ASTRONOMÍA

› Sección a cargo del doctor Enrique Galindo Fentanes

Participan investigadores de la UNAM en proyecto astronómico más ambicioso del mundo

› Se trata del Observatorio Vera C. Rubin, que revolucionará el estudio del Universo y revela sus primeras imágenes

Todo está listo para que el Telescopio Simonyi del Observatorio Vera C. Rubin revele al mundo sus primeras imágenes. Hará cientos de capturas del cielo nocturno del hemisferio sur y parte del norte para crear una "película" del cosmos: la investigación del Espacio-Tiempo como Legado para la Posteridad (LSST, por sus siglas en inglés).

El Vera C. Rubin se ubica en lo alto de Cerro Pachón, en la cordillera de los Andes al norte de Chile.

Luego de más de 20 años de trabajo desde su concepción hasta su construcción, a partir de hoy astrónomos del mundo podrán contar con una nueva herramienta e información que llevarán a realizar innumerables descubrimientos, y resolver múltiples preguntas sobre la estructura y evolución del Universo.

Participan en esta aventura investigadores de más de 30 países para contar con una nueva herramienta; 50 de ellas y ellos son orgullosamente mexicanos.

Los líderes del equipo son Octavio Valenzuela Tijerino, del Instituto de Astronomía (IA) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); y Alma Xóchitl González Morales, de la Universidad de Guanajuato. Mientras que Rosa Amelia González Lopez-Lira, del Instituto de Radioastronomía y Astrofísica (IRyA) de la Universidad de la nación, coordina los grupos de trabajo que están desarrollando contribuciones en especie dentro de la colaboración mexicana.

Valenzuela Tijerino compartió la conexión personal que tiene con el proyecto, pues durante su etapa como investigador postdoctoral en la Universidad de Washington, en Seattle presenció las discusiones fundacionales del observatorio. Años después logró integrar a México en esta colaboración internacional junto con Alma González (su exalumna y ahora colíder del consorcio mexicano) y el apoyo de las autoridades de sus respectivas universidades.

TECNOLOGÍA INÉDITA PARA FOTOGRAFIAR Y CENSAR EL COSMOS

El Telescopio de Investigación Simonyi, de 8.4 metros, cuenta con tres espejos que le dan un campo visual excepcionalmente amplio. Utiliza la cámara más grande jamás construida, de 3,200 millones de pixeles, la Cámara LSST, cuyo lente mide 1.65 metros de ancho y pesa casi 2,800 kilos.

Para que la información recabada cada noche por el telescopio llegue a los investigadores, se ha desarrollado una red internacional de centros de datos. "Uno de ellos estará aquí en la UNAM, pero los tres principales se ubican en Estados Unidos, Francia e Inglaterra", explicó Valenzuela Tijerino. "El telescopio va a generar unos 30 terabytes por noche, y toda esa información (datos crudos, imágenes, catálogos, datos intermedios) será compartida, preservada y analizada gracias a la red de datos".

Cada tres días se podrán observar 20 mil millones de galaxias, aproximadamente. "Imagínense clasificar ese número de galaxias, o 17 mil millones de estrellas, es imposible hacerlo una por una", mencionó.

Lograr lo anterior requiere de técnicas automatizadas, así como de científicos y astrónomos especializados en ciencia de datos e inteligencia artificial. Después de 10 años de trabajo se habrán generado unos 500 mil terabytes de datos y la mayoría de los astrónomos que efectúen hallazgos basándose en la información astronómica recopilada nunca habrán visitado el telescopio. Además, reduce la necesidad de equipos caros, en algunos casos únicamente un navegador de internet y buena conectividad serán necesarios.

¿Qué se aprenderá al observar y estudiar millones de cambios en el cielo nocturno durante diez años? En palabras de Rosa Amelia González: "Quizá las contribuciones más espectaculares del Rubin se darán en el descubrimiento de objetos transientes y variables; además de los cuásares y supernovas con efecto de lente, supernovas de tipos raros, contrapartes ópticas de eventos productores de ondas gravitacionales (kilonovas, fusiones de agujeros negros), contrapartes ópticas de explosiones de rayos gamma de larga duración.

Por su cadencia, profundidad y enorme campo visual (9 grados cuadrados), también es altamente probable que haga posible la identificación de nuevos fenómenos astrofísicos. Y, finalmente, la formidable cantidad de datos propiciará avances en aprendizaje de máquinas y ciencia ciudadana", apuntó.

PROYECTOS CLAVE LIDERADOS DESDE MÉXICO

"La comunidad astronómica mexicana ha estado involucrada con el Observatorio Vera C. Rubin desde la fase temprana de las colaboraciones científicas, a principios de la década de 2010. Sus miembros participan con contribuciones en especie en: DESC (cosmología); Lentes Fuertes; Galaxias; Estrellas, Vía Láctea y Volumen Local; IDAC (cómputo)", subrayó la coordinadora de los grupos de trabajo, Rosa Amelia González.

El equipo mexicano está desarrollando software para la explotación científica y, además, contribuye con la implementación y operación de un centro de datos que estará ubicado en el Laboratorio de Modelos y Datos (LAMOD) de la UNAM.

Esta aportación permite al país integrarse sin necesidad de hacer aportaciones monetarias de forma directa. Los proyectos de contribución en especie se ubican en las colaboraciones de lentes gravitacionales fuertes incluyendo métricas de calidad de imagen, limpieza de imágenes con lente gravitacional, coordinado por Alma González.

Asimismo, cosmología, incluyendo estimación de corrimiento al rojo de galaxias (Josué de Santiago); inferencia de parámetros cosmológicos (José Alberto Vázquez); acumulamiento de galaxias y lente gravitacional débil (Alejandro Avilés); estructura de bajo brillo superficial y morfología de galaxias (José Antonio Vázquez): cúmulos estelares y estrellas variables en la Vía Láctea (Ángeles Pérez); fuentes transitorias e imágenes anómalas (Juan Carlos Cuevas); así como un centro de datos para apoyar a las colaboraciones científicas de LSST y a la comunidad mexicana (Octavio Valenzuela).

LSST-MX ha comenzado a desarrollar proyectos para preparar la explotación científica de los datos de LSST. Estos cubren lentes gravitacionales, los cuales son un fenómeno que permite observar objetos extremadamente lejanos gracias a la distorsión de la luz causada por cuerpos masivos en el Universo, además de determinar su masa, estructura y distancia.

Actualmente se conocen unos dos mil lentes de este tipo, pero con el Vera C. Rubin se espera detectar cientos de miles, incluso hasta un millón. Buscar lentes gravitacionales es como encontrar una aguja en un pajar. Para abordar este desafío, estudiantes e investigadores posdoctorales están desarrollando herramientas de inteligencia artificial que permitan detectar y clasificar lentes gravitacionales usando algoritmos de inteligencia artificial entrenados con imágenes reales y sintéticas; resolver ecuaciones complejas para determinar la masa y estructura de las galaxias que actúan como lentes; detectar anomalías que revelan la presencia de materia oscura (principal componente de galaxias y cúmulos).

Además, en el equipo mexicano, investigadores y estudiantes del Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas (IIMAS) de la UNAM trabajan con astrónomos en proyectos para inferir la distancia a galaxias lejanas a través del análisis de imágenes en colores distintos.

Este método permitirá generar mapas tridimensionales aproximados del Universo sin necesidad de espectroscopía, una técnica más precisa, pero que resulta inviable para los más de 20 mil millones de galaxias que observará el telescopio.

LA CIENCIA BÁSICA COMO MOTOR DE INNOVACIÓN

El Observatorio Vera C. Rubin permitirá ver fenómenos u objetos que aún no han sido detectados, ya sea por su baja frecuencia de ocurrencia, porque se creía que era algo anómalo, o por algún defecto de observación.

Este proyecto demuestra que la ciencia básica impulsa avances tecnológicos y puede detonar la innovación en múltiples niveles. Desde el desarrollo de la cámara digital más grande del mundo, hasta algoritmos de procesamiento masivo de datos, esta colaboración internacional ya está generando herramientas con potencial impacto en áreas como el análisis climático, el monitoreo terrestre y otras aplicaciones.

"A veces se cuestiona por qué invertir tanto para observar el cielo, pero muchos avances tecnológicos —como los refrigeradores y las cámaras digitales— surgieron de investigaciones fundamentales. Este proyecto ilustra el carácter de la ciencia básica, que es motor de desarrollo de nueva ciencia y nueva tecnología", resaltó Valenzuela Tijerino.

COLABORACIÓN INTERDISCIPLINARIA

La cantidad de información, desarrollos tecnológicos y descubrimientos que surgirán con este proyecto es impresionante. Es por eso que colaboran investigadores de diversas disciplinas, como astrofísica, física y ciencia de datos, todos trabajando en conjunto para desarrollar nuevas tecnologías, herramientas para analizar la información recopilada, para transferirla, clasificarla, interpretarla y procurar su seguridad.

Es tanta la que se recopilará, que incluso ha surgido un programa de ciencia ciudadana en el cual, cualquier persona con conexión a internet que quiera contribuir al proyecto pueda hacerlo, ya sea clasificando objetos (como galaxias y estrellas) o escribiendo pequeños scripts de Python (códigos para automatizar tareas o hacer cálculos) y así ayudar a saber, por ejemplo, si un objeto cambia o no lo hace con el tiempo. "A nuestro país le hace falta que la sociedad sepa cómo funciona la ciencia, cómo se crea el conocimiento y que pueden ser partícipes, y eso es lo que vamos a fomentar", concluyó Valenzuela Tijerino.

¿QUIÉNES INTERVIENEN?

Otras instituciones mexicanas que participan en este proyecto son: la Universidad de Guanajuato (Departamento de Física y Departamento de Astronomía); la Universidad Autónoma de San Luis Potosí; la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; el Mesoamerican Centre for Theoretical Physics; el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; y la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Por parte de la UNAM, el IA, el IRyA, el Instituto de Ciencias Nucleares, el Instituto de Ciencias Físicas, el IIMAS, el Instituto de Física y la Facultad de Ciencias.

El Observatorio Vera C. Rubin es financiado por la Fundación Nacional de Ciencias (NSF, por sus siglas en inglés) y la Oficina de Ciencias del Departamento de Energía de Estados Unidos (DOE, por sus siglas en inglés). Además, cuenta con donaciones privadas y contribuciones en especie por diferentes organizaciones científicas del mundo.

Este instrumento sin precedentes lleva el nombre de la astrónoma Vera Rubin, quien aportó las primeras pruebas convincentes de la existencia de la materia oscura.