

Transcripción de AirSpace Temporada 10, episodio 6: Carrera espacial: La precuela (parte dos)

Matt: Les damos la bienvenida a AirSpace, un programa del Smithsonian's National Air and Space Museum. Soy Matt.

Emily: Y yo soy Emily. Esta es la segunda parte de nuestro episodio Los tránsitos de Venus. Si aún no has escuchado la primera parte, desliza hacia abajo en tu *feed* y escúchala primero.

Matt: Para resumir: en el siglo XVII, los astrónomos descubrieron las distancias relativas entre los objetos del sistema solar. Y ahora, en los tránsitos de Venus de la década de 1760 —cuando Venus se ve desde la Tierra cruzando frente al Sol—, buscaban obtener una medida exacta de la distancia entre la Tierra y el Sol.

Emily: Terminamos el episodio anterior cuando las potencias coloniales de la época estaban enviando barcos y astrónomos por todo el mundo para observar y medir estos tránsitos. Dejamos a un astrónomo francés en el Océano Índico y estábamos a punto de hablar del descubrimiento de la atmósfera de Venus.

De eso hablaremos hoy en AirSpace, patrocinado por Lockheed Martin.

La música de AirSpace sube y después se apaga.

Matt: En el primer episodio de este episodio doble, terminamos con un astrónomo ruso que hizo una observación: parecía que Venus tenía una atmósfera. Pero Rusia no revelaría esa información durante siglos.

De nuevo, nos acompaña la Dra. Sam Thompson, curadora de Astronomía del National Air and Space Museum.

Sam: Durante el tránsito de Venus de 1761, un científico ruso llamado Mijaíl Lomonósov observó el fenómeno desde San Petersburgo con un telescopio refractor de unos 11 centímetros y medio. Observó el Sol, y pudo ver claramente cómo Venus cruzó y luego salió del disco solar. Y lo que notó fue un fino arco de luz alrededor de Venus, tanto al entrar como al salir del Sol.

Lomonósov interpretó ese arco como la luz solar siendo refractada por una atmósfera muy densa alrededor del planeta. Escribió un artículo con sus conclusiones que circuló en Rusia, pero no salió del país hasta más o menos los años 50 del siglo XX, cuando alguien lo redescubrió. Ese es uno de los problemas cuando el conocimiento no se difunde

globalmente: a veces se pierde por generaciones. Pero cuando por fin se redescubrió su trabajo, Lomonósov fue reconocido —aunque un poco tarde— como el científico que descubrió la atmósfera de Venus.

Matt: Y la expedición británica más famosa de ese momento fue la de dos hombres cuyos apellidos seguramente les suenan familiares a muchos estadounidenses: Charles Mason y Jeremy Dixon. De hecho, fue gracias al gran trabajo que hicieron durante el tránsito de 1761 que, un par de años después, en 1763, les encargaron trazar la línea divisoria entre las colonias de Pensilvania y Maryland: la famosa línea Mason-Dixon.¹

Emily: En 1760, Mason y Dixon salieron de Inglaterra con rumbo a Sumatra, que es la isla más grande de Indonesia. Pero no iban a llegar muy lejos...

Estamos con Ted Rafferty, del Observatorio Naval de los Estados Unidos.

Ted: Antes de salir del Canal de la Mancha, fueron atacados por un barco francés. Varios miembros de la tripulación murieron durante el ataque. Tuvieron que lanzar por la borda gran parte del equipo para poder usar los cañones. Lograron defenderse y derrotar al barco enemigo, pero su embarcación quedó tan dañada que tuvieron que regresar a Inglaterra para hacer reparaciones.

Cuando el barco estuvo listo de nuevo, Mason se dio cuenta de que ya no iban a llegar a tiempo a Sumatra. Así que pidió permiso al Observatorio Real para ir a otro lugar. Pero le dijeron que no, que lo que querían era que fuera a Sumatra.

Matt: Al final, Mason y Dixon no llegaron a Sumatra, pero sí lograron llegar a Ciudad del Cabo, en Sudáfrica, que en ese momento era una colonia holandesa. Por suerte, en esa época los holandeses y los ingleses se llevaban bien, así que Mason decidió quedarse ahí y hacer las observaciones que pudieran desde ese lugar.

Ted: Ciudad del Cabo no era el sitio ideal, porque no se podía ver todo el tránsito desde ahí. La observación comenzaba antes de que saliera el sol.

Emily: Entonces Mason y Dixon, en cuanto pudieron empezar a verlo, hicieron lo mejor que pudieron para medir la distancia de Venus desde un extremo del Sol hasta el otro. Pero el problema fue que los datos estaban incompletos. Y como era de esperarse, sus resultados no coincidían con los de otros astrónomos que estaban observando el mismo

Esta línea, que se completó en 1767, desempeñó un papel importante en la Guerra Civil de Estados Unidos.

fenómeno desde otros lugares. Es decir, aunque sus mediciones eran técnicamente correctas, las condiciones no eran las ideales, y eso hizo que su información no fuera útil.

Matt: También había otro problema: el factor humano. Resulta que los tiempos de observación que reportaron Mason y Dixon no coincidían entre ellos. Este resultó ser un problema bastante común. Aun cuando dos personas estén en el mismo lugar, con el mismo equipo, pueden no estar de acuerdo sobre el momento exacto en que comienza o termina el fenómeno.

Emily: Exacto. Y eso significa que al final, a pesar de todas estas expediciones que salieron a observar el tránsito de 1761 desde distintos puntos del mundo, ninguna consiguió datos que fueran útiles para confirmar o calcular con más precisión la unidad astronómica. O sea, fue muchísimo trabajo para llegar a una especie de resultado nulo.

Sam: Lo que pasó con el tránsito de 1761 fue que se necesitaba ver con precisión dos momentos: cuando Venus entraba por primera vez en el disco solar, y cuando salía. Dos buenos puntos de observación.

Pero en muchos de los lugares desde donde se intentó observar, solo se pudo ver una parte. Solo medio tránsito. Y eso no te da suficientes datos para triangular bien la posición. En cambio, el tránsito de 1769 sí se pudo observar de principio a fin, y esa fue la clave que permitió obtener finalmente las mediciones necesarias.

Matt: A veces, aunque hagas todo bien —o al menos lo intentes—, no siempre consigues el resultado que esperabas o que necesitabas. Y en el caso de estas observaciones del tránsito, debes juntar tus cosas y prepararte para intentarlo de nuevo la próxima vez que haya oportunidad.

Emily: Lo que me encanta de trabajar en esta historia para el episodio es ver que dio muchísimo trabajo hacer bien estas mediciones fundamentales que como científicos a veces damos por sentadas. Hoy en día lo damos por hecho porque tenemos toda esta tecnología al alcance de la mano. Pero no todo está perdido, ¿cierto, Matt? Porque aún tenemos el tránsito de 1769.

Matt: Los astrónomos tuvieron una segunda oportunidad en 1769, cuando ocurrió el siguiente tránsito. Suele haber dos tránsitos relativamente cercanos entre sí. Luego hay que esperar más de cien años para el siguiente.²

² <https://ras.ac.uk/education-and-careers/for-everyone/125> “En primer lugar, dos tránsitos suceden en diciembre (alrededor del 8 de diciembre), con 8 años de diferencia. Luego sigue un lapso de 121 años y

Emily: Cuando se acercaba el tránsito de 1769, ¿recuerdan a Le Gentil? El francés con el nombre larguísimo, nuestro fabuloso náufrago de guerra. Pues ahí seguía, en el océano Índico. Pasó los ocho años entre ambos tránsitos recorriendo distintas colonias francesas como Isla de Francia, Madagascar, las Filipinas. Hizo muchos levantamientos topográficos calculando longitudes.

La estaba pasando bien. Bueno, tan bien como puede pasárselo un colonizador en tierras colonizadas.

Matt: En 1951, la astrónoma Helen Sawyer Hogg contó las peripecias de Le Gentil en una columna titulada *Historias de los viejos libros*, publicada en el *Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*.

*Helen Hogg (VO)*³: “*El viaje de once años que el astrónomo francés Le Gentil realizó al océano Índico para observar los tránsitos de Venus en 1761 y 1769 es probablemente la expedición astronómica más larga de la historia. De hecho, es muy posible que, salvo por los viajes interplanetarios, ya no veamos expediciones astronómicas tan largas y duras como las que se hicieron para ese par de tránsitos en particular*”.

Emily: Recién en 1768 Le Gentil por fin llegó a Pondicherry, en la India, que había vuelto a estar bajo dominio francés.

De los diarios de Le Gentil (voz en off): “*Una vez anclamos, una pequeña embarcación vino desde la costa y me embarqué en ella con todas mis pertenencias y mis instrumentos astronómicos. Fue así como, el 27 de marzo a las nueve de la mañana, puse un pie en la tierra que el destino había marcado para mí*”.

Emily: Por fin estaba en el lugar al que debía llegar, aunque justo llovió durante el tránsito.⁴

De los diarios de Le Gentil (voz en off): “*Pasé más de dos semanas sumido en una tristeza singular y casi no tuve el valor de retomar la pluma para continuar mi diario; varias veces se me cayó de las manos al llegar el momento de informar a Francia sobre el destino de mis operaciones*”.

6 meses, tras los cuales se producen dos tránsitos en junio (hacia el 7 de junio), también con 8 años de diferencia. Después de 105 años, 6 meses, el patrón se repite”.

³ <https://articles.adsabs.harvard.edu/full/1951JRASC..45...37S/0000037.000.html>

⁴ <https://www.sil.si.edu/exhibitions/chasing-venus/measuring.htm>

Emily: Y después del tránsito, Le Gentil contrae disentería, casi muere, pero finalmente logra subirse a un barco rumbo a Mauricio, que termina en medio de un huracán. Sobrevive, aborda otro barco hacia España, que también enfrenta tormentas. Y ahí ya dijo: “¡al demonio con estos malditos barcos!”,⁵ y terminó el viaje a Francia por tierra.

Allí se entera de que lo habían declarado muerto, su asiento en la Academia Francesa fue ocupado, sus herederos saquearon sus bienes y su esposa tenía un nuevo marido.⁶

Matt: ¡Bum bum bum!

Emily: No sé por qué no llamó por teléfono satelital y dijo: “todo bien por aquí”, pero claro, los viajes por mar eran duros y peligrosos en esa época.

Matt: Exacto. ¿Para qué volver? Mejor quedarse ahí ocho años y esperar el siguiente evento. [Risas]

Separador musical

Matt: En 1769, a diferencia de 1761, el tránsito de Venus sí fue visible en su totalidad desde distintas regiones de las colonias americanas. Y el centro de las operaciones para observarlo estaba en Pensilvania, con David Rittenhouse, astrónomo y miembro de la Royal Society.

Emily: Rittenhouse⁷ construyó un telescopio increíble que le permitía ver el tránsito con toda comodidad, casi como si estuviera recostado en una silla de piscina, con el telescopio encima. Pero además fue el encargado de enviar expediciones con equipos de astrónomos de todas las regiones para que pudieran ver el tránsito también.

Matt: Una de esas expediciones fue la de Owen Biddle y Joel Bayley, enviados a la Bahía de Henlopen, en Pensilvania. No son nombres famosos hoy, pero hicieron observaciones muy respetables. Sin embargo, un personaje muy famoso fue quien escribió sus notas para la revista de la *Royal Society of London*. Tal vez les suene: el señor Benjamin Franklin.

Ben Franklin, escribiendo para Owen Biddle⁸: “Me había alejado del telescopio un minuto antes del contacto con la intención de aplicarme atentamente desde ese momento

⁵ No es una cita directa.

⁶ <https://www.astronomy.ohio-state.edu/pogge.1/Ast161/Unit4/venussun.html>

⁷ <https://penntoday.upenn.edu/news/stories-penn-scientists-david-rittenhouse>

⁸ <https://www.loc.gov/collections/transit-of-venus-march/articles-and-essays/image-gallery/franklins-royal-society-of-london-article/#slide-2>

hasta que pasara la observación. Cuando se anunció el segundo 48, me acerqué al visor y, al pasar tres segundos, percibí en el borde del Sol d48thonde esperaba el contacto, una pequeña impresión, que resultó ser el borde de Venus en contacto con el Sol”.

Emily: El artículo que escribió Franklin incluía los tiempos del tránsito y muchos de los cálculos matemáticos que hicieron Biddle y Bayley durante la observación. Y la inclusión de ese trabajo en la revista ha sido señalada por algunos historiadores como un momento clave en que la ciencia estadounidense se presentó ante la comunidad científica internacional.

Matt: Mientras tanto, otro personaje mucho más conocido estaba observando el tránsito de 1769 desde Tahití: el agente del Imperio Británico James Cook,⁹ quien puede que sea más recordado por haber reclamado Hawái para los británicos, y también por haber sido asesinado por nativos hawaianos en otro viaje, después de intentar secuestrar a un jefe local. Pero para este tránsito, Cook estaba en el Pacífico.

Sam: La historia de James Cook tiene un lado bastante oscuro. Oficialmente, su misión era observar el tránsito de Venus en 1769 —eso era lo que decía el documento—. Pero una vez en alta mar, se disponía a llevar a cabo sus instrucciones secretas. Todas las expediciones tenían instrucciones secretas. Y en este primer viaje, básicamente le decían: “Sí, estudia el tránsito de Venus, pero también reclama cualquier tierra que encuentres en los Mares del Sur”.

Emily: Como si fuera una especie de presagio, Cook y su tripulación empezaron a tener problemas con los habitantes indígenas de Tahití.

Sam: Uno de los problemas fue que no lograban mantener a los locales alejados del equipo científico. Era equipo carísimo, y pensaban que los tahitianos querían robarlo. Pero parece que, más bien, había una curiosidad natural: querían saber qué era todo eso y qué estaban haciendo. Aun así, los marineros eran muy protectores, y hubo muertes por defender ese equipo.

Emily: Una de las muchas consecuencias del colonialismo es esa actitud de llegar a un lugar como si fuera tuyo, con consecuencias fatales para quienes ya vivían allí. Y lo más trágico es que, a pesar de todo ese caos y sufrimiento, Cook ni siquiera quedó conforme con los datos que recogieron.

Ted: Hubo tres observadores diferentes que registraron los tiempos del tránsito, y sus mediciones no coincidían. Había diferencias de entre dos y cinco segundos. Cook estaba

⁹ <https://cudl.lib.cam.ac.uk/collections/tov/1>

muy decepcionado. De hecho, hasta molesto, porque sentía que había hecho todo lo posible: eligió un buen lugar y fue meticuloso con las observaciones, sin embargo, los resultados eran inconsistentes.

Emily: Mason y Dixon también estaban en expediciones en 1769, aunque no estaban juntos en ese momento. Eran demasiado valiosos como para tenerlos trabajando en el mismo lugar. Separados podían aportar su talento a más ubicaciones.

A Mason lo enviaron a Cavan, en Irlanda, para hacer observaciones, y a Dixon al Círculo Polar Ártico, en el norte de Noruega. Mason tuvo buenas observaciones, pero a Dixon le tocó un día nublado.¹⁰

Matt: Así que hubo muchas más observaciones exitosas en 1769. Los astrónomos pudieron calcular nuevas estimaciones para la unidad astronómica, pero con tanta variación que aún no estaban seguros.

Ted: Tenían mejores observaciones desde el hemisferio norte y algunas desde el sur, y lograron reducir un poco el margen de error de la estimación de la distancia. Con los datos de 1769, el rango estimado de la distancia entre la Tierra y el Sol iba de 155 millones de kilómetros a 147. El valor aceptado actualmente es de 149. Así que estaban dentro del promedio.

Emily: Una de las cosas que los astrónomos de 1761 y 1769 no podían tener en cuenta del todo era la atmósfera de Venus. En ese momento, las observaciones de Lomonósov no habían salido de Rusia, y aunque varios astrónomos notaron que Venus podría tener atmósfera, el impacto que podía tener en las observaciones era un verdadero problema.

Porque estaban tratando de observar el momento exacto en que el borde de Venus toca el borde del Sol. Y si Venus tiene atmósfera, cómo defines ese borde depende de cómo lo interpretes, de la calidad de tu telescopio o del clima del día. Todo eso añadía más incertidumbre, y eso era lo último que necesitaban.

Matt: Exacto. Lo que uno esperaría que fuera una línea clara de contacto entre Venus y el Sol, de pronto se convierte en una línea borrosa. ¿No? Y eso crea un problema subjetivo entre los observadores sobre cuándo empieza el tránsito realmente.

Emily: Y la existencia de esa atmósfera en Venus provoca lo que se conoce como “el efecto de la gota negra”.

¹⁰ <https://adsabs.harvard.edu/full/1969JBAA...80...52H>

Ted: Parecía que había un disco oscuro, que era el cuerpo de Venus, y alrededor un halo de luz: era el Sol que brillaba a través de la atmósfera de Venus.

Así que cuando el borde de Venus tocaba el borde del Sol, era difícil distinguirlos. Y surgía este fenómeno llamado el efecto de la gota negra, donde parecía que Venus, al empezar a entrar en el disco solar, se “pegaba” al borde del Sol. Entonces no se podía asegurar cuándo empezaba o terminaba exactamente el tránsito.

Matt: Básicamente, cuando Venus pasa por el Sol, parece como si se adhiriera al borde al salir. Y la forma del planeta se deforma. Eso hace muy difícil precisar el momento exacto en que empieza y termina el tránsito.

Emily: Así que, como era de esperarse, todos los datos del tránsito de Venus de 1769 de las distintas partes del mundo no coincidían. Cada observador registraba algo distinto, y esa falta de coherencia hizo que nadie confiara demasiado en los datos.

Matt: Entonces, si nada de eso funcionó como se esperaba, ¿cómo es que ahora sí sabemos con tanta certeza la distancia entre la Tierra y el Sol? Hoy es un número en el que tenemos muchísima confianza. ¿De dónde salió?

Emily: No hubo un momento en particular en el que dijeron: “¡Ajá! Ya lo tenemos.” Fue un proceso continuo que se basó en observaciones previas, con nuevas tecnologías, nuevos conocimientos y más personas trabajando en el problema. Así es como funciona la ciencia. No es una sorpresa. Y lo mismo sucedió con la unidad astronómica.

Así que, aunque los datos de los tránsitos de 1761 y 1769 no fueron lo bastante consistentes en su momento, unos cien años después pasaron a formar parte de un conjunto de datos que sí dio un número confiable para la unidad astronómica.

En 1877, Simon Newcomb, director de la Oficina del Almanaque Náutico, y su asistente George William Hill tomaron todos esos datos, incluidos los de los tránsitos de la década de 1760, y recalcularon varias constantes astronómicas, incluida la unidad astronómica, esperando que, con tantos siglos de datos, pudieran llegar a una cifra aceptable.

Matt: Llegaron a una distancia promedio entre la Tierra y el Sol de 149,5 millones de kilómetros.

Emily: Con un margen de error de más o menos 0.3 millones. Vale aclarar que hablamos de un promedio, porque la órbita de la Tierra alrededor del Sol no es perfectamente circular... es casi circular.

Matt: Claro, como Kepler nos explicó, las órbitas planetarias tienden a ser elípticas, no círculos perfectos.

Emily: Simon Newcomb y George William Hill publicaron sus resultados, junto con muchas otras mediciones, bajo el título *Tables of the Sun (Tablas del Sol)*¹¹. Y estas tablas se usaron regularmente hasta la década de 1950. Así que, o bien hicieron un trabajo excelente, o nadie los superó durante muchísimo tiempo.

Matt: Y como suele suceder en la ciencia, con el tiempo llega más conocimiento y mejores tecnologías. O eso nos gusta pensar. Nuestra comprensión de la unidad astronómica ha mejorado y se ha vuelto más precisa con los años. Hoy sabemos que es de 149 597 870 7 kilómetros.

Así que esa unidad astronómica moderna tiene una diferencia de menos de 10 000 kilómetros con la estimación de Newcomb y Hill.

Emily: Lo cual es bastante impresionante si pensamos en el desafío que representó tomar esas medidas en la década de 1760. Pero esos datos se usaron en los cálculos de Newcomb y Hill, y les fue muy bien. Cuantos más datos, mejor¹².

Matt: Eso lo dice una verdadera científica.

Como saben, hoy en día, cuando hablamos de distancias dentro del sistema solar, muchas veces ya no lo hacemos en millas o kilómetros, sino en unidades astronómicas. ¿A cuántas unidades astronómicas está del Sol?

Emily: Sí. Y luego volvimos a los números relativos [risas]. Trabajamos todo este tiempo para obtener una cifra absoluta y ahora usamos números relativos otra vez. Pero saber esas distancias fue muy útil 200 años después, durante la otra carrera espacial, cuando competíamos con la Unión Soviética por enviar al primer astronauta las 0.002569 unidades astronómicas hasta la Luna.

Entra el tema de AirSpace, luego queda de fondo.

Matt: AirSpace es un programa del National Air and Space Museum del Smithsonian.

AirSpace está producido por Jennifer Weingart y mezclado por Tarek Fouda. Presentado por la Dra. Emily Martin y yo, el Dr. Matt Shindell. Nuestra gerenta de producción es

¹¹ <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=uc1.32106005816399&seq=5>

¹² <https://phys.org/news/2012-09-iau-votes-redefine-astronomical-constant.html>

Erika Novak. Nuestra coordinadora de producción es Sofia Soto Sugar, y nuestra administradora de redes sociales es Amy Stamm.

Agradecemos enormemente a quienes nos acompañaron en este episodio, la Dra. Samantha Thompson, del National Air and Space Museum, y al Dr. Ted Rafferty, exmiembro del Observatorio Naval de Estados Unidos.

Las locuciones históricas en este episodio corrieron a cargo de Jennifer Weingart, Reilly Tiffet y Ben Reyhl.

Gracias también a Kristen Frederick Frost, del Smithsonian Museum of American History, Morgan Black, del Observatorio Naval, y Rachel Poe, del National Air and Space Museum.

¿Sabía que las transcripciones de todos nuestros episodios incluyen citas y datos curiosos adicionales? Las encontrará en un enlace en las notas del programa. Y si desea acceder a contenido adicional, fotografías y más material, siga AirSpacePod en Instagram y X. También puede suscribirse a nuestro boletín mensual usando el enlace de las notas del programa.

AirSpace está patrocinado por Lockheed Martin y distribuido por PRX.

La música de AirSpace sube y después se apaga.