

El Universo en 3D

CORTESÍA DEL DOCTOR LUIS AGUILAR.



LUIS A. AGUILAR CHIU/UNAM

Hoy en día nos hemos acostumbrado a la aparición, cada vez más frecuente, de películas en tercera dimensión. El impacto visual de una escena en 3D es mucho mayor que el de la misma sin este efecto. Además, una imagen que se percibe en 3 dimensiones contiene más información que una imagen plana.

La razón por la que tenemos dos ojos que miran ambos hacia el frente es la percepción de profundidad. Esto puede ser fácilmente percibido si estiramos un brazo y ponemos un dedo frente a nosotros. Si lo vemos con un ojo cerrado y luego lo miramos con el otro ojo cerrado, veremos que la posición del dedo contra el fondo es ligeramente distinta; a este efecto se le llama "paralaje", y es el que usa el cerebro para generar la sensación de profundidad. Entre mayor sea la distancia al objeto, menor será el paralaje. Por esto es que el efecto de profundidad se pierde al mirar objetos distantes.

La percepción del mundo en 3D es mucho mejor que ver todo como imágenes planas.

¿Qué tan distantes están las estrellas?

¿Cómo vemos el Universo? Basta mirar el cielo estrellado en una noche oscura para darnos cuenta que percibimos el Universo como una imagen plana: no tenemos sensación de profundidad al observar el cielo estrellado, las estrellas están a distancias enormes de nosotros, el paralaje es prácticamente nulo. Uno de los problemas fundamentales de la Astronomía ha sido la determinación de las distancias de los cuerpos celestes que pueblan el Universo. Existe una gran diversidad de métodos que los astrónomos han desarrollado para determinar distancias. Con excepción de solo un método, todos son indirectos y requieren el uso de hipótesis.

El único método directo es el paralaje, el astrónomo usa el desplazamiento de la Tierra alrededor del Sol para medir el efecto de paralaje. En lugar de usar los seis centímetros de separación entre nuestros ojos, usan los 300 millones de kilómetros del diámetro de la órbita terrestre. Aún con esta distancia enorme, el efecto de paralaje es minúsculo. La estrella más cercana a nosotros, Próxima Centauri, está a 4.2 años-luz y produce un paralaje de tan solo 0.77 segundos de arco, esto es equivalente al tamaño aparente de una moneda de diez pesos observada desde una distancia de 7.5 kilómetros. Si quisiéramos observar las estrellas de la nebulosa de Orión tendríamos que situar la moneda de 10 pesos a 750 kilómetros de distancia.

La Astrometría Espacial

La parte de la Astronomía que se ocupa en medir la posición de los astros, así como su movimiento, es la Astrometría, una de las disciplinas más antiguas de la Astronomía que sigue jugando un papel muy importante en la actualidad.

La posición de las estrellas se ha determinado por medio de imágenes obtenidas con telescopios. Sin embargo, la turbulencia de la atmósfera de la Tierra hace que las imágenes de las estrellas se vean como manchas. Hacer mediciones desde el espacio mejora enormemente la calidad y la profundidad a la que podemos medir distancias. En 1989 La Agencia Espacial Europea (ESA, por sus siglas en inglés), lanzó el primer satélite astrométrico espacial: Hipparcos. Este satélite determinó los paralajes y movimientos de 110 mil estrellas. La precisión alcanzada por Hipparcos fue de 10 milisegundos de arco. Los resultados de Hipparcos revolucionaron el entendimiento sobre el movimiento de las estrellas en el entorno solar. Sin embargo, dado que este entorno tiene un tamaño pequeño comparado con el de toda la Galaxia, era necesario

llegar a distancias mayores.

La misión espacial Gaia

¿Cómo se pueden medir ángulos tan pequeños? Una manera de lograrlo es combinando las imágenes de dos telescopios. Para alcanzar precisión los telescopios y la cámara deben ser muy rígidos para no introducir deformaciones en las imágenes estelares.

La tecnología detrás de Gaia

Los técnicos e ingenieros que diseñaron y construyeron Gaia fabricaron toda la plataforma donde residen los telescopios y la cámara con un material muy rígido, cuya expansión o contracción por cambios de temperatura sea muy pequeña. Esto último minimiza las diferencias de temperatura responsables de las deformaciones por dilatación térmica. El material usado es el Carburo de Silicio (SiC), un material de estructura cristalina con una dureza mayor que la de cualquier material, excepto el diamante y que es usado, entre otras cosas, para fabricar pastillas de freno de autos deportivos de alto rendimiento, placas blindadas para chalecos antibalas, y como filamentos de herramientas. En el caso de Gaia se ha construido una estructura hexagonal de un poco más de 2 metros de diámetro en donde van montados todos los instrumentos ópticos del satélite. Durante su operación, se espera que esta estructura no sufra deformaciones mayores al de las 60 mil millonésimas de milímetro (equivalente al diámetro de dos átomos de Helio). Además de los dos telescopios, Gaia tiene una cámara electrónica con un detector CCD. Estos detectores son los mismos usados en las cámaras electrónicas comerciales, pero con características muy especiales. Mientras los usados en cámaras comunes tienen dimensiones de hasta unos tres y medio centímetros, el detector de Gaia es un mosaico que tiene un metro por cuarenta centímetros. Otro aspecto importante es el número de píxeles. Las cámaras en los teléfonos celulares tienen alrededor de 4 millones de píxeles. Las cámaras profesionales tienen hasta 36 millones de ellos. El detector de Gaia tiene ¡938 millones de píxeles! Cada imagen completa genera un archivo de varios gigabytes. Otro requerimiento especial de Gaia es la eliminación total de movimiento durante su operación, ya que éste pueden introducir vibraciones que harían imposible alcanzar la precisión requerida en las mediciones. La antena de transmisión de Gaia

utiliza la misma tecnología empleada en las torres de comunicación de teléfonos celulares, que permiten direccionar la transmisión sin que haya partes móviles en las antenas.

La posición donde estará Gaia

Es necesario que esté lejos de la Tierra, de la Luna, del Sol y de cualquier otro objeto en el Sistema Solar, donde además Gaia pueda permanecer con un consumo mínimo de combustible. Estas condiciones se cumplen en el punto L2 de Lagrange, donde la fuerza de atracción de la gravedad se cancela con el efecto centrífugo por el movimiento alrededor del Sol, y un satélite puede permanecer en forma estacionaria por mucho tiempo. Este punto, a un millón y medio de kilómetros de la Tierra, está también alejado de la Luna y de otros planetas, lo cual ofrece un entorno donde las variaciones de temperatura son mínimas.

El modo de operación

Gaia no hará observaciones individuales de estrellas o de otros objetos celestes, sino que operará a modo de patrullaje, donde de manera sistemática observará toda la bóveda celeste. El satélite rotará constantemente sobre un eje a 45° de la dirección del Sol, completando una vuelta cada 6 horas. Además, el satélite tiene un movimiento de precesión alrededor de la dirección al Sol, completando una vuelta cada 63 días. Todos estos giros, junto con el movimiento orbital alrededor del Sol, hacen que al cabo de 6 meses Gaia pueda cubrir todo el cielo, y al final de la misión programada para 5 años, habrá observado cada parte del cielo en promedio unas 70 veces. Este barrido de todo el cielo permitirá a los astrónomos reconstruir el mapa de todo el cielo con altísima precisión, incluyendo no solo las posiciones, sino los paralajes y el movimiento en el cielo de cada objeto.

Una característica clave de esta misión es el uso de dos telescopios que observan simultáneamente en direcciones diferentes, pero con un ángulo constante entre sí, y cuyas imágenes son combinadas en una sola imagen final. Esto se hace para poder usar una imagen como referencia para la otra y viceversa.

Los resultados esperados

En la Vía Láctea, existen aproximadamente cien mil millones de estrellas, más que el número de neuronas en el cerebro humano. Conocemos con precisión las distancias y velocidades de solo un puñado de éstas, todas confinadas al entorno del Sistema Solar, apenas una millonésima del total de estrellas en la Galaxia.

Además del valor de este catálogo de estrellas, esto no es lo único que Gaia aportará. Gaia observará y medirá cualquier objeto que aparezca en el cielo, desde cuásares y galaxias en el espacio profundo, hasta asteroides en el Sistema Solar. Se estima que el catálogo de cuásares que Gaia descubra será la lista más extensa jamás compilada de estos objetos. Esto nos permitirá estudiar su evolución a lo largo de la vida del Universo, aportando información sobre el desarrollo de la estructura en gran escala del Universo y el proceso de formación de galaxias.

Por otro lado, Gaia permitirá el descubrimiento de miles de asteroides hasta ahora no observados; en particular aquellos que se encuentran dentro de la órbita de la Tierra alrededor del Sol. De especial importancia es el descubrir asteroides cuyas órbitas cruzan la órbita de la Tierra y que podrían constituir un peligro latente para la vida en nuestro planeta.

El impacto de Gaia

El impacto de los resultados de Gaia abarcará prácticamente toda la Astronomía, desde estudios del Sistema Solar, pasando por descubrimiento de planetas en otras estrellas, estudios de evolución estelar y de estrellas variables, así como de la estructura, origen y evolución de nuestra galaxia, hasta el ámbito de las galaxias y la cosmología. En el caso de estudios de nuestra Galaxia, la aportación será revolucionaria. Nuestro conocimiento actual de la Vía Láctea se basa en información imprecisa, conociendo solo las inmediaciones del Sol con una precisión suficiente. Esto ha obligado a los astrónomos a basar buena parte del conocimiento de la galaxia con base a modelos extrapolados de lo que sabemos del entorno solar. De vital importancia es el conocer de forma precisa las posiciones, movimientos, composiciones químicas y edades de un número muy grande y representativo de estrellas. La distribución espacial y movimiento de las estrellas es moldeado por la distribución de masa de toda la Galaxia, las composiciones químicas son un reflejo de las características de las nubes interestelares a partir de las cuales se formaron, y las edades nos permiten separar las diversas generaciones de estrellas.

* Texto escrito con motivo del lanzamiento del satélite Gaia el pasado 19 de diciembre. El autor es investigador del Instituto de Astronomía, campus Ensenada, e integrante del grupo de investigadores del satélite Gaia. Miembro de la Academia Mexicana de Ciencias.