



astronomía a gran escala

personas + lugares + descubrimientos

Guión final como grabado

00:13 Como astrónoma, siempre me ha maravillado el cielo nocturno.

00:19 Es hermoso, por supuesto, pero además la luz del Universo nos ayuda a descubrir sus secretos.

00:29 Mi nombre es Bárbara Rojas-Ayala, y estudio las estrellas.

00:37 He aprendido que casi todas las estrellas que vemos albergan uno o más planetas, y estamos encontrando hay un planetas todo el tiempo.

00:50 Así que para mí, el cielo nocturno no está lleno de estrellas lejanas y solitarias, ¡sino de innumerables familias de planetas!

01:01 Quiero compartir algunas de estas historias familiares con ustedes: de dónde vienen, cómo se forman. Y también quiero mostrarles de dónde soy yo: un lugar donde astrónomas y astrónomos estudian el cielo con la ayuda de tecnología asombrosa y de personas aún más sorprendentes.

01:33 Un lugar donde las personas han sentido una fuerte conexión con el cielo nocturno, por milenios.

01:51 Quiero presentarles la astronomía en Chile.

02:03 Chile se encuentra en la costa oeste de América del Sur. Un país montañoso, largo y estrecho. El océano Pacífico se encuentra al oeste, las imponentes montañas de los Andes al este, y la selva del Amazonas al norte.

02:28 Chile es quizás el mejor lugar del mundo para la astronomía, debido a su clima especial.

02:39 Los Andes bloquean las nubes de lluvia que vienen del este, mientras que las corrientes del océano Pacífico transportan el agua fría desde la Antártica hacia el norte. A lo largo de la costa chilena, la temperatura del aire disminuye, y cuando el aire frío desciende, pierde su humedad.

03:02 Estos factores se combinan para crear un aire estable y seco sobre las montañas costeras de Chile. ¡Las condiciones perfectas para la astronomía!

03:16 Varios telescopios importantes salpican el terreno montañoso de Chile... Visitaremos solo tres.

Estos observatorios están explorando lugares de nuestro Sistema Solar y más allá para ayudar los astrónomos a entender el origen los planetas como el nuestro.

03:48 Al estar de pie en esta ladera, pueden entender por qué se llama "Cerro Tololo", que significa "Al Borde del Abismo" en el idioma aymara.

Este el Observatorio Interamericano de Cerro Tololo es el hogar de docenas de telescopios.

04:07 Echemos una mirada al más grande: el telescopio Víctor M. Blanco, con un espejo primario de cuatro metros de diámetro.

04:24 Los astrónomos diseñaron este telescopio para observar el mismo tipo de luz que pueden ver nuestros ojos. Es un telescopio *óptico*.

04:34 La luz entra por la gran abertura y rebota en el espejo gigante. Es la primera cosa que la luz toca, por eso lo llamamos espejo primario. Cuanto más grande sea el

espejo, más luz puede recolectar, por esta razón, a los astrónomos les gusta construir telescopios grandes ¡para recolectar toda la luz que se pueda!

La forma del espejo concentra la luz sobre un lente gigante, ¡de más de un metro de diámetro!

05:02 Ese lente es parte de un sorprendente instrumento llamado Cámara de Energía Oscura.

05:09 La cámara de energía oscura es probablemente una de las cámaras más grandes del mundo. Tiene muchos detectores. Son 62 detectores de ciencia.

05:19 Marco Bonati es la primera persona que conoceremos de las que mantienen funcionando estos observatorios. Como ingeniero de detectores, él es responsable de lo que sucede dentro del instrumento.

05:33 *Marco Bonati:*

La superficie de los detectores, en general, son bien delicada. Por lo tanto, uno quiere mantenerlas libres de polvo en lo posible. Entonces el "clean room" es un cuarto en el que, básicamente, uno mantiene las condiciones ambientales controladas. Y mantiene también controlada la cantidad de partículas que hay adentro con filtros y con presión positiva.

06:01 *La luz que el telescopio obtiene se concentra en un punto focal y ahí se pone un detector. Hay muchos tipos de detectores dependiendo del tipo de astronomía que se va a hacer*

06:15 Una vez que el instrumento está fuera de la sala limpia y montado sobre el telescopio, otros miembros del equipo ayudan a realizar las observaciones.

06:29 *Jackie Seron:*

Mi nombre es Jacqueline Serón, y trabajo para el observatorio interamericano Cerro Tololo. Mi posición es asistente nocturno flotante, sería la traducción. Yo asisto con los instrumentos, que estén bien, y que el telescopio este en buenas condiciones para la observación de la noche, además de tomar calibraciones. El trabajo de la noche es la operación misma del telescopio, mover el telescopio a las posiciones que el observador diga.

07:06 *Lo que me gusta de esta posición es que estoy aprendiendo mucho.*

Toda la ingeniería, cómo los sistemas están interconectados y funcionan de la manera maravillosa, casi como una orquesta.

Todas las piezas tienen su lugar, y es posible que se tomen los datos, y que después los astrónomos nos tomen y hagan ciencia con ellos.

07:38 Escuchemos más de Kathy Vivas, una astrónoma venezolana que vive en Chile...

07:45 *Kathy Vivas:*

Yo trabajo como parte del equipo de soporte de la cámara de energía oscura que está instalada en el telescopio Blanco. Es una cámara digital de gran formato que permite hacer mapas del cielo de grandes zonas, de grandes extensiones del cielo con una gran sensibilidad.

08:03 *Como parte de mis actividades en este equipo, bueno, nosotros nos aseguramos de que la cámara esté produciendo datos de calidad científica. Cuando vienen astrónomos a observar en Cerro Tololo, los apoyamos, los ayudamos a diseñar. En general, les damos apoyo en todo lo que significa llevar sus proyectos científicos en este telescopio.*

08:27 La Cámara de Energía Oscura se diseñó para observar los confines más lejanos del Universo. Pero como puede observar una gran porción del cielo, también nos permite encontrar objetos mucho más cercanos a casa.

08:49 Al dejar la Tierra atrás, podemos ver las órbitas de los planetas alrededor del Sol...
Mercurio, Venus, la Tierra, y Marte.
Júpiter, Saturno, Urano, y Neptuno.
Pero nuestro sistema solar incluye muchos otros objetos, ¡no sólo planetas!

09:07 Los astrónomos han usado la Cámara de Energía Oscura para encontrar numerosos cuerpos pequeños y helados en los confines del Sistema Solar. Hemos rastreado miles de estos objetos, los cuales residen lejos del Sol, más allá del planeta más distante, Neptuno.

Ellos conforman el cinturón de Kuiper.

09:44 Hace mil millones de años, todo lo que vemos aquí probablemente giraba en un mismo plano. Pero la gravedad de los planetas gigantes desplazó a los ligeros

objetos del cinturón de Kuiper a órbitas diferentes, que ahora viajan muy por encima o por debajo del plano de las órbitas de los planetas.

10:05 Cada pequeño mundo helado que descubrimos nos ayuda a contestar preguntas sobre la historia de nuestro sistema solar. ¿Cómo se veía hace mil millones de años, cuando los planetas se estaban formando?

No podemos regresar en el tiempo, pero sí podemos observar otros sistemas planetarios en proceso de formación.

10:30 Esta tarea requiere de nuestros más poderosos telescopios, así que volvamos a Chile.

Nos dirigimos a un lugar llamado Cerro Pachón, a tan solo 20 kilómetros de Cerro Tololo.

10:59 Aquí se encuentra el observatorio Gemini Sur, que comenzó a observar el cielo en el 2002.

11:09 Dentro del domo, podemos apreciar a este gran telescopio, con un espejo de más de ocho metros de diámetro, ¡más del doble que el telescopio Blanco!

11:20 Este gran espejo debe mantenerse altamente reflectante, lo cual significa que necesita limpiarse cada semana.

Un trabajo así de grande requiere de mucho trabajo en equipo.

11:36 *Vanessa Montes:*

Mi nombre es Vanessa Montes, ingeniera de electrónico.

Tenemos diferentes disciplinas como óptica, mecánica, eléctrica, y software también.

Todos trabajamos muy bien. Se necesita mucho esfuerzo de equipo. Y de mucha colaboración entre todos. Y creo que eso es algo muy positivo. Cuanto más puedes motivar a las personas en participar de forma más creativa en los diferentes proyectos que hacemos, se vuelve un ambiente de trabajo más colaborativo.

12:06 La cooperación en Gemini se extiende alrededor del mundo. Los astrónomos rara vez viajan a Chile para usar el telescopio; en cambio, hacen teletrabajo.

12:18 Aquí en la instalación base de Gemini en el pueblo costero de La Serena, a casi 100 kilómetros de Cerro Pachón, los técnicos pueden operar un instrumento especial que observa sistemas planetarios jóvenes, llamado la Cámara de Planetas de Gemini, o “yi-pai” por su nombre en inglés.

12:39 A casi 10.000 kilómetros, en la Universidad Stanford en California, los investigadores ven las mismas pantallas, y guían el trabajo de observación con “GPI”.

12:51 Los astrónomos necesitan una persona en quien puedan confiar al otro lado de la línea, y ahí es donde entra Alysha Shugart, Especialista en Operaciones de Ciencia.

13:02 *Alysha Shugart:*
Operamos el telescopio del noche. Tomamos los datos para los astrónomos que han solicitado tiempo para sus investigaciones.

Realmente disfruto la observación. Me gusta pensar que estos fotones que literalmente tienen miles de millones de años apenas están llegando y los estoy viendo por primera vez.

13:25 No todos los fotones tienen *miles de millones* de años de edad. Muchos fueron creados más recientemente, más cerca de casa. La luz detectada por GPI muestra los que sucede cuando se forman planetas alrededor de estrellas cercanas...

13:44 Podemos imaginar que viajamos a un lugar así, tan lejano que la luz demora más de sesenta años en alcanzarnos.

Esta estrella es mucho más masiva y brillante que el Sol. La estrella y su sistema planetario tienen menos de 30 millones de años de edad, simples bebés en comparación con nuestro maduro Sistema Solar. El polvo y los escombros forman un disco alrededor de la estrella.

Algunos objetos diminutos de este disco terminarán como nuestro cinturón de Kuiper, cuerpos helados al borde del sistema.

14:26 GPI nos permite asomarnos al centro del disco. Los astrónomos luego usan computadoras y las leyes de la física para simular lo que podría estar pasando.

Hemos descubierto un planeta gigante, más de una docena de veces más masivo que Júpiter, cuya gravedad ha convertido al disco de polvo en una espiral distorsionada.

¿Podría haber ocurrido algo similar en nuestro Sistema Solar hace miles de millones de años?

15:05 Para la siguiente parte de la historia, debemos viajar mucho más al norte de Chile, al desierto de Atacama, uno de los lugares más secos de la Tierra.

15:25 El hogar de 66 radio antenas, el llamado Gran Conjunto Milimétrico/submilimétrico de Atacama, o ALMA, por su sigla en inglés.

15:40 Los cielos del desierto de Atacama son famosos por ser despejados, y sus habitantes han observado su cielo por milenios.

David Barrera es el presidente de la comunidad indígena de San Pedro de Atacama.

15:58 *David Barrera:*

Yo siento que el cosmos camina conmigo. Camina con ustedes, con los seres humanos, es parte de nuestro vivir.

16:14 *Nosotros los seres humanos somos nada en frente a lo que es el gran cosmos, por eso que somos parte del cosmos. No es algo separado.*

16:28 *Conformamos una sola unidad. Y esa es la maravilla del entendimiento humano.*

16:39 *El proyecto ALMA ha sido un vecino respetuoso. Porque ha preguntado: “¿Cuál es la sabiduría ancestral de los pueblos originarios con respecto al cosmos?” Y la invitación de ALMA hacia la comunidad indígena es de alguna manera de unir el conocimiento científico con el conocimiento indígena.*

17:13 Los astrónomos han venido a este sitio único en la Tierra para crear un conjunto de antenas que se benefician de sus cielos secos y despejados a 5.000 metros sobre el nivel del mar.

17:26 A diferencia de los telescopios en Cerro Tololo y Cerro Pachón, estas enormes antenas funcionan juntas, como un enorme ojo que observa el cielo de una manera detallada y sin precedentes.

Y pueden trabajar tanto de noche como de día.

17:46 ¡Cada antena pesa cerca de 100 toneladas! Y necesitan moverse de un lugar a otro para hacer diferentes tipos de observación, y para recibir mantenimiento cuando se necesita.

18:03 Alfredo Elgueta es una de las cuatro personas a quienes se confía la operación de los transportadores que mueven las antenas.

18:12 *Alfredo Elgueta:*
Los transportadores básicamente lo que hacen... tienen una sola función que es mover una antena del punto A al punto B.

18:22 *Se puede operar desde un control remoto o desde la cabina.*
El control remoto nos sirve exclusivamente para poder cargar y descargar la antena.

18:33 *Ahora cuando hacemos el traslado de la antena del punto A al punto B, ahí necesariamente tenemos que hacerlo desde la cabina.*

18:45 *Cuando se estaban construyendo las antenas, nosotros las teníamos que llevar hasta arriba.*

18:49 *El traslado solamente nos tomaba 5 horas.*

19:05 Una vez que las antenas están en los lugares correctos, recolectan una enorme cantidad de datos. Y trabajan en red: los datos de cada antena se comparan con los datos de las demás.

Celia Verdugo, astrónoma y analista de datos, recolecta y estudia estas observaciones para astrónomos de Chile y otras partes del mundo.

19:34 *Celia Verdugo:*
Los radiotelescopios son antenas que son capaces de recolectar toda la luz que hay en el cielo.
El ojo humano, que ve luz visible, ve muy distinto lo que ve un ojo que ve ondas de radio.

19:49 *Ese receptor es como el cerebro del telescopio que es capaz de transformar esa señal en un espectro, y además podemos obtener imágenes de lo que estamos observando.*

20:04 *Sin duda lo que más me gusta es estar en la sala de control porque es muy motivante estar en el lugar donde se toman todos los datos, se toman las decisiones.*

20:17 ALMA ha revolucionado nuestra visión del Universo al permitirnos dar un vistazo de cerca a los sistemas planetarios jóvenes.

Aquí no solo estamos viendo los restos de una formación planetaria, sino el disco de material en sí de donde se forman planetas.

20:40 Esta es la imagen obtenida por ALMA de PDS 70, una estrella muy joven, de menos de 10 millones de años.

Su disco de restos parece ser un anillo de polvo alrededor de la estrella, con un gran espacio donde al menos un planeta como Júpiter se está formando. Ese planeta tiene su propio disco pequeño, donde se podrían estar formando lunas.

21:10 Aquí podemos ver los resultados de una simulación por computadora, la cual podemos comparar con datos de ALMA y de otros telescopios para ayudar a los astrónomos a entender cómo crecen los planetas.

Quizás nuestro sistema solar se veía así hace miles de millones de años, una familia de planetas tomando forma...

21:40 Un trabajo pionero en astronomía requiere invertir en la próxima generación de telescopios.

21:49 Cuando esté listo, este telescopio observará todo el cielo visible cada tres noches y generará 20 terabytes de datos cada noche, ¡el doble de lo que produce el telescopio Hubble en un año entero!

Todos esos datos estarán disponibles para mundo gratis, para facilitar que cualquiera pueda hacer el próximo gran descubrimiento.

22:20 El futuro de la astronomía está en manos de todos nosotros.

Por eso es que disfruto conocer a estudiantes de todas las edades. Espero que ellos lleguen a trabajar conmigo en uno de los grandes observatorios en Chile, o de cualquier otra parte del mundo.

Todos a quienes conocieron hoy, tenemos diversos orígenes y trayectorias, y contribuimos con diferentes talentos y habilidades.

22:56 Invitamos a todos a mirar, aprender, y disfrutar de la astronomía.

Esperamos compartir las maravillas del Universo, y la emoción de descubrir, con toda la Humanidad.

23:35 Si deseas conocer más personas increíbles y escuchar más historias sobre la gran astronomía en Chile, visita BigAstronomy.org, donde encontrarás conversaciones en vivo con el personal del observatorio, contenido exclusivo detrás de cámaras y actividades educativas.
