

Hallan una explicación a la deformación de la Vía Láctea: es culpa de la materia oscura



El disco galáctico de la Vía Láctea está alabeado y ensanchado, similar a la galaxia ESO fotografiada aquí | foto NASA/Space Telescope Science Institute

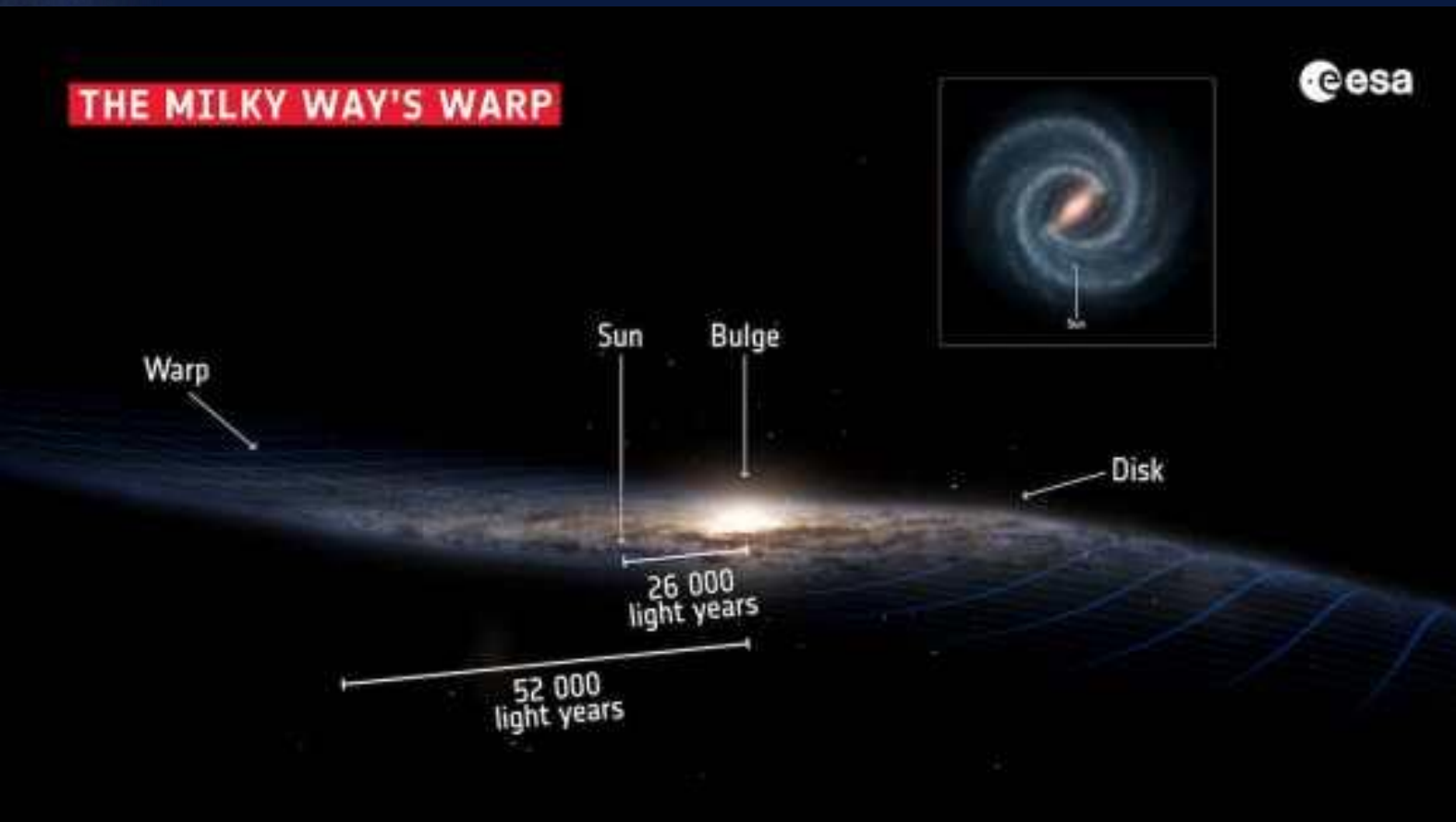
La Vía Láctea suele representarse como un disco plano y giratorio de polvo, gas y estrellas. Pero si pudiéramos alejar el zoom y tomar una foto de canto, en realidad tiene un alabeo característico, como si intentáramos retorcer y doblar un LP de vinilo.

Aunque los científicos saben desde hace tiempo, gracias a los datos de observación, que la Vía Láctea está alabeada y que sus bordes son acampanados como una falda, nadie podía explicar por qué.

Ahora, astrónomos del Centro de Astrofísica de Harvard y el Smithsonian (CfA) han realizado los primeros cálculos que explican plenamente este fenómeno, con pruebas convincentes que apuntan a la envoltura de la Vía Láctea en un halo de materia oscura torcida. El trabajo también refuerza las ideas actuales sobre cómo evolucionó la galaxia y puede ofrecer pistas sobre algunos de los misterios de la materia oscura.

Los nuevos cálculos han sido dirigidos por Jiwon Jesse Han, estudiante de la Facultad de Artes y Ciencias Griffin afiliada al CfA. Publicado en *Nature Astronomy*, el trabajo incluye como coautores a Charlie Conroy y Lars Hernquist, ambos profesores del CfA y del Departamento de Astronomía.

Nuestra galaxia se encuentra dentro de una nube difusa llamada halo estelar, que se extiende mucho más allá en el universo. En un trabajo pionero publicado el año pasado, el equipo de Harvard dedujo que el halo estelar tiene forma inclinada y elíptica, como un zepelín o un balón de rugby.



La estructura de nuestra galaxia, la Vía Láctea, con su disco galáctico alabeado, donde residen la mayoría de sus cientos de miles de millones de estrellas | foto Stefan Payne-Wardenaar; Inset: NASA/JPL-Caltech/ESA

A partir de ahí, el equipo asumió la misma forma para el halo de materia oscura, la entidad mayor que engloba todo lo que hay dentro y alrededor de la Vía Láctea. La materia oscura constituye el 80% de la masa de la galaxia, pero es invisible porque no interactúa con la luz, por lo que la forma de ese halo debe deducirse. Utilizando modelos para calcular las órbitas de las estrellas dentro de un halo de materia oscura inclinado y oblongo, el equipo encontró una coincidencia casi perfecta con las observaciones existentes de una galaxia alabeada y acampanada.

Un halo oscuro inclinado es bastante común en las simulaciones, pero nadie había estudiado su efecto en la Vía Láctea, explica Conroy. Resulta que la inclinación es una forma elegante de explicar tanto la magnitud como la dirección del disco tambaleante de nuestra galaxia.

Los científicos habían conjeturado durante mucho tiempo que la Vía Láctea se formó debido a una colisión galáctica; el trabajo de los astrónomos subraya aún más esa hipótesis.

Si la galaxia hubiera evolucionado por sí sola, habría tenido un halo esférico y un disco plano, explica Han. Así que el hecho de que el halo esté inclinado y tenga forma de balón de rugby sugiere que nuestra galaxia experimentó un evento de fusión, en el que dos galaxias colisionan.

Su cálculo de la forma probable del halo de materia oscura también puede proporcionar pistas sobre las propiedades y la naturaleza de las partículas de la propia materia oscura, que siguen siendo misterios sin resolver en física. *El hecho de que la galaxia no sea esférica en nuestros datos implica que hay algún límite al que la materia oscura puede interactuar consigo misma, explicó Han.*

La confianza en estos hallazgos podría conducir a mejores formas de estudiar inteligentemente la inobservable materia oscura que constituye la mayor parte del universo. Esto incluye nuevas formas de detectar las señales cinemáticas de los subhalos oscuros, que son halos de materia oscura en miniatura que se desplazan alrededor de la galaxia.

Fuentes

Harvard University | Han, J.J., Conroy, C. & Hernquist, L. *A tilted dark halo origin of the Galactic disk warp and flare*. Nat Astron (2023). doi.org/10.1038/s41550-023-02076-9



Resuelven el enigma cosmológico de las galaxias satélite de la Vía Láctea



Las Nubes de Magallanes, galaxias satélites de la Vía Láctea | foto ESO/Y. Beletsky en Wikimedia Commons

Los astrónomos afirman haber resuelto un problema pendiente que cuestionaba nuestra comprensión de cómo evolucionó el Universo: la distribución espacial de las tenues galaxias satélite que orbitan alrededor de la Vía Láctea.

Estas galaxias satélite presentan una extraña alineación: parecen situarse en un enorme y delgado plano giratorio, denominado «plano de los satélites».

Esta disposición aparentemente inverosímil había desconcertado a los astrónomos durante más de 50 años, llevando a muchos a cuestionar la validez del modelo cosmológico estándar que trata de explicar cómo el Universo llegó a tener el aspecto que tiene hoy.

Ahora, una nueva investigación dirigida conjuntamente por las Universidades de Durham (Reino Unido) y Helsinki (Finlandia) ha descubierto que el plano de los satélites es una peculiaridad cosmológica que se disolverá con el tiempo del mismo modo que también cambian las constelaciones estelares.



Una de las nuevas simulaciones de alta resolución de la materia oscura que envuelve la Vía Láctea y su vecina, la galaxia de Andrómeda. El nuevo estudio demuestra que los anteriores intentos fallidos de encontrar homólogos del plano de satélites que rodea la Vía Láctea en simulaciones de materia oscura se debieron a la falta de resolución | foto Till Sawala/Sibelius collaboration

Su investigación elimina el desafío que el plano de los satélites plantea al modelo estándar de la cosmología. Este modelo explica la formación del Universo y cómo las galaxias que vemos ahora se formaron gradualmente dentro de cúmulos de materia oscura fría, una misteriosa sustancia que constituye alrededor del 27% del Universo.

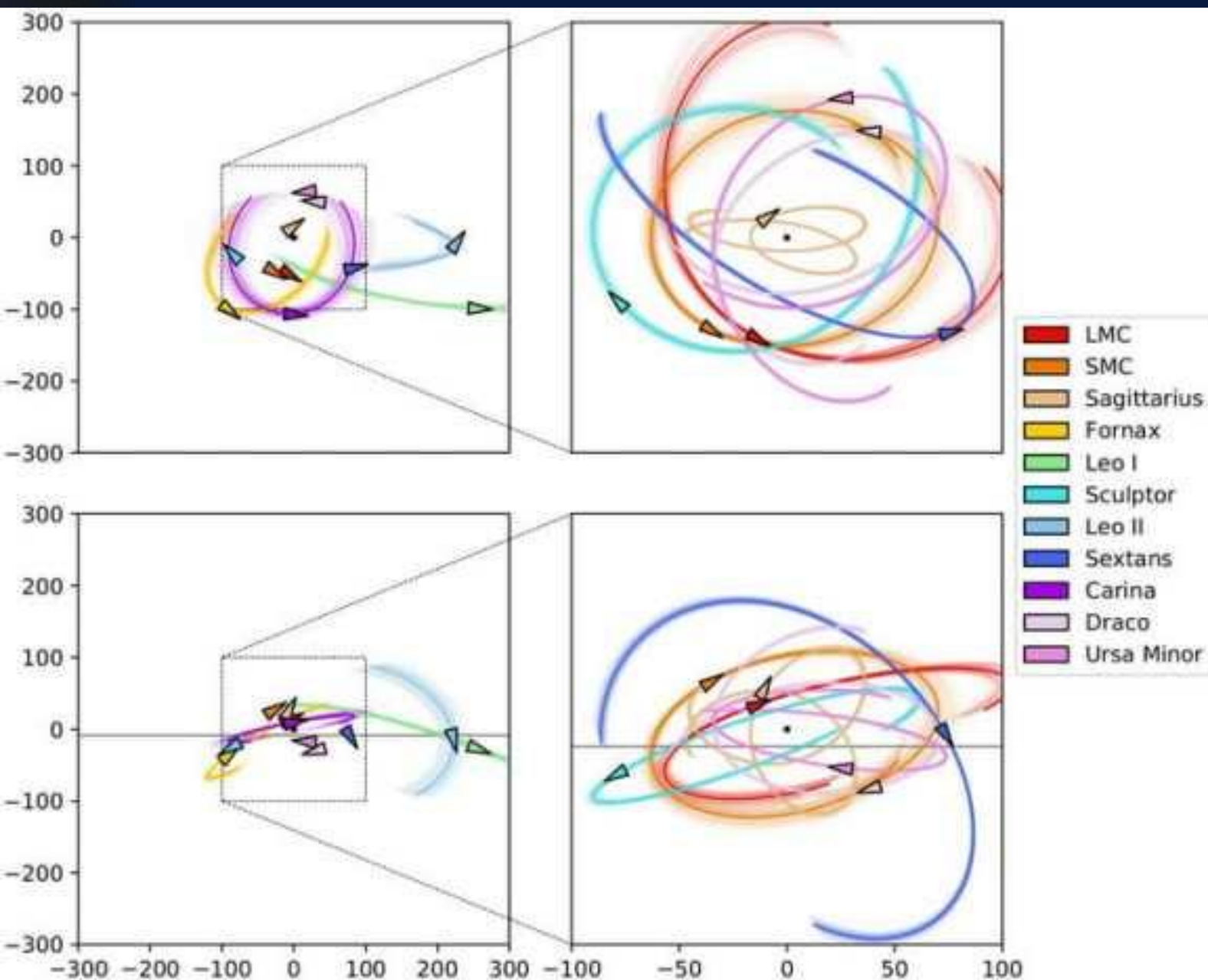
Los satélites de la Vía Láctea parecen estar dispuestos en un plano inverosímilmente delgado que atraviesa la galaxia y, curiosamente, también giran formando un disco coherente y longevo.

No se conoce ningún mecanismo físico que haga que los satélites sean planos. En su lugar, se pensó que las galaxias satélites deberían estar dispuestas en una configuración aproximadamente redonda trazando la materia oscura.

Desde que se descubrió el plano de los satélites en la década de 1970, los astrónomos han intentado sin éxito encontrar estructuras similares en simulaciones realistas de superordenadores que siguen la evolución del Universo desde el Big Bang hasta nuestros días.

El hecho de que la disposición de los satélites no pudiera explicarse llevó a los investigadores a pensar que la teoría de la materia oscura fría sobre la formación de las galaxias podría estar equivocada.

Posiciones y órbitas de las 11 galaxias satélites clásicas de la Vía Láctea,



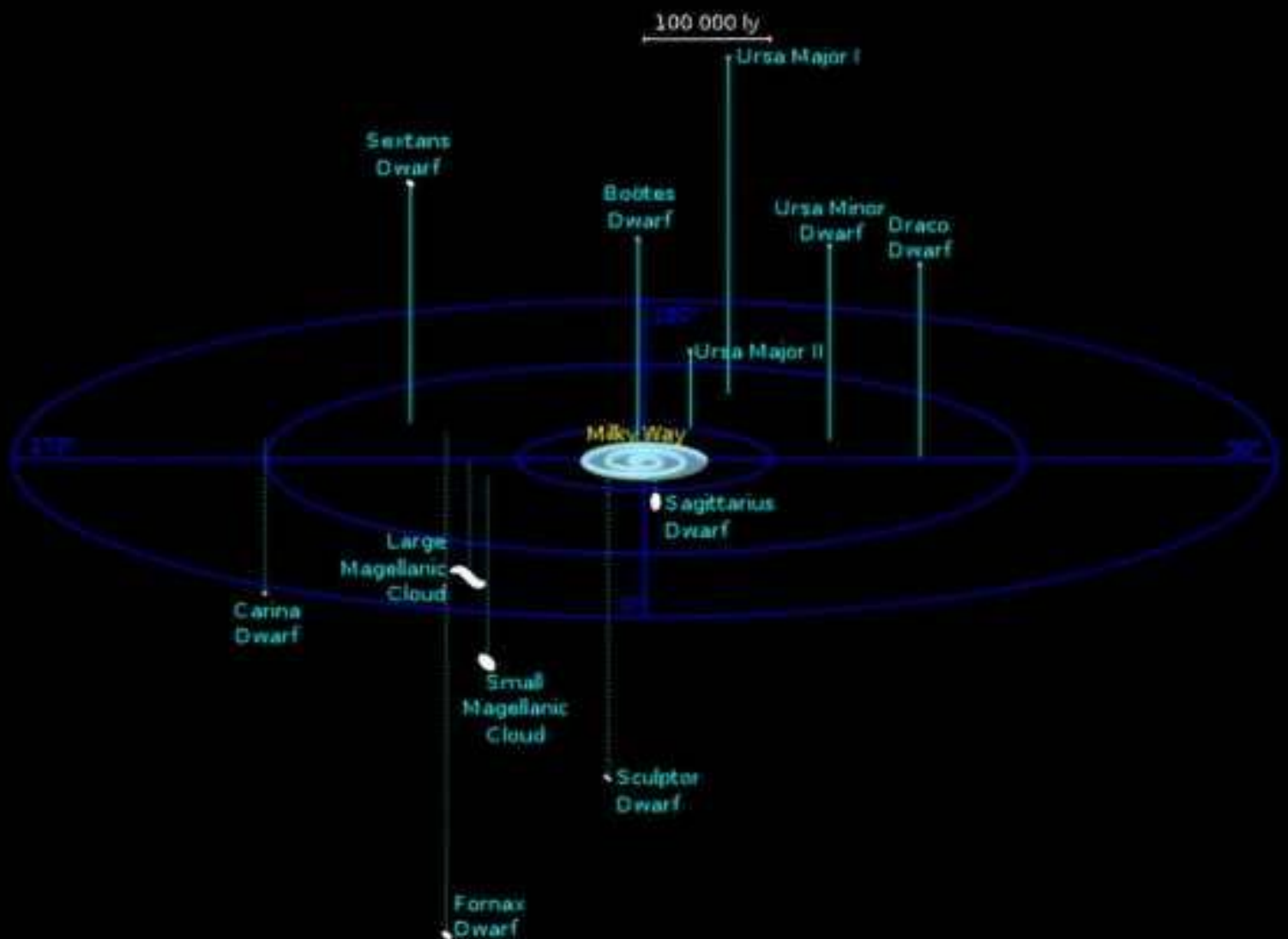
proyectadas «de frente» (arriba) y «de canto» (abajo), integradas durante 1.000 millones de años en el pasado y el futuro. Los paneles de la derecha son una ampliación de los paneles de la izquierda. El punto negro señala el centro de la Vía Láctea, las flechas las posiciones observadas y las direcciones de desplazamiento de los satélites. Aunque actualmente se alinean en un plano (indicado por la línea horizontal gris), ese plano se disuelve rápidamente a medida que los satélites se desplazan a lo largo de sus órbitas | foto Till Sawala/Sibelius collaboration

Sin embargo, en esta última investigación, los astrónomos utilizaron nuevos datos del observatorio espacial GAIA de la Agencia Espacial Europea. GAIA traza un mapa en seis dimensiones de la Vía Láctea y proporciona mediciones precisas de la posición y el movimiento de unos mil millones de estrellas de nuestra galaxia (aproximadamente el uno por ciento del total) y sus sistemas acompañantes.

Estos datos permitieron a los científicos proyectar las órbitas de las galaxias satélite en el pasado y el futuro y ver cómo se formaba y disolvía el plano en unos pocos cientos de millones de años, un mero parpadeo en el tiempo cósmico.

Los investigadores también buscaron pruebas de planos de satélites en nuevas simulaciones cosmológicas hechas a medida. Se dieron cuenta de que los estudios anteriores basados en simulaciones se habían equivocado al no tener en cuenta las distancias de los satélites al centro de la Galaxia, lo que hacía que los sistemas de satélites virtuales parecieran mucho más redondos que los reales.

Teniendo esto en cuenta, encontraron varias Vías Lácteas virtuales que presentan un plano de galaxias satélite muy similar al que se ve a través de los telescopios. Los investigadores afirman que esto elimina una de las principales objeciones a la validez del modelo estándar de cosmología y significa que el concepto de materia oscura sigue siendo la piedra angular de nuestra comprensión del Universo.



Galaxias satélite de la Vía Láctea | foto Wikipedia

El coautor del estudio, el profesor Carlos Frenk, catedrático Ogden de Física Fundamental en el Instituto de Cosmología Computacional de la Universidad de Durham (Reino Unido), declaró: «*La extraña alineación de las galaxias satélite de la Vía Láctea en el cielo había dejado perplejos a los astrónomos durante décadas,*

hasta el punto de que se consideraba que planteaba un profundo desafío a la ortodoxia cosmológica. Pero gracias a los asombrosos datos del satélite GAIA y a las leyes de la Física, ahora sabemos que el plano no es más que una alineación fortuita, una cuestión de estar en el lugar adecuado en el momento adecuado, igual que las constelaciones de estrellas en el cielo.

Dentro de mil millones de años el plano se habrá desintegrado, al igual que las constelaciones actuales. Hemos podido eliminar uno de los principales retos pendientes de la teoría de la materia oscura fría. Sigue proporcionando una descripción extraordinariamente fiel de la evolución de nuestro Universo.

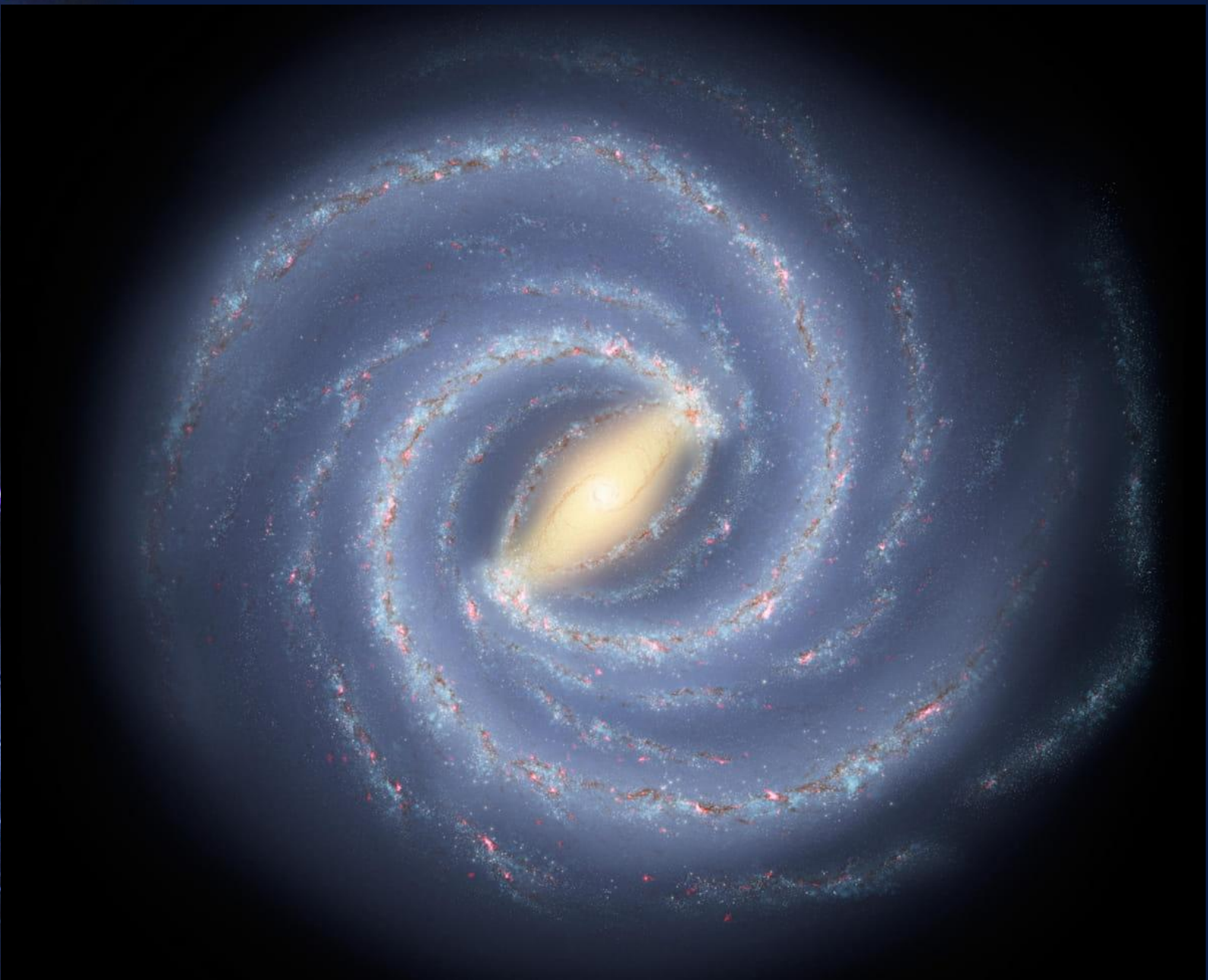
El autor principal del estudio, el Dr. Till Sawala, de la Universidad de Helsinki, afirmó: *El plano de los satélites era realmente alucinante. Quizá no sorprenda que un enigma que ha perdurado durante casi cincuenta años haya necesitado una combinación de métodos para resolverlo, y la colaboración de un equipo internacional.*

La investigación ha sido financiada por el Consejo Europeo de Investigación y el Consejo de Instalaciones Científicas y Tecnológicas del Reino Unido, y ha hecho un uso intensivo del superordenador *Cosmology Machine* (COSMA) de la Universidad de Durham.

Fuentes

Durham University | **Sawala, T., Cautun, M., Frenk, C. et al.** *The Milky Way's plane of satellites is consistent with Λ CDM*. Nat Astron (2022). **doi.org/10.1038/s41550-022-01856-z**

Los astrónomos encuentran una «ruptura» en uno de los brazos espirales de la Vía Láctea



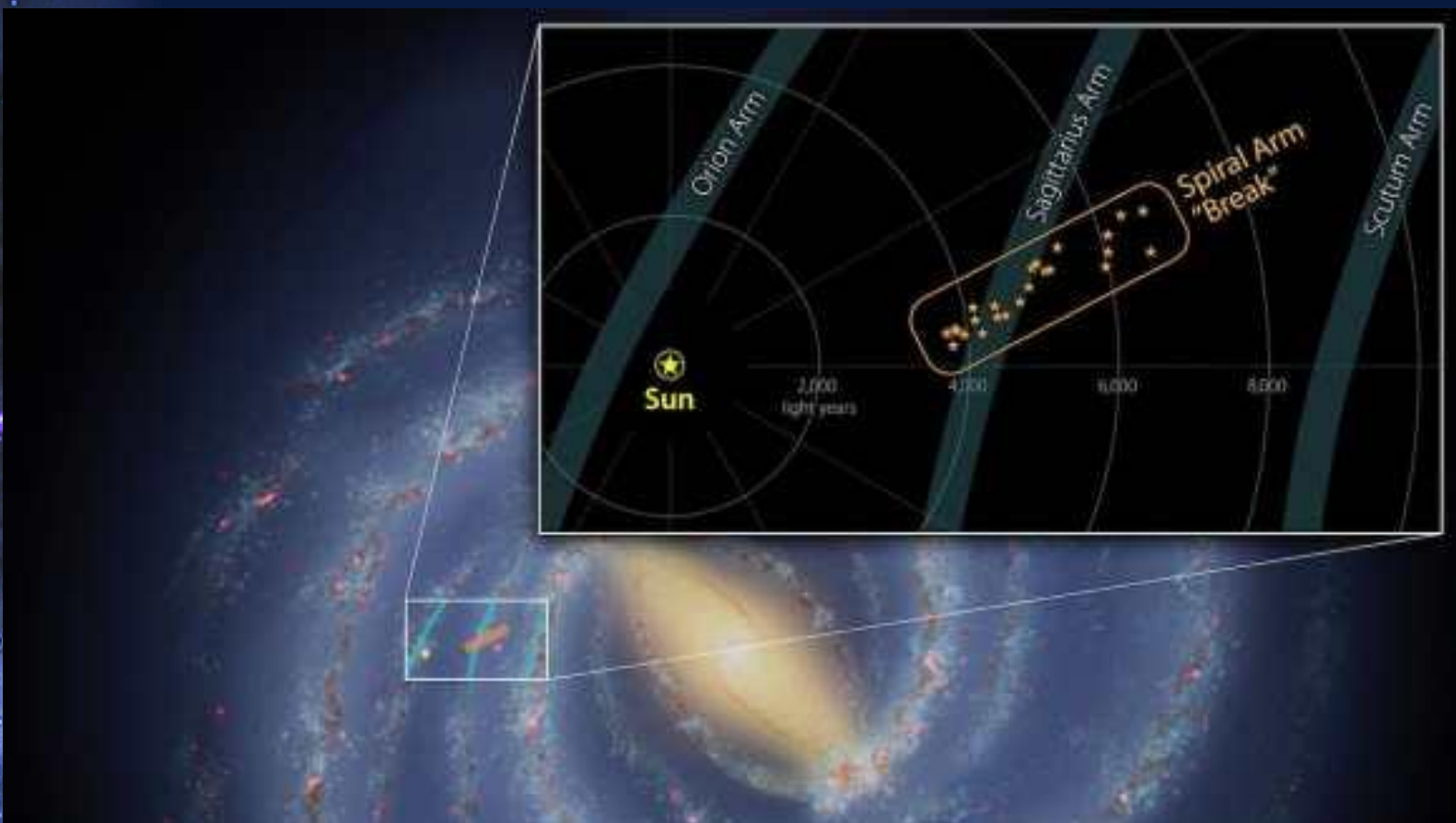
Esta ilustración muestra el conocimiento actual de los astrónomos sobre la estructura a gran escala de la Vía Láctea | foto NASA/JPL-Caltech

Los científicos han detectado una característica de nuestra galaxia, la Vía Láctea, que no se conocía hasta ahora: un conjunto de estrellas jóvenes y nubes de gas de formación estelar sobresale de uno de sus brazos espirales, parecido a como una astilla sobresale de una tabla de madera.

Con una extensión de unos 3.000 años luz, se trata de la primera estructura importante identificada con una orientación tan dramáticamente diferente a la del brazo galáctico. Los astrónomos tienen una idea aproximada del tamaño y la forma de los brazos de la Vía Láctea, pero hay muchas cosas que no se conocen: no

pueden ver la estructura completa de nuestra galaxia porque la Tierra está dentro de ella. Es como estar en medio de Times Square e intentar dibujar un mapa de la isla de Manhattan.

Para saber más, los autores del estudio se centraron en una porción cercana de uno de los brazos de la galaxia, llamado *brazo de Sagitario*. Utilizando el telescopio espacial Spitzer de la NASA antes de su retirada en enero de 2020, buscaron estrellas recién nacidas, enclavadas en las nubes de gas y polvo (llamadas nebulosas) donde se forman. Spitzer detecta la luz infrarroja que puede penetrar en esas nubes, mientras que la luz visible (la que pueden ver los ojos humanos) queda bloqueada.



Una ruptura en el brazo de Sagitario de la Vía Láctea | Foto NASA/JPL-Caltech

Se cree que las estrellas y nebulosas jóvenes se alinean estrechamente con la forma de los brazos en los que residen. Para obtener una visión en 3D del segmento del brazo, los científicos utilizaron los últimos datos publicados por la misión Gaia de la ESA (Agencia Espacial Europea) para medir las distancias precisas a las estrellas. Los datos combinados revelaron que la larga y delgada estructura asociada al *Brazo de Sagitario* está formada por estrellas jóvenes que se mueven casi a la misma velocidad y en la misma dirección a través del espacio.

Una propiedad clave de los brazos espirales es lo estrechamente que se enrollan alrededor de una galaxia, dijo Michael Kuhn, astrofísico de Caltech y autor principal del artículo. Esta característica se mide por el ángulo de inclinación del brazo. Un círculo tiene un ángulo de inclinación de 0 grados, y a medida que la espiral se vuelve más abierta, el ángulo de inclinación aumenta.

La mayoría de los modelos de la Vía Láctea sugieren que el brazo de Sagitario forma una espiral con un ángulo de inclinación de unos 12 grados, pero la estructura que hemos examinado destaca realmente con un ángulo de casi 60 grados. Estructuras similares -a veces denominadas espolones o plumas- se encuentran habitualmente sobresaliendo de los brazos de otras galaxias espirales. Durante décadas, los científicos se han preguntado si los brazos espirales de nuestra Vía Láctea también están salpicados de estas estructuras o si son relativamente suaves.

El elemento recién descubierto contiene cuatro nebulosas conocidas por su impresionante belleza: la nebulosa del Águila (que contiene los Pilares de la Creación), la nebulosa Omega, la nebulosa Trífida y la nebulosa de la Laguna. En la década de 1950, un equipo de astrónomos realizó mediciones aproximadas de la distancia a algunas de las estrellas de estas nebulosas y pudo deducir la existencia del Brazo de Sagitario. Su trabajo proporcionó algunas de las primeras pruebas de la estructura espiral de nuestra galaxia.

Las distancias están entre las cosas más difíciles de medir en astronomía, dijo el coautor Alberto Krone-Martins, astrofísico y profesor de informática en la Universidad de California, Irvine, y miembro del Consorcio de Procesamiento y Análisis de Datos de Gaia (DPAC). Sólo las recientes y directas mediciones de distancia de Gaia hacen que la geometría de esta nueva estructura sea tan evidente.



Aquí se muestran las nebulosas Águila, Omega, Trífida y Laguna, fotografiadas por el telescopio espacial infrarrojo Spitzer de la NASA. Estas nebulosas forman parte de una estructura dentro del brazo de Sagitario de la Vía Láctea que sobresale del brazo en un ángulo espectacular | Foto NASA

En el estudio, los investigadores también se basaron en un catálogo de más de cien mil estrellas recién nacidas descubiertas por Spitzer en un análisis de la galaxia llamado *Galactic Legacy Infrared Mid-Plane Survey Extraordinaire* (GLIMPSE). *Cuando juntamos los datos de Gaia y Spitzer y vemos por fin este mapa detallado y tridimensional, podemos ver que hay una gran complejidad en esta región que no se había visto antes, dijo Kuhn.*

Los astrónomos aún no comprenden del todo las causas de la formación de brazos espirales en galaxias como la nuestra. Aunque no podemos ver la estructura completa de la Vía Láctea, la capacidad de medir el movimiento de las estrellas individuales es útil para entender este fenómeno: Las estrellas de la estructura recién descubierta probablemente se formaron en torno a la misma época, en la misma zona general, y fueron influenciadas de forma única por las fuerzas que actúan dentro de la galaxia, incluyendo la gravedad y la distorsión debida a la rotación de la galaxia.

En última instancia, esto nos recuerda que hay muchas incertidumbres sobre la estructura a gran escala de la Vía Láctea, y que tenemos que fijarnos en los detalles si queremos entender ese panorama general, dijo uno de los coautores del artículo, Robert Benjamin, astrofísico de la Universidad de Wisconsin-Whitewater e investigador principal del estudio GLIMPSE. Esta estructura es una pequeña pieza de la Vía Láctea, pero podría decirnos algo significativo sobre la Galaxia en su conjunto.

Fuentes

Jet Propulsion Laboratory – Caltech | *A high pitch angle structure in the Sagittarius Arm*, **M. A. Kuhn, R. A. Benjamin, C. Zucker, A. Krone-Martins, R. S. de Souza, A. Castro-Ginard, E. E. O. Ishida, M. S. Povich and L. A. Hillenbrand.** A&A, 651 (2021) L10. [DOI:doi.org/10.1051/0004-6361/202141198](https://doi.org/10.1051/0004-6361/202141198)