Instituto de Física Teórica
UAM-CSIC

NOTA DE PRENSA
Instituto de Física Teórica
Teléfono: 912999894
comunicacion.ift@uam.es
http://www.ift.uam-csic.es

EXCELENCIA SEVERO OCHOA

excelencia UAM CSIC

El instrumento espectroscópico para la energía oscura (DESI) crea el mapa tridimensional más grande del cosmos

- **DESI ya ha cartografiado más galaxias que todos los estudios tridimensionales anteriores combinados, y apenas está comenzando. En el proyecto participan varias instituciones españolas: IFAE, ICE-CSIC, ICCUB, CIEMAT e IFT/UAM**

Madrid, 14 de Enero de 2022. El Instrumento Espectroscópico para la Energía Oscura (DESI, por sus siglas en inglés) ha completado sus primeros 7 meses de observación superando todos los estudios anteriores de cartografiado tridimensional de galaxias. Transcurrido tan solo un 10 % de los 5 años de observación previstos, DESI ya ha conseguido crear el mapa más grande y detallado del universo hasta la fecha.

Una vez completado el proyecto DESI, ese mapa tridimensional, con un detalle sin precedentes, ayudará a estudiar la energía oscura y a una mejor comprensión del pasado y del futuro del universo. Mientras tanto, el impresionante rendimiento técnico y los logros de DESI hasta ahora están ayudando a la comunidad científica a revelar los secretos de las fuentes de luz más poderosas del universo.

DESI es una colaboración científica internacional gestionada por el Laboratorio Nacional Berkeley, del Departamento de Energía de los Estados Unidos (Berkeley Lab) en la que participan varias instituciones españolas y de otros países.

Los científicos de DESI están presentando el rendimiento del instrumento y algunos resultados astrofísicos preliminares durante varios seminarios especiales en la red, que también incluirán la presentación del estado actual de otros experimentos cosmológicos punteros.

"DESI comenzó a medir las distancias a galaxias en mayo 2021 y en estos meses ha conseguido superar en número todos los cartografiados anteriores. Con el sistema que tiene el telescopio de 5000 fibras robóticas estamos aumentando la precisión cosmológica hasta límites nunca vistos antes" comenta la investigadora de la Universidad Autónoma de Madrid, Violeta González Pérez.

“Es muy emocionante”, comenta Marc Manera, investigador en el Institut de Física d’Altes Energies (IFAE) en Barcelona, “podemos hacer un mapa muy detallado de la distribución de galaxias en tres dimensiones, y vemos su estructura en filamentos, cúmulos y zonas vacías. DESI ha recorrido un largo camino para llegar a este punto. Sólo para obtener y validar las imágenes de donde se seleccionan las galaxias tardamos más de cinco años”.

El proyecto DESI se propuso hace más de una década y la construcción del instrumento comenzó en 2015. Se instaló en el telescopio de 4 metros Nicholas U. Mayall en el Observatorio Nacional Kitt Peak cerca de Tucson (Arizona, Estados Unidos) y el instrumento vio la primera luz a finales de 2019. La pandemia de coronavirus mantuvo el telescopio cerrado varios meses, hasta que en diciembre de 2020 DESI volvió a mirar al cielo para probar su hardware y software. En mayo de 2021 DESI estaba listo para comenzar sus observaciones.

Pero el trabajo sobre DESI no terminó cuando empezaron las observaciones. Es un instrumento complejo que requiere un trabajo continuo para que rinda adecuadamente. El equipo encargado del instrumento se asegura de que funcione bien y de manera automática, idealmente sin ninguna intervención durante las observaciones nocturnas. Dichas observaciones llegan a ser incluso aburridas, según comentan los científicos. Pero esta productividad monótona requiere de un control increíblemente detallado sobre los 5000 robots de nueva generación que colocan las fibras ópticas del instrumento de DESI, garantizando que sus posiciones sean correctas con menos de 10 micras de error; “La precisión del apuntado es impresionante”, explica Otger Ballester, ingeniero en el Institut de Física d’Altes Energies (IFAE), en Barcelona, que ha trabajado en la construcción de las unidades de autoguiado y enfocado de DESI, “Es menos que el grosor de una hoja de papel. Nuestros sistemas de autoguiado tienen que ayudar a posicionar el instrumento de tal manera que pueda recoger la luz de las galaxias que están a más de mil millones de años luz de nosotros. La construcción de estos sistemas ha sido complicada, pero el éxito del instrumento demuestra que ha valido la pena el esfuerzo y hace sentir a nuestro equipo muy orgulloso.”

“Es muy gratificante constatar que el trabajo que has dedicado para que el instrumento apunte adecuadamente sirve para desvelar los secretos del universo” comenta Santiago Serrano del Instituto de Ciencias del Espacio (ICE-CSIC) y del Institut d’Estudis Espacials de Catalunya (IEEC), en Barcelona, que ha diseñado el software de autoguiado del instrumento.

Los verdaderos colores de la energía oscura

Ese nivel de precisión es necesario para lograr la tarea principal del cartografiado: recopilar espectros de millones de galaxias en más de un tercio de todo el cielo. Al descomponer la luz de cada galaxia en su espectro de colores, DESI puede determinar cuánto se ha desplazado la luz al rojo, esto es, cuanto se ha estirado el espectro hacia el extremo rojo debido al efecto de la expansión del universo durante los miles de millones de años que dicha luz viajó antes de llegar a la Tierra y ser observada. Estos desplazamientos al rojo permiten a DESI explorar la profundidad del cielo y crear un mapa tridimensional. Cuanto más desplazado al rojo está el espectro de una galaxia, en general, más lejos está la galaxia.

Con un mapa tridimensional del cosmos en la mano, los físicos pueden trazar cúmulos y supercúmulos de galaxias. Esas estructuras llevan ecos de su formación inicial, cuando eran sólo ondas en el cosmos primordial. Al detectar estos ecos, los físicos pueden usar los datos de DESI para determinar la historia de expansión del universo.

"Es increíble cómo estudiando la distancia entre las galaxias más lejanas podemos aprender de la física del Universo microscópico en su nacimiento" comenta Santiago Ávila, investigador del Instituto de Física Teórica de Madrid. "En estos mapas están escondidas pistas clave para entender la física durante la primera fracción de segundo de vida del universo".

“Uno de los objetivos científicos fundamentales de DESI es medir la historia de la expansión del universo”, dice Eusebio Sánchez, del CIEMAT, en Madrid. “Es asombrosa la capacidad del proyecto, que ya en una fase tan temprana, permite obtener resultados científicos para entender el universo”.

Entender la historia de la expansión es crucial, con nada menos que el destino del universo entero en juego. Hoy en día, en torno al 70% del contenido del universo es energía oscura, una forma de energía misteriosa que provoca que la expansión del universo sea cada vez más rápida. Según el universo se expande, se crea más energía oscura, lo que acelera la expansión todavía más, en un ciclo que provoca que la fracción de energía oscura en el universo siempre crezca. La energía oscura acabará determinando el destino del universo: ¿Se expandirá para siempre?¿Colapsará de nuevo sobre sí mismo, en el reverso del big bang?¿O se desgarrará a sí mismo? La respuesta a estas preguntas exige aprender más acerca de cómo se ha comportado la energía oscura en el pasado, y DESI está diseñado para hacer exactamente eso. Además, comparando la historia de la expansión con la historia del crecimiento de estructuras, los cosmólogos pueden comprobar si la teoría de la relatividad general de Einstein sigue funcionando en estos inmensos dominios de espacio y tiempo.

Agujeros negros y galaxias brillantes

Pero entender el destino del universo tendrá que esperar hasta que DESI haya completado una parte mayor de su cartografiado. Mientras tanto, DESI está ya produciendo avances en nuestro conocimiento del pasado lejano, hace más de diez mil millones de años, cuando las galaxias todavía eran jóvenes.

El equipo científico de DESI está usando también sus datos para entender el comportamiento de los agujeros negros de masa intermedia en galaxias pequeñas. Se cree que agujeros negros enormes habitan los núcleos de todas las galaxias grandes, como la nuestra, la Vía Láctea. Pero no se sabe todavía si las galaxias pequeñas también contienen siempre sus propios agujeros negros (más pequeños). Dichos agujeros negros son prácticamente imposibles de descubrir, pero si atraen material suficiente, se vuelven más fáciles de localizar. Cuando gas, polvo y otros materiales caen en el agujero negro, se calientan (a temperaturas mayores que las del núcleo de una estrella) durante la caída, y se forma un núcleo galáctico activo (AGN por sus siglas en inglés). En galaxias grandes, los AGN se encuentran entre los objetos más brillantes del universo conocido. Pero en galaxias más pequeñas, los AGN pueden ser más débiles, y más difíciles de distinguir de estrellas recién nacidas. “Los espectros tomados por DESI ayudan a resolver este problema, y la gran extensión del cielo cubierta producirá más información acerca de los núcleos de galaxias pequeñas que cualquier observación anterior.” comenta Mar Mezcua del Instituto de Ciencias del Espacio (ICE-CSIC) y del Institut d’Estudis Espacials de Catalunya (IEEC), en Barcelona. Estos núcleos, por su parte, contienen mucha información acerca de cómo se formaron los AGN brillantes en el universo muy temprano.

“DESI es un cartografiado de galaxias innovador. Será esencial para entender los procesos que regulan la formación y evolución de las galaxias”, comenta Malgorzata Siudek, investigadora Marie Curie en el Institut de Física d’Altes Energies (IFAE) de Barcelona.

Los quásares, otra variedad de galaxias especialmente brillantes, están entre los objetos más distantes y más brillantes conocidos, y son excelentes sondas del universo temprano a causa de la cantidad enorme de energía que emiten; los quásares que DESI observa emitieron su luz hace once mil millones de años. Los científicos de DESI están utilizando los datos para entender la evolución de estos objetos. Se cree que los quásares comienzan rodeados de una envoltura de polvo, que enrojece la luz que emiten, como le ocurre a la luz del sol cuando atraviesa calima. Según evolucionan, eliminan este polvo y se vuelven más azules. Pero es muy difícil poner a prueba esta teoría, debido a la escasez de datos sobre los quásares rojos. DESI está cambiando esta situación, ya que descubre más quásares que cualquier cartografiado anterior. Se espera que al final del proyecto haya observado unos 2.4 millones de ellos.

Hay muchos más resultados científicos que DESI está ya produciendo. Ha catalogado más de 7.5 millones de galaxias y sigue observando a razón de más de un millón por mes. Solamente en noviembre de 2021, DESI midió el desplazamiento al rojo de 2.5 millones de galaxias. Al final del proyecto, en 2026, se espera que DESI tenga más de 35 millones de galaxias en su catálogo, lo que permitirá una enorme variedad de investigaciones sobre cosmología y astrofísica.

La colaboración Dark Energy Spectroscopic Instrument

DESI está financiado por las siguientes instituciones: U.S. Department of Energy’s Office of Science; National Science Foundation de Estados Unidos; Division of Astronomical Sciences bajo contrato con el National Optical Astronomy Observatory; Science and Technologies Facilities Council del Reino Unido; Fundación Gordon and Betty Moore; Fundación Heising-Simons; French Alternative Energies and Atomic Energy Commission (CEA); Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México;

Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades de España y las instituciones miembros de DESI. Los científicos de DESI se sienten honrados de que se les permita llevar a cabo investigaciones astronómicas en el lolkam Du'ag (Kitt Peak, Arizona), una montaña con particular significado para la nación Tohono O'odham.

Participan en DESI el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), el Instituto de Ciencias del Espacio (ICE-CSIC), el Institut de Física d'Altes Energies (IFAE), el Instituto de Física Teórica (IFT) de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM) y CSIC, el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA), el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) y el Institut de Ciències del Cosmos de la Universitat de Barcelona (ICCUB).

La lista completa de instituciones participantes y más información sobre DESI está disponible en: https://www.desi.lbl.gov

---

SOBRE el IFT-UAM/CSIC

El Instituto de Física Teórica (IFT) es un centro mixto perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y a la Universidad Autónoma de Madrid (UAM). En el IFT se investiga en la frontera de la Física Teórica y especialmente de la Física de Partículas Elementales, Astropartículas y Cosmología. El objetivo básico de la investigación que se desarrolla es entender las claves fundamentales de la Naturaleza y del Universo. Sus investigadores lideran numerosos proyectos de investigación en el ámbito tanto nacional como internacional. Además de la actividad puramente científica, en el IFT se realiza también una intensa tarea de formación de excelentes investigadores y de transmisión del conocimiento a la sociedad a través de diversos programas de divulgación.