

5 Viaje al ocaso


9 ¿Por qué hacer minería en la Luna?

22 Volver a la tierra para salir de ella

REVISTA
COMETA

EDICIÓN 4_DE 2023_ISSN: 2745-2514





COMETA

© Planetario de Bogotá
Instituto Distrital de las Artes-Idartes

Cometa es una publicación semestral de carácter divulgativo centrada en el campo de las ciencias y la astronomía.

Edición 4
2023
ISSN: 2745-2514

Alcaldía Mayor de Bogotá

Alcaldesa Mayor de Bogotá
Claudia Nayibe López Hernández

**Secretaría de Cultura,
Recreación y Deporte**

**Secretaria de Cultura,
Recreación y Deporte**
Catalina Valencia Tobón

**Instituto Distrital de las Artes-
Idartes**

Director general
Carlos Mauricio Galeano Vargas

**Subdirectora de
Equipamientos Culturales**
Hanna Cuenca Hernández

**Coordinador del
Planetario de Bogotá**
Carlos Augusto Molina Velásquez

Director
Carlos Augusto Molina Velásquez

Editor conceptual
Carlos Augusto Molina Velásquez

Coordinadora editorial
Andrea Yepes Cuartas

**Diseño, diagramación, edición digital
e ilustración de carátula**
Cristian Camilo Hernández

Gestor de aliados
Óscar Fabián Montenegro

**Corrección de estilo, revisión de
pruebas y asesoría editorial**
Publicaciones Idartes

**Autores y colaboradores
de este número**
Óscar Fabián Montenegro

Adriana Mora
Helena Cortés
Valentina Moya
Andrea Yepes
Laura Ospina
Nelson Roberto Alba
Leidy Cruz

Contacto
Planetario de Bogotá
Calle 26B n.º 5-93 Bogotá, Colombia
Tels:(571) 2814150 - 3795750
**informacion.planetariodebogota
@idartes.gov.co**
Página web
www.planetariodebogota.gov.co

EDITORIAL

CONOCIMIENTOS
COMPARTIDOS

Carlos Augusto Molina Velásquez
Director de la revista Cometa

Reiteradamente escuchamos hablar de la necesidad de invertir en temas de ciencia y tecnología para mejorar las condiciones productivas de un país y el bienestar social. Para la mayoría de nosotros, el conocimiento científico es una suerte de patrimonio colectivo, y no necesariamente un bien de intercambio; sin embargo, si nos detenemos a comparar la priorización del gasto público en investigación científica y tecnológica, nos damos cuenta de que la desigualdad económica se refleja claramente en la capacidad de producir conocimiento propio, según se puede observar en diferentes países.

Mientras que en América Latina solo Brasil supera el 1% de inversión de su producto interno bruto en actividades de investigación y desarrollo (I+D), países como Alemania, China y Estados Unidos superan el 2,5% de inversión¹, lo que hace que los indicadores de desarrollo regional también crezcan de manera desigual.

Estos niveles de inversión se ven reflejados en mayor número de patentes, mayor número de artículos científicos publicados por año, modelos de usos con derechos restringidos y, finalmente, en una industria de la producción científica que acaba beneficiando a sociedades que de entrada tienen mayores índices de

desarrollo humano, lo cual termina por configurar un panorama hegemónico de acceso al conocimiento.

Para cambiar esta situación, la Unesco viene trabajando en la consolidación de un programa llamado Ciencia Abierta, en el que se declara que “Para asegurar que la ciencia beneficia realmente a las personas y al planeta y no deja a nadie atrás, es necesario transformar todo el proceso científico”².

Este nuevo paradigma busca transformar la construcción de la ciencia en un proceso más colaborativo, transparente, incluyente y democrático, representado en publicaciones científicas abiertas, datos de investigación abiertos, programas y códigos informáticos abiertos, e infraestructura abierta.

Es necesario entender que este desafío propuesto a las naciones requiere de un cambio de pensamiento radical y de la transformación de nuestros sistemas nacionales de ciencia y tecnología, que han privilegiado la obtención y explotación de datos exclusivos para que los investigadores puedan sacar los mejores frutos de ellos. En astronomía, muchos de los esfuerzos de proyectos internacionales están dirigidos a que, durante los primeros años, el acceso a la información —el *filet mignon* de los datos—, se restrinja a los miembros que hacen aportes económicos. En el nuevo modelo, toda la información obtenida con recursos públicos pasará a ser de dominio público, con excepción de aquella que pueda ser utilizada para atentar

contra los derechos humanos o para violar principios de seguridad nacional.

En Colombia ya contamos con una política nacional de ciencia abierta: en agosto de 2022 se firmó esta carta orientadora de los procesos de producción y comunicación del conocimiento científico y tecnológico. Además de estar alineada con la visión de la Unesco, la Política Nacional reconoce los orígenes diversos y la necesidad del diálogo de saberes.

En el Planetario de Bogotá, como centro de ciencias, estamos convencidos de que la ruta para generar espacios de apropiación social de las artes, la ciencia y la tecnología pasa por reconocer la diversidad de origen de los conocimientos, por apoyar la creación colectiva y respetar la pluralidad de voces y opiniones.

Este año lanzaremos nuestro primer *show* en formato *fulldome*, creado en alianza con el Instituto Distrital de Turismo: la Ruta Leyenda del Dorado, que se distribuirá gratuitamente entre todos los planetarios que quieran exhibirla. Además, entregaremos nuestras salas interactivas renovadas, gracias a la primera financiación de regalías lograda por el Idartes para este espacio, y entregaremos una nueva edición de nuestro proyecto editorial Revista Cometa.

Sea, pues, esta la oportunidad de sintonizarnos con ese movimiento que viene transformando la visión mundial de hacer ciencia, ya no solo para todos, sino con todos y todas.

¹Informe sobre la ciencia La carrera a contra el reloj para un desarrollo más inteligente, (Unesco 2021).

²Recomendación sobre la ciencia abierta, Unesco, 2021

ÍNDICE

PÁG.	PÁG.	PÁG.	X
5	8	9	
Viaje al ocaso	Los canales de Marte	¿Por qué hacer minería en la Luna?	
PÁG.	PÁG.	PÁG.	X
12	14	15	
Interestelar: ¿Se viaja en el tiempo al acercarse a un agujero negro?	La imagen del James Webb que parece irreal	Redirección del viaje a la Luna	
PÁG.	PÁG.	PÁG.	X
18	20	22	
Astronauta de Stanislaw Lem	Reseñas	Volver a la Tierra para salir de ella	

VIAJE AL OCASO

Dos investigadores colombianos llegaron a la Antártida para explorar más sobre la isla Decepción, que por su ambiente análogo al de Marte se convierte en un laboratorio remoto para investigar el planeta vecino.

La Antártida. Ya sabes, ese continente gigante en el fondo de la tierra gobernado por pingüinos y focas.

C. B. Cook, Twinepathy

Andrea Yepes Cuartas

A las Hespérides se las conoce también como las *ninfas del ocaso*. En la mitología griega, eran las cuidadoras de un jardín fragante donde crecían manzanas doradas; algunos escribieron que ese jardín estaba al borde del océano que rodeaba el mundo. Hespérides es también el nombre de uno de los buques españoles de investigación oceanográfica que suelen llegar hasta la isla Decepción, en la Antártida, cargados de seres que en ese lugar remoto y extremo buscan una respuesta. En ese buque llegaron María Angélica Leal —bióloga con maestría en Biología por la Universidad Nacional y candidata a doctora en Biología en la misma universidad, y en Investigación Espacial y Astrobiología en la Universidad de Alcalá— y David Tovar —geólogo por la Universidad Nacional con maestría en Geología por la Universidad de Minnesota, Estados Unidos, y candidato a doctor en Geociencias en la misma universidad, y otro doctorado en Investigación Espacial y Astrobiología por la

Universidad de Alcalá— a eso: a tratar de responder una pregunta compleja.

La respuesta que ambos investigadores fueron a buscar a finales del 2021 e inicios de 2022 tiene que ver con la vida y ambientes extremos, con mirar Marte desde la Tierra. En la Universidad de Alcalá hay un grupo de investigación del que ambos hacen parte, enfocado en pensar cómo la vida pudo haberse desarrollado en otros lugares del universo. En nuestro tiempo solo se puede investigar algo así en el único laboratorio con vida que conocemos: la Tierra. Pero, claro, no vale hacer experimentos en cualquier lugar del planeta: deben hacerse en espacios donde antes se creía imposible que la vida subsistiera, pero que luego se descubrió que estaban plagados de organismos. Algo como un desierto de hielo.

No por imposición, como muchos creen, sino por consenso general, algunos

destinos se consideran lugares a los que se va una sola vez, sea porque son muy costosos, muy lejanos o muy difíciles. No se va la Antártida, ni a ningún ambiente extremo, dos veces. Sin embargo, muchos investigadores y turistas que llegan a la Antártida experimentan una sensación tan especial que deciden volver y volver y volver. María Angélica ya había estado en la isla Decepción en el 2015, pero regresó porque ese lugar le dio una certeza simple: "Algo cambia. Fui una cuando me fui, y otra cuando regresé. Hay una paz, un silencio... Uno siempre quiere volver".

Hay varias rutas para llegar a la Antártida, pero Suramérica es el paso más corto: apenas mil kilómetros entre continente y continente. María y David llegaron a Ushuaia, y allí abordaron el buque que los llevaría por mar. Mil kilómetros no parecen mucho, pero lo son cuando en ese trayecto se unen los océanos Pacífico, Atlántico y Antártico, lo que hace que se generen corrientes con olas de tres metros en tiempo tranquilo, y diez metros en tiempo de tormenta. Son consideradas las aguas más turbulentas del planeta, y no pueden obviarse si se quiere llegar a la isla Decepción.

En ese trayecto hay que atravesar, además, el paso de Drake. Durante los tres días que dura ese trayecto se espera mucho movimiento. Hay sillas amarradas, papelería asegurada sobre escritorios y camas con una estructura semejante a las de las cunas, para que ningún cuerpo salga volando. María Angélica cuenta que en ese segundo trayecto tuvo tantas náuseas, que en un punto, de su garganta salía sangre. David complementa: "Hay quienes deben pasar los tres días en la cama sobreviviendo, y los más afortunados juegan, ven películas;

hay quienes hasta pueden leer". No es un viaje tranquilo.

Tampoco es un destino tranquilo. No en teoría. Para llegar a la Antártida debe hacerse una especie de curso preparatorio en el que se alistan el cuerpo y la mente para ese entorno. La cotidianidad en la isla Decepción es peligrosa: se está sobre un volcán activo; el suelo está congelado y las aguas son tan frías que tardarán poco en helar cualquier cosa que caiga dentro de ellas. Por eso no hay que ir como se va a un viaje improvisado y rápido. Se recomienda, además de los talleres de nudos, primeros auxilios, preservación y descanso, y llevar un diario. "Uno piensa que es una bobada, pero ayuda a pasar los días allí, a mantenerse cuerdo", apunta María.

También ayuda el trabajo, claro. La base a la que llegaron María Angélica y David en la isla Decepción consta de una especie de contenedores y estructuras prefabricadas en las que hay un módulo de vida con habitaciones, cocina, salas, cuartos de refrigeración y despensa para la comida, así como salas de estar. Todo lo necesario para sobrevivir. También hay un módulo para el trabajo con laboratorios, oficinas y enfermería. A estos módulos no se entra con zapatos: estos se usan solo cuando se hace trabajo de campo, la razón por la que están allí.

Todos los días se despiertan a la señal de una diana. Tardan apenas unos minutos en la ducha, pues el agua caliente es escasa y medida, y luego salen a desayunar. Después de eso hay una ruta establecida que los acerca a los lugares donde están recolectando muestras, tomando fotografías o cartografiando para la investigación. Si está cerca, van a pie —a veces en travesías difíciles, con



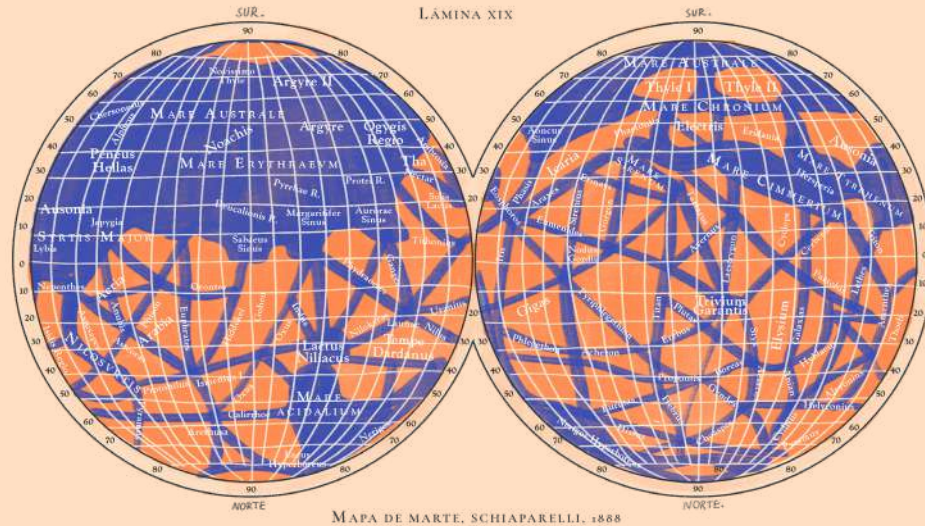
el viento en contra, pero en compañía de pingüinos—; a veces incluso toman una especie de botes para rodear la isla.

La Antártida es el continente más austral y frío de la Tierra. Tiene 14 millones de kilómetros cuadrados, es decir, es el cuarto continente más extenso. Su superficie está cubierta de una gruesa capa de hielo que no nunca se derrite. También es seco y mucho viento lo atraviesa constantemente. Casi nadie vive en la Antártida, aunque es constantemente visitada por quienes van a entender este entorno y los seres que habitan en él, y a veces por quienes solo tienen la curiosidad de ver cómo luce este ambiente extremo. David y María Angélica son parte del primer grupo de visitantes, y su deseo es investigar y comprender este entorno análogo.

¿Qué tiene que tener un espacio para ser análogo? No solo se requiere que sea extremo, sino que debe tener características físicas, geológicas, ambientales y meteorológicas similares a las de otros lugares del sistema solar. Esto los habilita para convertirse en laboratorios remotos de cuerpos celestes que por ahora nos resultan inalcanzables.

Para María Angélica y David, la Antártida es de interés porque todo el continente está caracterizado como un análogo de Marte —algunos lugares incluso se consideran análogos a las lunas congeladas Encélado y Europa—. La isla Decepción tiene entornos similares al Marte del tiempo geológico Hesperiano, cuando se presume que la temperatura había bajado lo suficiente para congelar lo que alguna vez pudo haber sido agua líquida. Además, tiene un entorno semiárido de volcán, como se cree que pudo haber sido el planeta vecino. Pero su curiosidad no se queda solo en caracterizar la isla Decepción.

Con sus investigaciones, ambos buscan reafirmar este espacio análogo, pero también recabar más información para clasificar lugares como la isla Gorgona y el Nevado del Ruiz, pues su propósito es conseguir un espacio de investigación análogo colombiano, próximo a investigadores ávidos de datos de esos mundos hoy intocables. Quizá no haya análogos perfectos, pero pueden acercarse. Y por ahora, la manera de hacerlo es caminando sobre hielo en un lugar lejano al que es difícil llegar, pero al que siempre se quiere volver.



LOS CANALES DE MARTE

Era un campo de batalla de miedo y curiosidad.

H. G. Wells, La guerra de los mundos

Hubo un momento en el que muchos pensaron que era cierto. En 1877, durante la oposición de Marte, el astrónomo italiano Giovanni Schiaparelli hizo unos dibujos de lo que observó a través del telescopio que apuntaba hacia el planeta rojo. A la vista eran una serie de líneas que aparentaban ser rectas sobre las que se intuía un carácter artificial. Con esta idea en mente, otros astrónomos como Charles A. Young, W. H. Pickering y el propio Schiaparelli siguieron investigando alrededor de preguntas como qué podían ser esas líneas, qué más había allí, quién las había puesto.

En la oposición de 1894, el científico estadounidense Percival Lowell apuntó también a Marte y llegó a la conclusión de que esos canales eran sistemas de irrigación. Esos sistemas, claro, no aparecieron de la nada, sino que —planeaba Lowell— fueron construidos por inteligencia marciana para mantener hidratados lugares yermos. La ciencia

ficción se encargó también de alimentar la idea de la posible prueba de vida extraterrestre en novelas como *Política y vida en Marte*, obra anónima que apareció en 1883, y en *La guerra de los dos mundos*, de H. G. Wells, que se publicó en 1898.

Hubo un momento en el que muchos pensaron que era cierto, que individuos marcianos se entregaron a una construcción ingenieril de rutas, de caminos, de aberturas. En la misma época en la que se estaban construyendo los canales de Suez (1869) y el Canal de Panamá (1880), la inteligencia podría lucir así: como huecos en la tierra que permiten el paso del agua. Más tarde se supo que aquellos “canales” eran una especie de ilusión óptica producida por una tecnología aún precaria, y que Marte aún no podía catalogarse como un planeta hospedador de vida. Al final no era ciencia: eran conjeturas, miradas trucas y esperanza; pero nos queda la historia.

*Ilustración:
Laura Ospina
Montoya*

¿POR QUÉ HACER MINERÍA EN LA LUNA?

Los recursos lunares podrían ser utilizados para crear asentamientos humanos sostenibles y, más adelante, para viajar hacia otros rincones de nuestro sistema solar.

Valentina Moya Barraza

En 1898, el astrónomo y divulgador norteamericano Garrett P. Serviss contó la historia de una tripulación de humanos que, rumbo a Marte, se encontró con un asteroide repleto de oro. Al aterrizar en el cuerpo celeste, los viajeros, pasmados por este descubrimiento, notaron también que los marcianos se habían asentado con grandes máquinas para extraer el metal del asteroide.

El relato, fragmento de *Edison conquista Marte*, una novela publicada hace más de un siglo, es considerado la primera mención sobre minería espacial en la ciencia ficción. Pocos años después, el ruso Konstantin Tsiolkovsky —considerado por muchos uno de los padres de la astronáutica— predijo algo similar en su libro *Outside the Earth*. Sin embargo, por entonces, el concepto de *minería espacial* aún era lo que el nombre del género de la novela indica: ficción.

La humanidad todavía no contaba con los avances tecnológicos necesarios para persuadir de esa idea.

No fue sino hasta el inicio de la era espacial, particularmente con los primeros pasos de la humanidad en la Luna, que se comenzó a analizar con más seriedad la posibilidad de minar cuerpos celestes y las implicaciones que esto podría tener, como una economía extraterrestre, e incluso qué conflictos podrían gestarse más allá de nuestras fronteras —no olvidemos que se vivía el contexto particular de la Guerra Fría—.

Con los rápidos avances tecnológicos y altas sumas de dinero destinadas a la exploración espacial, se hizo imprescindible crear marcos políticos, económicos y legales. De allí surgió, por ejemplo, el Tratado sobre el Espacio Ultraterrestre, que entró en vigor en 1967, dos años an-

tes de que Neil Armstrong y Buzz Aldrin pisaran, por primera vez en la historia, la superficie lunar.

Aunque el artículo II de este acuerdo declara que “el espacio, incluso la Luna y otros cuerpos celestes, no podrá ser objeto de apropiación nacional por reivindicación de soberanía, uso u ocupación, ni de ninguna otra manera”, no es claro si la explotación de minerales de objetos celestes tiene cabida dentro de esta lógica.

Y es que, con lo que podríamos considerar como una nueva era espacial marcada por nuevas misiones a Marte y múltiples programas de exploración lunar de India, Japón, Estados Unidos, China, Rusia y Europa, debería ponerse la discusión sobre la mesa. Más aún cuando, en la década de 2010, empresas privadas como Planetary Resources y

Deep Space Industries anunciaron que iniciarían un proyecto de investigación y localización de asteroides, así como el desarrollo de la ingeniería necesaria para la extracción. Ambas fallaron tras pocos años de operación debido a los exorbitantes costos que implicaban las misiones, pero otras propuestas, como AstroForge, que incluso enviará dos misiones en el 2023, prometen lo mismo.

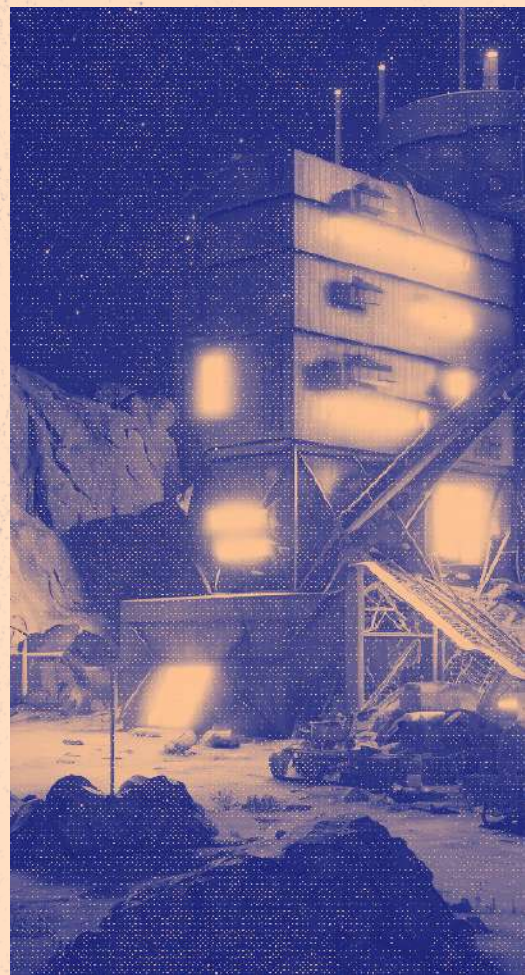
Aunque estas empresas, y recientes referencias de minería espacial en la ciencia ficción, han preferido los asteroides, otros insisten en que el futuro más inmediato está en la Luna. Entre ellos está Abigail Calzada, investigadora del Centro Europeo de Recursos Espaciales ubicado en Luxemburgo, quien además asegura que, actualmente, los esfuerzos económicos, tecnológicos e investigativos están enfocados justamente en la Luna. ¿Por qué este cuerpo celeste? “Está cerca, es accesible, tenemos más información de ella que de cualquier otro cuerpo celeste, y está llena de recursos que se pueden utilizar”, explica.

Desde el inicio de la carrera espacial se han realizado decenas de misiones a la Luna. Algunas de ellas han traído a la Tierra muestras de su regolito, lo que ha permitido a los científicos acer-

arse de manera directa a su origen y composición. De ella se han traído más de 380 kilogramos de material —en su mayoría gracias a las misiones Apolo de la NASA—, mientras que las únicas que se han logrado recolectar exitosamente de asteroides han sido las misiones Hayabusa 1 y 2, de la Agencia Japonesa de Exploración Aeroespacial. La primera ingresó a la Tierra menos de un gramo, y tardó siete años, mientras que la segunda entregó alrededor de 5.4 gramos tras seis años de viaje.

Por otro lado, las sondas espaciales que han orbitado la Luna también han permitido grandes hallazgos sobre su composición. Varias misiones han confirmado, por ejemplo, la presencia de hielo en su superficie. Este y otros recursos encontrados, como hierro, helio-3, hidrógeno, metano, oxígeno, aluminio, silicio y titanio, podrían utilizarse para seguir adelante, para crear un hábitat o centro lunar, y así luego llegar a Marte. Es decir, serían usados *in situ* para construir artefactos que permitan una presencia humana sostenible en la Luna y una base para navegar a otros destinos del universo.

Por ejemplo, para viajar hacia lugares más remotos que la Luna hay que crear



Créditos de las imágenes y prompts utilizados

1. Imagen creada con el programa de inteligencia artificial Midjourney. *Futuristic mining facility on the Moon/realistic/illustration.*
2. Imagen creada con el programa de inteligencia artificial DALL-E. *Space mining/sci-fi art/retro.*





un combustible para cohetes, y gracias al hallazgo de hielo en su polo sur, científicos e ingenieros podrían lograrlo extrayendo las moléculas de oxígeno e hidrógeno del hielo. Esta es, de hecho, una de las hazañas priorizadas por el estudio *Opportunities for space resources utilization: Future market & value chains* (*Oportunidades para la utilización de recursos espaciales: Mercado del futuro y cadenas de valor*) de la Agencia Espacial de Luxemburgo. Además, el hielo también podría ser utilizado como fuente de oxígeno y agua para la subsistencia de los viajeros, otro uso priorizado.

Entonces, más que minar los recursos de este objeto celeste y traerlos de regreso a la Tierra, como esperaban hacer algunos de los que han perseguido el sueño de los asteroides, podrían utilizarse en el cuerpo celeste mismo, al menos en el futuro próximo.

Hoy en día, la minería y la utilización de recursos espaciales están más cerca de ser realidad que ficción. Anuncios de misiones como el programa Artemis de la NASA, cuya primera misión regresó exitosamente en diciembre de 2022, la Estación Internacional de Investigación Lunar de China y Rusia, entre otros proyectos de distintos y empresas privadas,

dan pistas de cómo será una nueva era espacial, una en la que construiremos bases a partir de los materiales hallados en el espacio.

Con la progresiva materialización de varios de estos programas, muchos cuestionan si el Tratado sobre el Espacio Ultraterrestre se debería replantear, o si se debería crear un nuevo marco de leyes que regulen estas actividades, que no tardarán en desarrollarse. Algunos países, como Japón, los Emiratos Árabes Unidos y Luxemburgo, han creado sus propios marcos jurídicos. Este último país, por ejemplo, busca ser el centro de innovación de la minería espacial, para lo cual incluso ha creado incentivos económicos y beneficios para las empresas e instituciones que se dediquen a esa labor.

Si el espacio ultraterrestre es un patrimonio común de la humanidad, ¿quién puede minar la Luna y otros objetos de nuestro sistema solar, a quién le pertenecerían los recursos explotados y quién se beneficiaría de ellos? Estas son algunas de las reflexiones que deberían plantearse en medio de una emergente economía lunar y espacial.

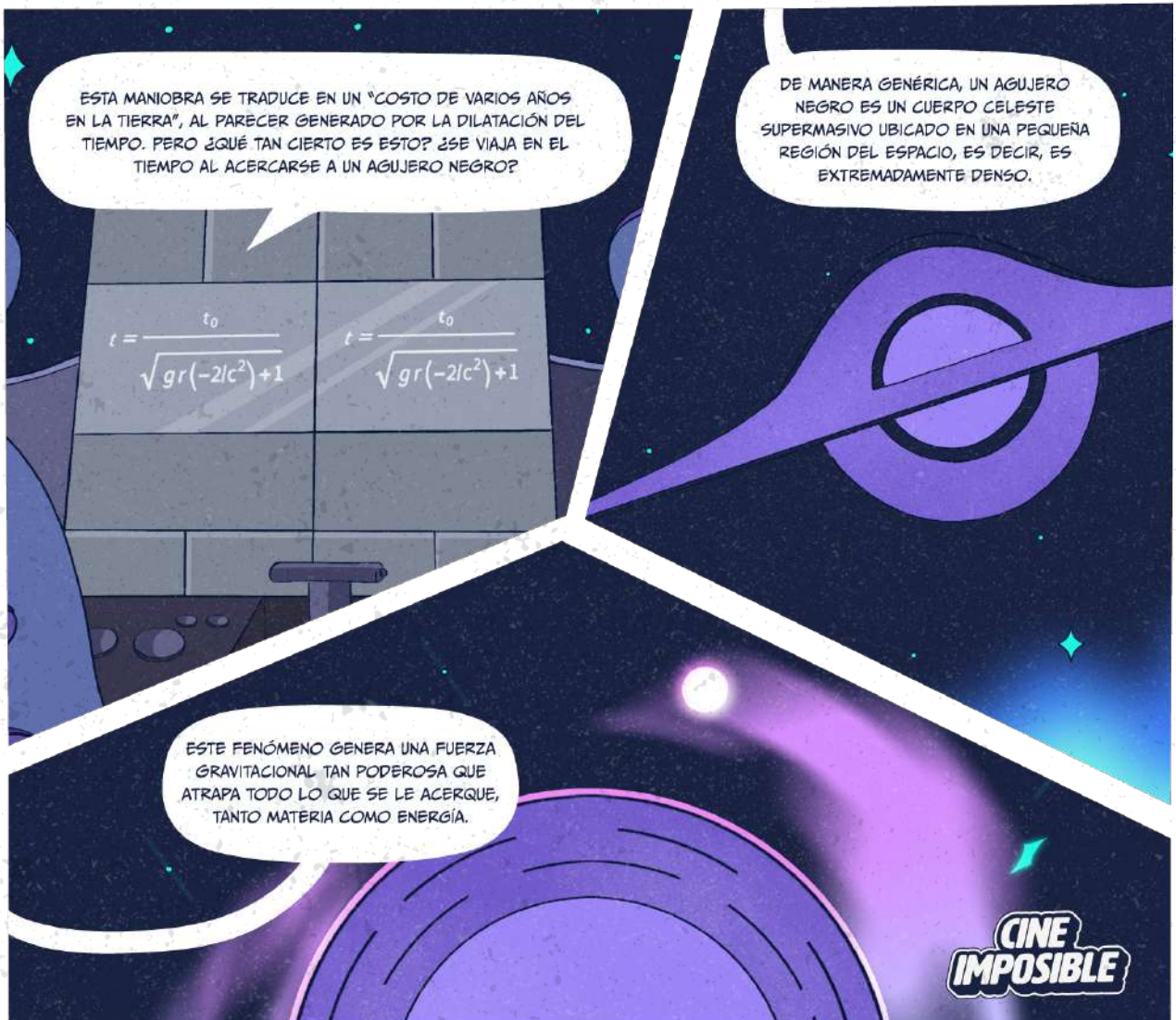


3. Imagen creada con el programa de inteligencia artificial Midjourney. *Futuristic mining facility on the Moon/realistic/2K* (esta fue creada por otro usuario con las mismas palabras clave).

4. Imagen creada con el programa de inteligencia artificial Midjourney. *Futuristic mining facility on the Moon/realistic/illustration*.



EN LA PELÍCULA INTERESTELAR (2014), DE CHRISTOPHER NOLAN, COOPER Y LA DOCTORA BRAND SE ACERCAN A UN AGUJERO NEGRO PARA IMPULSARSE CON LA GRAVEDAD Y ASÍ REDIRIGIR LA NAVE ESPACIAL A UN PLANETA POSIBLEMENTE HABITABLE.



ESTA MANIOBRA SE TRADUCE EN UN "COSTO DE VARIOS AÑOS EN LA TIERRA", AL PARECER GENERADO POR LA DILATACIÓN DEL TIEMPO. PERO ¿QUÉ TAN CIERTO ES ESTO? ¿SE VIAJA EN EL TIEMPO AL ACERCARSE A UN AGUJERO NEGRO?

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{gr(-2lc^2)+1}} \quad t = \frac{t_0}{\sqrt{gr(-2lc^2)+1}}$$

DE MANERA GENÉRICA, UN AGUJERO NEGRO ES UN CUERPO CELESTE SUPERMASIVO UBICADO EN UNA PEQUEÑA REGIÓN DEL ESPACIO, ES DECIR, ES EXTREMADAMENTE DENSO.

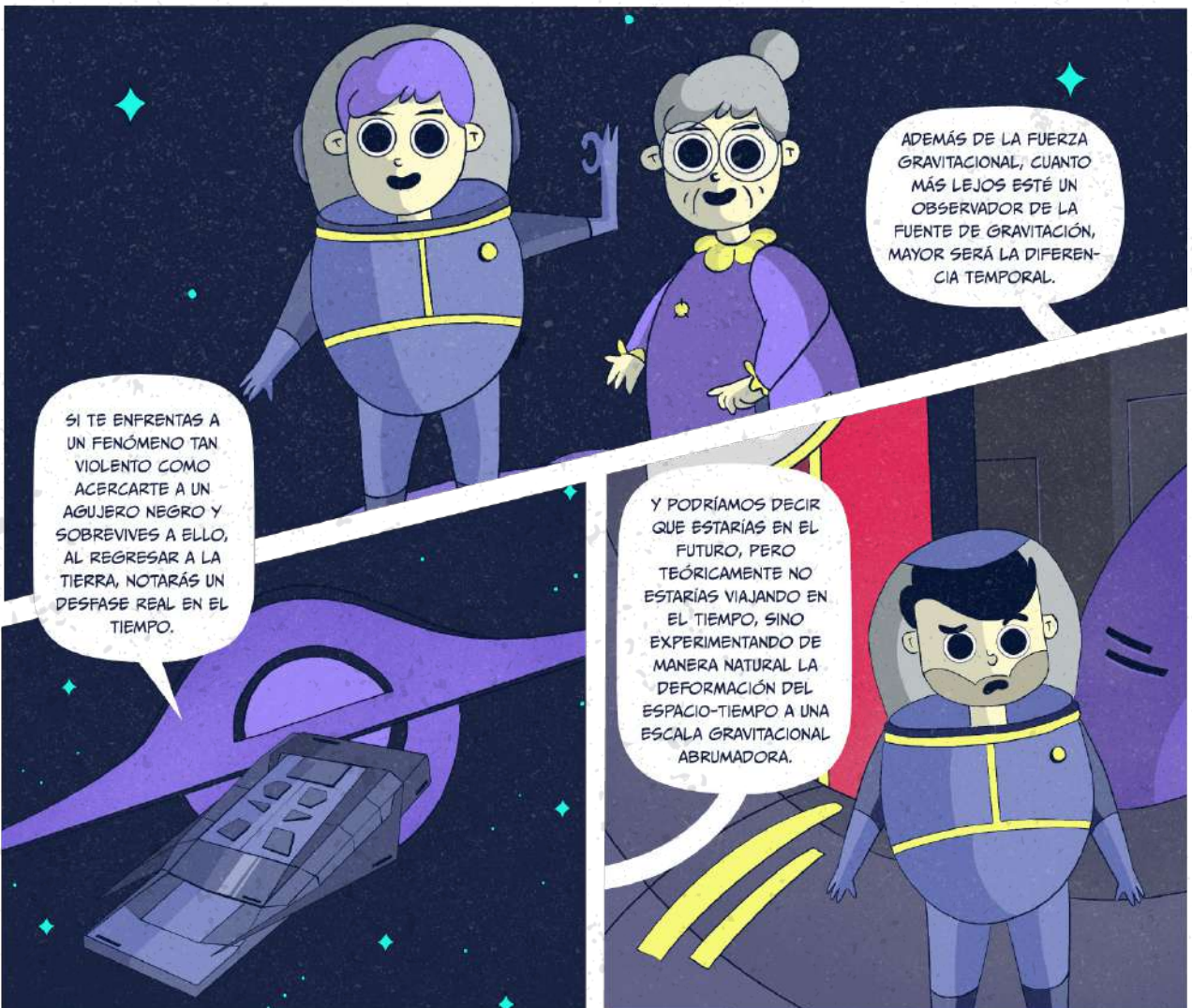
ESTE FENÓMENO GENERA UNA FUERZA GRAVITACIONAL TAN PODEROSA QUE ATRAPA TODO LO QUE SE LE ACERQUE, TANTO MATERIA COMO ENERGÍA.

CINE IMPOSIBLE



AL BORDE DEL AGUJERO NEGRO SE LE CONOCE COMO HORIZONTE DE EVENTOS. ALLÍ, LA VELOCIDAD DE ESCAPE SE EQUIPARA A LA VELOCIDAD DE LA LUZ. DE AHÍ SU PARTICULAR NOMBRE, YA QUE NI LA LUZ VISIBLE PUEDE ESCAPAR DE ÉL.

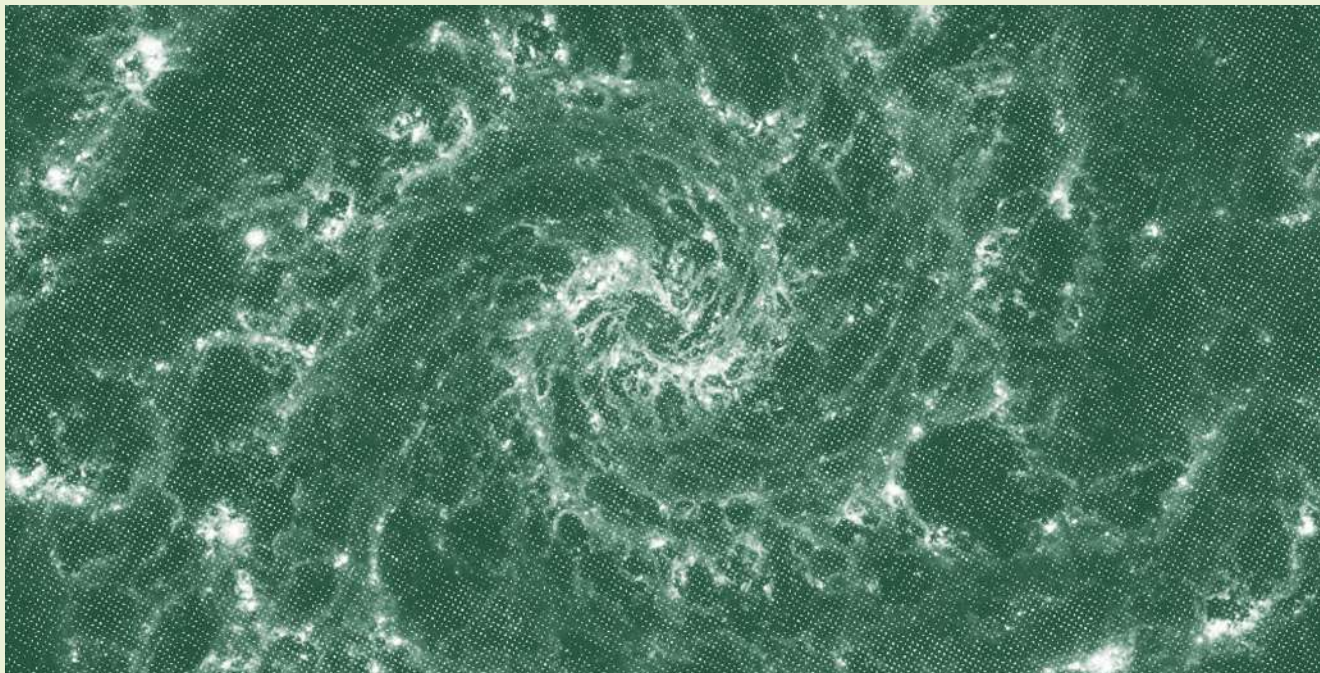
SEGÚN LA TEORÍA DE LA RELATIVIDAD ESPECIAL DE ALBERT EINSTEIN, LA GRAVEDAD AFECTA TANTO AL TIEMPO COMO AL ESPACIO. CUANTO MAYOR SEA LA FUERZA GRAVITACIONAL, MAYOR SERÁ LA CURVATURA DEL ESPACIO-TIEMPO. A ESTE FENÓMENO TAMBIÉN SE LE CONOCE COMO DILATACIÓN GRAVITACIONAL DEL TIEMPO.



SI TE ENFRENTAS A UN FENÓMENO TAN VIOLENTO COMO ACERCARTE A UN AGUJERO NEGRO Y SOBREVIVES A ELLO, AL REGRESAR A LA TIERRA, NOTARÁS UN DESFASE REAL EN EL TIEMPO.

ADEMÁS DE LA FUERZA GRAVITACIONAL, CUANTO MÁS LEJOS ESTÉ UN OBSERVADOR DE LA FUENTE DE GRAVITACIÓN, MAYOR SERÁ LA DIFERENCIA TEMPORAL.

Y PODRÍAMOS DECIR QUE ESTARÍAS EN EL FUTURO, PERO TEÓRICAMENTE NO ESTARÍAS VIAJANDO EN EL TIEMPO, SINO EXPERIMENTANDO DE MANERA NATURAL LA DEFORMACIÓN DEL ESPACIO-TIEMPO A UNA ESCALA GRAVITACIONAL ABRUMADORA.



LA IMAGEN DEL JAMES WEBB QUE PARECE IRREAL

Una ciudadana astrónoma convirtió los datos del telescopio espacial Webb en una foto magnífica.

Procesamiento de la imagen: Judy Schmidt, artista y diseñadora.

Si ha estado siguiendo las novedades sobre el telescopio espacial James Webb (JWST), es probable que haya admirado las fascinantes imágenes procesadas por la científica Judy Schmidt, como la que acompaña este texto. En esta se pone de relieve el polvo brillante en el centro de la galaxia espiral Messier 74 (también conocida como Galaxia del Abanico o NGC 628). Los componentes básicos de esta vista hacen parte del proyecto PHANGS, liderado por la doctora Janice Lee, y que se centra en las galaxias espirales por su gran cantidad de información sobre formación estelar.

Imagen procesada:

Al tratarse del JWST, no hay ISO. El telescopio está flotando en el espacio, así que no hay montura.

Filtros: Rojo (modo de capa de pantalla): MIRI F2100W

Naranja: MIRI F1130W

Cian: MIRI F770W

Brillo global adicional en escala de grises: MIRI F1000W

Software: FITS Liberator y Adobe Photoshop

Tal como se colorean imágenes históricas, mediante una aplicación de retoque fotográfico, se puede procesar una imagen astronómica. Schmidt extrae datos sin procesar de telescopios espaciales como el JWST y el Hubble. Dice que basta acceder al catálogo MAST, hacer una búsqueda como en una barra de Google y aplicar filtros teniendo en cuenta que no todos los telescopios son sensibles al mismo tipo de luz.

Algunos de ellos están diseñados para capturar información en longitudes de onda más cortas —que en edición foto-

gráfica deben ser más azules—, y otros en longitudes más largas, es decir, más rojas. Usando filtros de Photoshop, Judy hace que los canales azul y rojo sean más brillantes en contraposición al verde. Así ayuda a destacar detalles fascinantes de lo que inicialmente es información en blanco y negro.

Cualquier persona con un computador y conexión a internet podría utilizar datos de alta calidad de observatorios espaciales y terrestres para lograr imágenes similares. Judy no tiene un telescopio, pero parece que tampoco lo necesita.



REDIRECCIÓN DEL VIAJE A LA LUNA

Las misiones de la carrera espacial se conectan con un hombre de dos nombres: uno real y otro falso. Conoce al soviético que, en medio de la guerra civil rusa de 1917, imaginó el viaje a la superficie de la Luna usando módulos, tal como se hizo en las misiones Apolo.

Helena Cortés

Por siglos, la humanidad soñó con ir a la Luna, alcanzar a la plateada culpable de tantos idilios. En sus historias, Julio Verne envió a tres astronautas a explorarla, y miles de astrónomos de carne y hueso han apuntado sus telescopios hacia ella desde el día en que el fabricante de vidrio Hans Lippershey patentara el primer telescopio en 1608.

Siglos después, durante los albores de la carrera espacial, este fantástico sueño se convirtió en un inmenso proyecto de ingeniería. El 21 de julio de 1969, el astronauta estadounidense Neil Armstrong pisó la superficie de la Luna.

Al volver de la primera caminata lunar, Armstrong visitó la Unión Soviética, y como un gesto de agradecimiento, recolectó un puñado de tierra de fuera de la casa de Yuri V. Kondratyuk, según se registró en el portal web de la división histórica de la NASA en mayo de 2020. Cincuenta años antes de que el norteamericano pisara la superficie de la Luna, Kondratyuk, un autodidacta nacido en Poltava, Ucrania, dejó la pista más favorable para lograr un óptimo alunizaje con tripulación que contemplaba el regreso a la Tierra. Sus ideas, consideradas inútiles en medio de la guerra civil rusa, ahorraron tiempo y recursos al proyecto Apolo en la década de los sesenta.

Si bien sus primeros años no están bien documentados, se sabe que durante la mayor parte de su existencia vivió y trabajó con un alias, un nombre que no era el suyo: Yuri Kondratyuk. Su verdadero nombre era Aleksandr Ignatyevich Shargei. Nació el 21 de junio de 1897 y logró ser aceptado en el más prestigioso centro de ingeniería en Ucrania, el Politécnico de Petrogrado (actualmente Universidad Técnica Estatal de San Petersburgo).

Según registros de Anatoliy Volodymyrovych Datsenko, su primer bió-

grafo, solo estudió por 40 días, pues fue reclutado para unirse al Ejército Soviético durante la guerra civil en el imperio ruso. Pronto decidió desertar, por lo cual ya no era seguro usar su nombre de nacimiento. Tomó el nombre de un soldado de la revolución para protegerse. El verdadero Yuri Vasilievich Kondratyuk murió cuando Shargei, quien adoptó su identidad y la mantuvo el resto de su vida, tenía veinticuatro años.

Con su nueva identidad estaba decidido a difundir sus ideas sobre viajes espaciales en un libro que dedicó al futuro: "A quienquiera que lea este documento para construir un cohete interplanetario". Aunque ninguna editorial se interesó, en 1929 pudo autopublicar *La conquista del espacio interplanetario*, una colección refinada de los cuadernos con cálculos y teorías sobre la tecnología de cohetes. Durante ese tiempo, los viajes interplanetarios eran considerados solamente teorías, y la URSS no mostraba gran interés en invertir en ese campo.

Las ideas de Kondratyuk describían cómo una cápsula de aterrizaje podía dejar una nave nodriza en órbita lunar para transportar a su tripulación a la superficie y volver, una técnica que más tarde se denominó *encuentro en órbita lunar* o LOR (*lunar orbit rendezvous*). Cua-

renta años después del Apolo es fácil ver este método de descenso de humanos en la Luna como la única forma en que podría haberse hecho, pero la idea de reunir dos vehículos en el espacio sobre la Luna fue inicialmente rechazada por la NASA por ser demasiado difícil.

El ingeniero aeroespacial Julián Mauricio Arenas, director Ejecutivo de Cipsela (Creative and Innovative Programs for Space Education and Aviation), una entidad patrocinada por la compañía sueca SAAB y Boeing, asegura que Kondratyuk consideró una serie de problemas de dinámica de cohetes y diseño de cohetes independientemente de K. E. Tsiolkovsky, conocido como el padre de la cosmonáutica. Esto se evidencia en el libro de Kondratyuk, donde se puede ver un diagrama y una descripción de un cohete de oxígeno-hidrógeno de cuatro etapas, que también consideraba funciones de protección térmica.

El ingenioso Kondratyuk emprendió varios proyectos que alimentaron su sueño de viajar al espacio. Entre ellos, en la década de 1920 diseñó un montacargas gigante llamado "El Mastodonte", sin usar más de un clavo debido a la escasez de metal en la Unión Soviética. Este proyecto tuvo un servicio de sesenta años antes de ser consumido por el fuego.

Por este proyecto fue inculcado por sabotaje, y pasó tres años en una *sharashka*, donde conoció a Sergei Korolev, progenitor del programa soviético de cohetes. Durante la Segunda Guerra Mundial, Kondratyuk se ofreció como voluntario en el frente, y se cree que murió en batalla en febrero de 1942, a la edad de 44 años. Fue el final de su vida, pero no de su sueño.

Durante mucho tiempo, los únicos que pensaban en la idea de ir a la Luna eran los escritores de ciencia ficción, pero en octubre de 1957, los soviéticos lanzaron el Sputnik, y todo cambió. De repente, ir a la Luna era una posibilidad. La pregunta era: ¿cómo hacerlo? Cuatro meses después del Sputnik, Wernher von Braun, apodado "el padre de los vuelos espaciales", escribió una carta donde presentaba, al jefe del Comité Consultivo Nacional de Aeronáutica de los Estados Unidos, las dos mejores opciones para ir a la Luna.

Julián Arenas cuenta que el primer método lo llamaron *ascenso directo*, y requería una nave con dos veces la potencia del Saturno V. Este modelo preveía la construcción de un cohete enorme con una carga útil equivalente a unos sesenta elefantes, se le pondría una cápsula encima y con él se iría directo a la superficie de la Luna.

El otro método lo llamaron *encuentro en órbita terrestre* (EOR), y planteaba realizar varios lanzamientos con cohetes algo más pequeños, cada uno de los cuales llevaría un componente de la nave espacial, en lugar de utilizar un cohete enorme; se juntarían las piezas en órbita a la Tierra, y se dirigirían a la superficie de la Luna. Pero había otras ideas.

El 31 de marzo de 1969, la revista *Life* publicó un artículo en el que entrevistaba a John Houbolt, un ingeniero civil de la Universidad de Illinois experto en estructuras aeronáuticas, que empezó a trabajar en el Centro de investigación NASA Langley en 1942. Al ver el lanzamiento del Apolo 9, Houbolt pensó en "el ingeniero cuyo sueño se había roto por el escepticismo de la gente". Allí mencionaba al autodidacta ucraniano Yuri Kondratyuk, sugiriendo que su lucha por diseminar sus ideas en medio de la guerra civil rusa había sido similar a la del mismo Houbolt dentro de NASA, cuando las misiones Apolo se comenzaban a planear.

En aquella época, Houbolt, inspirado en Kondratyuk, comenzó a pensar que ir a la Luna era un problema de peso. Este ingeniero había estado estudiando mecánica celeste y se obsesionó con el LOR. Calculó que sería más razonable

enviar un cohete potente a la órbita de la Luna con un módulo desmontable que pudiera descender a la superficie lunar y luego volver a la órbita y acoplarse a la nave espacial principal. A pesar de que utilizar un vehículo más pequeño y ligero para aterrizar en la Luna presentaba una solución más eficiente, implicaba un encuentro en órbita lunar, y en ese momento no se sabía siquiera si el encuentro en órbita terrestre era posible.

Inicialmente las ideas de Houbolt para viajar con tripulación a la superficie de la Luna fueron ignoradas por los responsables de la NASA, pero él persistió en defender su propuesta. Otros investigadores presentaron ideas similares, pero al final, el proyecto de Houbolt fue considerado el más significativo. Houbolt ayudó a materializar los sueños de Yuri Kondratyuk, cuyo trabajo en el espacio se desarrolló en una época en la que se consideraba "absurdo" y estaba prohibido por el gobierno. En aquel tiempo, las ideas que no estuvieran al servicio de la patria de Stalin eran clasificadas como traición. Aunque gran parte de su vida y trabajo se mantuvieron detrás de la cortina de hierro, hoy se le considera uno de los pioneros de la exploración espacial.

ASTRONAUTA

(fragmento)

Stanisław Lem

Cuando los humanos empezaron a convertir hidrógeno en helio resultó que ningún material terrestre conocido era capaz de resistir la temperatura de millones de grados que generaba aquella reacción. El más duro ladrillo refractario, el amianto prensado, el cuarzo, la mica, el más noble acero de volframio, todo se transformaba en vapor al contacto con el cegador fuego nuclear. Disponiendo como se disponía de un combustible capaz de fundir los hielos y de desecar los mares, de cambiar el clima, de calentar los océanos y de hacer crecer junglas tropicales en el círculo polar, se carecía del material necesario para construir un horno apropiado para aquel combustible. Pero como no existe nada capaz de detener al ser humano cuando este se propone alcanzar un objetivo, la dificultad fue superada.

Los investigadores consideraron que, si no existía un material con el cual poder construir un horno para transformar hidrógeno en helio, simplemente no había que construirlo. Tampoco resultaba posible encender una hoguera nuclear en la superficie de la Tierra, ya que la fundiría de inmediato y la atravesaría, provocando así una terrible catástrofe.

Por lo tanto, había que suspender esa hoguera en la atmósfera como si fuera una nube, pero una nube fácilmente dirigible.

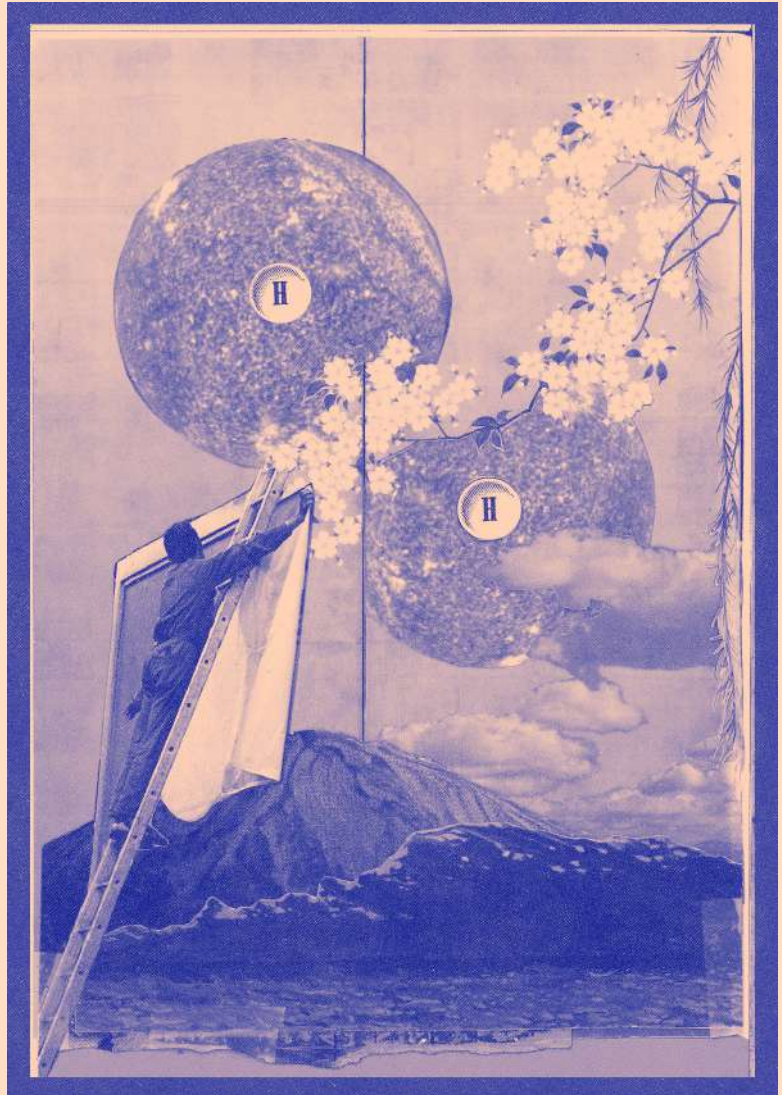
Los científicos decidieron crear un sol artificial en el polo en forma de bolas de gas incandescente de cientos de metros de diámetro, a las que se les suministraría el hidrógeno desde unos fuelles ubicados a una cierta distancia. Una serie de aparatos dispuestos también a una distancia segura crearían un campo electromagnético lo suficientemente potente como para mantener aquellos soles artificiales a la altura deseada.

En la primera fase de la obra, cuya duración estimada era de veinte años, se inició la construcción de centrales eléctricas cuya función sería suministrar la fuerza necesaria a los aparatos de control. Dichas centrales, instaladas en el norte de Groenlandia, en las islas de Grant, en el archipiélago de Francisco José y en Siberia, constituirían el así llamado "Anillo Atómico de Control". Fábricas enteras fueron desplazadas sobre ruedas y orugas a zonas heladas, desiertas y montañosas. Las máquinas talaban la taiga y nivelaban el terreno,

las máquinas producían el calor que descongelaba una tierra helada desde hacía millones de años, las máquinas colocaban bloques prefabricados de hormigón para construir autopistas, cimientos de edificios, presas y barreras protectoras en los valles de los glaciares. Máquinas que se desplazaban sobre patas de acero —palas mecánicas, excavadoras, torres de prospección, bulldozers y volquetes— trabajaban día y noche, y tras ellas avanzaban otras, erigiendo mástiles de alta tensión, transformadores, edificios de viviendas, construyendo ciudades enteras y aeropuertos en los que enseguida empezaron a aterrizar grandes aviones de carga.

La repercusión de aquellos trabajos fue enorme. La atención del mundo entero se dirigió a las zonas del lejano norte, donde, entre heladas y ventiscas, a temperaturas que alcanzaban los sesenta grados bajo cero, se construían, una tras otra, las torres de hormigón y las lentes de acero del Anillo Nuclear que en un futuro tomarían el control de las bolas de hidrógeno de argentado brillo que se suspenderían en el aire.

Crédito del collage: Leidy Cruz.

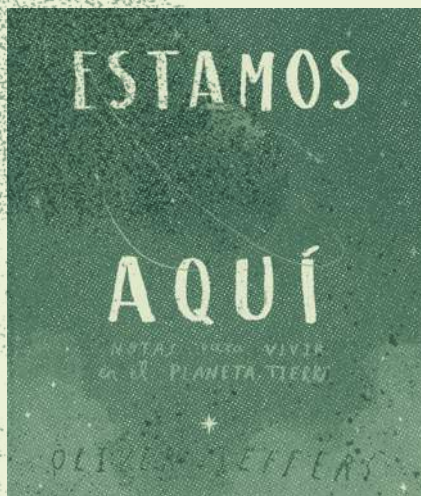


Aquí estamos

Notas para vivir en el planeta Tierra

El autor de libros infantiles Oliver Jeffers encontró sorprendente el momento en el que se dio cuenta de que su hijo, que pronto iba a nacer, no sabía absolutamente nada. Entonces decidió crear *Aquí estamos: Notas para vivir en el planeta Tierra*, un libro que es también un manual sobre el lugar que habitamos. El relato comienza con un vistazo al sistema solar, donde puede verse la ubicación de la Tierra y los acompañantes que tenemos cerca; lentamente va haciendo zoom para mostrar las capas de la atmósfera terrestre, el agua y la tierra, el día y la noche, la ciudad y el campo. Así va haciendo un viaje por todo lo que su hijo debe saber sobre el lugar en el cual va a vivir. Algunas de las páginas las dedica a enseñarle sobre diversidad mediante recopilaciones de gestos, colores, paisajes, especies y formas de percepción, como si con cada dibujo estuviera diciendo que este es sobre todo un planeta que alberga diferencias, y que, mientras podamos apreciarlas, será más fácil mirar hacia fuera.

Aquí estamos
Notas para vivir en el planeta Tierra
Oliver Jeffers
Fondo de Cultura Económica
48 páginas



Unexplainable

The building blocks of the universe

El universo es y siempre será una fuente inagotable de preguntas. Cada vez que creemos llegar a alguna respuesta, se abren más incógnitas, e incluso, a veces, algunas teorías tambalean. Este es el caso de la astrónoma Vera Ruben, quien en los años setenta encontró que la velocidad de las estrellas más lejanas al centro de una galaxia era muy similar a las que estaban más cerca, con lo que puso en tela de juicio la ley de gravitación universal de Isaac Newton. También es el caso del hallazgo de los experimentos conducidos en 2021 con la partícula subatómica muon, que supuso cuestionar el modelo estándar de la física de partículas.

Si usted tampoco sabe qué tiene que ver la velocidad de las estrellas con la gravitación, y el muon con el menciona-

do modelo, entonces debe escuchar *Los componentes fundamentales del universo*, un episodio del podcast *Unexplainable*, en el que ambas ocurrencias son narradas por las voces de varios científicos. "Puede que no haya una solución, porque inherente a la naturaleza misma de la ciencia es que todo conocimiento es provisional", dice una invitada en el episodio, a la vez enunciando la esencia de este podcast, que no es sobre respuestas, sino sobre preguntas. ¿Por plantear más interrogantes? ¿Cómo se están solucionando? Esta es la base de *Unexplainable*.

Unexplainable
The building blocks of the universe
Producido por Vox
Spotify, Google Podcast, Apple Podcast
Mientras la Unión Soviética y Estados

RESERVA



Les astronautes

Mientras la Unión Soviética y Estados Unidos se aventuraban en una frenética carrera para conquistar el espacio exterior, Walerian Borowczyk y Chris Marker trabajan en el cortometraje *Les astronautes*, una mirada escénica del presuntuoso sueño humano de los viajes espaciales. Evocando técnicas cinematográficas de Georges Méliès, como el uso de planos frontales, la pantalla, pensada como un escenario teatral, y un extravagante detalle en el arte y la fotografía, *Les astronautes* narra la historia de un inventor que emprende un viaje al espacio exterior en una nave construida en su propia casa. Con un manejo extraordinario de la técnica de animación *stop motion*, el cortometraje de ciencia ficción parodia conceptos centrales de la ciencia moderna, aprovechando el particular ingenio del inventor para espiar mujeres en la Tierra, explorar planetas habitables sin la intención de colonizarlos, y emprender guerras interestelares obviando las leyes de la física.

Francia, 1959

Walerian Borowczyk/Chris Marker
Disponible en MUBI y YouTube

VOLVER A LA TIERRA PARA SALIR DE ELLA

Nelson Fernando Roberto-Alba
 Doctor en Filosofía, profesor en la Facultad
 de Filosofía y Letras de la Universidad Santo Tomás

Las impactantes imágenes del espacio, de los transbordadores y de diversas naves espaciales que durante el siglo XX se reflejaban en el cine parecen ser cosa del pasado; han sido superadas con creces por los desarrollos tecnológicos, científicos y los claros avances en la exploración espacial que nos asisten en la actualidad. La grandiosa ingeniería humana y social moviliza enormes recursos económicos, técnicos y científicos en los programas de las agencias espaciales movidas por intereses no siempre homogéneos, pero presentados usualmente como alineados en favor del progreso civilizatorio.

Sin embargo, no podríamos negar que nuestra educación estética, esto es, el cultivo de nuestra percepción, la manera como nos disponemos en el mundo y nos relacionamos con la alteridad, no ha sido forjada en el seno de la cultura de masas por la ciencia ficción, y particularmente por cierta clase de cine norteamericano. ¿Cuán deudora es entonces la astronáutica actual y su empresa de salir del planeta Tierra de las industrias culturales en las que se ha forjado nuestra manera de entender lo exterior? Ciertamente, mucho, aunque en su fundamentación epistemológica y sus prácticas empíricas no esté dispuesta a reconocerlo.

¿Qué decir, entonces, de los imaginarios, las percepciones, disposiciones afectivas y narrativas que en dicha industria cultural se amparan, de una comprensión marcadamente machista, especista, colonialista y expansionista de la conquista espacial? ¿Acaso la astronáutica es deudora de ello? En sentido estricto, existe un límite entre una rama científica como la astronáutica, el cine y la ciencia ficción, pero a la vez, es posible señalar que, vistos desde la axiomática del capitalismo mundial integrado, parecieran hacer parte de una misma máquina productora de sentido y de subjetivaciones en función del capital. Si el planeta Tierra se agota, no hay problema, pues la exploración espacial en el cine nos ha mostrado que otros mundos son posibles, no como lo señalara Leibniz en el siglo XVII, sino como nos lo enseña la saga de *Star wars*.

¿Qué sentido tiene una ciencia de la exploración espacial que no piense sus desarrollos tecnológicos y las implicaciones de estos en la Tierra que habita? ¿Cabe pensar en una ciencia ficción descentrada del extractivismo y del capitalismo financiero? Cada vez más se nos impone violentamente el problema ecológico, social, político y económico de

la sobrecarga planetaria y su imposible recuperación. El 28 de julio de 2022 se hablaba con justicia del día de la “sobrecapacidad de la Tierra”, pues por esa fecha la humanidad ya había dispuesto de todos los recursos naturales del planeta para 2022; si todo el mundo viviera como se vive en Estados Unidos, se requerirían 5,1 planetas para responder a las necesidades de recursos naturales. El planeta se agota, las formas bióticas y abióticas se extinguen, y la subjetividad humana se infantiliza individual y colectivamente.

Se precisa una astronáutica, una ciencia ficción y otras formas de cine más allá de los intereses de sectores económicos, geopolíticos e ideológicos, que nos permitan volver a la Tierra para salir de ella sin exterminarla.

