza, Juanpablo Peralta, Amelia Díaz
Dpto. Física, Universidad de Santiago de Chile
21/07/2023



Bibliografía

En el espacio podemos encontrar muchos fenómenos interesantes. Uno de ellos, son los "Sistemas Viuda Negra", Los cuales se caracterizan por ser sistemas binarios de estrellas, en los que una estrella de neutrones (pulsar) golpea a su estrella compañera con sus rayos de luz, extrayendo materia de ella y emitiendo intensa radiación en el proceso. Por esta razón, los astrónomos comparan este tipo de sistemas con la especie de araña "Viuda negra" o "*Latrodectus*" (nombre científico), por mantener un comportamiento parecido de devorar a su pareja durante el apareamiento.

En 1988 los astrónomos, Joseph H. Taylor, A. Wolszczan y D. Lyne, descubrieron el primer Sistema Viuda Negra (PSR B1957+20), utilizando el radiotelescopio de Arecibo en Puerto Rico.

Una estrella de neutrones o pulsar, se forma cuando una estrella de entre 8 y 25 masas solares estalla en una supernova. Después de la explosión, las capas exteriores de la estrella salen despedidas al espacio permaneciendo un remanente estelar pero sin volver a producir fusión nuclear. Gracias a esto la estrella se condensa y colapsa, por lo que, a pesar de mantener un tamaño no más grande que una ciudad, puede contener 2 veces la masa del sol lo que las hace uno de los objetos estelares más densos del universo.

Métodos de observación:

- Los radiotelescopios son el objeto principal utilizado para encontrar pulsares, sin embargo, contar solo con las ondas de radio tiene ciertas limitaciones. Desde la llegada de los telescopios de rayos gamma la observación de pulsares se ha expandido, ya que tienen un rango mucho mayor y pueden observar los rayos γ emitidos por la estrella.
- Observaciones en rayos x: Con este tipo de observaciones se pueden apreciar indirectamente los "Black Widow", ya que el rayo del pulsar golpea el material que lo rodea expulsado por su estrella compañera, lo energiza causando que genere rayos x, haciendo posible su observación con un telescopio de rayos x como Chandra. (Ver Figura n° 1)

Chandra ACIS-S3
0.3-8 keV

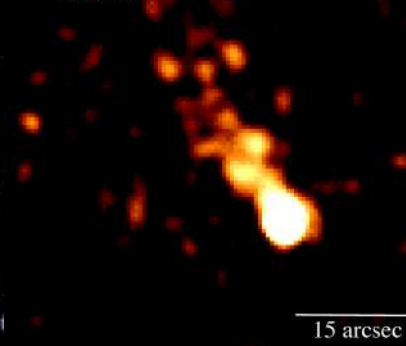


Figura 1:

<https://www.mdpi.com/2075-4434/7/4/93>
<https://academic.oup.com/mnras/article/345/2/678/1747335?login=false>

La estrella que acompañe al pulsar en este tipo de sistemas puede ser de cualquier tipo, se han encontrado principalmente enanas café y enanas blancas, generalmente estrellas de poca masa. La estrella compañera debe estar lo suficientemente cerca del pulsar para poder interactuar con él; además se cree que pueden llegar a evaporarse por completo en algún punto y es por eso que regularmente los pulsares con periodos de rotación muy corto, como los "*millisecond pulsar*" (MSP) (con periodos de rotación no mas largos de 30 ms), se encuentran solos, ya que llevan tanto tiempo rotando que lograron desvanecer a su estrella compañera por completo.

Un sistema binario es un sistema estelar en el que se formaron dos estrellas hermanas, quienes orbitan entre sí y pueden compartir un sistema planetario.

En específico para formar los sistemas "Black Widow" se necesita un pulsar que tenga un periodo orbital corto (entre 3 y 5 horas), para que ambas estrellas puedan interactuar. Además el campo magnético del Pulsar debe estar descentrado de sus ejes de rotación y apuntando a algún punto de la órbita de la estrella compañera. (Ver Figura n° 2)

Periodo orbital:

El periodo orbital de un sistema binario, depende de la masa total del sistema. Para calcular eso es necesaria la distancia entre los centros de ambas estrellas, la constante de gravedad y el valor de las masas involucradas.

En el caso de las Viudas negras, también afecta la transferencia de masa y la variabilidad de energía entre los cuerpos.

- Figura n°1: Imágen captada por el telescopio de rayos x Chandra, de la nebula formada por la interacción entre el pulsar y su estrella compañera, las partículas de viento irradian emisiones de rayos x con forma de cola de cometa.
- Figura n°2: Se observa en el centro de la simulación, un pulsar, el cual presenta dos haces de luz apuntados hacia la orbita de la estrella compañera. La anterior, se puede observar con una estela de material que se desprende a medida que revoluciona al rededor del pulsar. Esta imagen es una simulación.

Figura 2:

The Pulsar Period-Period derivative diagram

Will Young Radio Pulsars become Magnetars?

Cristóbal Espinoza*, Andrew Lyne

As pulsars slow down, their rotational period increases and they cross this diagram from left to right, with a not well known slope. We have measured this slope for four Young Radio Pulsars and, hitherto believed to be separate populations, show how their spin parameters seem to be evolving toward Magnetar values.

Magnetars are located at the top right of the diagram. They exhibit luminous X-ray emission accompanied by X-ray bursts and energetic gamma-ray flare episodes. This exclusive behaviour is thought to be powered by the decay of a very strong magnetic field, larger than 100 Tera Gauss, which would have been acquired at the time the magnetar was formed.

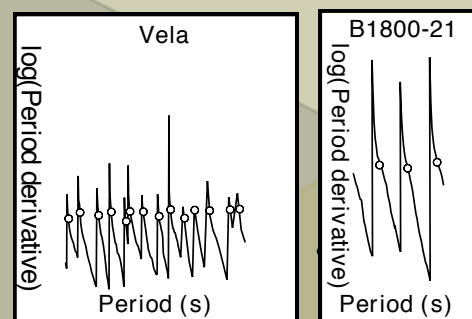
Young Pulsars are located above the general population, being many of them associated to a Supernova Remnant. They slow down gradually due to Magnetic Braking arising from surface magnetic fields of about 1 Tera Gauss.

The problem

According to a popular hypothesis (the dipolar model) young pulsars evolve towards the general population, following a path determined by the direction of this yellow arrow:

However, our results (black arrows on the diagram) show that some young radio pulsars are moving with a bigger slope

These are the path, for more than 20 years, of two pulsars in this P-Pdot space:



Circles on the plots are used to determine the long term underlying movement, like in Lyne et al. 1996

Conclusions
These results plus other evidences such as radio pulsars showing magnetar-like X-ray emission, magnetars emitting in radio and showing normal X-ray luminosities (i.e. Archibald et al. 2008) suggest strongly that they represent just different stages of a single class of object.

- General population: Isolated Radio Pulsars
- Supernova Remnant association (sign of youth)
- Supernova Remnant association ?
- × Glitch detected
- ▼ Magnetars: Luminous X-ray emission
- ▽ Magnetar showing also radio emission
- Binary systems
- ◇ Rotating Radio Transients
- Vela
- B1800-21

Arrows in the diagram show the direction of movement, measured from the data, pointing the position of the pulsar after 10,000 yr. Gray arrows correspond to published values, whether the black ones were gotten in the course of this work.

(*) cme@jb.man.ac.uk

Jodrell Bank Centre for Astrophysics

Period (s)

The data for the plot were taken from the ATNF pulsar catalog and the McGill magnetar catalog

The Pulsar Period-Period derivative diagram

Will Young Radio Pulsars become Magnetars?

Cristóbal Espinoza*, Andrew Lyne

As pulsars slow down, their rotational period increases and they cross this diagram from left to right, with a not well known slope. We have measured this slope for four Young Radio Pulsars and, hitherto believed to be separate populations, show how their spin parameters seem to be evolving toward Magnetar values.

Magnetars are located at the top right of the diagram. They exhibit luminous X-ray emission accompanied by X-ray bursts and energetic gamma-ray flare episodes. This exclusive behaviour is thought to be powered by the decay of a very strong magnetic field, larger than 100 Tera Gauss, which would have been acquired at the time the magnetar was formed.

Young Pulsars are located above the general population, being many of them associated to a Supernova Remnant. They slow down gradually due to Magnetic Braking arising from surface magnetic fields of about 1 Tera Gauss.

The problem

According to a popular hypothesis (the dipolar model) young pulsars evolve towards the general population, following a path determined by the direction of this yellow arrow:

However, our results (black arrows on the diagram) show that some young radio pulsars are moving with a bigger slope

These are the path, for more than 20 years, of two pulsars in this P-Pdot space:



Poster científico

Desarrollo en etapas

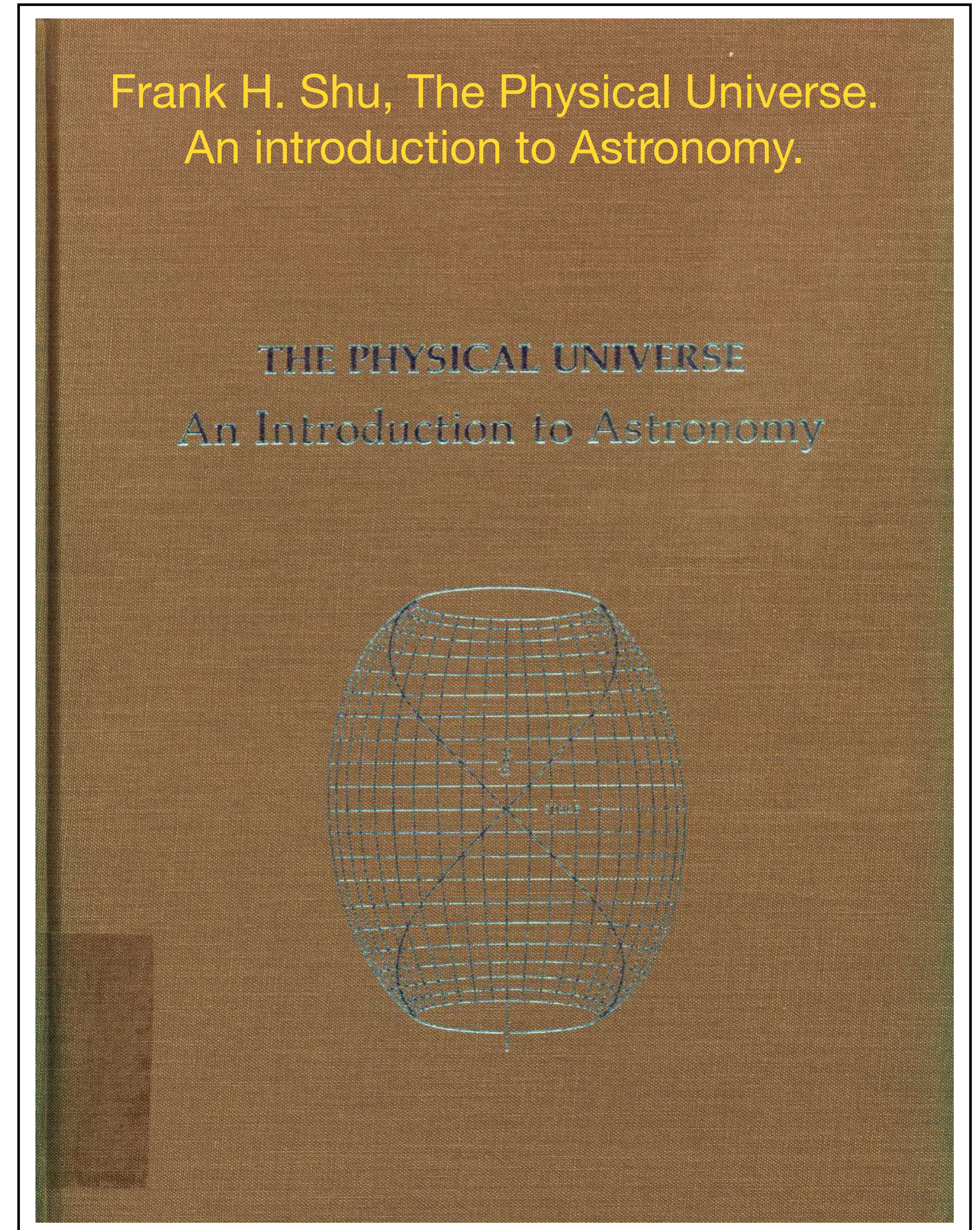
1. Propuesta [30%]
2. Avance 1 [30%]
3. Avance 2 [10%]
4. Presentación final [30%]

Bibliografía (opcional)

Bibliografía

Opcional

- Frank H. Shu, The physical universe. An introduction to Astronomy.
- James Binney & Michael Merrifield, Galactic Astronomy.
- B. W. Carroll & D. A. Ostlie, An introduction to modern astrophysics.
- Bennett, Donahue, Schneider, Voit, The Cosmic Perspective
- Andrew Liddle, An Introduction to Modern Cosmology
- Linda S. S. Sparke, Galaxies in the Universe: An Introduction
- OpenStax, Astronomy. <http://cnx.org/content/col11992/latest/> , <https://openstax.org/details/books/astronomy>



James Binney and Michael Merrifield

GALACTIC ASTRONOMY



Princeton Series in Astrophysics

Pearson International Edition

An Introduction to Modern Astrophysics

SECOND
EDITION



Bradley W. Carroll • Dale A. Ostlie

sebastian.perez.ma@usach.cl

Primera unidad: ¿Qué es la astrofísica? ¿a qué se dedica, y cómo se hace?

Discutir los distintos sistemas astrofísicos que dan forma al universo conocido, con foco en la noción de que el universo no es estático sino que es un proceso en curso.

Qué es la **astrofísica**?



Qué es la **astrofísica**?
astronomía?



Qué es la ~~astrofísica~~?
~~astronomía~~?
ciencia?



Qué es la ~~astrofísica~~?
~~astronomía~~?
ciencia?

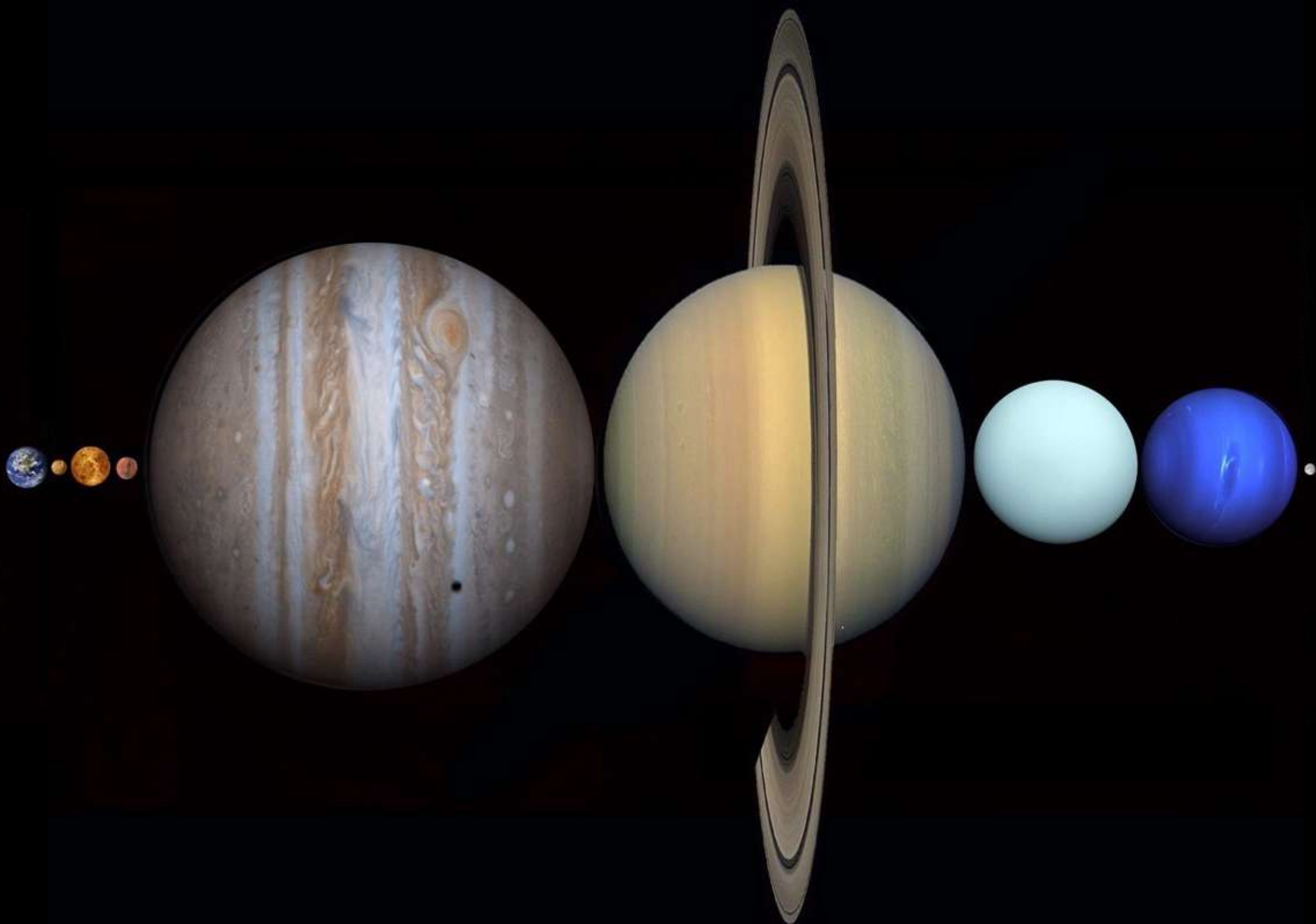


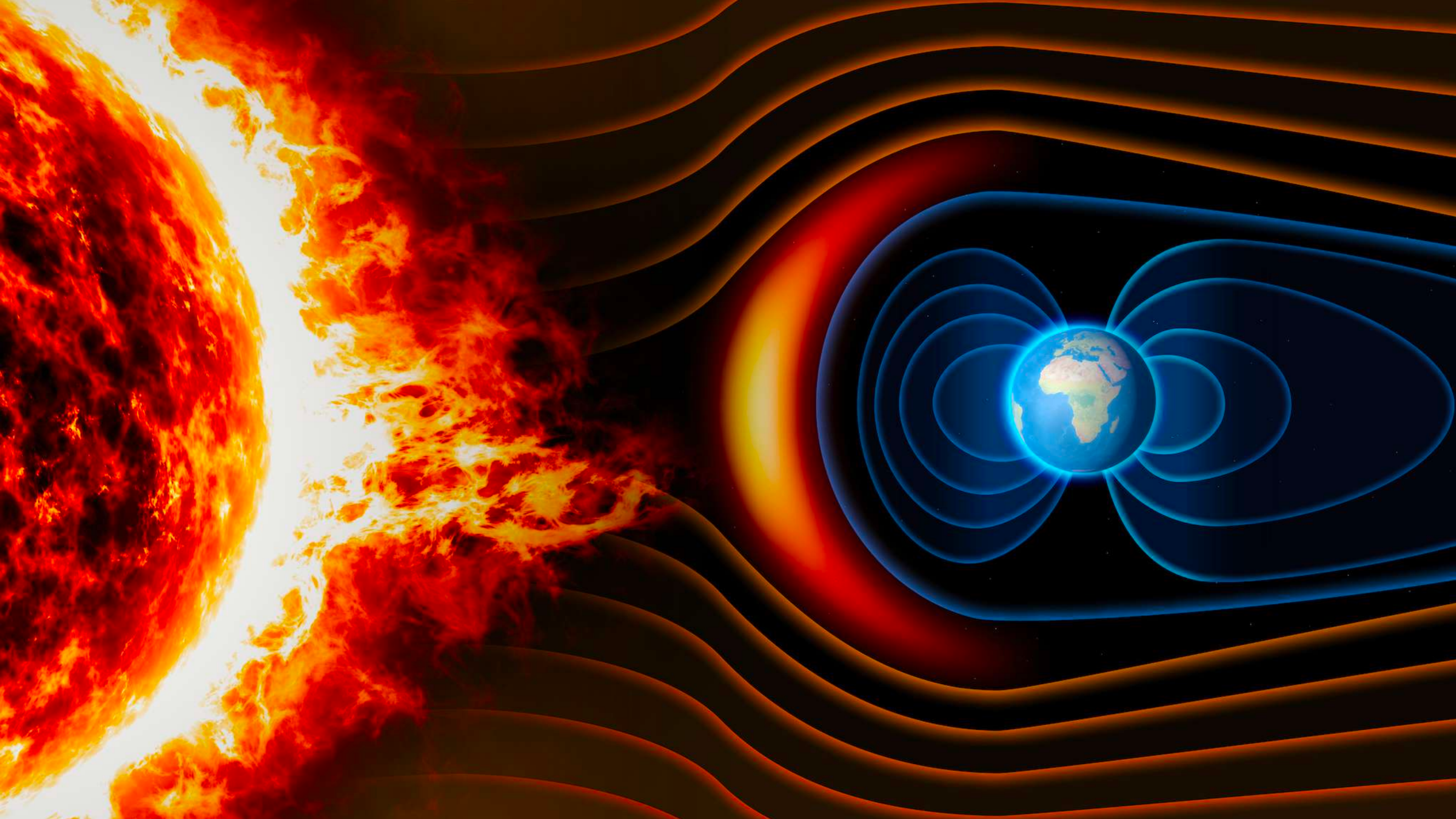
Sistema de producción de conocimiento, y un método de cómo aprender ese conocimiento.
Pero, qué escapa a esta definición?

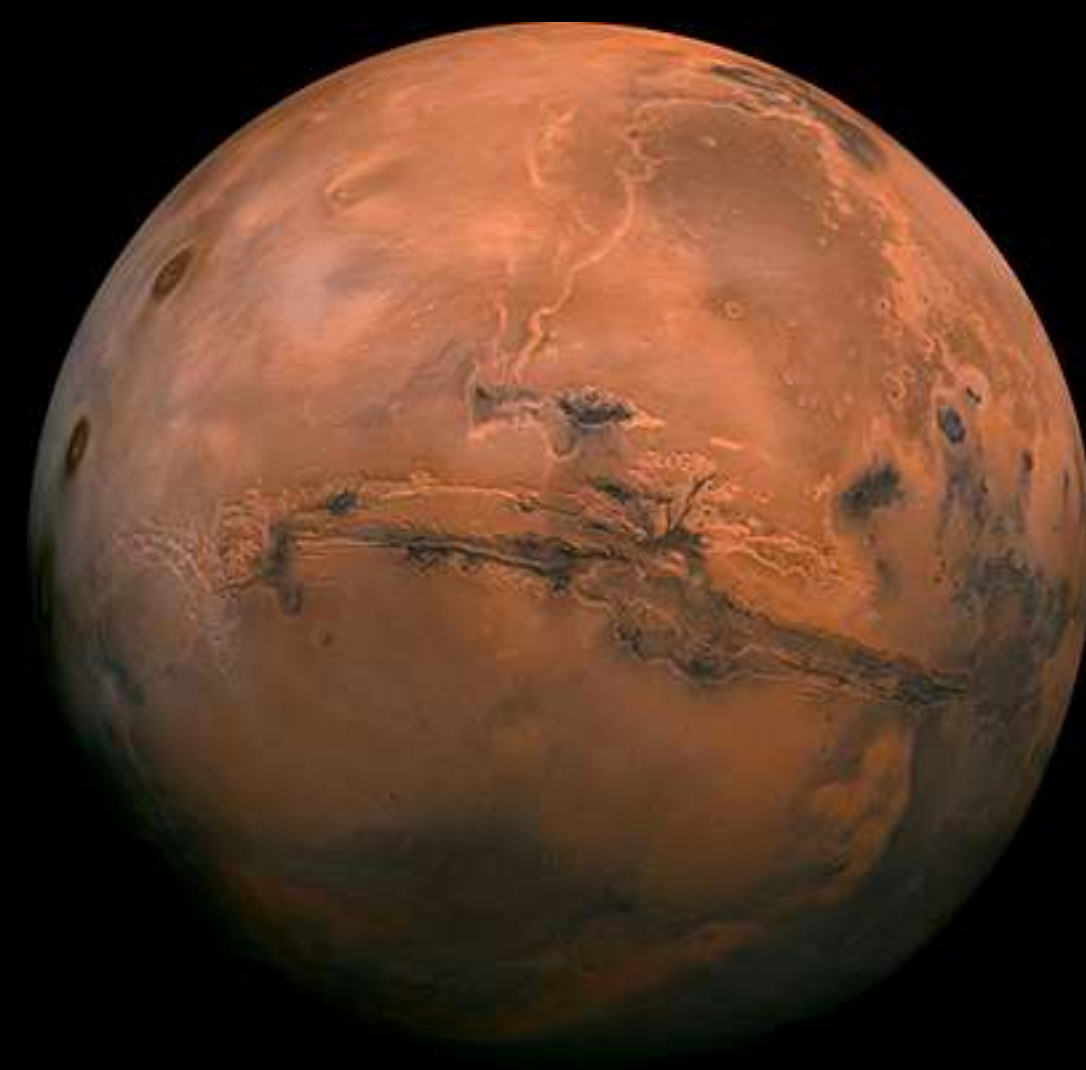
La astronomía nos posiciona

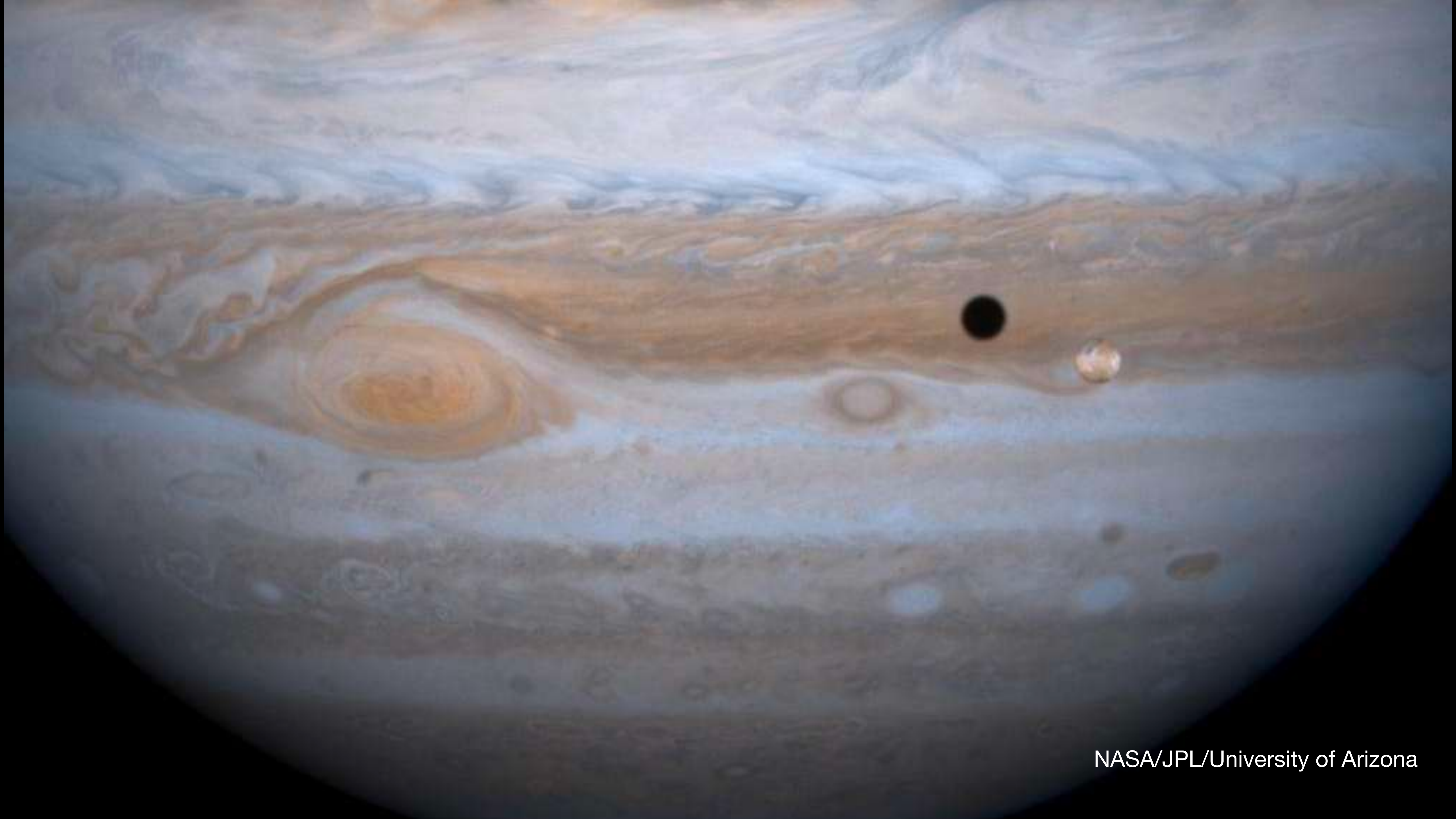












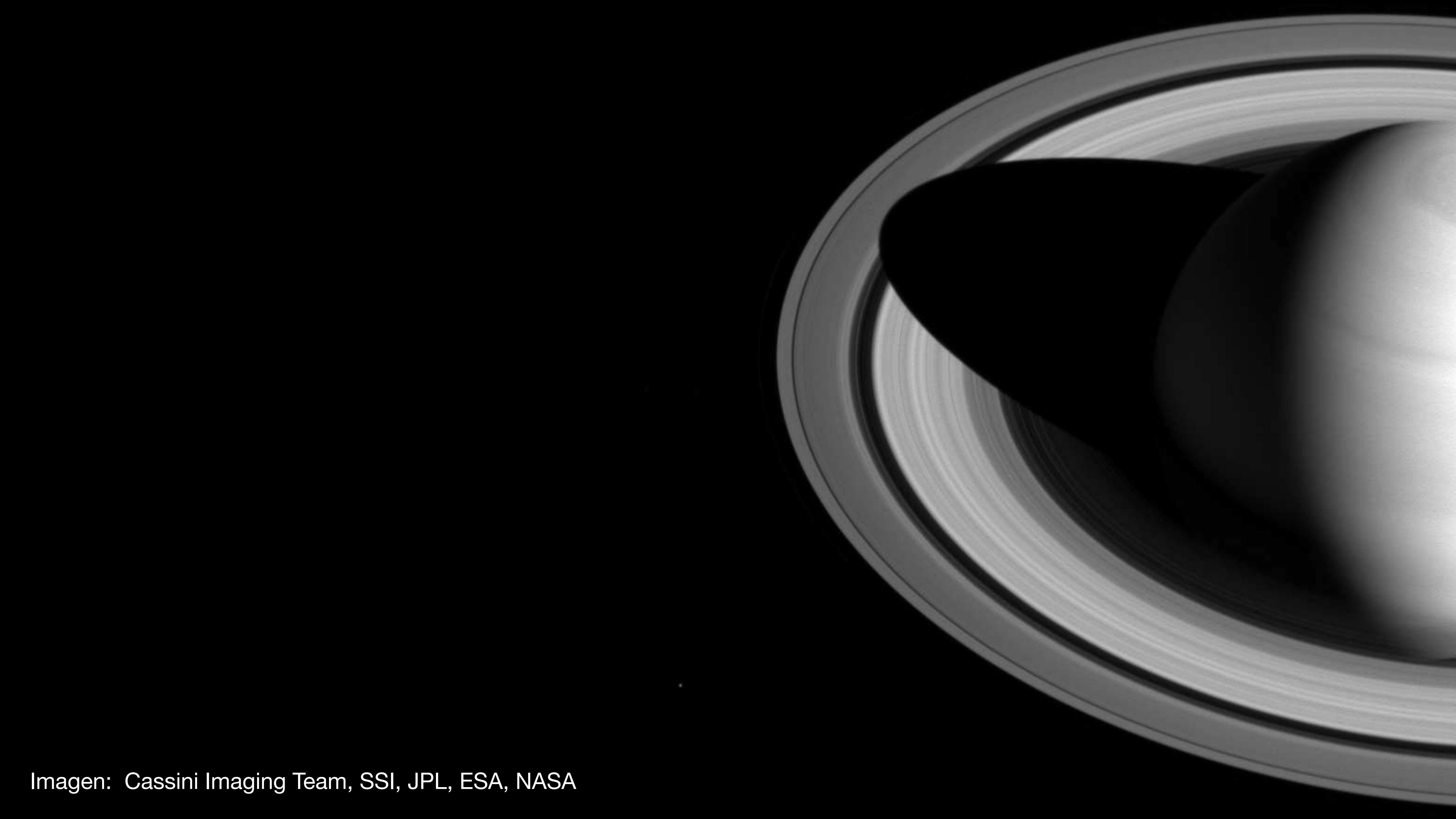
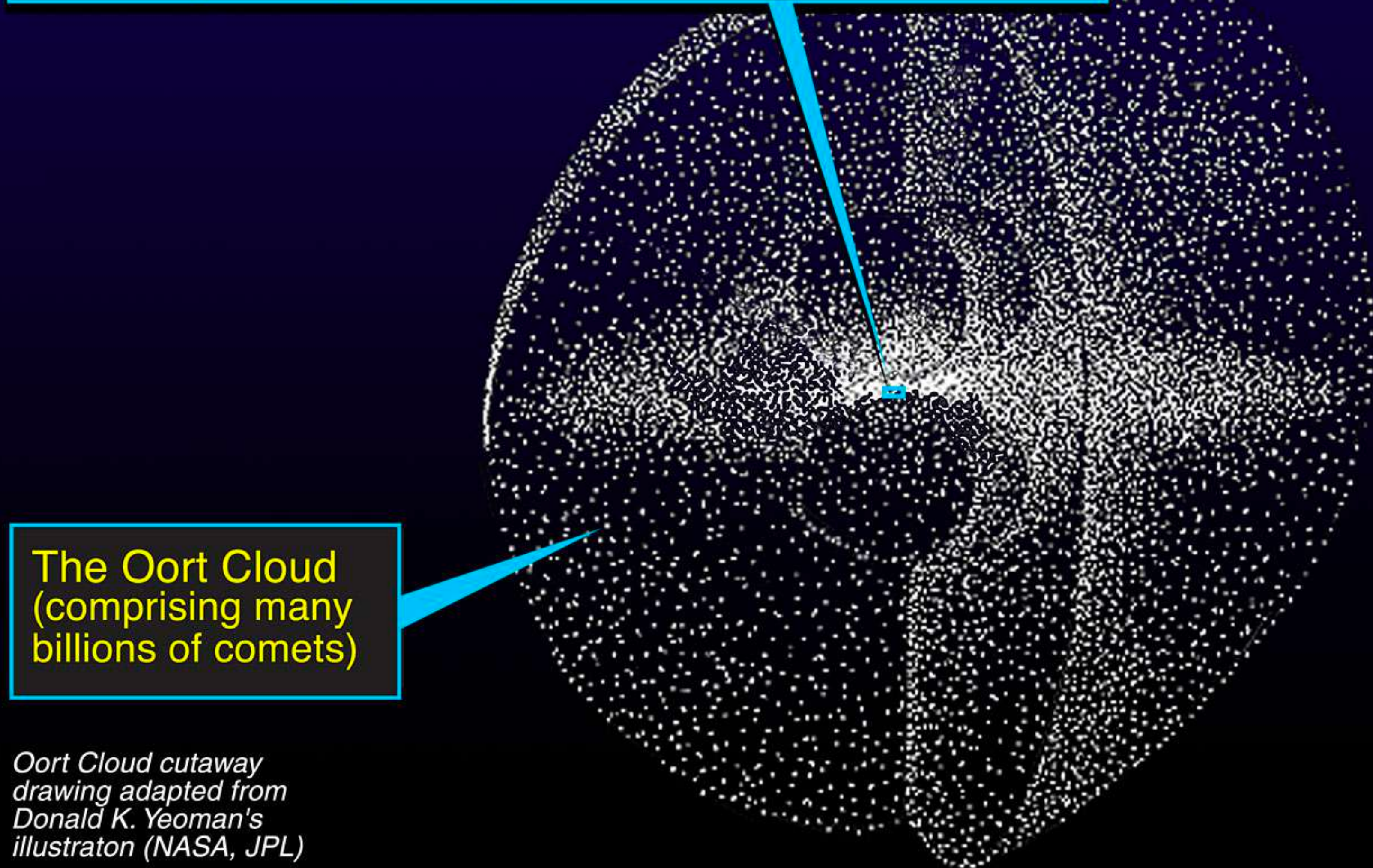
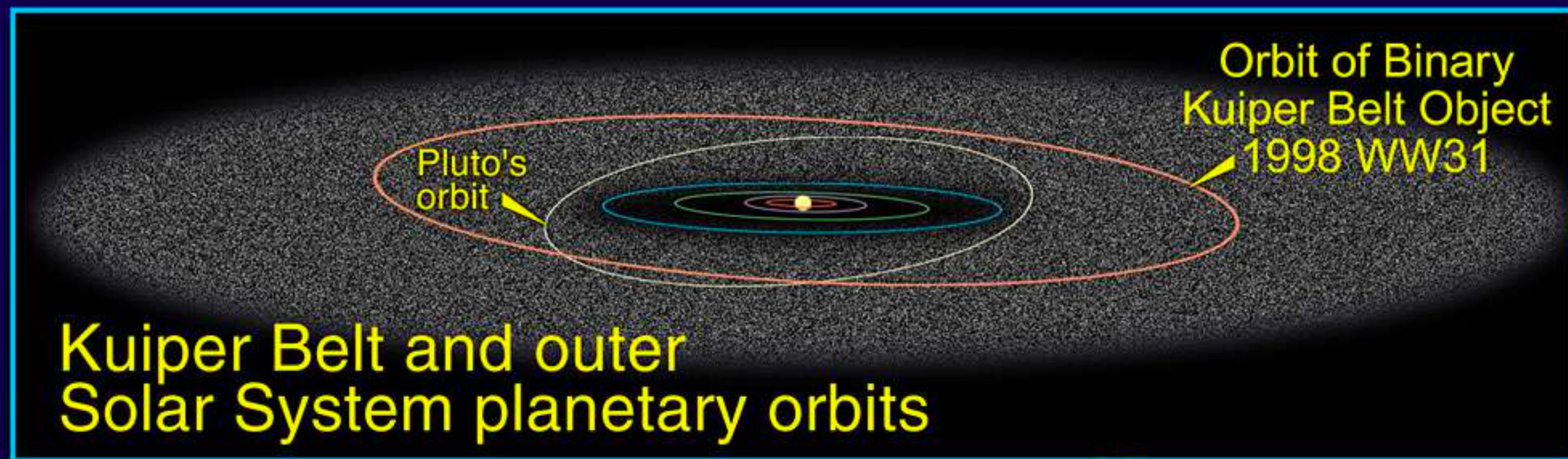


Imagen: Cassini Imaging Team, SSI, JPL, ESA, NASA



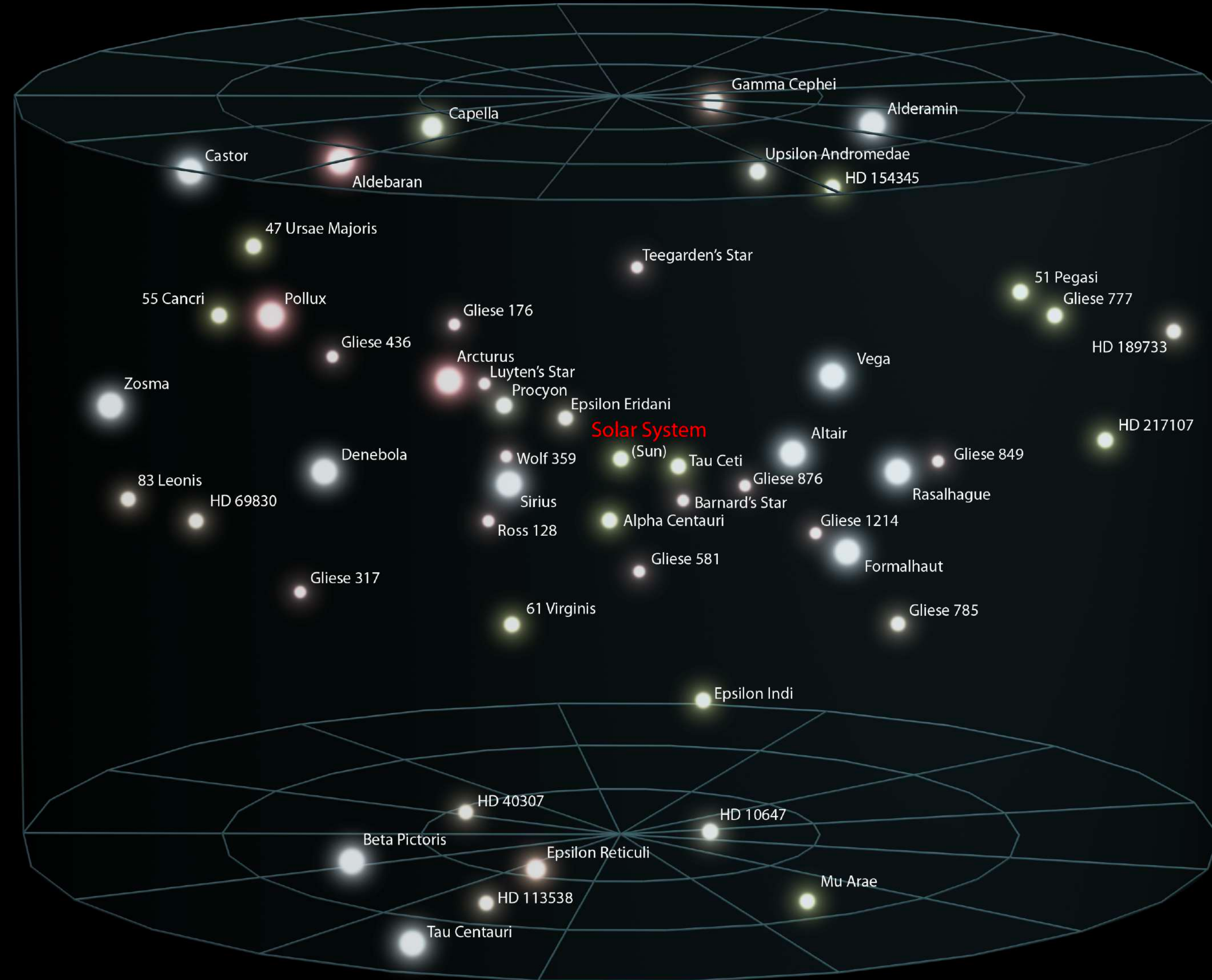


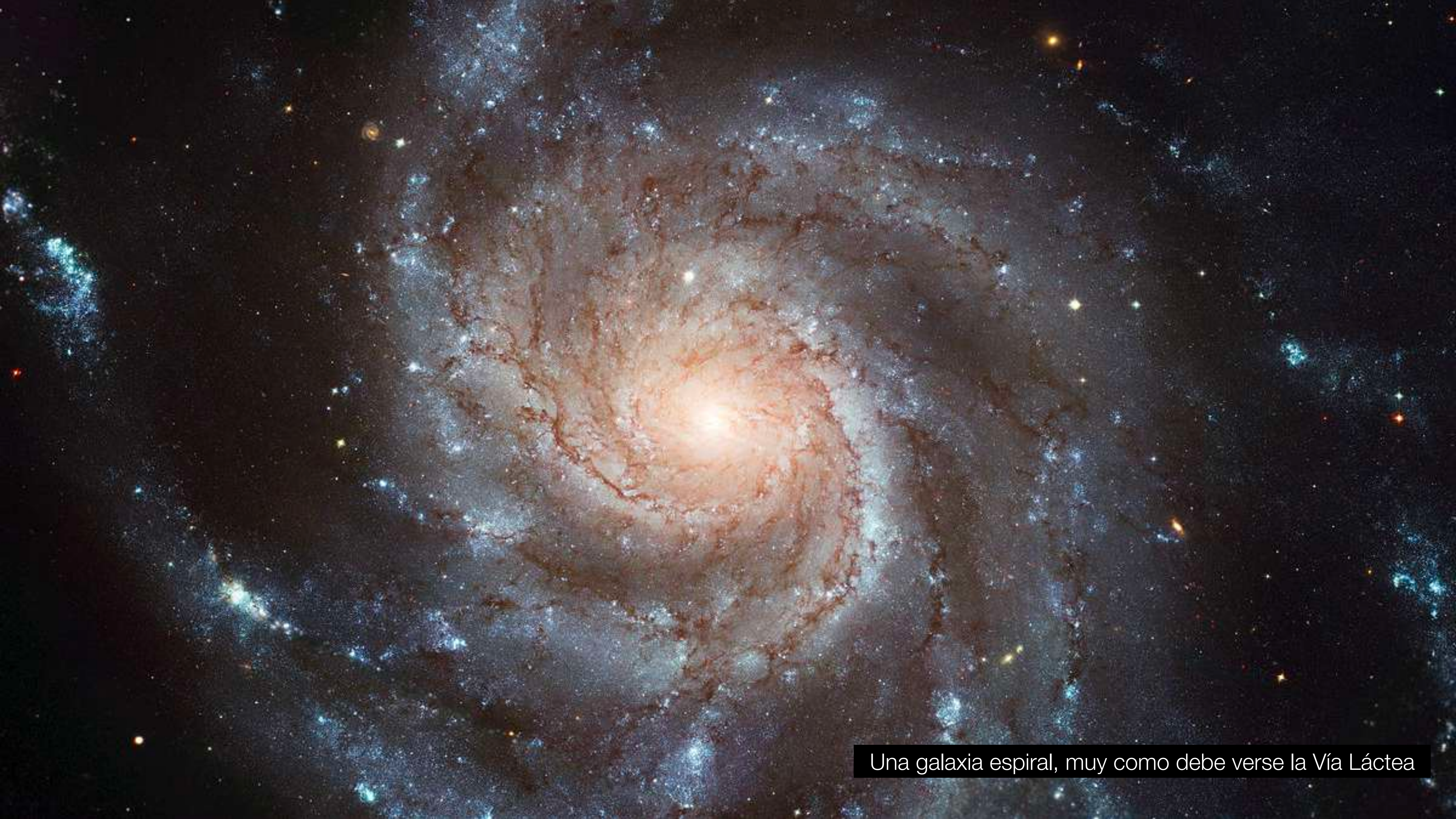
*Oort Cloud cutaway
drawing adapted from
Donald K. Yeoman's
illustration (NASA, JPL)*



Ilustración Valentina Pérez
Cazadores de Eclipses

INTERSTELLAR NEIGHBORHOOD





Una galaxia espiral, muy como debe verse la Vía Láctea

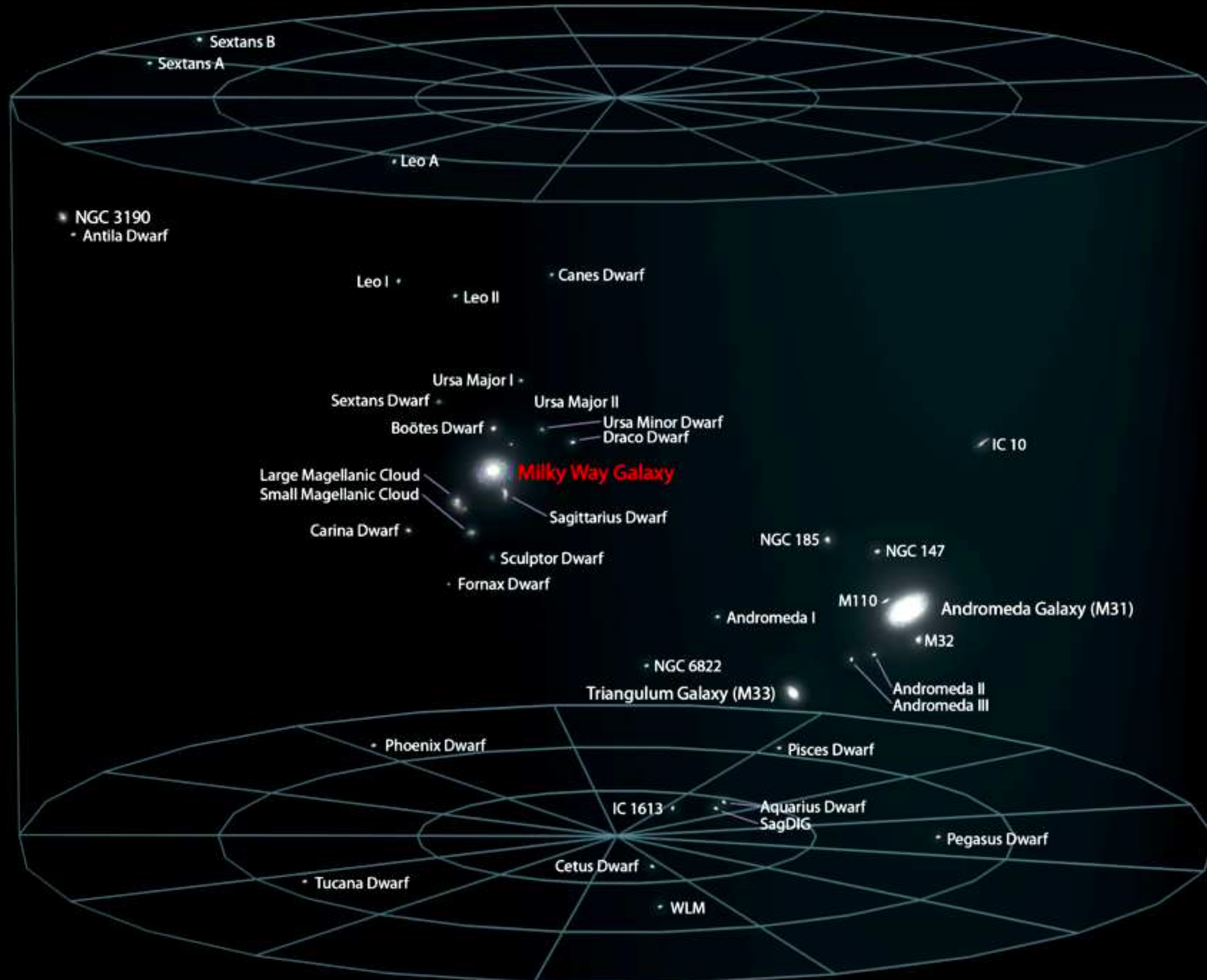


Agujero negro en el centro de M87, EHT

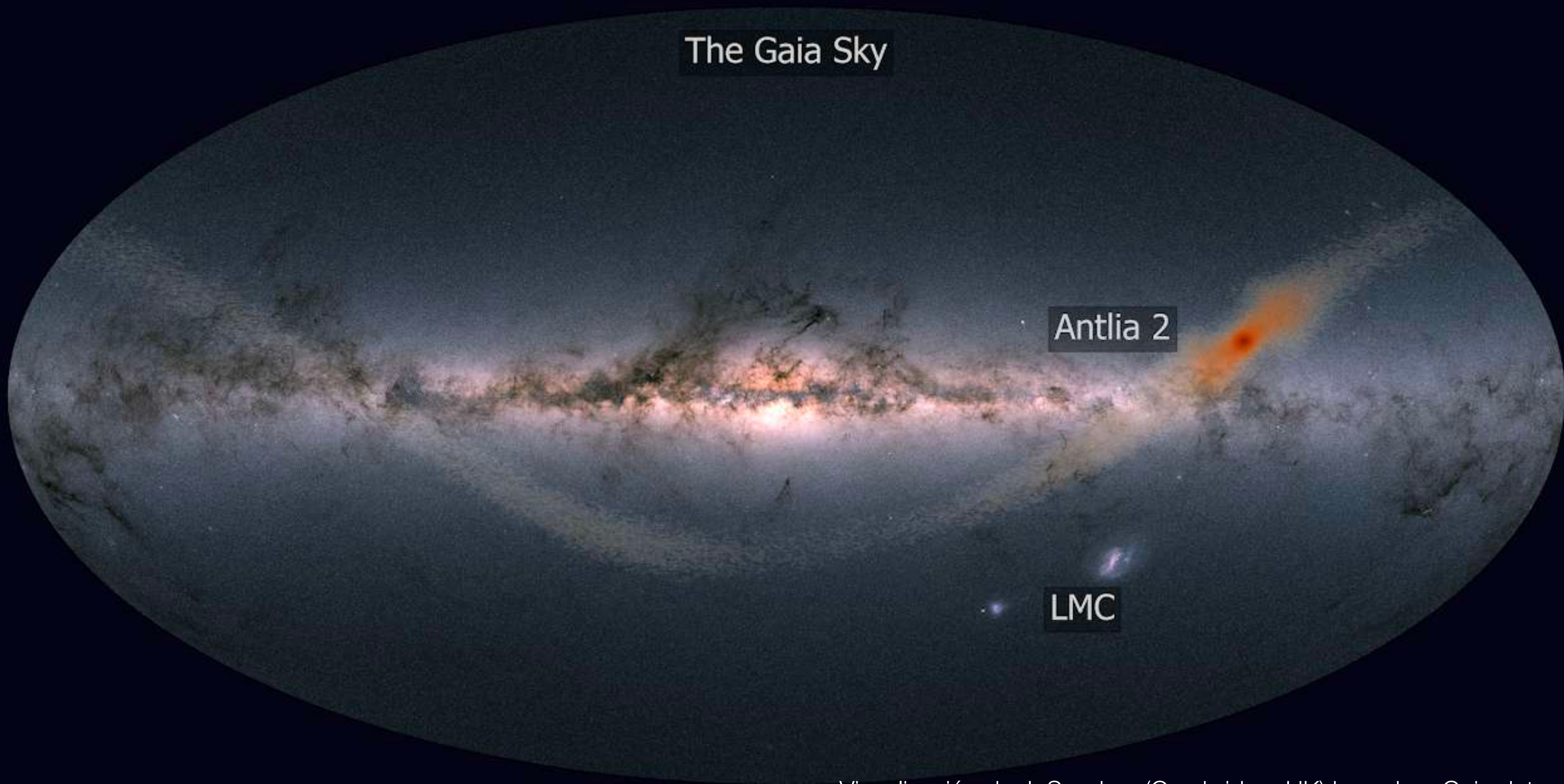


Halo de materia oscura, ESO/L. Calçada

Local Galactic Group

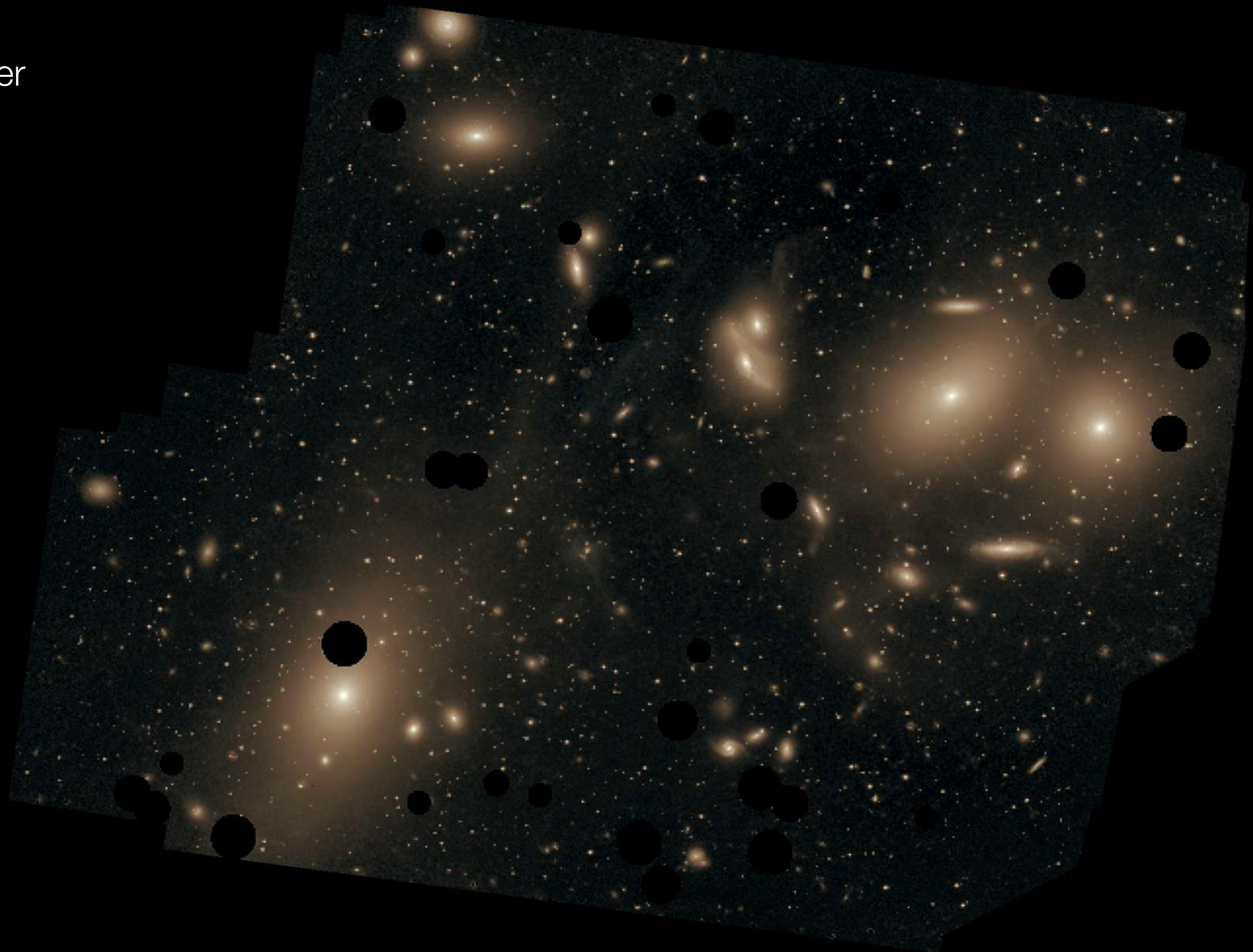




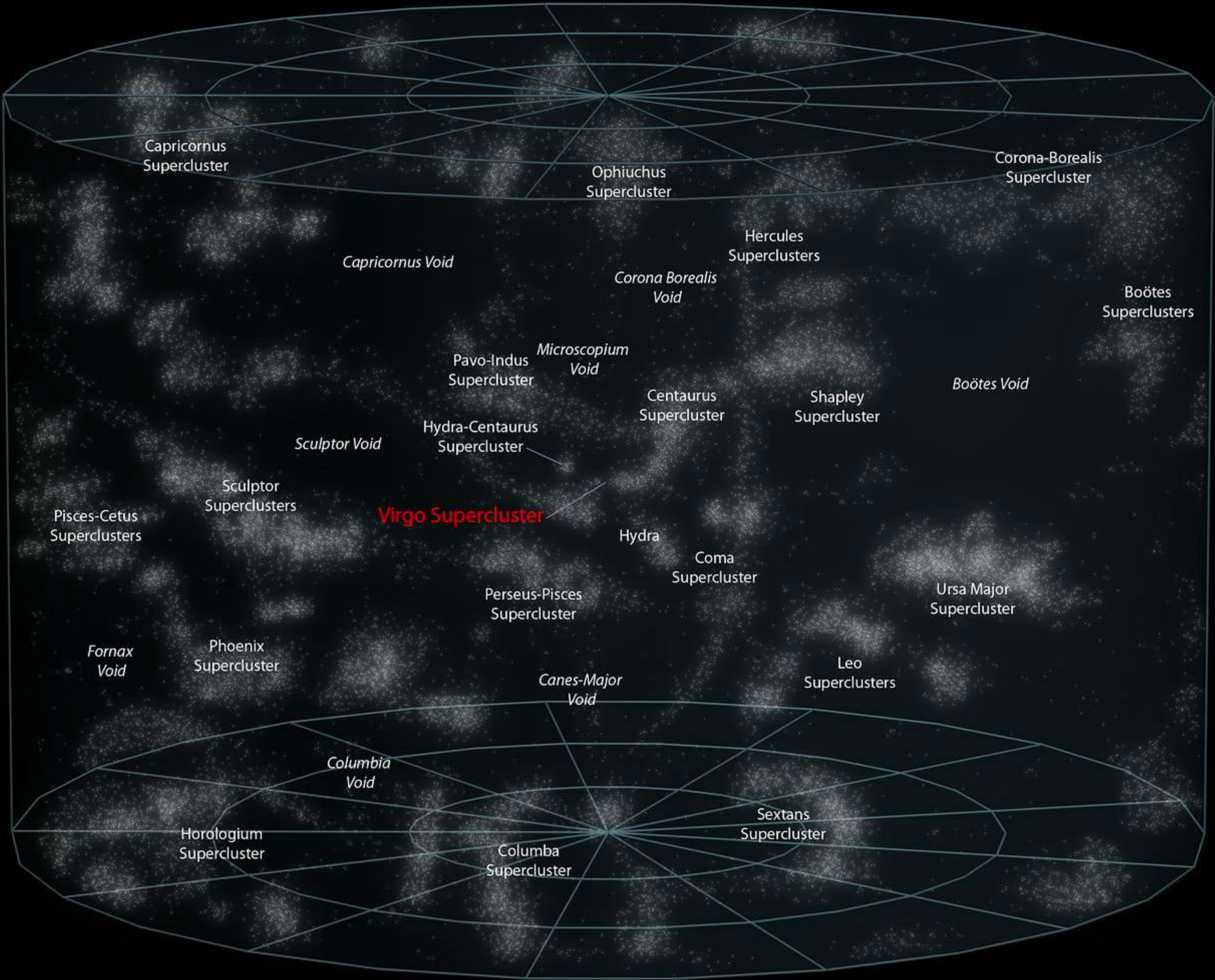


Visualización de J. Sanders (Cambridge, UK) based on Gaia data

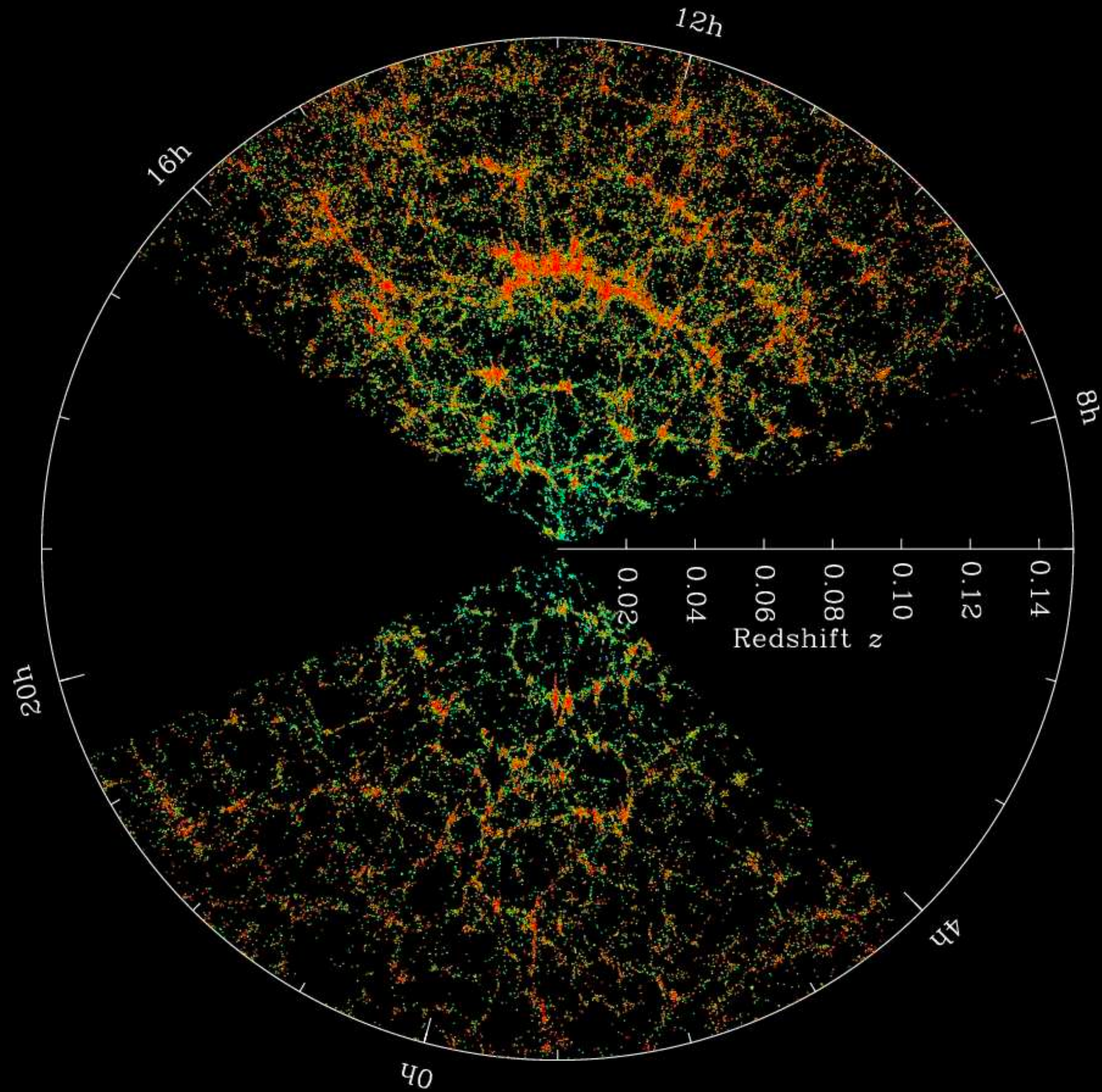
Virgo Cluster



Virgo Super Cluster



Large Scale Structure





Universo conocido
Animación del *Sloan Digitalized Sky survey*

Poster científico

Desarrollo en etapas

1. Propuesta [30%]. 24 abril
2. Avance [30%]. 15 mayo
3. Presentación final [40%]. 19 junio

- ◉ *Sagitario A**
El agujero negro supermasivo en el centro de la Vía Láctea
- ◉ *El objeto interestelar 'Oumuamua*
Una visita misteriosa desde fuera del sistema solar.
- ◉ *V960 Mon y la formación de planetas gigantes*
- ◉ *La tensión de Hubble*
¿Está el universo expandiéndose más rápido de lo que creemos?
- ◉ *La heliosfera y las sondas Voyager*
Explorando los límites del sistema solar.
- ◉ *Métodos de detección de exoplanetas*
Desde tránsitos hasta velocidades radiales.
- ◉ *Subestructuras en discos protoplanetarios*
¿Estamos viendo planetas en formación?
- ◉ *El microquásar SS433: Un laboratorio natural para estudiar jets relativistas.*
- ◉ *Tecnologías innovadoras en el Extremely Large Telescope (ELT)*
El futuro de la astronomía desde tierra.
- ◉ *Cinturón de Gould: ¿mito o estructura real?*
Una misteriosa distribución de estrellas jóvenes cerca del Sol.
- ◉ *Pulsar timing y búsqueda de ondas gravitacionales*
Cómo los pulsares nos ayudan a detectar el universo invisible.
- ◉ *Sistema binario de rayos gamma: pulsar + estrella Be*
Una pareja estelar con emisiones de altísima energía.
- ◉ *Discos de acreción alrededor de agujeros negros*
Estructuras clave para entender cómo crecen estos monstruos cósmicos.

Introducción a la Astrofísica 2025

Clase 3: El contexto territorial de la astronomía en Chile



DEPARTAMENTO DE FÍSICA
UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

Hoy estamos haciendo astrofísica desde
un territorio con tradición en
observación astronómica.

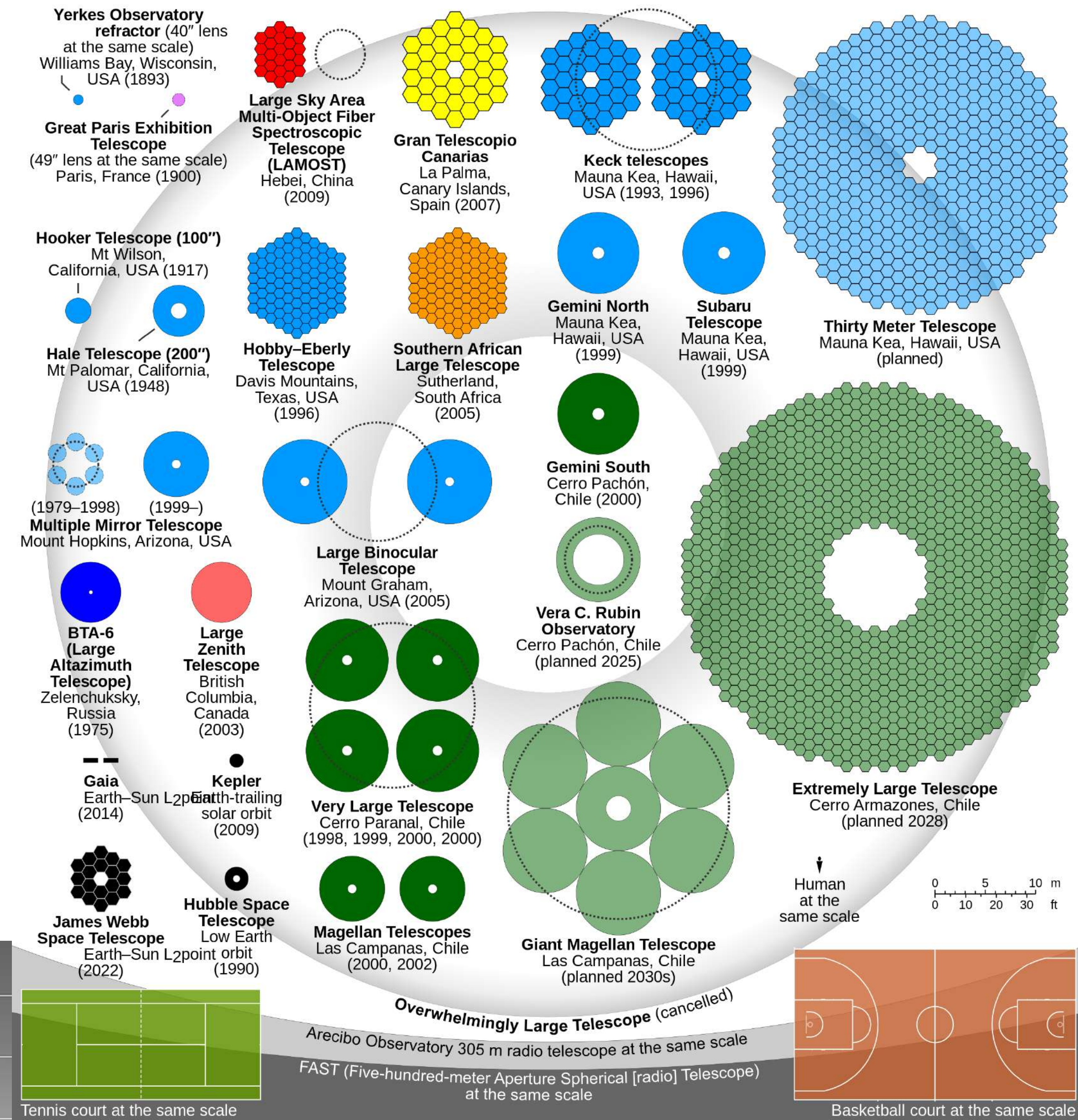


Chawareche
Combarbalá



Foto: Luca Vanzella





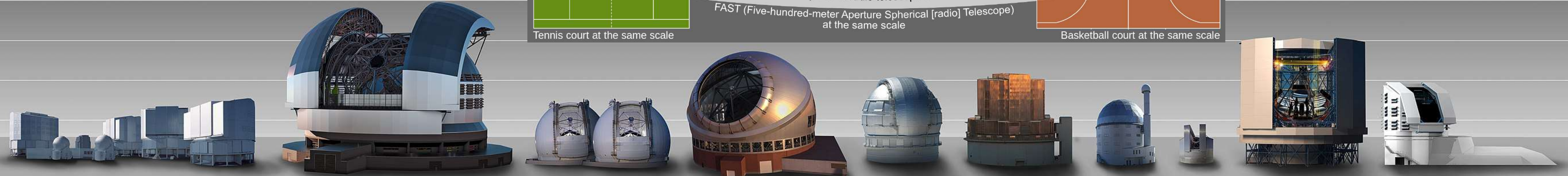
100 m

80 m

60 m

40 m

20 m



Very Large Telescope Extremely Large Telescope Keck Telescope Thirty Meter Telescope Gran Telescopio Canarias Subaru Telescope South African Large Telescope New Technology Telescope Giant Magellan Telescope Large Synoptic Survey Telescope

Chile: a multicultural country with a long tradition of observing the Universe

~10% of the population is indigenous.

>4000 Mapuche communities

>100s of Aymara, Diaguita, Quechua, Lickan Antay and Colla communities in the Atacama desert (where the telescopes are)

plus many more: Rapa Nui, Kawésqar, Yagán, and others.

Observatory

Petroglyphs

Algunos datos

- 1843: Observatorio de Mouat en Valparaíso
- 1965: Cerro El Roble
- ESO y AURA se instalaron a mediados de los 1960s
- 1967: Tololo
- 1969: La Silla
- El famoso 10%
- Decadal survey astro2020



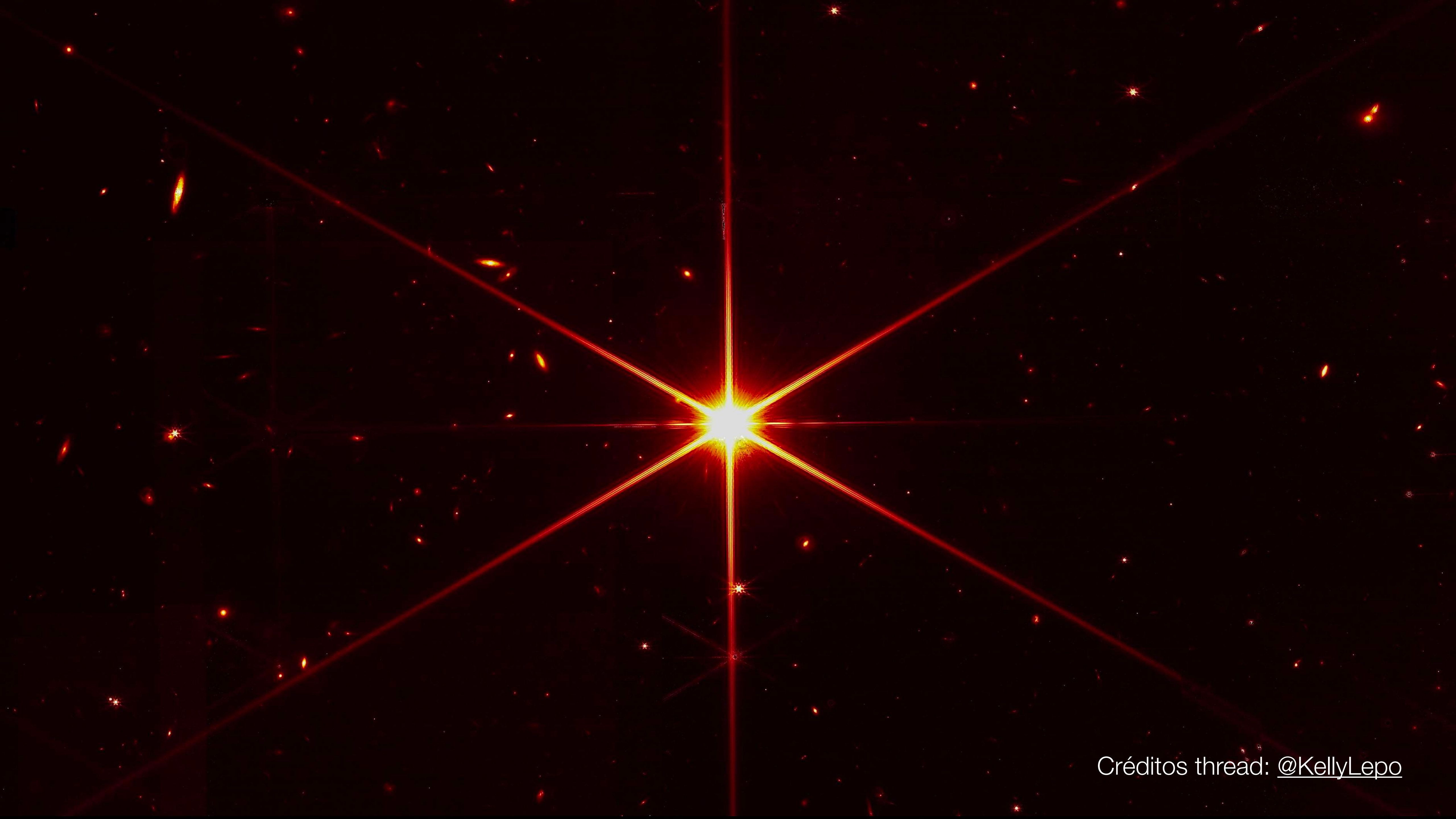
WENUMAPU

Gabriel Pozo Menares

Margarita Canio Llanquinao

- 1) Elementos visibles del cielo
- 2) Tradición Oral:
 - A. NUTRAM
 - B. PIYAM
 - C. PEWMA

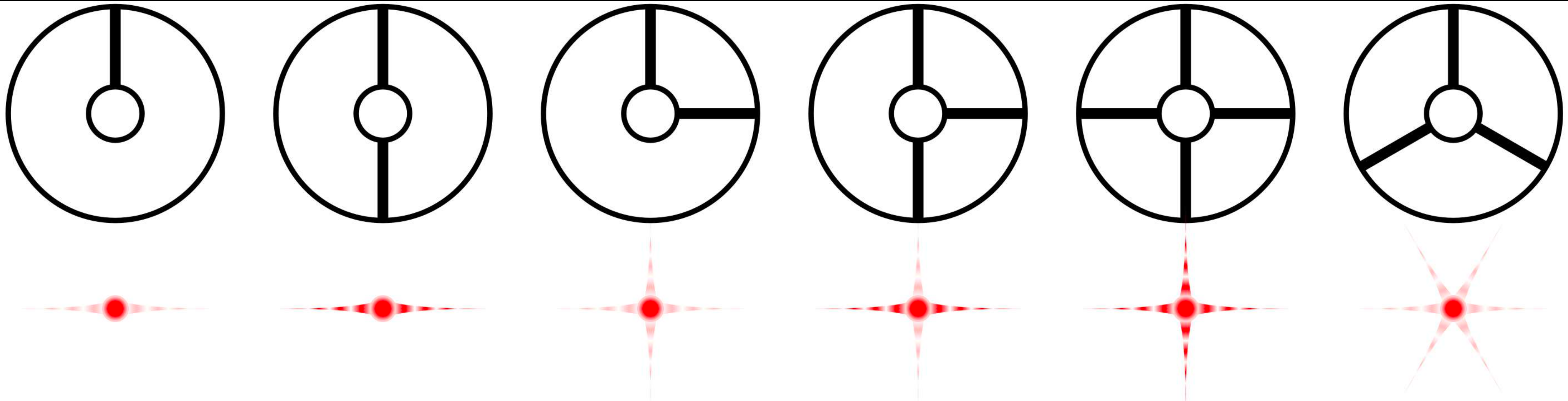
Bonus: primera imagen de calibración del *JWST*



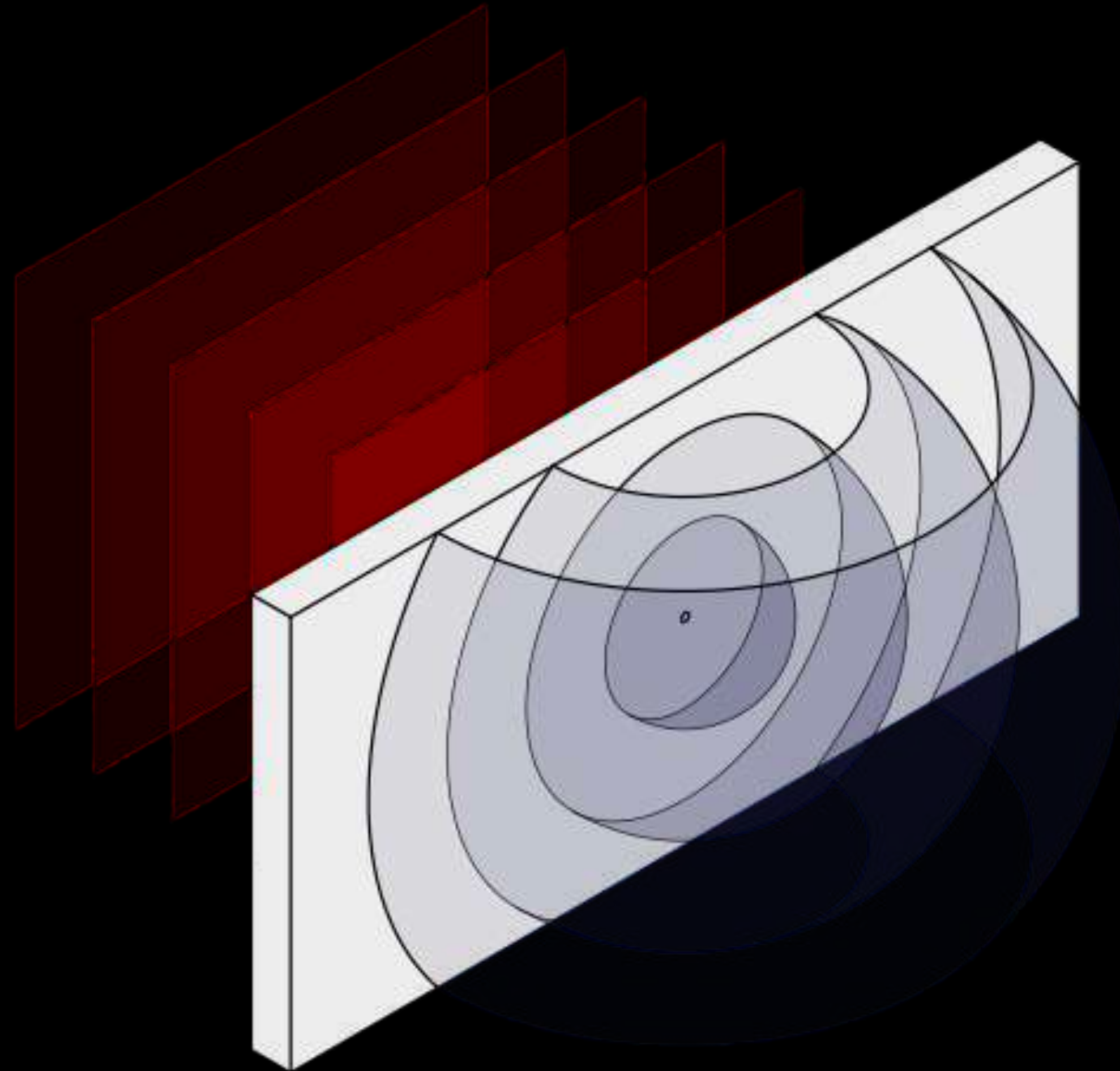
Créditos thread: [@KellyLepo](#)

Usually stars in astronomical photographs have points, because light interacts with the support beams for the secondary mirror. These are called "diffraction spikes".

Here are diffraction spikes for various strut arrangements of a reflecting telescope.



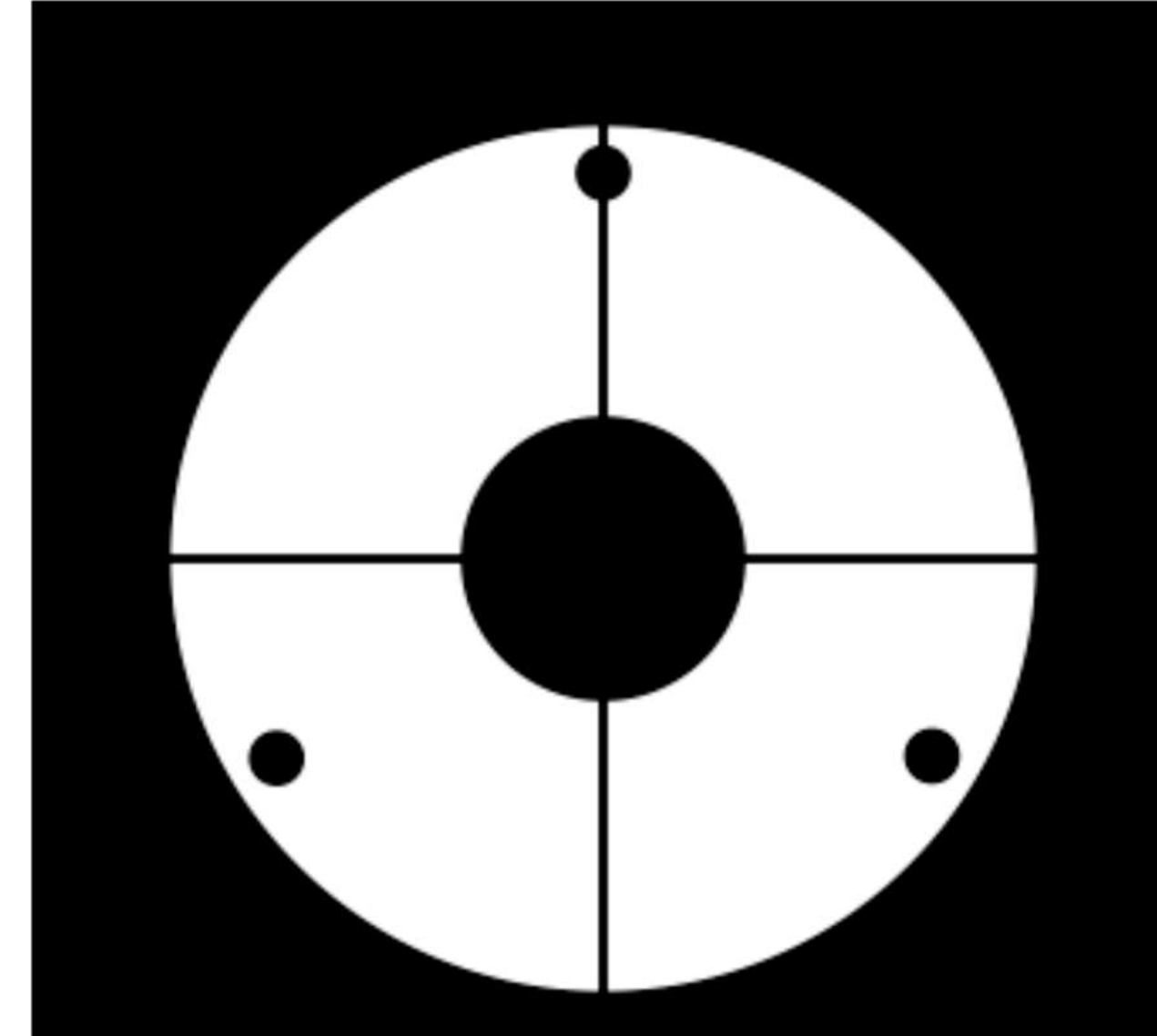
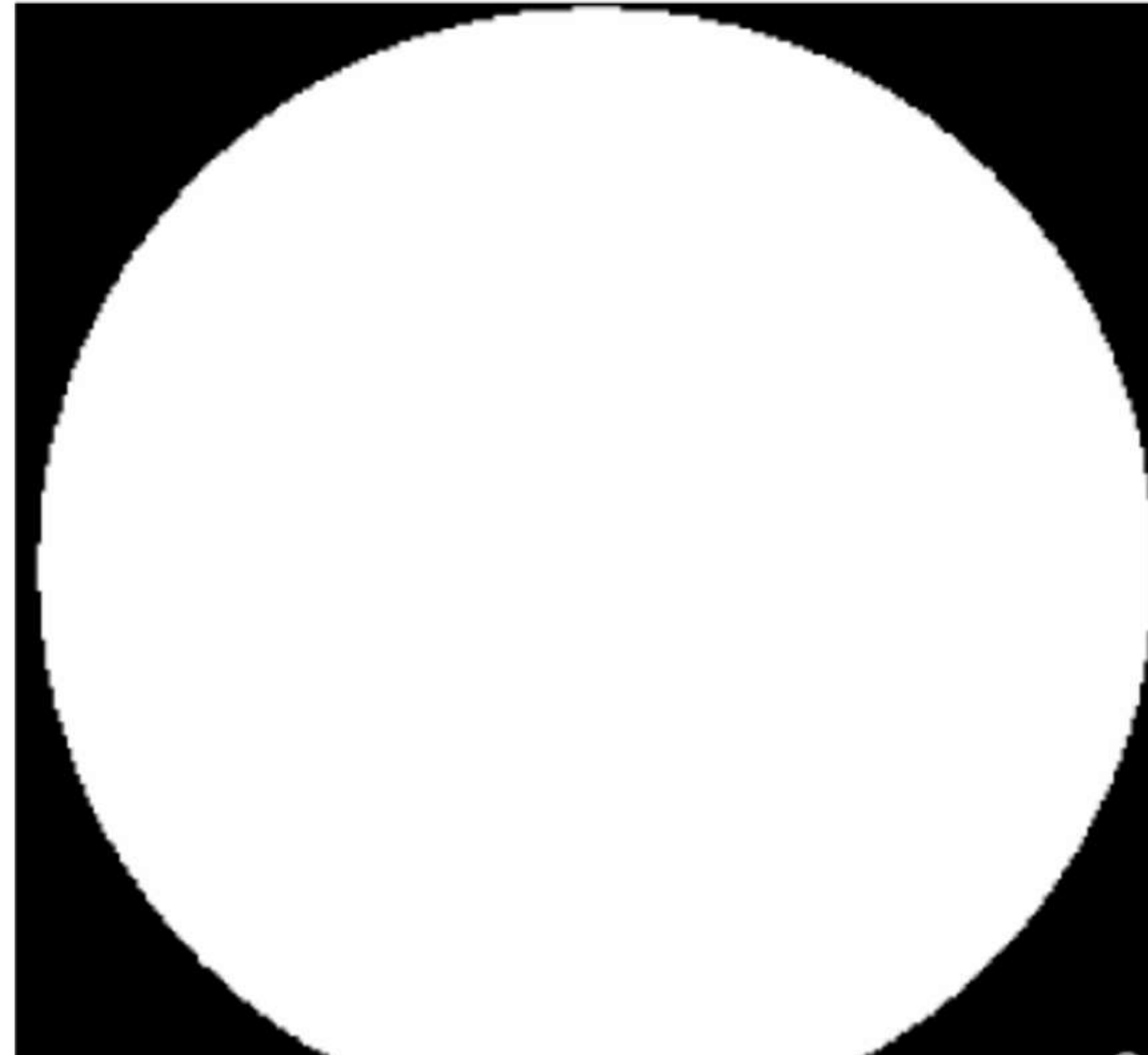
Whenever waves encounter an opening (an aperture), they will constructively and destructively interfere with one another, in a process called diffraction. We can model this for different types of apertures.



Circle

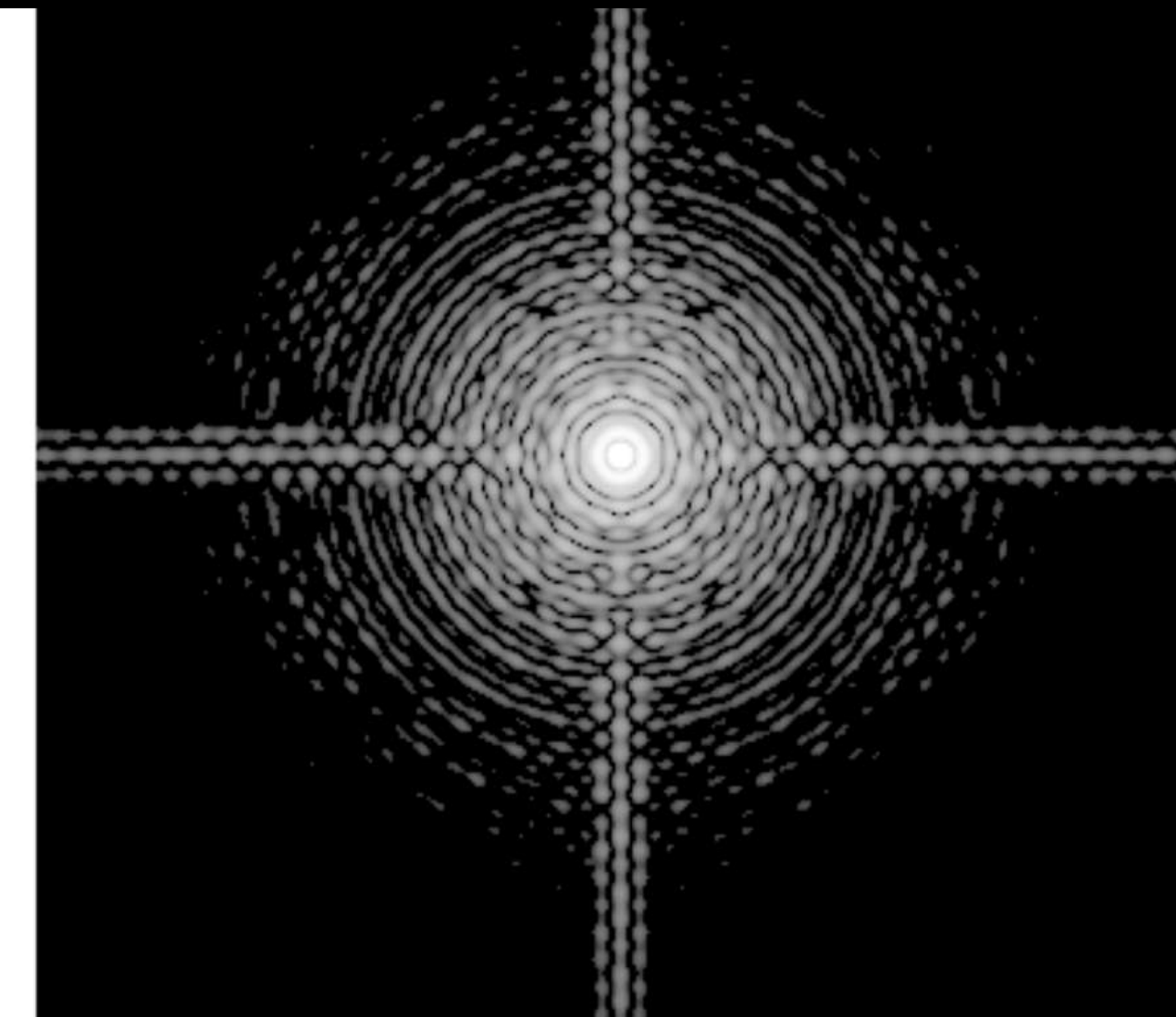
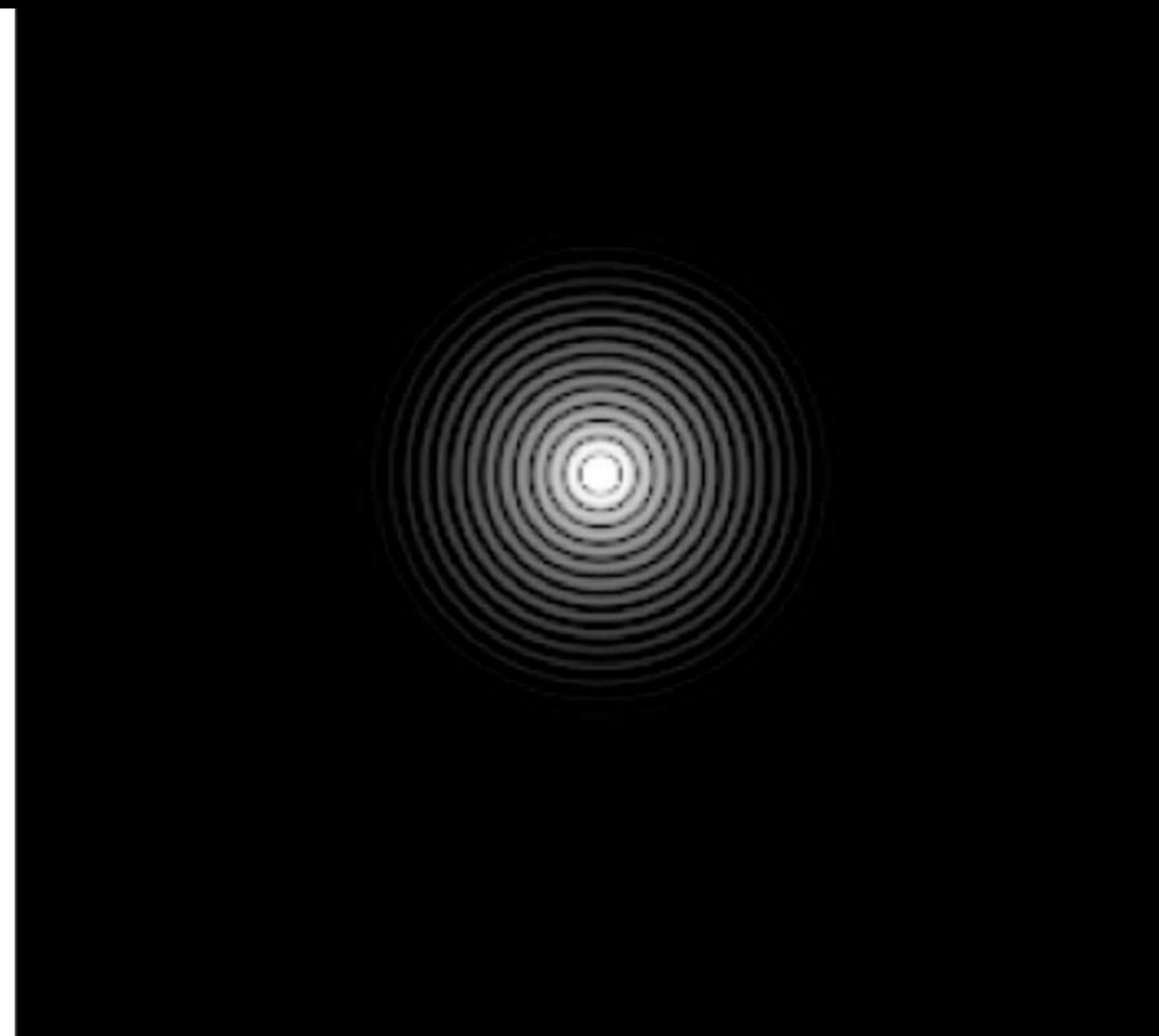
Hubble

Aperture

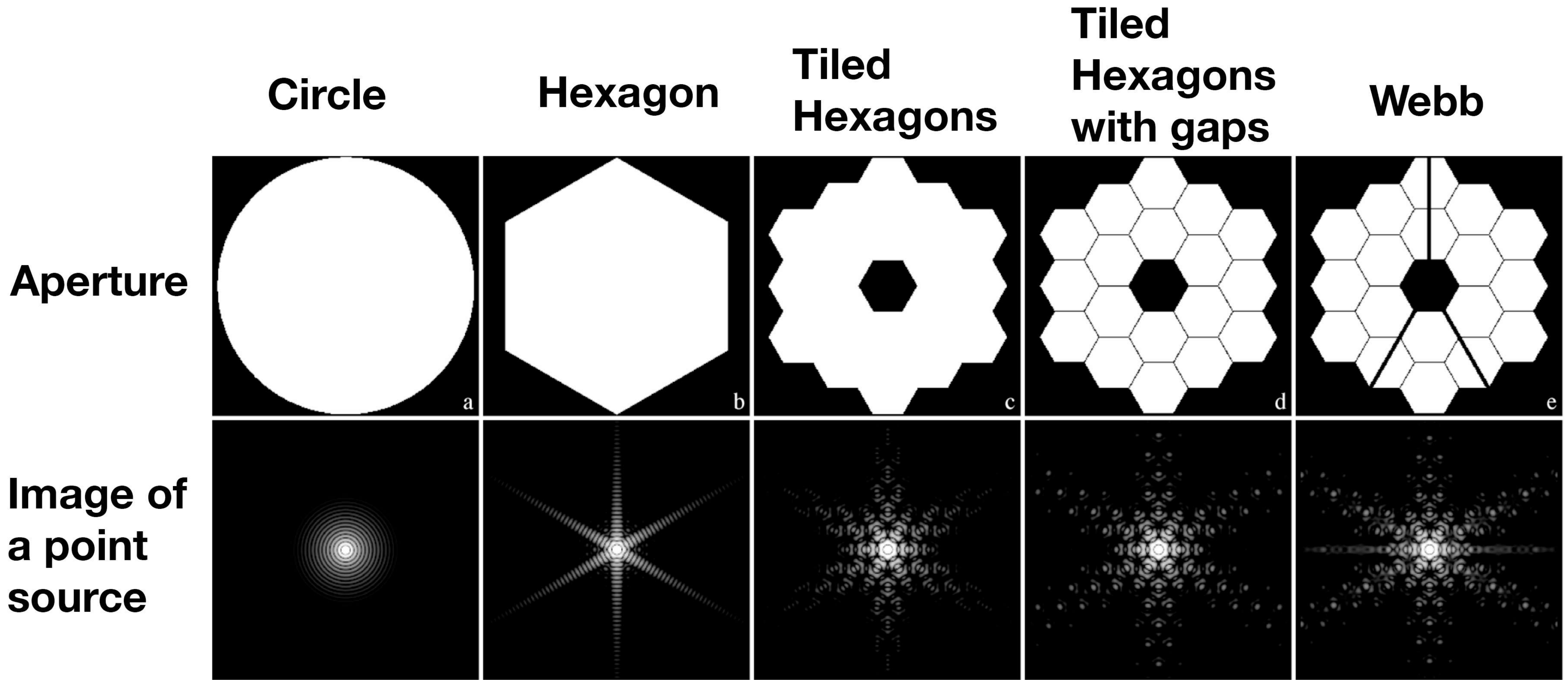


The diffraction spikes we see in Hubble images are mostly caused by the struts holding up the secondary mirror. Here we see a model of the Hubble telescope aperture, and the resulting diffraction pattern of light seen in point sources (like stars)

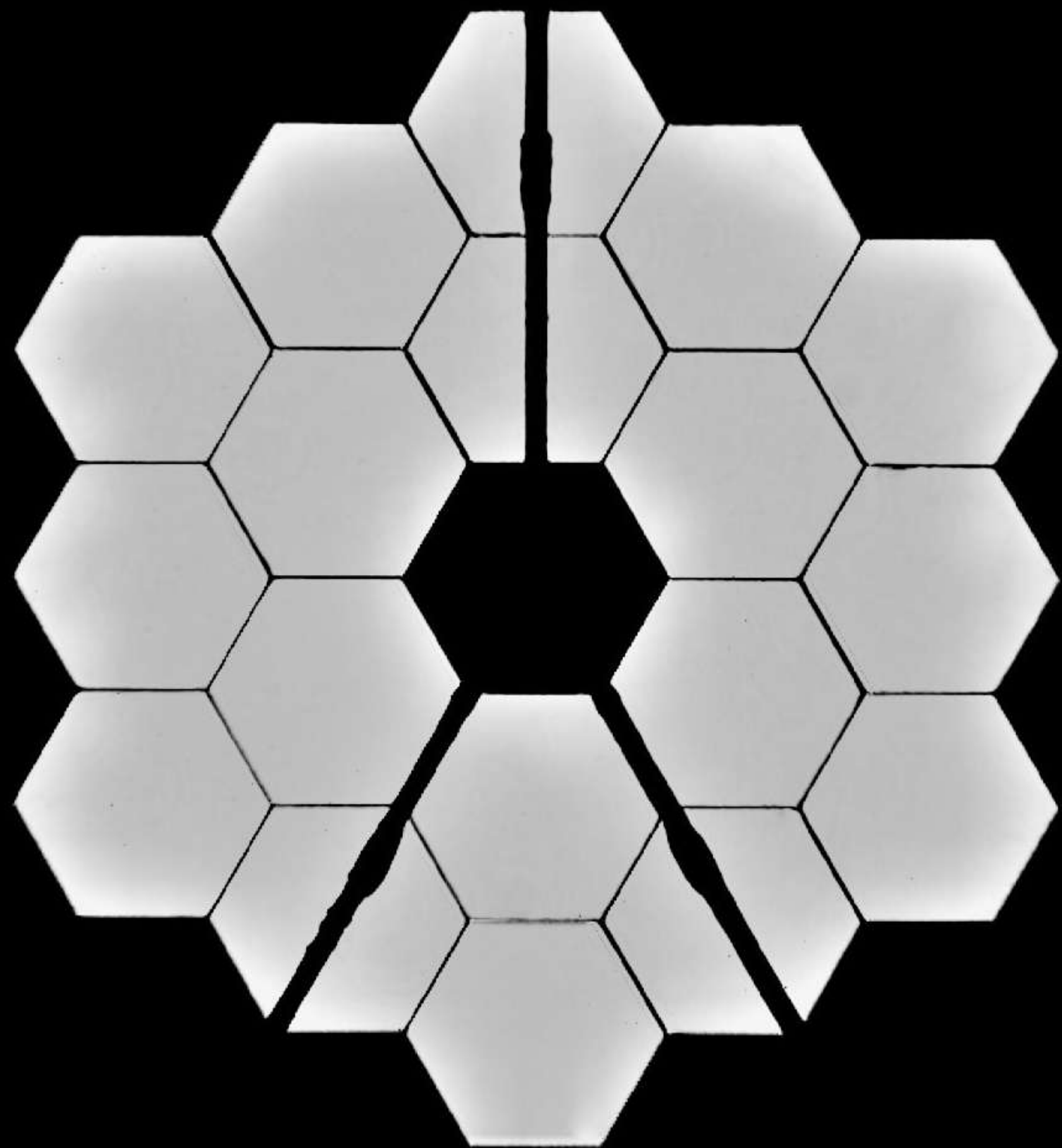
Image of a point source



However this is not the case for Webb! The snowflake pattern you see in the Webb image comes mostly from its hexagonal shape (with a smaller contribution from the secondary mirror support)



NIRCAM ALIGNMENT SELFIE



TELESCOPE ALIGNMENT EVALUATION IMAGE

