



CARNEGIE SCIENCE CENTER

One of the four Carnegie Museums of Pittsburgh

This Word document contains the translated script for the planetarium show:

TWO SMALL PIECES OF GLASS

The Amazing Telescope

DOS PEQUEÑOS TROZOS DE CRISTAL

El Increíble Telescopio

Original translation by: Planetario Museo de las Ciencias de CLM, SPAIN

Additional translation and editing coordinated by the Buhl Digital Planetarium, Pittsburgh, PA

- Youth 1 / Joven 1 – Teenage Boy
- Youth 2 / Joven 2 – Teenage Girl
- Astronomer / Astrónoma – Adult

Youth 1

Hey, wait up!

Joven 1

¡Eh, espera!

Youth 1

Hey, wait up! I can't see.

Joven 1

¡Eh, espera! No puedo ver.

Youth 2

OK. We'll wait for your eyes to get used to the dark.

Joven 2

De acuerdo. Esperaremos para que tus ojos se acostumbren a la oscuridad.

Youth 1

Why does it seem so dark here?

Joven 1

¿Por qué parece tan oscuro aquí?

Youth 2

Because we rode in from the bright lights of the city into the dark of the park, your pupils in your eyes are slowly opening up right now to let more light in.

Youth 1

Is that why owls have big eyes, so they can see at night?

Youth 2

Yeah. The larger the pupil, the more light it lets in and that's why they can hunt at night.

The telescopes we're going to look through work the same way. The bigger the mirror or lens, the more light the telescope captures.

Astronomer

Hi guys! I'm so glad you could come.

Youth 2

I see you brought your big telescope this year.

Youth 1

That is huge! Where is your eyepiece?

Youth 2

It's at the top, that's why we need the ladder to look through it.

Joven 2

Porque pasamos de las luces brillantes de la ciudad a la oscuridad del parque, en este momento las pupilas de tus ojos están abriéndose despacio para dejar entrar más luz.

Joven 1

¿Por eso los búhos tienen los ojos grandes, para que puedan ver por la noche?

Joven 2

Exactamente. Cuanto más grande es la pupila, más luz deja entrar, y por eso pueden cazar de noche.

Los telescopios a través de los cuales vamos a mirar funcionan de la misma manera. Cuanto más grande es el espejo o la lente, más luz captura el telescopio.

Astrónoma

¡Hola chicos! Me alegro mucho de que hayan podido venir.

Joven 2

Veo que usted trajo su telescopio grande este año.

Joven 1

¡Qué grande es!
¿Dónde está el ocular?

Joven 2

Está en la parte superior, por eso necesitamos la escalera para mirar a través de él.

Astronomer

That's right. This is a reflecting telescope, which means the light is gathered on a mirror at the back of the telescope and reflected to the front of the telescope, where it hits another mirror and the light is reflected again, into the eyepiece.

The telescope your teacher has is called a refractor; that uses lenses instead of mirrors to gather and focus the light.

Youth 1

Which is better, the reflector or the refractor?

Astronomer

It depends on what you want to observe with your telescope. In general, the bigger the mirror or lens, the more light the telescope will gather, and the brighter and more resolved the object you are looking at will be.

Youth 1

Resolved?

Youth 2

**Well, To resolve an object means that you can see detail. When you look through the telescope from our school you can see Jupiter and its four moons. But when you look through this telescope, you can see the bands of clouds on Jupiter!
So the better the resolving power – or resolution - the better the view. Right?**

Astronomer

Right!

Astrónoma

Así es. Éste es un telescopio reflector, lo cual quiere decir que la luz se recoge a través de un espejo en la parte posterior del telescopio, que se reflejará hacia el otro extremo, donde alcanzará otro espejo, que se encargará de que luz será reflejada en el ocular.

El telescopio de tu profesor se llama refractor, que utiliza lentes en lugar de espejos para recoger y enfocar la luz.

Joven 1

¿Cuál es mejor, el reflector o el refractor?

Astrónoma

Eso depende de lo quieres observar con tu telescopio. Generalmente cuanto más grande es el espejo o la lente, más luz recogerá el telescopio y más brillante y con más resolución se verá el objeto que estás observando.

Joven 1

¿Resolución?

Joven 2

**Bueno, ver un objeto con resolución significa que se pueden ver detalles. Cuando miras a través del telescopio de nuestra escuela puedes ver Júpiter y sus cuatro lunas. Pero cuando miras por este telescopio, ¡puedes observar las bandas de nubes de Júpiter!
Entonces, cuanto más grande es la resolución, se verá mejor. ¿No es así?**

Astrónoma

¡Correcto!

Youth 2

I will always remember seeing Saturn's rings for the first time.

Joven 2

Siempre recordaré cuando vi por primera vez los anillos de Saturno.

Youth 1

Can I look through your telescope?

Joven 1

¿Puedo mirar por su telescopio?

Astronomer

Absolutely... the whole reason I brought it here was for you to look through it.

Astrónoma

Claro que sí... La razón por la que lo traje aquí era para que tú pudieses observar con él.

Youth 1

Wow! Is that really Jupiter? What are those stars lined up on either side?

Joven 1

¡Estupendo! ¿Eso es realmente Júpiter? ¿Qué son esas estrellas alineadas a cada lado?

Astronomer

Those are the four Galilean moons – Io, Callisto, Europa and Ganymede.

Astrónoma

Esas son las cuatro lunas galileanas – Ío, Calixto, Europa y Ganímedes.

Youth 1

Why are they called Galilean moons?

Joven 1

¿Por qué las llaman lunas galileanas?

Astronomer

An Italian mathematician named Galileo in 1610 was the first man to see them with a telescope. In fact, it's believed that Galileo was the first to use a telescope to view the heavens.

Astrónoma

Un matemático italiano llamado Galileo fue el primer hombre en observarlas con un telescopio en 1610. De hecho, se cree que Galileo fue el primero en utilizar un telescopio para mirar el cielo.

Youth 1

Galileo invented the telescope?

Joven 1

¿Galileo inventó el telescopio?

Youth 2

No. Can you tell the story of that Dutch guy?

Astronomer

Sure, but let me tell your friend what it was like before there were telescopes. Prior to the invention of the telescope, everyone used to believe that the Earth was the center of the Universe and that the Sun, Moon, and planets, orbited around it.

Then in 1543, Nicholas Copernicus proposed a different model with the Sun, not the Earth, at the center.

This was a radical idea but he had no evidence to prove it.

Nearly 65 years later in 1608, a Dutchman named Hans Lipperhey took two small pieces of glass and fixed them in a tube creating a spyglass.

A few months later Galileo read accounts of it, and built his own.

Joven 2

No. ¿Puede contar la historia de ese Holandés?

Astrónoma

Claro, pero déjame contar a tu amigo como era antes de que hubiese telescopios.

Antes de la invención del telescopio todo el mundo solía creer que la Tierra era el centro del Universo y que el Sol, la Luna y los planetas orbitaban alrededor de ella.

Entonces en 1543, Nicolás Copérnico propuso un modelo diferente con el Sol, y no la Tierra, en el centro;

Eso era una idea radical, pero no tenía pruebas para demostrarlo.

Casi 65 años más tarde, en 1608, un holandés llamado Hans Lipperhey cogió dos pequeños trozos de cristal y los fijó en un tubo, creando un catalejo.

Unos meses después Galileo leyó sobre ello y construyó el suyo.

Astronomer

In January 1610, he pointed it toward Jupiter.

The telescope's narrow field of view made it difficult for him to find Jupiter, but when he did, he saw three stars next to the planet - one to the right of and two more on the planet's left.

He watched these points of light over several nights. He determined that they were moons orbiting Jupiter, not the Earth.

This became the first observational evidence that the heavens worked differently than what people had imagined up to then. Copernicus' theory was eventually proven using Galileo's new window on the universe, the telescope.

Astronomer

And he saw more than Jupiter's moons...

His telescope magnified enough for him to recognize that there are mountains on the Moon, spots on the Sun and that Venus goes through phases like our moon. He also saw that the Milky Way was made up of thousands of stars.

Now, would you like to look at Saturn?

Youth 1

Sure.

Astronomer

Give me a minute.

Astronomer

OK... Take a look.

Astrónoma

En enero de 1610, lo apuntó a Júpiter.

El pequeño campo de visión del telescopio dificultó encontrar Júpiter, pero cuando lo hizo, vio tres estrellas junto al planeta - una a la derecha y las otras dos a su izquierda.

Observó esos puntos de luz durante varias noches. Determinó que eran lunas, que orbitaban Júpiter, no la Tierra.

Esto se convirtió en la primera evidencia observacional de que el cielo funcionaba de manera diferente a lo que había imaginado la gente hasta entonces. La teoría de Copérnico se probó con el tiempo, utilizando la nueva ventana abierta al universo por Galileo – el telescopio.

Astrónoma

Y vio más que las lunas de Júpiter...

Su telescopio aumentó lo suficiente para descubrir que hay montañas en la Luna, manchas en el Sol y que Venus tiene fases como nuestra Luna. También observó que la Vía Láctea se componía de miles de estrellas.

Ahora, ¿te gustaría ver Saturno?

Joven 1

Por supuesto.

Astrónoma

Dame un minuto.

Astrónoma

Bueno...Mira.

Youth 1
Wow! Is it real?

Joven 1
¡Estupendo! ¿Es real?

Youth 2
It's real.

Joven 2
Es real.

Youth 1
Did Galileo see Saturn in his telescope?

Joven 1
¿Galileo vio Saturno con su telescopio?

Astronomer
Yes, but he only saw an oblong point of light because his telescope lacked the resolution to see the rings. He described it as a planet with "ears".

Astrónoma
Sí, pero sólo vio un punto ovalado de luz, porque su telescopio no tenía la suficiente resolución para ver los anillos. Lo describió como un planeta con "orejas".

The Dutch astronomer Christiaan Huygens revealed that Saturn was a ringed planet and discovered its largest moon Titan.

El astrónomo Holandés Christiaan Huygens reveló que Saturno era un planeta con anillos y descubrió Titán, su luna más grande.

Youth 1
Was his telescope as big as this one?

Joven 1
¿Su telescopio era tan grande como éste?

Astronomer
It was quite a bit longer, but the aperture of lens was just a few inches in diameter.

Astrónoma
Era bastante más largo, pero la abertura de la lente sólo tenía unas pocas pulgadas de diámetro.

Youth 1
Why was his longer?

Joven 1
¿Por qué el suyo era más largo?

Youth 2
It has something to do with how light focuses through a lens. Something about color.....

Joven 2
Tiene que ver algo con el modo en que la luz es enfocada a través de una lente. Algo sobre color...

Astronomer

Aberration, that's right. When you view a bright star or planet, you see a colored ring of blue and yellow around its edges. By increasing the focal length of the telescope, or making it longer, the less aberration you get.

Youth 1

But I see only a ring around Saturn and it's not blue or yellow.

Youth 2

That's because his telescope is not a refractor, it's a reflector.

Astronomer

Shortly after Huygens made his long refractors, a man named Sir Isaac Newton did some experiments and figured out that the color aberrations were produced when the light passed through the lenses. So he found a way to use a mirror to focus the light just like a lens, but without the color aberrations.

Astronomer

I'll point the telescope over here to Albireo A and B. A binary star system, which means these two stars appear extremely close; in fact, with your unaided eyes it appears as a single star in the sky.

Youth 1

I see two stars but they're not the same color. One is blue and one is gold.

Astrónoma

Aberración, sería lo correcto. Cuando miras una estrella o un planeta brillante, ves un anillo azul y amarillo alrededor de sus bordes. Incrementando la longitud focal del telescopio, o haciéndolo más largo, se obtiene menos aberración.

Joven 1

Pero yo solo veo un anillo alrededor de Saturno, y no es azul ni amarillo.

Joven 2

Eso es porque su telescopio no es refractor, es reflector.

Astrónoma

Poco después de que Huygens construyó sus refractores largos, un hombre llamado Sir Isaac Newton realizó unos experimentos y descubrió que las aberraciones cromáticas se producen cuando la luz pasa a través de las lentes. Así encontró la manera de utilizar un espejo para enfocar la luz igual que con una lente, pero sin las aberraciones cromáticas.

Astrónoma

Apuntaré el telescopio hacia Albireo A y B. Un sistema binario de estrellas, lo que significa que esas dos estrellas aparecen muy juntas; en realidad, a simple vista, se muestra como una sola estrella en el cielo.

Joven 1

Veo dos estrellas pero no son del mismo color. Una es azul y otra dorada.

Youth 2

That's because each star is of a different temperature.

When you look at a candle flame you see it go from blue near the wick, to almost red at the top. Each color relates to the temperature of the flame at that point. The top of the flame – the red part is hot. But the blue part is really hot.

Astronomer

Right again! And Newton was involved with figuring that out as well.

Newton passed light through a prism and figured out that colors of the rainbow corresponded with different temperatures. The blue portion of the rainbow, or spectrum, is warmer than the red.

So not only did Newton figure out how to build a telescope using a mirror as a lens, removing color aberrations, he also started the study of light called spectroscopy.

These unique discoveries are utilized on telescopes all over the world every night, even on the 10-meter mirror telescopes in La Palma and Hawaii.

Youth 1

10 meters?

Youth 2

That's like over 30-feet. What's it like looking through one of them?

Joven 2

Eso es porque cada estrella tiene una temperatura diferente.

Cuando miras la llama de una vela puedes ver cómo pasa de azul cerca de la mecha hacia casi rojo en la parte superior. Cada color está relacionado con la temperatura que tiene en ese punto – la parte roja es caliente, pero la parte azul es realmente caliente.

Astrónoma

¡De nuevo tienes razón! Y Newton también descubrió eso.

Newton hizo pasar luz a través de un prisma y descubrió que los colores del arco iris corresponden con diferentes temperaturas. La parte azul del arco iris, o el espectro, es más caliente que la roja.

Entonces, Newton no solamente descubrió cómo construir un telescopio utilizando un espejo como una lente, eliminando las aberraciones cromáticas, también empezó el estudio de la luz que se llama espectroscopia.

Estos descubrimientos únicos se utilizan cada noche en telescopios por todo el mundo, incluso en los telescopios de espejo de 10 metros de La Palma y Hawaii.

Joven 1

¿10 metros?

Joven 2

Eso es como unos 30 pies. ¿Cómo se mirará a través de uno de ellos?

Astronomer

Astronomers don't "look" through telescopes that big. They use devices called "detectors". Detectors take the focused light and either "image" it into a digital photograph or break the light up into a spectrum.

When astronomers study a spectrum from a star, they can deduce a lot of information about it. By comparing the observed spectrum to those created in a lab, they can tell how hot it is.

They detect what elements are in the star's upper layers. They can also observe the star's apparent motion by how much the spectrum is "shifted".

Have you ever heard a siren from a police car or ambulance change its pitch as it drove by?

Youth 1
Sure.

Astronomer

What you heard was something called the Doppler effect – where the sound wave was compressed as it came toward you, and then "stretched" as it went away.

This same effect can be seen in spectra of stars that are in motion coming toward or going away from the observer.

Youth 1
Galaxies? Don't we live in a galaxy?

Astrónoma

Los astrónomos no "miran" por telescopios así de grandes. Utilizan dispositivos llamados "detectores". Los detectores recogen la luz enfocada y la convierten en una fotografía digital o la separan como un espectro de diferentes colores.

Cuando los astrónomos estudian el espectro de una estrella, pueden deducir mucha información sobre ello. Comparando el espectro observado con los obtenidos en un laboratorio, pueden decirte cuánto calor hace.

Detectan qué elementos se encuentran en las capas de la estrellas. También pueden observar el movimiento aparente de una estrella fijándose cuánto ha "cambiado" el espectro.

¿Has escuchado alguna vez cómo cambia de tono la sirena de un coche de policía o una ambulancia cuando pasa?

Joven 1
Sí.

Astrónoma

Lo que escuchaste es algo llamado efecto Doppler -- la onda de sonido se comprime cuando se mueve hacia ti, y se extiende a la hora de alejarse.

Este mismo efecto se puede ver con los espectros de galaxias que se están moviendo hacia el observador o alejándose de él.

Joven 1
¿Galaxias? ¿No vivimos en una galaxia?

Astronomer

Yes, it's called the Milky Way. But did you know, that we've only known that for less than a hundred years?

Youth 2

Why did it take so long for us to figure that out?

Astronomer

Before the 20th century astronomers thought the universe consisted of a flat disk of stars with the Earth and the solar system residing in the center. An astronomer named Carolyn Herschel even made a map of this disk.

Because telescopes of the day didn't have the resolving power to see individual stars in other galaxies, they thought the patches of light, which they called spiral nebulae, were part of this immense disk.

It wasn't until the 100-inch telescope atop Mt. Wilson was built which allowed astronomers to see individual stars.

An astronomer named Edwin Hubble used this telescope and was not only able to determine that spiral nebulae were individual galaxies that he called island universes, but that they were extremely far away.

Look here, this is the closest major galaxy to ours. It's called the Andromeda galaxy.

Astrónoma

Sí, se llama Vía Láctea. ¿Pero sabías que eso sólo lo descubrimos hace menos de cien años?

Joven 2

¿Por qué tardamos tanto en descubrirlo?

Astrónoma

Antes del siglo 20 los astrónomos pensaron que el universo consistía en un disco de estrellas plano, con la Tierra y el sistema solar en el centro. Un astrónomo llamado Carolyn Herschel incluso hizo un mapa de este disco.

Como los telescopios de entonces no tenían el suficiente poder de resolución para ver estrellas individuales en otras galaxias, pensaron que las manchas de luz, que ellos llamaron nebulosas espirales, formaban parte de este disco inmenso.

Hasta que no se construyó el telescopio de 100 pulgadas en el Monte Wilson, los astrónomos no fueron capaces de ver estrellas individuales en las nebulosas espirales.

Un astrónomo llamado Edwin Hubble utilizó este telescopio y no sólo fue capaz de determinar que las nebulosas espirales eran galaxias individuales que él llamó universos isla, sino que también se encontraban extremadamente alejadas.

Mira por aquí. Ésta es la galaxia más grande y cercana a la nuestra. Se llama la galaxia de Andrómeda.

Youth 2

Didn't Hubble also determine that the universe was expanding?

Astronomer

Yes. The expansion that he observed and later observations of cosmic background radiation in the 1960's confirmed the model that the Universe was created in a "big bang"

Youth 1

Is that why they named the Hubble Space Telescope after him?

Astronomer

Yes. When NASA launched the Hubble Space Telescope, they knew that the telescope would reveal a universe unseen by land-based telescopes of the day.

See how the stars twinkle?

Youth 1

Yes.

Joven 2

¿No determinó Hubble también que el universo se estaba expandiendo?

Astrónoma

Sí. La expansión que él observó y las observaciones posteriores de la radiación de fondo cósmico en los años 1960 confirmaban que el Universo se creó en el "big bang".

Joven 1

¿Por eso le dieron su nombre al Telescopio Espacial Hubble?

Astrónoma

Sí. Cuando la NASA lanzó el Telescopio Espacial Hubble, sabían que el telescopio revelaría un universo no visto por los telescopios terrestres.

¿Ves cómo parpadean las estrellas?

Joven 1

Sí.

Astronomer

Our atmosphere causes that. And regardless of how big you make a telescope, the-limiting factor in what a telescope can see is the air between it and space.

So when they put a telescope in space astronomers knew that they were in for some surprises.

The Hubble space telescope revealed the formation of stars and planets.

The magnificent remnants of stellar death. It has shown us that the universe is dynamic and not stagnant.

But what it really showed us is that the early universe was different than the one we live in today.

Youth 1

What? What do you mean, the early universe? Isn't it all the same? How can we see the early universe if we are older?

Astronomer

Great question. See that star over there? That's Vega it's about 26 light years away. That means that the light which that star generates takes 26 years to travel to us.

Now that star over there is called Deneb and it is 3,600 light years away.

Youth 1

So that is the way it looked 3,600 years ago. Right?

Astrónoma

Eso es por nuestra atmósfera. E independientemente de lo grande que se construye un telescopio, el factor limitante de lo que puede ver un telescopio es el aire entre él y el espacio.

Por eso, cuando pusieron un telescopio en el espacio los astrónomos sabían que podían encontrarse con algunas sorpresas.

El Telescopio Espacial Hubble reveló la formación de estrellas y planetas.

Los magníficos restos de muertes estelares. Nos ha mostrado que el universo es dinámico y no estático.

Pero lo que realmente nos demostró es que el universo temprano era diferente al universo en que vivimos hoy.

Joven 1

¿Qué? ¿Qué significa el universo temprano? ¿No es el mismo? ¿Cómo podemos ver el universo temprano si ahora somos más viejos?

Astrónoma

Gran pregunta. ¿Ves esa estrella ahí? Esa es Vega y está a unos 26 años luz. Eso significa que la luz que genera esa estrella necesita 26 años para viajar hasta nosotros.

Ahora, aquella estrella se llama Deneb y está a 3.600 años luz.

Joven 1

Entonces, así se veía hace 3.600 años, ¿verdad?

Youth 2

And how old is the light from the Andromeda galaxy?

Astronomer

Over 2 million years. So telescopes are not only optical instruments, they can be used as time machines.

And the Hubble looked back to over 13.5 billion years when it took an image called "Ultra Deep Field".

This image revealed a very different universe than we live in today.

It shows small young galaxies colliding and merging to form larger galaxies, which led to galaxies that surround us today.

Youth 1

So now that we have telescopes in space, astronomers don't need telescopes on earth anymore, right?

Joven 2

¿Y cuántos años tiene la luz de la galaxia Andrómeda?

Astrónoma

Más de 2 millones de años. Por tanto, los telescopios no sólo son instrumentos ópticos, sino también pueden ser usados como máquinas de tiempo. Y el Hubble miró hacia atrás hasta hace más de 13.500 millones de años, tomando una imagen llamada "Campo Ultra Profundo".

Esa imagen revelaba un universo muy distinto al universo en que vivimos hoy.

Muestra pequeñas y jóvenes galaxias chocando y fusionando para formar galaxias más grandes, cuyo resultados son las galaxias que nos rodean hoy.

Joven 1

Entonces, ahora que tenemos telescopios en el espacio, los astrónomos ya no necesitan telescopios en la Tierra, ¿verdad?

Astronomer

That might have been true if they hadn't developed a process called adaptive optics.

Astronomers and engineers can now measure the distortions caused by the atmosphere in real-time and subtract them out before the light from an object reaches the focal plane of the telescope.

Because of this technology, large aperture telescopes that operate around the world can now rival the resolution of the Hubble Space Telescope.

Even larger land based telescopes, the size of football fields, are planned to be constructed in the next ten years, and will look even further back into time.

Youth 1

Wow, what do you think they will see?

Youth 2

I'm not sure, but I want to be the first astronomer to use that telescope!

Astrónoma

Eso podía haber sido así si no se hubiese desarrollado un proceso que se llama óptica adaptativa.

Ahora astrónomos e ingenieros pueden medir las distorsiones causadas por la atmósfera en tiempo real y sustraerlas antes de que la luz de un objeto llegue al plano focal del telescopio.

A causa de esta tecnología, los telescopios de gran abertura que operan en todo el mundo, ahora pueden competir con la resolución del Telescopio Espacial Hubble.

Incluso dentro de los próximos diez años se está planeando la construcción de telescopios terrestres más grandes, del tamaño de campos de fútbol, que incluso mirarán aun más hacia atrás en el tiempo.

Joven 1

¡Increíble! ¿Qué crees que se podrá ver?

Joven 2

¡No estoy seguro, pero quiero ser el primer astrónomo en utilizar ese telescopio!

Astronomer
Good for you!

Astronomy is filled with puzzles and unsolved mysteries. The recent discovery that the universe is accelerating in its expansion is one that will need lots of work and observations to figure out what drives it.

But the one that excites me the most is that we are close to having the power to observe earth-like planets around other stars and should be able to detect life on those planets!

Who knows, maybe you will be as famous as Galileo is today, because of two small pieces of glass that he turned to the heavens launching humanity on the ultimate voyage of discovery.

Astrónoma
¡Buena respuesta!

La astronomía está llena de enigmas y misterios no resueltos. El descubrimiento reciente de que el universo está acelerando su expansión necesitará mucho trabajo y observaciones para descubrir qué es lo que lo produce.

Pero, lo que más me excita es que estamos cerca de tener la capacidad de observar planetas, alrededor de otras estrellas, parecidos a la Tierra y que podríamos encontrar vida en esos planetas.

Quién sabe, quizás seas tan famoso como lo es Galileo hoy en día, gracias a dos pequeños trozos de cristal que él levantó hacia el cielo, embarcando a la humanidad en el último viaje de descubrimiento.