

EL HOMBRE EN LA LUNA

**50 AÑOS
1969-2019**



BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS

Alcaldía Mayor de Bogotá

Enrique Peñalosa Londoño

ALCALDE MAYOR DE BOGOTÁ

Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte

María Claudia López Sorzano

SECRETARIA DE CULTURA, RECREACIÓN Y DEPORTE

Instituto Distrital de las Artes-Idartes

Juliana Restrepo Tirado

DIRECTORA GENERAL

Jaime Cerón Silva

SUBDIRECTOR DE LAS ARTES

Lina María Gaviria Hurtado

SUBDIRECTORA DE EQUIPAMIENTOS
CULTURALES

Ana Catalina Orozco Peláez

SUBDIRECTORA DE FORMACIÓN
ARTÍSTICA

Liliana Valencia Mejía

SUBDIRECTORA ADMINISTRATIVA Y
FINANCIERA

Planetario de Bogotá

Iván Hernando León Vivas

COORDINACIÓN GENERAL DEL
ESCENARIO

Edgar Alfonso Cipagauta Pedraza

PROFESIONAL ESPECIALIZADO
ÁREA MISIONAL

Hernán Herrera Pineda

Profesional Especializado
ÁREA ADMINISTRATIVA

Jorge Ernesto Guevara Burgos

PROFESIONAL ESPECIALIZADO
PROGRAMA SEMILLEROS

Soledad Eugenia Gama García

GESTIÓN DE MERCADEO Y
COMERCIALIZACIÓN

Germán Puerta Restrepo

GESTIÓN INSTITUCIONAL Y
ALIANZAS

Pablo Julián Moreno Castro

GESTIÓN DE PROYECTOS Y
EVALUACIÓN

María Mercedes Santos Moreno

GESTIÓN DE OPERACIONES
Y LOGÍSTICA

Jenry Mauricio Giraldo Buitrago

**GESTIÓN DE EDUCACIÓN Y NUEVOS
CONTENIDOS**

María Barbarita Gómez

COORDINACIÓN EDITORIAL

Jacobo Celnik

María Barbarita Gómez

CORRECCIÓN DE ESTILO

Archivo Planetario de Bogotá

NASA Images

Wikimedia Commons

FOTOGRAFÍAS INTERIOR

Fotografía cedida por la NASA.

Tomada con una cámara de 70mm por Neil Armstrong, comandante de la misión del Apolo XI, donde se ve al astronauta Buzz Aldrin caminando sobre la superficie de la Luna cerca del módulo lunar Eagle.

FOTOGRAFÍA DE CARÁTULA

Jimena Loaiza Reina

DISEÑO

© Instituto Distrital de las

Artes-Idartes

Diciembre de 2018

ISBN (impreso) 978-958-5487-23-9

ISBN (digital) 978-958-5487-24-6

Unión Temporal Idartes 2018

IMPRESIÓN

Carrera 8 # 15-46

Bogotá, D.C., Colombia

(57-1) 379 5750

contactenos@idartes.gov.co /

www.idartes.gov.co

**EL
HOMBRE
EN LA
LUNA**

**50 AÑOS
1969-2019**

Germán Puerta Restrepo

EL HOMBRE EN LA LUNA

**50 AÑOS
1969-2019**



Presentación

La Luna

La carrera espacial

Proyectos Mercury 7 y Gemini

El programa Apolo

La misión Apolo 11

Logros del programa Apolo

La Luna: ¿Qué sabemos hoy?

Próximas misiones a la Luna

Bibliografía



10

15

25

31

37

49

59

67

77

84

PRESENTACIÓN

La década del sesenta del siglo **xx** es considerada como el periodo en el que ocurrieron notables y vertiginosas transformaciones en la sociedad moderna en casi todos los aspectos. En el campo de la ciencia, la carrera espacial entre Estados Unidos y la Unión Soviética sembró la idea que el ser humano podría hacer cosas apenas imaginadas, como trabajar en el espacio, ir a la Luna o incluso visitar el planeta Marte. Las misiones Apolo, encaminadas a la exploración de la Luna, confirmarían este optimismo; no solo por el impresionante logro científico, sino por sus posibles aplicaciones en diferentes aspectos la vida diaria. Actualmente disfrutamos de avances en tecnología o de productos que surgieron de la investigación espacial.

El Planetario de Bogotá, el más grande de Colombia, es un ícono en la divulgación y la comunicación de la ciencia en el país. Su existencia es un resultado directo de la era espacial, por el inusitado interés del público en la astronomía, que fue motivado en gran medida por el impacto mediático de las misiones espaciales. Su apertura al público, en 1969, se realizó cinco meses después de la impresionante hazaña de la misión Apolo 11, que llevó a los primeros hombres a la Luna, el 20 de julio de 1969.

El milenario sueño del ser humano por viajar al espacio, acercarse a la Luna y a los planetas, se hizo realidad gracias al cúmulo de conocimien-

tos adquiridos durante siglos de estudios y avances tecnológicos y por la decisión de una nación de involucrar inmensos recursos humanos y financieros para obtener uno de los grandes logros de la humanidad. En 2019 se cumplen 50 años de la misión Apolo 11 que llevó al hombre a la Luna, una prueba adicional de la capacidad de la humanidad para materializar sus sueños.

El Planetario de Bogotá se une a la celebración mundial de los 50 años del hombre en la Luna con una publicación orientada a públicos amplios, en la que se destaca la historia y el significado de las misiones espaciales Apolo. Esta publicación busca ser una lectura inspiradora que apoye nuestro papel de integrar la ciencia al ámbito de la cultura general.

Jaime Cerón Silva
Director General (E)
Instituto Distrital de las Artes-Idartes

**EL 20 DE JULIO DE
1969, LA MISIÓN
APOLO 11 HIZO
REALIDAD EL SUEÑO
MILENARIO DE LA
HUMANIDAD DE
VISITAR OTROS
MUNDOS. ESTE
PRIMER PASO FUERA
DEL PLANETA, EN
PALABRAS DEL
ASTRONAUTA NEIL
ARMSTRONG Y
PRIMER HOMBRE**



**EN PISAR LA LUNA,
“REPRESENTÓ
UN GIGANTESCO
SALTO QUE ABRIÓ
EL CAMINO PARA
EXPLORAR Y HABITAR
LOS PLANETAS,
SEGURAMENTE
VISITAR OTROS
ASTROS DE LA
GALAXIA Y, TAL VEZ,
VIAJAR A OTRAS
GALAXIAS DEL
UNIVERSO”.**



CAPÍTULO

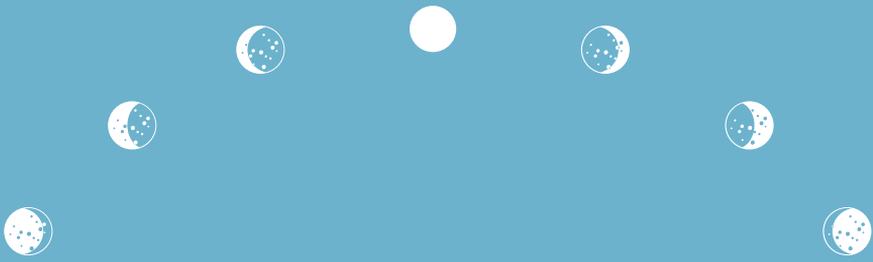
1



NASA Images.



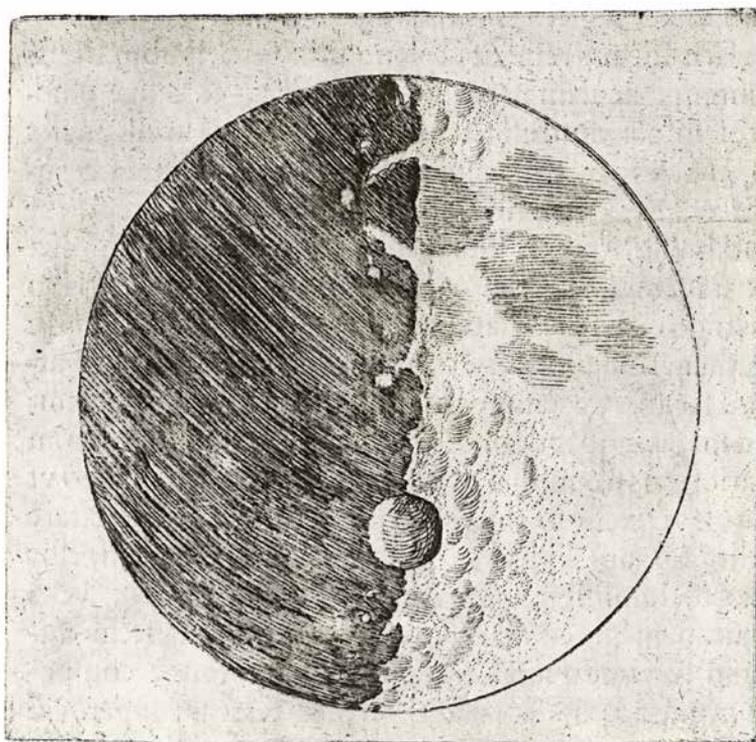
La Luna.



LA LUNA

Nuestro único satélite natural es la Luna y es, además, el cuerpo celeste más cercano a la Tierra, a unos 384.400 kilómetros en promedio, lo que para las distancias siderales es poco. Si a esto se le agrega que la Luna no tiene una atmósfera densa, resulta que es el único objeto al que se le pueden observar detalles a simple vista, como sus manchas oscuras.

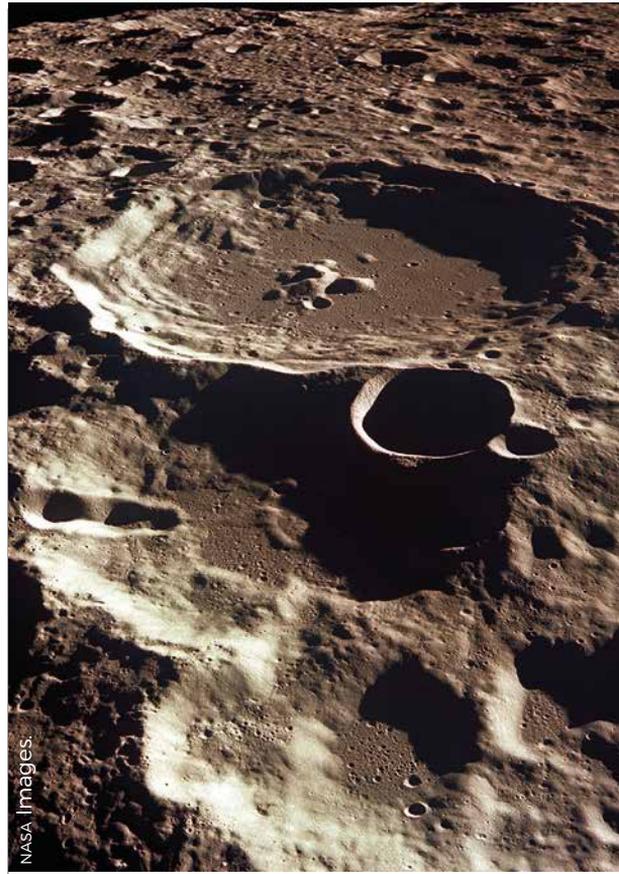
Galileo Galilei, el astrónomo, físico y matemático italiano, probó con su telescopio, en el año 1609, que la Luna tiene montañas y cráteres, y a las manchas las denominó *maria* o *mares*, aunque nada tienen que ver con el agua. Actualmente sabemos mucho más de la Luna que de cualquier otro cuerpo celeste, especialmente gracias a las misiones Apolo que les permitieron a los primeros astronautas posarse sobre su superficie.



La Luna dibujada por Galileo Galilei, *Sidereus Nuncius* (1610).

La Luna, posiblemente, se formó en la infancia del Sistema Solar, luego de que un enorme astro colisionara contra la naciente Tierra y los materiales que salieron al espacio se cohesionaron para darle forma a nuestro satélite. La existencia de la Luna hizo posible la vida en la Tierra, moderando el eje de rotación terrestre y haciendo el clima más estable. También produce las mareas y muchos ritmos naturales que han guiado a los seres vivos durante milenios.

El período de rotación de la Luna en su eje es el mismo de la revolución alrededor de la Tierra. La “rotación sincrónica” genera que siempre se vea el mismo hemisferio lunar, conocido como “cara visible”. La Luna, como los planetas, no tiene luz propia y refleja la luz solar. Es un error llamar la cara oculta “el lado oscuro de la Luna”, ya que mientras orbita la Tierra, diferentes partes de todo el globo lunar son iluminadas por el Sol. En la fase de luna llena, la cara lejana está oscura, mientras que en la fase de luna nueva, ese hemisferio está completamente iluminado.



NASA Images



Cráter Daedalus en la Luna.

La Luna realiza una órbita completa alrededor de la Tierra en algo más de 27 días terrestres. Sin embargo, como la Tierra gira alrededor del Sol, desde nuestra perspectiva la Luna nos orbita cada 29,5 días.

La Luna

Diámetro ecuatorial

3.475 kilómetros

Masa (Tierra = 1)

0,0123

Gravedad en la Superficie (Tierra = 1)

0,166

Temperatura: máxima y mínima

+123°C -253°C

Distancia

356.375 km (perigeo)

406.720 km (apogeo)

Período orbital y rotación

27, 32 días terrestres

Mitos lunares

El Sol y la Luna, los dos principales cuerpos celestes, muy dispares en su tamaño, se ven desde nuestro planeta como dos discos casi iguales, por lo que muchos mitos les otorgan una estrecha conexión o relación de pareja, siendo generalmente el Sol el principio masculino y la Luna, el femenino.

La Luna fue personificada por los babilonios como la diosa Sin, dispensadora de la oscuridad y el mal, pero también de los sueños y los oráculos. En muchas culturas, la Luna con sus fases aparece como señora del tiempo, el desti-

no, la lluvia, el agua, las plantas, la melancolía y la locura. Los griegos la personificaron como Seline, hermana de Helios, el Sol, y de Eos, la Aurora. Los romanos adoptaron la idea de los sabinos y etruscos, quienes adoraban al astro bajo el nombre de *Louna*, de donde proviene su nombre actual. Los indios de Pacasmayo en el Perú consideraban a la Luna más poderosa que el Sol porque este no aparecía de noche a diferencia de la Luna que se deja ver tanto en el día como en la noche. Además porque “causa alborotos del mar con rayos y truenos”. Los



 Selene en la mitología clásica según un grabado en una vasija griega. Staatliche Museem zu Berlin.

aztecas aseguraban que la Luna creciente va devorando a las estrellas, mientras que los chibchas en Colombia la denominaban

Chía, hermosa y desordenada mujer expulsada al cielo con la misión de alumbrar de noche a la humanidad.



Actividad

Los dibujos de la Luna

Objetivos:

- Inventar y realizar un dibujo según las formas que presenta la superficie de la Luna.
- Motivar para la invención de historias e imágenes relacionadas con lo observado en la superficie de la Luna.
- Conocer las visiones que otras culturas han tenido respecto a las formas de la superficie de la Luna.

Materiales:



- Imagen de la superficie de la Luna.
- Acetato.
- Cinta.
- Marcadores permanentes punta delgada.



Wikimedia Commons.

La Luna es multicultural

Si se observa la Luna de cerca, se tiene la impresión que los oscuros mares lunares tienen forma de animales. Según el país y la cultura las personas ven diferentes formas.

¿Por qué no ven los congoleños un conejo? ¿Por qué no ven los chinos un cocodrilo? Porque cada uno ve en la Luna la imagen de los objetos que conoce de su propia cultura y entorno. En China no hay cocodrilos, pero sí una gran cantidad de conejos.

En Alemania, por ejemplo, se ve al “Hombre de la Luna”, y esto no es una casualidad, que corre con su cartera al trabajo. Otras alternativas son el futbolista con el balón o un hombre con una jarra de cerveza. Como curiosidad: en la misión Apolo 11 de 1969, Neil Armstrong aterrizó en la barriga del “Hombre de la Luna”.

Historias sobre la Luna

Un abrigo para la Luna (Alemania)¹

Érase una vez un sastre famoso por su habilidad a la hora de coser. Tal era su fama que no había caballero o dama de buen nombre y rango en el Reino que no tuviera sus ajuares cosidos por él. Un día, mientras el sastre estaba en su taller trabajando, apareció en su puerta un cliente muy especial: nada más y nada menos que la Luna se le presentó.

—Me gustaría encargarme uno de esos elegantes abrigos de invierno que tantas de esas damas en la Tierra ostentan y que son cosidos por vos en este taller —dijo la Luna.

El sastre se sintió tan honrado que comenzó de inmediato a tomar sus medidas. Brillante y tan redonda como una pelota se encontraba la Luna en el taller del sastre mientras él anotaba, muy contento, sus medidas. En dos semanas el abrigo debería estar acabado.

¹ Texto versionado tomado del libro de Hans E. Ernst: *Lo que la Luna quiere del sastre*, Leibziger Kinderbucherlag GmbH, 2007.

Puntualmente, tras catorce días, la Luna posó de nuevo delante del espejo del sastre, pero esta vez con su nuevo abrigo. Pero, qué susto. ¿Qué era eso? El abrigo era demasiado grande y caía como un saco sobre la delgada figura de la Luna. Al sastre le incomodó esta situación que prometió arreglarlo al instante. De nuevo tomó las medidas de la Luna y pasaron otras dos semanas. Cuando la Luna, por segunda vez, quiso probarse el abrigo, el sastre no podía creer lo que sus ojos veían: esta vez el abrigo era demasiado estrecho. ¡Cómo iba a poder caber una Luna redonda en un abrigo con forma alargada! La Luna se decepcionó mucho y quiso salir de la tienda cuando el sastre tuvo una idea: pidió a la Luna que volviese una vez más. La tercera vez el sastre le enseñó a la Luna dos abrigos: uno que debería ponerse cuando fuese redonda y otro que podría ponerse tras dos semanas, cuando estuviese estrecha. Muy contenta salió la Luna de la sastrería y en agradecimiento al trabajo del sastre dejó que dibujaran sobre ella la imagen del sastre con su máquina de coser, donde todavía se puede ver.

El conejo en la Luna

Hace mucho tiempo vivían un zorro, un mono y un conejito, como buenos amigos, en la Luna. Durante el día iban a las montañas a cazar y jugar y por la tarde retornaban al bosque para pasar la noche. Así vivieron felices muchos años hasta que la Luna se enteró y quiso verlo con sus propios ojos. La Luna se disfrazó como un anciano caminante y se dirigió hacia los tres amigos.

—He caminado por valles y montañas y estoy cansado y hambriento. ¿Podrían ofrecerme algo de comer? —preguntó la Luna mientras se apoyaba sobre su bastón y se inclinaba hacia ellos.

El mono buscó nueces y se las trajo al anciano; el zorro le ofreció un pez que él mismo había pescado. Pero el pequeño conejo estaba triste ya que, a pesar de buscar por todos lados algo que ofrecerle al caminante, no tuvo suerte. El mono y el zorro le dijeron:

—No sirves para nada.

El triste conejito, ya sin fuerzas, le pidió al mono que le trajera leña, y al zorro que la prendiera. Ambos hicieron lo que el conejito les dijo.

Después le dijo el conejito a la Luna:

—¡Cómeme a mí!— y se dispuso a lanzarse al fuego.

En el último momento el caminante lo sujetó y emocionado por su valentía, lloró. Entonces dijo el caminante:

—Todos necesitamos apoyo y admiración. No existen ni ganadores ni perdedores. Pero este conejo nos ha demostrado cuánto amor es capaz de dar.



Wikimedia Commons.



El conejo en la Luna. Esta es una representación de la antigua China.

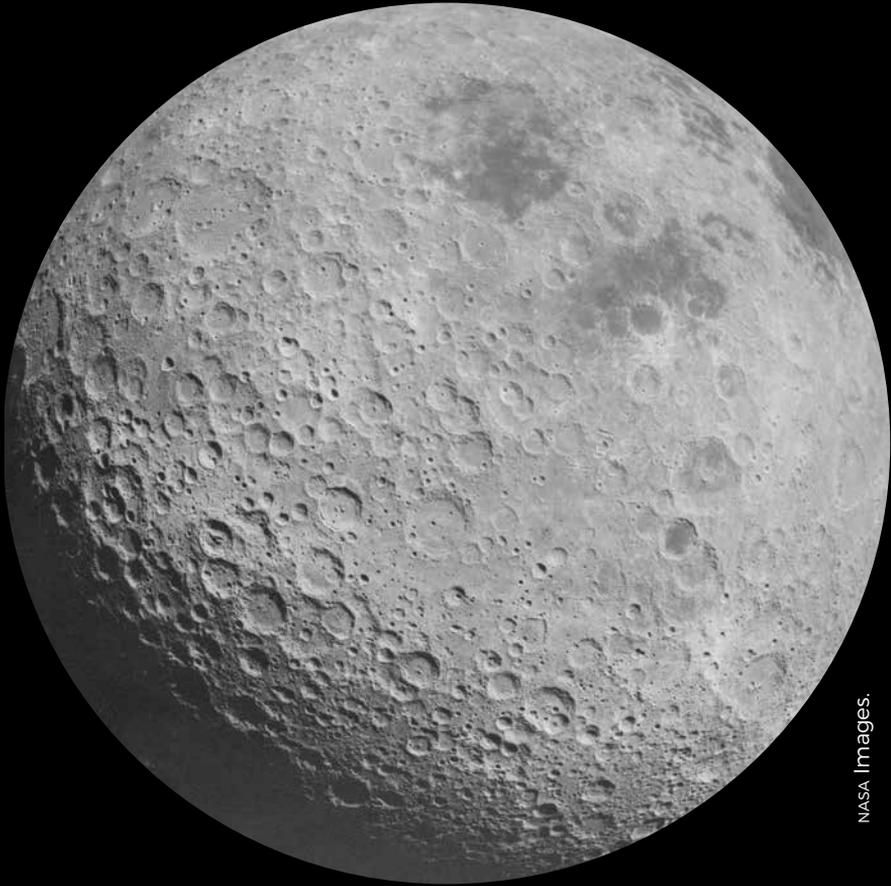
El caminante tomó al conejito consigo y lo llevó a la Luna donde vive feliz desde entonces.

En la superficie de la Luna hay manchas que parecen dibujos. Diferentes comunidades y personas han formado múltiples imágenes e historias que tratan de explicar por qué se ven esas imágenes en su superficie. Observen, en familia, detalladamente la fotografía de la Luna y fomenten las ideas que surgen durante su observación. Den explicaciones sobre lo que puede producir dichas figuras en la Luna.

Ahora es tiempo de dibujar, escribir o narrar lo que se imaginan que se ve en la superficie de la Luna. Posteriormente ubiquen el acetato de plástico transparente sobre la imagen de la Luna y dibujen la figura que ven reflejada. A continuación, pueden escribir una historia sobre esa imagen y contársela a sus amigos o familiares. De esta manera, pueden imaginarse cómo las diferentes culturas eternizan sus propias ideas a través de historias y mitos. Observen la Luna y encuentren las diferentes imágenes que comentaron en familia.

CAPÍTULO

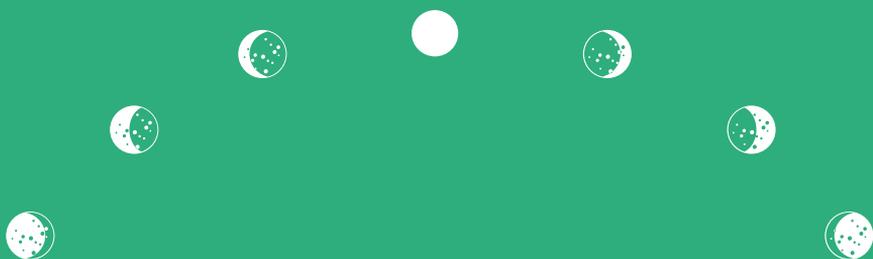
2



NASA Images.



Cara oculta de la Luna.



LA CARRERA ESPACIAL

Tras el final de la Segunda Guerra Mundial, Estados Unidos y la Unión Soviética, las dos superpotencias de ese momento, emprendieron su carrera espacial durante el periodo conocido como Guerra Fría (1945-1989). Esta carrera estuvo marcada por una férrea competencia de ambas naciones por lograr avances significativos en la conquista del espacio exterior. El 4 de octubre de 1957 los soviéticos lanzaron el Sputnik I, primer satélite artificial en orbitar la Tierra. Este hecho generó cierto temor en Estados Unidos y algunos países occidentales de Europa por una inminente supremacía del socialismo en el planeta. En noviembre de 1957, los soviéticos lanzaron el Sputnik II con la perrita Laika en su interior, convirtiéndose en el primer ser vivo en orbitar en el espacio exterior. En 1959 los soviéticos dieron otro paso tras lanzar la sonda espacial Lunik III con el fin de fotografiar el lado oculto de la Luna.

En respuesta a los avances soviéticos, el gobierno de los Estados Unidos creó el 1º de octubre de 1958 la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA, por sus siglas en inglés), como la principal agencia federal responsable de la investigación aeroespacial y el programa espacial civil. En diciembre de ese año la NASA tomó el control del Laboratorio de Propulsión a Chorro operado por el Instituto de Tecnología de California (CTI), formando la NASA-JPL. Sin embargo, serían los soviéticos los que ganarían la carrera espacial a principios de la década de 1960. El 12 de abril de 1961, el cosmonauta Yuri Gagarin se convirtió en el primer hombre en entrar en la órbita de la Tierra en una nave espacial de un solo piloto, conocida como Vostok 1.

En mayo los estadounidenses lograron avances en la carrera espacial por cuenta del primer vuelo suborbital, de 15 minutos, a cargo del astronauta Alan Shepard, primer astronauta estadounidense en el espacio. En febrero de 1962, John Glenn se convirtió en el primer astronauta en orbitar la Tierra. El presidente John F. Kennedy, alarmado por la ventaja soviética, se comprometió a llevar al hombre a la Luna, antes de finalizar la década de 1960. En un famoso discurso de mayo de 1961, frente al Congreso de los Estados Unidos, Kennedy dio inicio formal a la carrera hacia la Luna: “Creo que esta nación debería comprometerse a alcanzar la meta,



Wikimedia Commons.

antes de que termine esta década, de aterrizar un hombre en la Luna y devolverlo a salvo a la Tierra”.

Viajes fantásticos a la Luna

La idea de viajar a la Luna es tan antigua como el deseo del hombre por aprender a volar, como se puede apreciar en algunas de las más fascinantes obras de la literatura fantástica clásica. Muy probablemente la primera obra de ficción



John F. Kennedy en el Congreso de los Estados Unidos, 25 de mayo de 1961.

que describió lo que hoy llamamos un viaje espacial fue *Vera historia* de Luciano de Samósata, un filósofo y satírico griego que hacia el año 160 hizo el viaje de ida y vuelta a la Luna en un barco de vela impulsado por los vientos celestes.

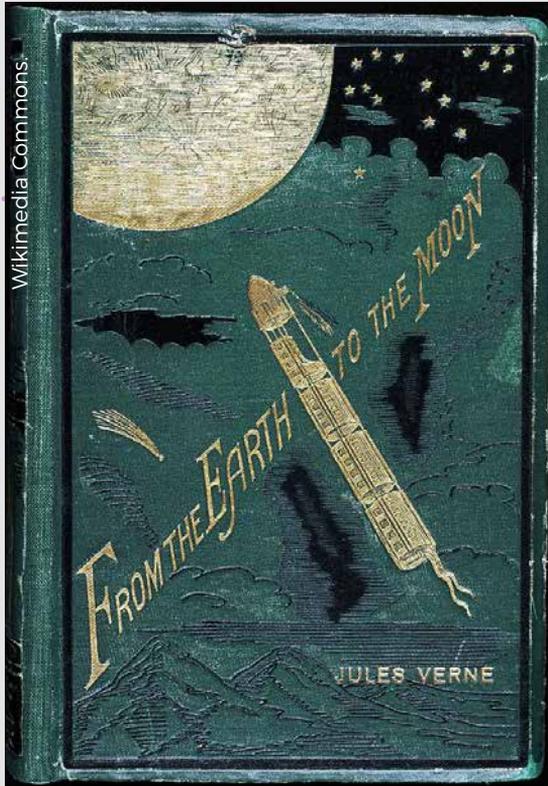
En 1516 la obra *Orlando furioso* de Ludovico Ariosto cuenta la historia de quien viaja a la Luna

en un carruaje tirado por cuatro caballos rojos; el *Somnium* de Johannes Kepler, publicado en 1634, es un cuento fantástico de un viaje de la Tierra a la Luna presentando sus ideas sobre la Luna como una ficción para evitar la censura política y religiosa propia de su época. Francis Godwin autor de *The Man in the Moon*, publicado en 1638, divierte con un explorador que entrena gansos para que le transporten por los aires como pasajero y eventualmente le lleven hasta la Luna.

El siguiente trabajo es uno de los más famosos, publicado en 1649, *Voyage dans la Lune* de Cyrano de Bergerac, escritor francés, autor de obras de teatro y cartas amorosas y satíricas, que para ir a la Luna emplea una máquina voladora impulsada por triquitraques, e inadvertidamente se convierte en la primera persona en utilizar un cohete como medio para salir al espacio. En 1705 aparece *The Consolidator* también un cuento de viaje lunar del famoso escritor inglés Daniel Defoe que describe varios medios de transporte parecidos a lo que hoy llamamos naves espaciales.

Las historias de viajes espaciales continúan apareciendo hasta que en 1827, la historia de George Tucker, *A Voyage to the Moon*, mostró un completo cambio en el estilo de las novelas de ficción por su descripción, con lujo de detalles, de naves espaciales repletas de equipos científicos, impulsadas por un material antigravitatorio llamado *lunarium*. Este se considera el primer trabajo de un género que luego se llamaría ciencia ficción.

Por último hay que comentar el libro *De la Tierra a la Luna* de Julio Verne (1865), en el que el autor le anticipa al público la inminente realidad del viaje espacial. Su nave Columbiad es impulsada por un cañón, pero los pasajeros gozan de las comodidades de los navíos modernos incluyendo las reservas de oxígeno. Luego de acercarse al satélite, la historia continúa en *Alrededor de la Luna* (1870), en donde los expedicionarios fallan en su objetivo de alunizar y regresan a la Tierra, para caer en el océano Pacífico y ser rescatados por un barco. Las obras de Verne han sido reconocidas como la fuente de inspiración para los científi-



Portada del libro *De la Tierra a la Luna* de Julio Verne, versión inglesa del siglo XIX.

cos que luego hicieron realidad el viaje espacial.

En los años posteriores al libro *Alrededor de la Luna*, el viaje espacial en la literatura, y a lo largo del siglo XX en el cine, se convir-

tió en uno de los temas favoritos, lo que popularizó aún más la idea de otros mundos habitados, generalmente por civilizaciones más avanzadas que la nuestra y, en muchos casos, poco amistosas.

CAPÍTULO

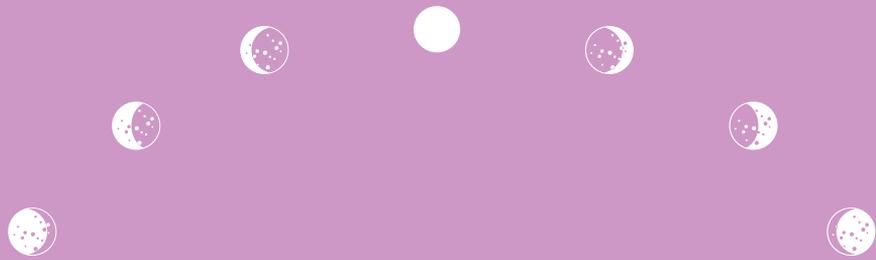
3



NASA Images.



Los astronautas del Proyecto Mercury 7. Atrás: Alan Shepard, Gus Grissom, Gordon Cooper; adelante: Wally Schirra, Deke Slayton, John Glenn, Scott Carpenter.



PROYECTOS MERCURY 7 Y GEMINI

El Programa Mercury 7 (1958-1963) fue el primer proyecto espacial dedicado a las misiones tripuladas de Estados Unidos. Los objetivos del programa, que alcanzó a realizar seis vuelos, fueron comprobar la capacidad para dejar en órbita terrestre una nave espacial, investigar la capacidad del hombre para sobrevivir en el espacio y recuperar al astronauta y la nave espacial de forma segura. El 20 de febrero de 1962 un cohete Atlas llevó con éxito al astronauta John Glenn a bordo del Friendship 7. Luego se realizaron los lanzamientos de Scott Carpenter, Walter Schirra y Gordon Cooper.

En seguida, el Programa Gemini, con dos astronautas por vuelo, definió y probó las habilidades que la NASA necesitaba para ir a la Luna. El propósito principal de estas misiones fue demostrar las posibilidades del encuentro espacial y acoplamiento entre naves que serían usadas durante los viajes a la Luna. También tenía como objetivo probar la capacidad de un astronauta para volar misiones de larga duración (hasta dos semanas en el espacio), perfeccionar los métodos de reentrada y aterrizaje, comprobar la resistencia de las naves y realizar múltiples ejercicios extravehiculares o “paseos espaciales”. Varios de los participantes de las misiones Gemini irían, posteriormente, a la Luna.



Las misiones Gemini 6 y 7 se acoplan.

El programa se realizó entre abril de 1964 y noviembre de 1966. La primera misión tripulada a bordo del Gemini 3 le correspondió a los astronautas Virgil Grissom y John Young, lanzados al espacio desde Cabo Cañaveral, Florida, en un cohete Titán. En menos de 20 meses volaron al espacio varias misiones con dos astronautas cada una.

El éxito de los programas Mercury y Gemini fue posible gracias a la voluntad de un país poderoso que utilizó recursos humanos, técnicos y financieros, y la coordinación de numerosas agencias e instituciones públicas y privadas, en pro de un proyecto científico y político para ganar la carrera a la Luna.

Wernher von Braun

El Dr. Wernher von Braun (1912-1977) fue uno de los ingenieros mecánicos y aeroespaciales más importantes del siglo xx. Junto con su rival soviético, Serguéi Koroliov (1907-1966), fueron los protagonistas del glorioso inicio de la carrera espacial. Von Braun, como otros científicos de su tiempo, reconoció que se entusiasmó con la exploración espacial leyen-

do obras de autores de ciencia ficción. Más tarde, von Braun se encontró con el trabajo de Hermann Julius Oberth, cuyo libro de 1923 *El cohete en el espacio planetario*, lo llevó a dominar el cálculo y la trigonometría para poder comprender la física de la cohetaría. Desde su adolescencia von Braun tuvo un notable interés en el vuelo espacial, involucrándose en 1928 con un grupo de coheteros aficionados. Como un medio para fomentar su deseo de construir cohetes de gran tamaño, a finales de 1932 empezó a trabajar con el ejército alemán y desarrolló prototipos que usaban combustible líquido. Basado en su investigación, financiada por el ejército, von Braun recibió un doctorado en Física el 27 de julio de 1934.

Después de 1937, von Braun y cientos de colegas trabajaron en un laboratorio secreto en Peenemünde, costa báltica alemana, con el objetivo de entregarle al ejército nazi un misil capaz de volar 1.000 kilómetros con una tonelada de explosivo. El misil balístico V-2, antecedente de los misiles intercontinentales estadounidenses y soviéticos y directo

antecesor del cohete espacial, fue creación del equipo de cohetaría liderado por von Braun. Aunque era miembro del Partido Nazi y oficial de las SS, en su mente estaba el espacio. Sin embargo, las condiciones políticas de su época lo llevaron a involucrarse de ma-

nera inevitable con los militares. Antes de la derrota final de Alemania, von Braun se entregó a los



Wernher von Braun.

Wikimedia Commons.





NASA Images.



Instalación de un sistema de escape en una cápsula Mercurio en el banco de pruebas Redstone del Centro Marshall para Vuelos Espaciales de la NASA en 1960.

estadounidenses junto con otros líderes de su equipo. Los estadounidenses recuperaron toneladas de materiales y documentos y cohetes V-2 intactos.

Durante quince años, después de la Segunda Guerra Mundial, von Braun trabajó con el ejército de Estados Unidos en el desarrollo de misiles balísticos y vehículos de lanzamiento como el Júpiter C, Juno II y Saturno I. El Júpiter C orbitó el primer satélite de los Estados Unidos,

el Explorer I (1958). En 1960, la NASA le confió a von Braun y su equipo la tarea de desarrollar el cohete que lanzó a los astronautas a la Luna, el gigantesco Saturno V. Von Braun se convirtió en el director del Centro Marshall para Vuelos Espaciales de la NASA y el arquitecto en jefe del vehículo de lanzamiento de las misiones Apollo. Tuvo fama y reconocimiento mundial y murió en Alexandria, Virginia, el 16 de junio de 1977.

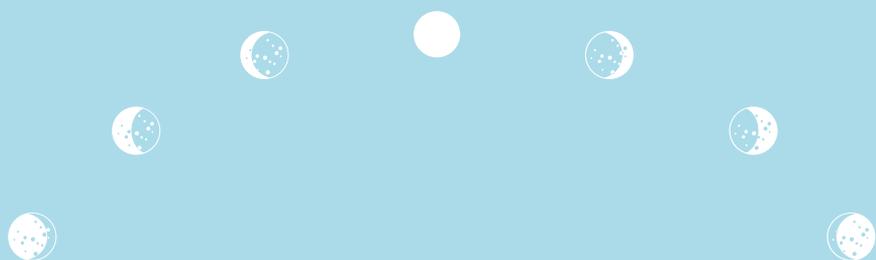
CAPÍTULO

4

NASA Images.



El comandante del Apolo 17, Eugene Cernan, se aproxima al vehículo lunar en diciembre de 1972.



EL PROGRAMA APOLO



NASA Images.

El Programa Apolo (mayo de 1961-diciembre de 1972) fue diseñado por la NASA para enviar astronautas a la Luna, y devolverlos a la Tierra a salvo. El programa incluyó doce misiones tripuladas: dos en órbita terrestre (Apolo 7 y 9); dos en la órbita lunar (Apolo 8 y 10) y seis misiones de aterrizaje lunar (Apolo 11, 12, 14, 15, 16 y 17). Una misión se perdió durante una prueba en la plataforma de lanzamiento (Apolo 1) y una misión tuvo un daño en vuelo y regresó a la Tierra antes de realizar el aterrizaje lunar programado (Apolo 13). Con el programa Apolo también se lanzó la Estación Espacial Skylab (1973) y una nave espacial Apolo atracó con la nave espacial soviética Soyuz 19 (1975) en órbita en el proyecto de prueba Apolo-Soyuz. En 1965, año pico de los preparativos del programa, la NASA empleó a 36 mil funcionarios públicos, 380 mil empleados de contratistas y un presupuesto anual de más de US\$ 5 mil millones de dólares. Entre 1961 y 1973 la NASA invirtió, aproximadamente, US\$ 26 mil millones en las misiones Apolo.

Durante ese periodo la Unión Soviética también programó una misión para orbitar la Luna (Zond 7), que se lanzó sin tripulación. Los soviéticos continuaron desarrollando y probando su nave espacial que descendió en la Luna con dos vehículos no tripulados, los Lunojod 1 y 2 en 1970 y 1973. Sin embargo, ningún cosmonauta soviético llegó a la Luna.

La estrategia general de la NASA para el viaje a la Luna consistió en lanzar la nave espacial a una órbita estable alrededor de la Tierra con tres tripulantes, orientar la nave hacia la Luna, dejarla en órbita alrededor de la Luna, lanzar hacia la superficie el módulo lunar con dos astronautas, despegar en el módulo y regresar a la órbita de la Luna. Posteriormente se efectuó el encuentro y acoplamiento con el módulo de comando y servicio, y se estableció un rumbo hacia la Tierra. A su regreso la nave espacial fue frenada por la resistencia de la atmósfera de la Tierra y por paracaídas, justo antes del acuatizaje en el océano. El tiempo de tránsito hacia y desde la Luna fue de aproximadamente tres días en cada sentido. Dependiendo de la

misión específica, el tiempo en la superficie lunar varió de menos de un día para el Apolo 11, a más de tres para las misiones Apolo 15, 16 y 17.

El 27 de enero de 1967 la tripulación de la primera misión Apolo realizó una cuenta regresiva simulada, en la base, con la escotilla bloqueada, encendida y con una atmósfera interna de oxígeno puro. Los tripulantes Virgil Grissom, Edward White y Roger Chaffee vestían trajes espaciales y realizaron la secuencia normal de actividades previas al lanzamiento. Una chispa dentro de la nave espacial prendió fuego al material inflamable, envolvió en llamas el compartimento cerrado y le causó la muerte a los astronautas.

Como resultado del accidente del Apolo 1 se realizaron muchos cambios en los procedimientos de diseño, fabricación, prueba y verificación de los vehículos, y la gestión de todo el programa Apolo. Muchos de estos cambios se probaron en las misiones Apolo 4, 5 y 6, sin tripulantes.

La Apolo 7 fue la primera prueba de vuelo en órbita terrestre tripulada desde el módulo de

comando y servicio. Esta misión se lanzó el 11 de octubre de 1968. A bordo estaban Walter Schirra, Donn Eisele y Walter Cunningham. Mientras orbitó la Tierra, el equipo practicó maniobras que se usaron en la misión lunar.

La misión Apolo 8 fue lanzada el 21 de diciembre de 1968 y fue el primer viaje tripulado en abandonar la gravedad de la Tierra y alcanzar la órbita lunar. El equipo de esta misión de seis días estaba conformado por Frank Borman, James Lovell

NASA Images.



La Tierra desde la Luna en una fotografía del Apolo 8.

y William Anders, que además realizaron una prueba completa del perfil de vuelo del módulo de comando y servicio. El módulo entró en órbita lunar el 24 de diciembre de 1968 y realizó diez revoluciones antes de regresar a la Tierra y acuatizar con éxito en el océano Pacífico.

La misión Apolo 9 fue la primera prueba de vuelo completa de aterrizaje lunar, incluidos el módulo de comando, el módulo lunar y los trajes espaciales para la actividad externa. La tripulación estaba conformada por James McDivitt, David Scott y Russell Schweickart. Se lanzó el 3 de marzo de 1969 y la tripulación probó todas las maniobras incluyendo la simulación de un aterrizaje lunar, además realizó el primer acoplamiento del módulo lunar y del módulo de comando y servicio. Dio un paseo espacial durante 56 minutos para demostrar la transferencia de la tripulación entre módulos.

La misión Apolo 10 se lanzó el 18 de mayo de 1969 y durante más de dos días realizaron 31 revoluciones en órbita lunar. La tripulación, conformada por

Thomas Stafford, John Young y Eugene Cernan, llevó a cabo todas las maniobras propulsoras requeridas para una misión de aterrizaje lunar. Stafford y Cernan descendieron en el módulo lunar a 14.5 kilómetros de la superficie de la Luna y regresaron para completar la primera cita en la órbita con el módulo de comando y servicio.



Tripulación del Apolo 11:
Neil Armstrong, Michael
Collins y Edwin Aldrin.

La misión Apolo 11 se lanzó al espacio el 16 de julio de 1969, con los astronautas Neil Armstrong, Edwin Aldrin y Michael

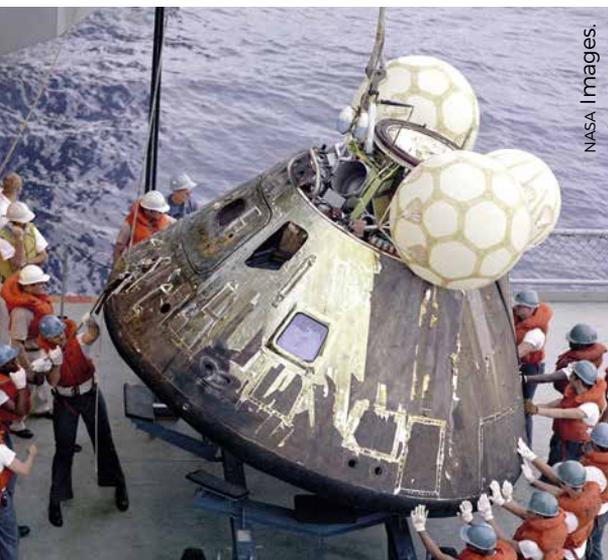
Collins. Mientras Collins permaneció en el módulo de comando y servicio, Neil Armstrong fue el primer hombre en pisar la Luna, el 20 de julio de 1969, seguido de Edwin Aldrin. Esta misión, de ocho días, se recuperó de forma segura en el océano Pacífico.

La misión Apolo 12 salió al espacio el 14 de noviembre de 1969, con Pete Conrad, Richard Gordon y Alan Bean. Conrad y Bean aterrizaron el módulo lunar en la región sureste de la Luna conocida como *Oceanus Procellarum*. La tripulación realizó dos excursiones durante un total de 7 horas y 45 minutos, recorrieron 2

kilómetros a pie y se alejaron hasta 470 metros de la base.

La misión Apolo 13 se lanzó el 11 de abril de 1970 con los astronautas James Lovell, John Swigert y Fred Haise. Dos días después del lanzamiento, cuando viajaba hacia la Luna, se produjo una explosión que causó que el módulo de comando y servicio perdiera oxígeno, energía eléctrica y otros sistemas. La tripulación se mudó rápidamente al módulo lunar que se convirtió en su bote salvavidas en el espacio. Todos los sistemas en el módulo de comando y servicio se desactivaron para conservar la capacidad de regresar a la Tierra. Orbitando la Luna y superando numerosos problemas, incluidos temperaturas cercanas a la congelación y exceso de dióxido de carbono en el módulo lunar, la misión Apolo 13 volvió a entrar con éxito en la atmósfera terrestre para aterrizar en el océano Pacífico el 17 de abril de 1970.

La misión Apolo 14 se lanzó el 31 de enero de 1971 con Alan Shepard, Stuart Roosa y Edgar Mitchell,



Recuperación de la nave Apolo 13.

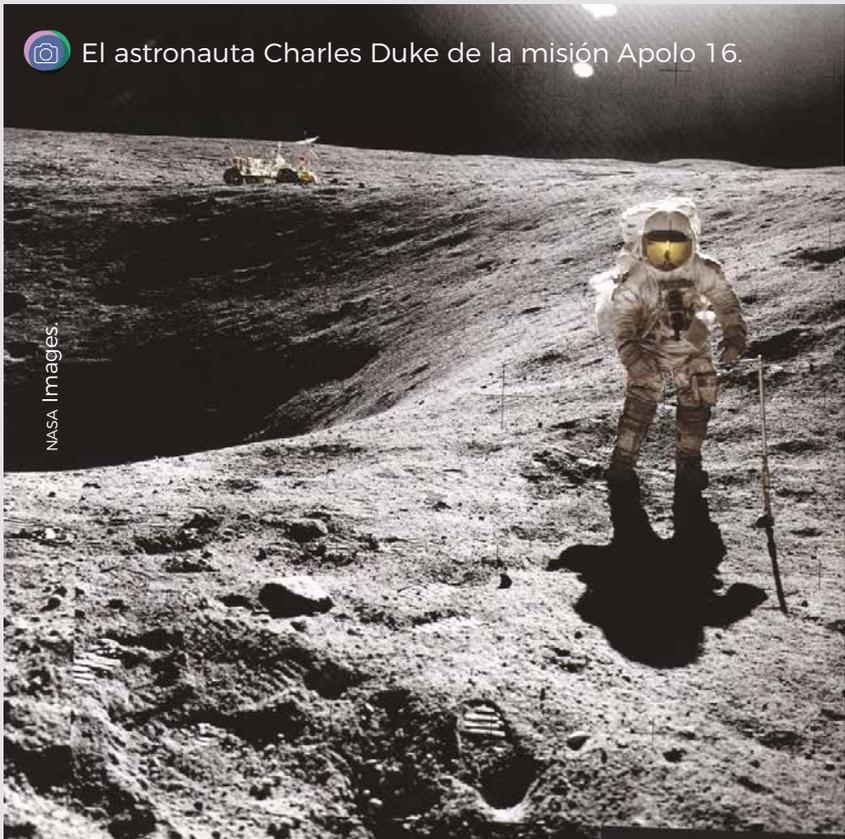
y alunizó en una región montañosa justo al norte de *Fra Mauro*. La misión incluyó un carro de dos ruedas. Los astronautas atravesaron 3,3 kilómetros a pie y alcanzaron una distancia de aproximadamente 1.400 metros de la base, y recolectaron 43 kilogramos de rocas lunares y tierra.

La misión Apolo 15 fue la primera de tres exploraciones científicas a la Luna que usó el Lunar Rover (vehículo lunar). La tripulación estaba compuesta por David Scott,

Alfred Worden y James Irwin. El 30 de julio de 1971, Scott e Irwin aterrizaron el módulo lunar en el borde occidental de las montañas *Apennine* y durante los casi tres días, que pasaron en la Luna, realizaron cuatro exploraciones fuera de su base, viajaron una distancia total de 27,9 kilómetros en el Lunar Rover, alejándose hasta 4,9 kilómetros, y recolectaron un total de 77 kilogramos de rocas lunares y suelo.



El astronauta Charles Duke de la misión Apolo 16.



La misión Apolo 16 se lanzó el 16 de abril de 1972 con los astronautas John Young, Kenneth Mattingly y Charles Duke, quienes alunizaron el módulo lunar cerca del cráter *Descartes*. Durante los casi tres días que pasaron en la Luna recolectaron un total de 94 kilogramos de rocas lunares y tierra, viajaron una distancia total de 27 kilómetros en el Lunar Rover y hasta 4,5 kilómetros desde la base.

La misión Apolo 17 fue la misión final del programa Apolo, lanzada el 7 de diciembre de 1972, con Eugene Cernan, Ronald Evans y Harrison Schmitt. Hasta esta misión todos los tripulantes del programa Apolo estaban vinculados con carreras militares. Schmitt, un geólogo, fue el primer civil en la Luna. El 11 de diciembre de 1972, Cernan y Schmitt alunizaron en la región



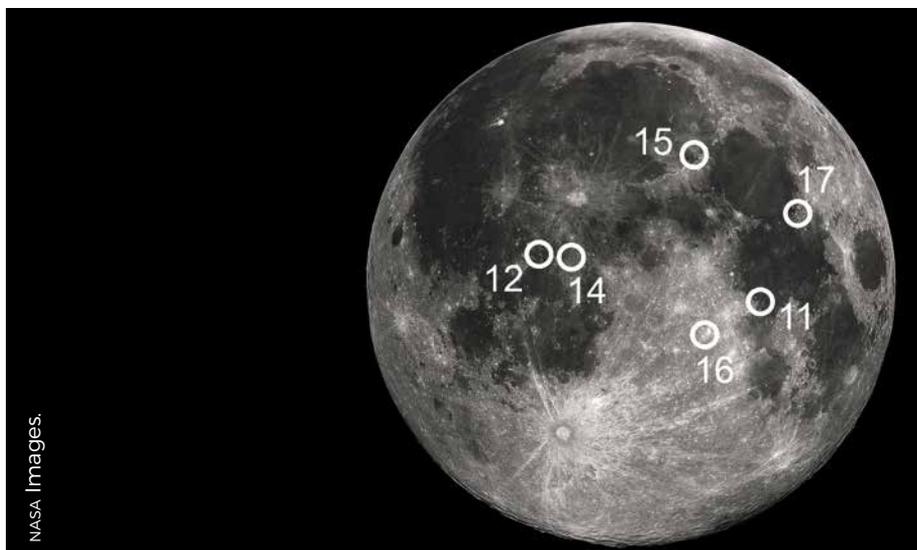
Eugene Cernan de la misión Apolo 17 en el vehículo Lunar Rover.

NASA Images.



Taurus Littrow Valley. Durante los más de tres días que pasaron en la Luna viajaron una distancia total de 35 kilómetros en el Lunar

Rover, se alejaron hasta 7,8 kilómetros de la base, y recolectaron un total de 110 kilogramos de rocas lunares y suelo.



Lugares de alunizaje de las misiones Apolo.



Los cinco motores del Saturno V en el Kennedy Space Center.

Originalmente la misión Apolo 17 no debió ser la última del programa. Tres más, Apolo 18, Apolo 19 y Apolo 20, estaban en el plan inicial. Pero el programa Apolo tenía también aspectos políticos y, una vez ganada la carrera a la Luna, los temas financieros se volvieron relevantes. En julio de 1969, mientras el Apolo 11 volaba hacia la Luna, la NASA canceló la misión Apolo 20, aunque la decisión no se hizo pública hasta enero de 1970. De esta forma se pudo utilizar el cohete Saturno V del Apolo 20 para lanzar la estación espacial Skylab. El Apolo 18 y el Apolo 19 habrían partido hacia la Luna en 1974 y 1975 pero sus misiones se cancelaron, definitivamente, en 1972.

El cohete Saturno V

El Saturno V fue el cohete que la NASA construyó para enviar astronautas a la Luna y, hasta ese momento, el cohete más poderoso que voló con éxito. Fue desarrollado en el Centro Marshall para Vuelos Espaciales de la NASA, en Huntsville, Alabama, bajo la dirección de Wernher von Braun. El cohete Saturno V tenía 111 metros de altura, aproximadamente el tamaño de un edificio de 36 pisos, y algo más de 10 metros de diámetro. Con su combustible listo para el despegue —kerosene y oxígeno líquido—, el Saturno V pesó 3.039 toneladas. En su lanzamiento generó 7,5 millones de libras de



El Saturno V de la misión Apolo 11 sale del centro de ensamblaje.

empuje, quemando 20 toneladas de combustible por segundo.

El Saturno V era un cohete de tres etapas, cada una se descartaba y solo el módulo de comando y servicio y el módulo lunar alcanzaban la órbita terrestre. Cada etapa activaba sus motores hasta que agotaba el combustible y luego se separaba del cohete. Los motores de la etapa siguiente se disparaban, y así el cohete continuaba hacia el espacio hasta lograr la velocidad de escape, algo más de 10 kilómetros por segundo, logrando una altura de 191 kilómetros. La primera etapa tenía los motores más potentes por la desafiante tarea de levantar el cohete del suelo hasta una altura de apro-

ximadamente 68 kilómetros. La segunda etapa llevó a la misión en órbita y la tercera dio el empujón hacia la Luna.

El Saturno V podía lanzar aproximadamente 130 toneladas en la órbita de la Tierra y 50 toneladas a la Luna. El primer Saturno V se lanzó en 1967, en la misión Apolo 4, sin tripulación. La primera vez que elevó tripulación en órbita terrestre fue para la misión Apolo 7.

Tres cohetes Saturno V, completos, que no se usaron, se exhiben en el Centro Espacial Johnson en Houston, Texas, en el Centro de Vuelos Espaciales en Huntsville, Alabama, y en el Centro Espacial Kennedy en Florida.



Logo de la misión Apolo 11.



NASA Images.

CAPÍTULO

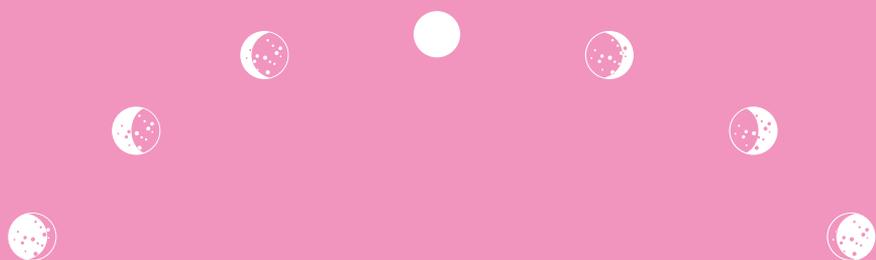
5

NASA Images.



Despegue de la
misión Apolo 11





LA MISIÓN APOLO 11

El objetivo principal del Apolo 11 era alcanzar la meta establecida por el presidente John F. Kennedy el 25 de mayo de 1961: realizar un aterrizaje lunar con tripulación y regresar a la Tierra. Los objetivos adicionales incluyeron la exploración científica, el despliegue de una cámara de televisión para transmitir señales a la Tierra y la recolección de muestras de materiales de la superficie lunar. También debían fotografiar el terreno, el equipo científico desplegado y el módulo lunar, tanto con cámaras fijas como con películas.

La nave Apolo 11 se lanzó desde Cabo Kennedy, Florida, el 16 de julio de 1969. Llevaba como comandante a Neil Armstrong, como piloto del módulo de comando y servicio a Michael Collins y a Edwin Aldrin como piloto del módulo lunar.



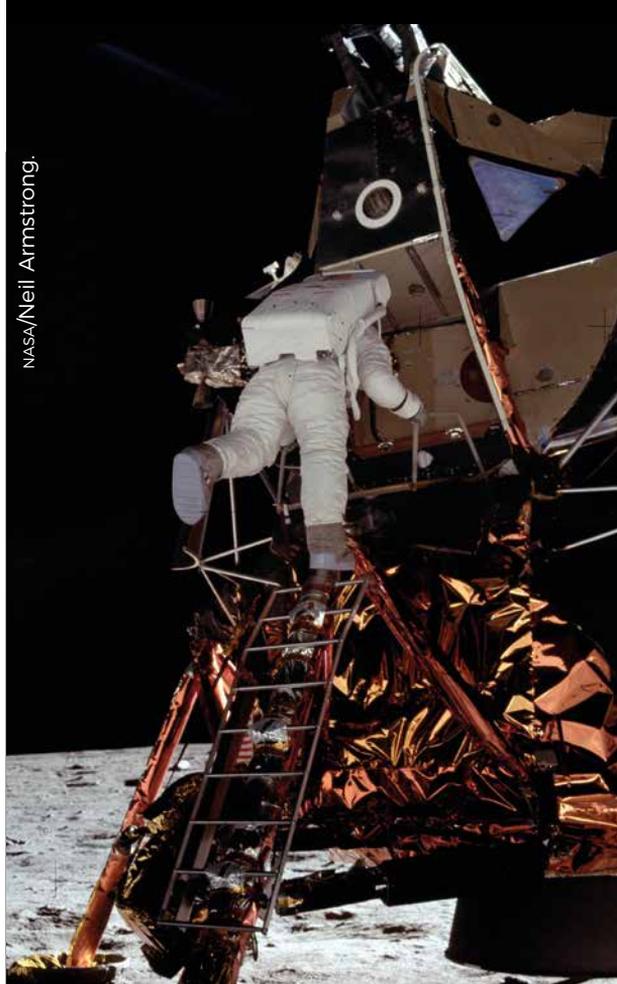
NASA/Michael Collins.



El Eagle hacia la Luna.

El 19 de julio se realizó la maniobra de inserción en la órbita lunar. El 20 de julio, Armstrong y Aldrin ingresaron al módulo lunar Eagle, realizaron un último control y se separaron del módulo de comando Columbia para una inspección visual. Cuando el Eagle estaba detrás de la Luna en su decimotercera órbita, el motor de descenso se disparó durante 30 segundos para proporcionar un empuje retrógrado e iniciar la inserción en la órbita de descenso. El motor de descenso proporcionó fuerza de frenado, y fue pilotado, manualmente, por Armstrong. El Eagle aterrizó en el *Mar de Tranquilidad*, a casi 6 kilómetros del punto de aterrizaje prefijado y ocurrió casi un minuto y medio antes de lo programado.

El plan de vuelo requería que el descenso del Eagle comenzara después de un período de descanso de cuatro horas. Neil Armstrong descendió por la escalera y pisó la Luna el 20 de julio de 1969. Se estima que 530 millones de personas vieron la imagen televisada del acontecimiento y oyeron cuando dijo: “Este es un pequeño paso para un hombre, pero un salto gi-



NASA/Neil Armstrong.



Edwin Aldrin desciende del módulo lunar.

gante para la humanidad”. Unos 20 minutos más tarde, Aldrin lo siguió. Luego la cámara se ubicó en un trípode a unos 10 metros del módulo lunar. Media hora más tarde el presidente Richard Nixon habló, por enlace telefónico, con los astronautas.



Huella de Aldrin en la Luna.

Unida a la estructura del módulo había una placa conmemorativa firmada por el presidente Richard Nixon y los tres astronautas, además de medallones conmemorativos que llevaban los nombres de los tres tripulantes del Apolo 1 que perdieron la vida en el incendio de

la plataforma de lanzamiento. También incluía los nombres de dos cosmonautas rusos que murieron en accidentes y un disco de silicio, miniaturizado, con mensajes de buena voluntad de 73 países. Todos estos materiales permanecen en la Luna.

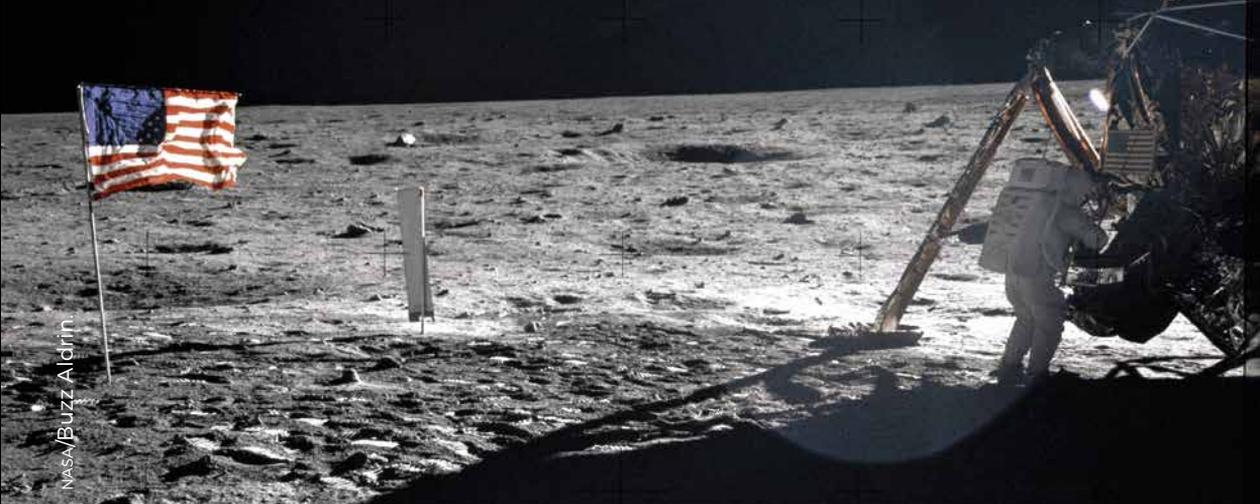
Mensaje de Carlos Lleras Restrepo

Entre los mensajes enviados a la Luna en la nave Apolo 11 de líde-

res y presidentes de diversos países, se encuentra el del expresidente de Colombia, Carlos Lleras Restrepo:

Mientras se prepara una de las hazañas más extraordinarias de la historia, quiero enviar en nombre del pueblo y el Gobierno de Colombia, un cordial saludo con nuestros deseos para el éxito completo de su misión. También quiero expresar la admiración de todos los colombianos para su heroísmo personal, para los científicos y técnicos que han contribuido con su conocimiento a esta empresa, y para la gran nación cuyo apoyo ha hecho posible un proyecto que ayer parecía imposible. Por favor, deje en la Luna, junto con los otros objetos que dan testimonio de la primera llegada del hombre a nuestro satélite, este mensaje, como un símbolo de la amistad entre Colombia y Estados Unidos. La misión va a descender sobre la Luna en nuestra fiesta nacional, cuando celebramos el 159° aniversario de nuestra independencia. Nosotros, en Colombia, estaremos honrando la memoria de los patriotas que cambiaron el curso de nuestra historia en el mismo día en que usted va a escribir una página inmortal en los anales de la humanidad”.

Carlos Lleras Restrepo
Presidente de la República de Colombia



 Neil Armstrong en la Luna.

Durante la excursión alrededor del Eagle, Aldrin desplegó el paquete de equipos científicos, y luego de una hora y 33 minutos en la superficie, volvió a ingresar al módulo lunar, seguido por Armstrong, 41 minutos más tarde. Toda la fase de exploración duró algo más de dos horas y media.

Armstrong y Aldrin pasaron 21 horas, 36 minutos en la superficie de la Luna. Después de un período de descanso, que incluyó siete horas de sueño, el motor de la etapa de ascenso los elevó hacia el Columbia donde les esperaba Collins, cuando estaba en su vigésimo quinta revolución.



Edwin Aldrin y el módulo lunar.

La travesía hacia la Tierra comenzó el 21 de julio cuando el Columbia estaba detrás de la Luna en su quincuagésima novena órbita lunar. Los procedimientos de reingreso se iniciaron el 24 de julio. El módulo de servicio se separó del módulo de comando y se reorientó a una posición con el escudo térmico hacia adelante. El 24 de julio

de 1969, después de 195 horas, 18 minutos, 35 segundos y tras el despliegue del paracaídas —unos 36 minutos más de lo planeado—, el Apolo 11 acuatizó en el océano Pacífico, a 18 kilómetros del barco de rescate USS Hornet (CV-8). Como medida de precaución, los astronautas fueron puestos en cuarentena durante 14 días.



Las piedras lunares

Fragmentos de rocas de la Luna de las misiones Apolo 11 y Apolo 17 se encuentran en el Planetario de Bogotá gracias a donaciones del Gobierno de Estados Unidos. Estos obsequios fueron acompañados por dos banderas colombianas que viajaron en las primeras misiones espaciales, y fueron enviadas de regreso a Bogotá en 1973 con el astronauta Frank Borman, en un acto protocolario que encabezó el entonces presidente Misael Pastrana Borrero.

Sin embargo, estos objetos fueron considerados por el presidente Pastrana como un regalo personal. En 1980, el periodista

Daniel Samper Pizano se dio a la tarea de encontrar las piedras lunares hasta que la Embajada de Estados Unidos le confirmó, por escrito, que se trataba de una donación para el pueblo colombiano. Samper contactó al expresidente Pastrana, que no dudó en devolver todos los objetos que habían permanecido en la sala de su casa durante siete años. La donación llegó a las bodegas del Planetario de Bogotá y allí permaneció hasta el año 2003, cuando se decidió que sería presentada como parte de la exposición permanente del Planetario. Actualmente las piedras lunares se pueden admirar en uno de los módulos del Museo del Espacio del Planetario de Bogotá.



Rocas lunares en el Planetario de Bogotá.





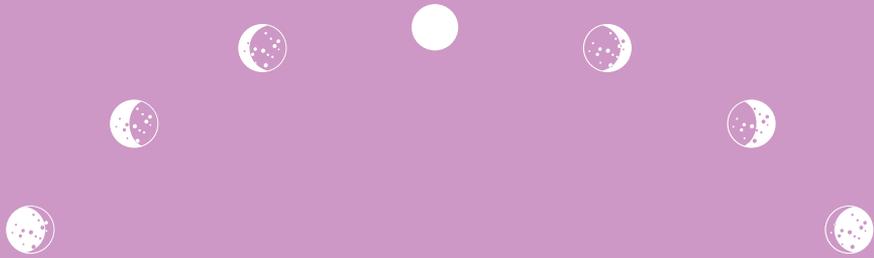
CAPÍTULO

6

NASA Images.



Caminata espacial de Ronald E. Evans, Jr., durante la misión Apolo 17, diciembre de 1972.



LOGROS DEL PROGRAMA APOLO

La misión Apolo 11 demostró que es posible viajar a la Luna, trabajar en un ambiente hostil y regresar a la Tierra. Durante la misión, la tripulación permaneció en la Luna menos de un día y realizó una única excursión de menos de tres horas durante la que se aventuraron a retirarse a 50 metros de la base. En la sexta y última misión de exploración lunar de la Apolo 17, los astronautas recorrieron una distancia total de más de 97 kilómetros y estuvieron más de 160 horas fuera del módulo lunar.

Las misiones Apolo completaron una amplia gama de más de 60 experimentos científicos en la superficie lunar, y 30 experimentos se llevaron a cabo desde la órbita. Seis estaciones científicas fueron ubicadas manualmente y activadas en la Luna por los astronautas con monitores de viento solar, medición de los posibles flujos de calor en el interior de la Luna y registros de la actividad sísmica. Un total de 382 kilogramos de material de seis ubicaciones lunares únicas y científicamente significativas fue traído a la Tierra, y su análisis químico y radioactivo permitió entender mucho mejor la historia de la Luna. Además, durante las misiones Apolo, se tomaron casi 30 mil fotografías de alta resolución en la superficie y desde la órbita que registraron las características de la Luna con gran detalle.

El programa Apolo representó uno de los más grandes hechos históricos de la humanidad, y todos sus objetivos se lograron: conocimiento de la Luna, la Tierra y el Sistema Solar y de la tecnología del viaje espacial y su difusión masiva por los medios de comunicación. Sin embargo, la utilidad de las misiones Apolo y de todo el programa espacial fue mucho más lejos pues produjo múltiples beneficios sociales y notables aplicaciones para la vida cotidiana.

Las actividades de la ciencia espacial cubren las fronteras de casi todas las áreas principales de las ciencias naturales con impacto en aplicaciones específicas en muchos campos. Los satélites aportaron conocimientos y capacidades fundamentales para el desarrollo de las telecomunicaciones y los avances en la predicción meteorológica. La era del espacio nos entregó paneles solares, nuevas terapias medicinales, materiales livianos,

sistemas de purificación de agua, innovadoras tecnologías de la información, computadores, sistemas globales de búsqueda y rescate, GPS y mucho más. Internet, los teléfonos celulares y las redes de información modernas son derivaciones directas de la carrera espacial.

El espacio es un entorno único e inspirador, que exige una innovación rápida y nuevas formas

de pensar con poca tolerancia al error, y estimula la creatividad y la invención tecnológica. Los programas aeroespaciales inducen la cooperación entre naciones y entre comunidades científicas y culturales. Además, atraen a miles de jóvenes hacia la ciencia, permiten entender mejor nuestro mundo y nos brindan nuevas perspectivas acerca de la humanidad en el universo.



Vista parcial de la Luna.



NASA Images.

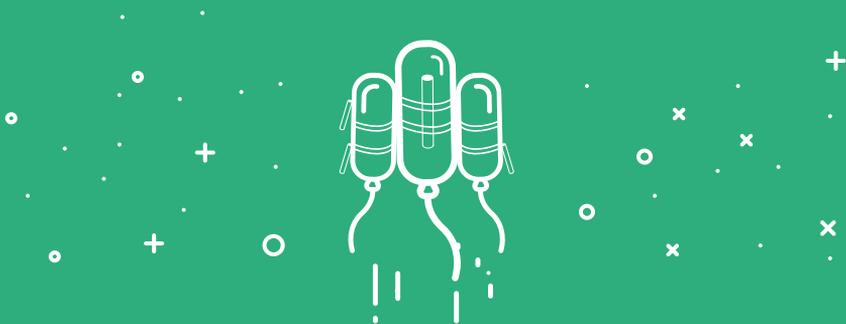


Actividad

Levantando pesos pesados²

Objetivo:

- Construir cohetes impulsados por globos de caucho para lanzar la mayor carga útil posible a la máxima altura.



Descripción:

Para esta experiencia se usarán pitillos para bebidas como guías para los cohetes. Los pitillos se deslizarán por cuerdas sujetas al techo del lugar donde se desarrolle la experiencia. Los invitamos a que realicen esta actividad en grupo y averigüen quién logra llegar hasta el techo.

² Texto original: nasa, Rockets Educators Guide: Heavy Lifting nasa (Recuperado de https://www.nasa.gov/pdf/153418main_Rockets_Heavy_Lifting.pdf).

Materiales:



- Clips de carpeta (uno por estación de lanzamiento) // Binder Clips.
- Nylon o cuerda muy suave.
- Globos de aire largos.
- Vasos desechables pequeños (de 3 o 4 onzas).
- 2 pitillos rectos.
- Clips para papel pequeños.
- Bolsa plástica pequeña.
- Cinta de enmascarar.
- Bombas para inflar globos (opcional).
- Pinzas para sujetar ropa (opcional).

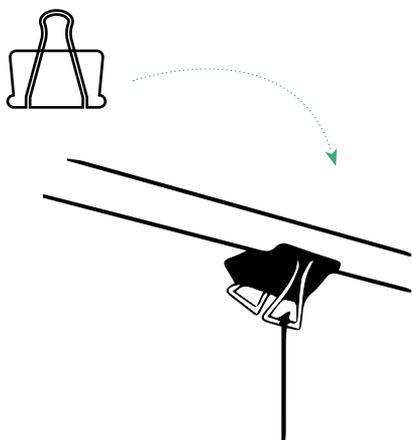
Introducción:

Preparen el espacio a manera de una “plataforma de lanzamiento” compuesta de hilos de nylon o cuerda suspendidos del techo

(pidan a un adulto que les ayude si es necesario) (una línea para cada equipo de participantes). Aten las líneas a los ganchos o a los clips. Asegúrense que todas las líneas lleguen hasta el suelo. Provean suficiente espacio para trabajar alrededor de cada plataforma de lanzamiento.

A continuación, les indicaremos cómo serán usados los pitillos para guiar los cohetes. El hilo de nylon o la cuerda pasará a través de los pitillos y uno o más globos deberán ir pegados al pitillo usando cinta de enmascarar. Cuando se liberen los globos, el pitillo se desplazará hacia arriba siguiendo la guía. Es importante mantener el extremo inferior de la línea pegado al suelo. Si no está tensa la línea o si está suelta, el cohete tendrá un viaje descontrolado y no logrará llegar hasta el techo.

Este es un ejercicio de creatividad y habilidad en la resolución de problemas, así que usen todo su ingenio para resolverlo. Recuerden usar los pitillos de la forma que se ha indicado. Es importante que solo usen tres globos para solucionar este reto.



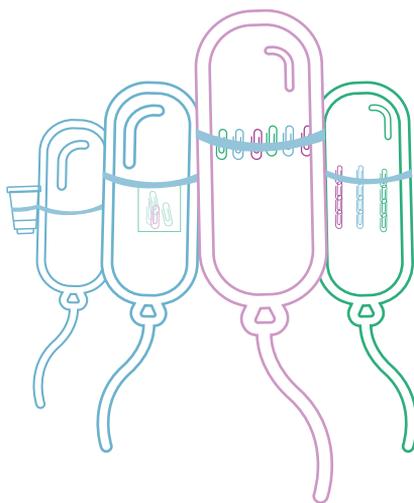
Gancho de carpeta sujeto a una viga en el techo.

¿Dónde conseguir los globos?:

Muchas tiendas de accesorios para fiestas venden paquetes de globos largos. Estos, al inflarse, se convierten en cilindros de aproximadamente 12

centímetros de diámetro y 60 centímetros de largo. Estos son solo algunos de los que puedes usar. Prueba globos de diferente diámetro y longitud.

Modos en los cuales pueden colocar su carga útil (clips de papel) en los cohetes. La bolsa plástica puede ser utilizada.

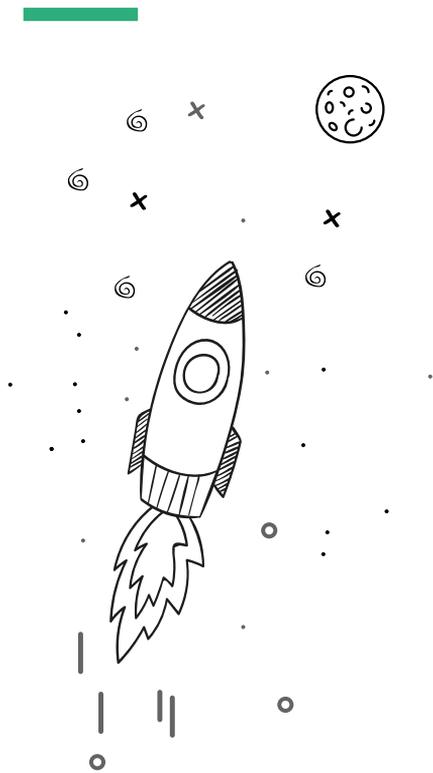


¡Anímense a tener sus propias ideas!

Cohetes espaciales

El programa Constellation de la NASA para la siguiente generación de cohetes espaciales incluye un cohete para cargas pesadas llamado Ares V. Soporta cargas muy pesadas en órbita, como grandes satélites científicos, suministros y módulos de reemplazo para la Estación Espacial Internacional, y etapas para viajes que llevarán a naves con tripulantes hacia la Luna y Marte. Llevar cargas pesadas a órbita es un gran reto. Los cohetes requieren motores poderosos y grandes cantidades de combustible. El cohete Ares V de la NASA será capaz de cumplir con esta labor. Este será uno de los más grandes y más poderosos cohetes nunca construidos. Sin embargo, el cohete Ares V no será el único vehículo de lanzamiento necesario. Existirán mercados para la entrega co-

mercial de combustible, módulos y robots para la construcción de complejos turísticos y entrega de suministros y provisiones en el espacio. En el futuro, los vehículos de levantamiento pesados serán (valga la expresión) un “negocio explosivo”.



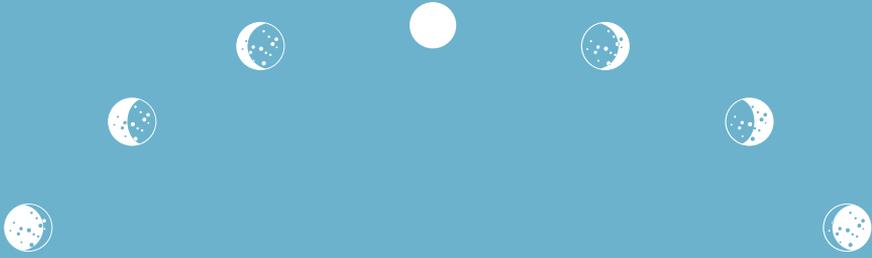
CAPÍTULO

7

NASA Images.



Visualización de la Luna y el Sol.



LA LUNA: ¿QUÉ SABEMOS HOY?

La Luna, como los demás cuerpos del Sistema Solar, también fue sometida en su infancia a un intenso bombardeo meteórico, cuyas marcas han quedado hasta hoy grabadas en la miríada de cráteres gracias a que no hay erosión intensa que los pueda borrar.

La violencia meteórica produjo la fundición de la débil corteza lunar generando las *maria*, cuencas de impacto que se llenaron de lava hace más de mil millones de años. Los elementos pesados se hundieron para alimentar el núcleo mientras en la superficie fluían los feldespatos, el potasio y el fósforo. El compuesto de estos elementos se define en su forma más descriptiva como “rocas lunares”.

Algunos meteoritos posteriores también han dejado sus marcas en las *maria*. Luego de 800 millones de años de flujo continuo de lava, la corteza y su manto se solidificaron y crecieron aislando el pequeño núcleo activo en las profundidades del satélite. El núcleo de la Luna es proporcionalmente más pequeño que los núcleos de otros planetas o lunas, y es sólido y rico en hierro con un diámetro de unos 450 kilómetros. Una capa parcialmente fundida con un espesor de 150 kilómetros rodea el núcleo, y le sigue la corteza con un grosor medio de 110 kilómetros. Hace mucho tiempo la Luna tenía volcanes activos, pero hoy están dormidos y no han entrado en erupción durante millones de años. Las marcas de impactos antiguos y recientes de asteroides, meteoritos y cometas dejan su huella como los numerosos cráteres visibles. Durante miles de millones de años estos impactos han molido la superficie de la Luna en fragmentos que van desde enormes rocas hasta polvo. Casi toda la Luna está cubierta por una pila de escombros de polvo de color gris carbón, polvo y restos rocosos llamados “regolito lunar”. Si alguna vez hubo una atmósfera, la Luna careció de la fuerza de gravedad necesaria para retenerla, se escapó hacia el espacio y ahora es demasiado escasa para impedir los impactos. Y claro está, no proporciona ninguna protección contra la radiación del Sol. Si alguna vez hubo agua, oxígeno u otros elementos volátiles, estos se perdieron por la radiación solar y los colosales impactos en los primeros siglos de su existencia. Sin embargo, en 1998 la nave Lunar Prospector, mientras orbitaba los polos Sur y Norte de la Luna, detectó

una alta concentración de átomos de hidrógeno en el fondo de algunos cráteres cerca de los polos lunares a donde nunca llega la radiación solar. Más recientemente se comprobó la existencia de hielo en varios cráteres vecinos al polo Sur lunar, gracias a la sonda lunar Reconnaissance Orbiter de la NASA y al orbitador Chandrayaan 1 de la India. Así se estableció, fuera de toda duda, la existencia de depósitos de hielo de agua expuestos en cráteres permanentemente sombreados en los polos lunares, especialmente en el Sur.

Recientes análisis de datos encontraron evidencia de que el agua de la Luna estaría ampliamente distribuida bajo la superficie y no está confinada solo a los cráteres polares. Estos hallazgos podrían ayudar a los investigadores a comprender el origen del agua de la Luna y sus posibilidades como recurso. Si es razonablemente conveniente extraerla, se abren ahora opciones para establecer bases lunares para que los futuros exploradores la usen como agua potable o la conviertan en hidrógeno y oxígeno para el combustible de los cohetes y en oxígeno para respirar.

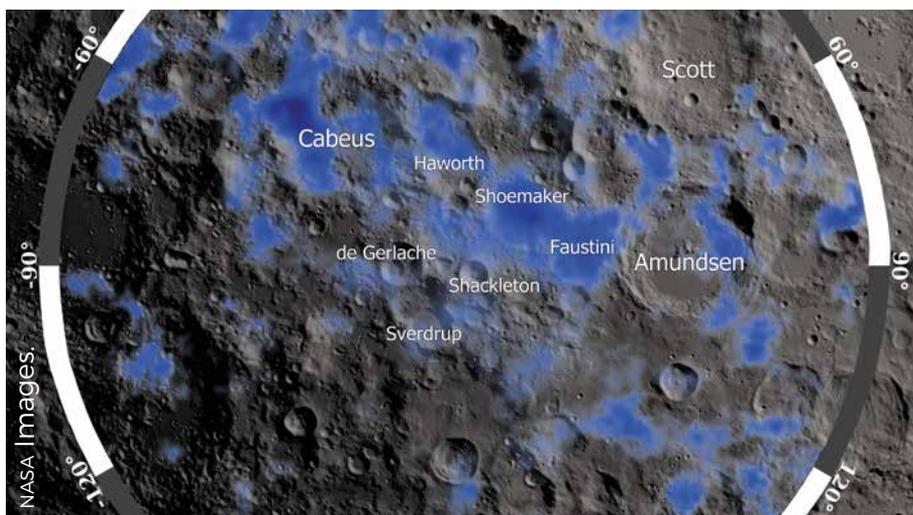


Ilustración de los depósitos de hielo de agua en los cráteres vecinos al polo Sur de la Luna.

El cráter Garavito

Luego de la exitosa misión soviética Lunik 3 que fotografió la cara oculta de la Luna, en 1959 surgió la necesidad de denominar la miríada de cráteres y rasgos superficiales de este hemisferio. El asunto fue debatido años más tarde, en 1964, en la XII Asamblea General de la Unión Astronómica Internacional (IAU, por sus siglas en inglés) en Alemania, en donde se llegó al acuerdo de que se debía seguir la tradición de la nomenclatura de la cara visible. Para la Asamblea General de 1970 en Inglaterra, se solicitó entonces a los países miembros de la IAU la presentación de nombres de científicos y sus biografías, candidatos a perpetuarse en la Luna. Gracias a la gestión del Observatorio Astronómico Nacional y de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (ACCEFYN), Colombia había sido aceptada como país miembro de la IAU en la Asamblea de Praga de 1967, lo cual facilitó la inclusión de un nombre nacional.

De la lista propuesta por la delegación de Colombia, en ca-

beza del astrónomo e historiador Jorge Arias de Greiff, fue escogido el nombre de Julio Garavito Armero, ingeniero, astrónomo y matemático bogotano, director del Observatorio Astronómico de Bogotá, con extenso trabajo en geodesia astronómica y mecánica celeste, especialmente en los movimientos de la Luna.

El rasgo lunar seleccionado por la IAU, el cráter Garavito, está localizado en los 47,6 grados Sur, 156,7 grados Este, en el hemisferio Sur lunar. Es un amplio cráter de 80 kilómetros de diámetro, con un cráter de menor tamaño superpuesto sobre el arco norte y algunos más pequeños en el borde oriental. Algunos de sus vecinos son los cráteres Lamarck, Hopmann, Koch, Oresme y Chrétien.



NASA Images (LCROSS).



El cráter Garavito.



Actividad

Cráteres en la Luna³



La superficie de la Luna está llena de cráteres, estas formas en su superficie provienen de millones de años de colisiones con rocas llamadas meteoros que chocaron y chocan en diferentes zonas. Con esta divertida actividad se pueden apreciar los elementos que intervienen para que se produzca un impacto que deje como resultado un cráter de impacto con el fin de estudiar algunas de sus características.

Objetivos:

- Acercarse a la identificación de las variables que afectan la formación de un cráter de impacto como la masa, la velocidad y el ángulo de un objeto impactante.
- Reconocer algunas partes del cráter de impacto como son su profundidad, diámetro, piso y rayos de eyección.

³Créditos: <https://www.scientificamerican.com/education/bring-science-home/>

Materiales:

- Bandeja poco profunda.
- Harina.
- Cacao en polvo u otro alimento en polvo de un color diferente.
- Objetos para el impacto: nueces, semillas, canicas.
- Tamiz.



Desarrollo:

1. Preparación

- Llenen la bandeja de harina hasta dejar una capa de dos centímetros.
- Cubran esa capa con cacao en polvo o el elemento en polvo de su elección. Esta nueva capa será como el nivel superior de "suciedad" en la superficie.

- Armen su colección de minimeteoros con los objetos que haya escogido (semillas, canicas u otros).

2. Procedimiento

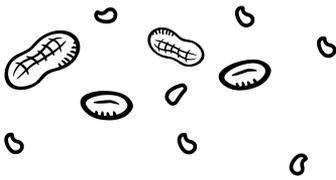
- Sostengan uno de sus minimeteoros un par de centímetros por encima de la bandeja de harina. Cuando el meteorito caiga, ¿qué creen que hará a la superficie?
- Suelten el meteorito (cuando golpea la superficie, se convierte en un meteorito). ¿Qué pasó?



- ¿Qué sucede cuando el meteorito cae más rápido? Intenten dejarlo caer desde un punto más alto, o cuidadosamente

tirándolo hacia la superficie de la harina.

- Ahora prueben meteoritos de diferentes tamaños y formas. ¿Cómo son sus cráteres? ¿Son diferentes o similares?



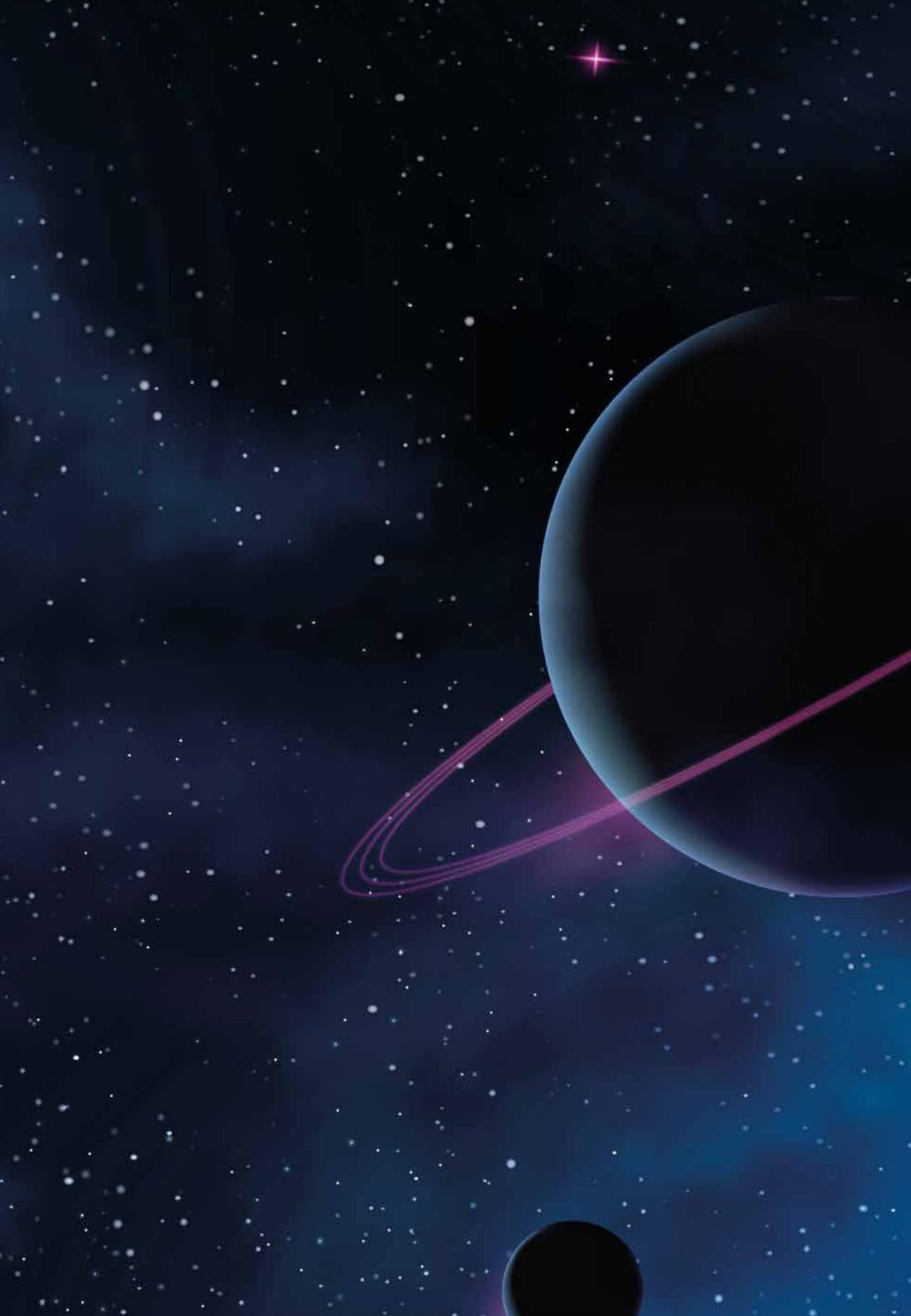
¿Cómo se ve el patrón de “suciedad” alrededor de tus cráteres?

3. Observaciones:

- ¿Cómo se compara el tamaño de los cráteres con el tamaño de los meteoritos que los formaron? ¿Un meteoro de alta velocidad crea un tipo diferente de cráter que un meteoro de baja velocidad? Comprueben tanto el tamaño como la forma. El material que se mueve (o expulsa) durante el impacto se conoce como “eyección”. Al

estudiar los patrones en los que los niveles más bajos de tierra y roca fueron arrojados por el impacto, los científicos pueden hacer estimaciones sobre cuán grande era originalmente el meteorito (los meteoros, a menudo, son incinerados al impactar o desaparecen con el tiempo).

- Los meteoritos que sobreviven a su caída a la superficie también suelen decirnos de dónde vienen al estudiar el tipo de roca y otros productos químicos que contienen. Por ejemplo, los científicos han encontrado algunos meteoritos que están formados por el mismo material que la Luna.



CAPÍTULO

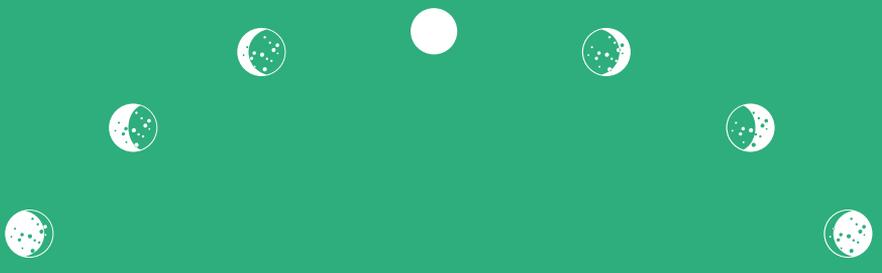
8



NASA Images.



Imagen de la Luna creciente tomada por el astronauta de las NASA Randy Bresnik a bordo de la Estación Espacial Internacional el 3 de agosto de 2017.



PRÓXIMAS MISIONES A LA LUNA



ESA /Foster.



Recreación artística de una base lunar según la Agencia Espacial Europea (ESA).

Sin duda la nueva carrera espacial en el siglo XXI tiene a los primeros seres humanos en el planeta Marte como el premio mayor, pero la Luna, más cercana, es el puente para ir a los planetas y las lunas del Sistema Solar, un campo de entrenamiento para las misiones planetarias.

La NASA tiene un ambicioso plan en la Luna que incluye actividades científicas y volver a enviar a seres humanos a la superficie lunar comenzando con una serie de misiones robóticas comerciales. La estrategia de la NASA incluye alianzas con la industria aeroespacial privada que desea aprovechar la emergente economía espacial. Las misiones previstas comprenden módulos de alunizaje con capacidad de carga de tamaño medio (de 500 a 1.000 kilogramos), evolución hacia aterrizadores o módulos de descenso lunares con



tripulación, carga a escalas de más de 5 toneladas, retorno de muestras, prospección de recursos y pruebas de equipos. La primera de las misiones comerciales de tamaño medio a la Luna de la NASA podría realizarse en 2022.

La Agencia Espacial Europea (ESA, por sus siglas en inglés) apunta a desarrollar un módulo lunar autónomo capaz de entregar carga

útil a la superficie lunar para apoyar la presencia humana en el satélite. Está claro entonces que la cooperación entre naciones y compañías será indispensable en el programa de la primera base lunar permanente, posiblemente hacia 2024, e incluirá a Rusia, China, Japón y la India que han propuesto misiones para poner sus propios astronautas en la Luna en las próximas décadas. Se prevé además desarrollar una estación espacial internacional en la órbita de la Luna.

La extracción de materias primas también está en la mira, especialmente del helio-3, un isótopo no radioactivo de helio abundante en la Luna, que podría proporcionar energía nuclear segura. A diferencia de la Tierra, que está protegida por su campo magnético, la Luna ha sido bombardeada por el viento solar con grandes cantidades de helio-3. Finalmente, el turismo espacial con grandes expectativas, y con la Luna como exótico destino, haría de las excursiones lunares, en órbita o en superficie, un destino tan común como hoy en día lo es un viaje a los polos de la Tierra.



Actividad

Preparados para un viaje a la Luna⁴

Descripción:

A pesar de que la Luna es el objeto celeste más cercano, realizar un viaje hasta allá y seleccionar los elementos necesarios para sobrevivir no es una tarea fácil. Con esta actividad podrán organizar los artículos más importantes que se necesitan para vivir en nuestro satélite natural.

Objetivos:

- Identificar las características más importantes de la Luna.
- Reconocer los elementos más importantes para garantizar la sobrevivencia en la Luna.

Materiales:

- Hoja de papel.
- Lápiz.



⁴Créditos: *El universo a sus pies/Astronomical Society of the Pacific.*

Son miembros de una tripulación en un viaje a la Luna, pero su nave espacial se estrelló. Una nave de rescate viene en camino, pero pasarán varios días mientras llega y tendrán que ir a buscarla a un lugar diferente.

Los artículos que se listan a continuación son

las únicas cosas que han podido salvar de su nave espacial. ¿Qué tan importante es cada artículo para ayudarles a sobrevivir y llegar al lugar de reunión? Clasifiquen los artículos del 1 al 15 (siendo el 1 el más importante y el 15 el que consideran menos importante).

	Caja de fósforos	
	Comida concentrada (jugo de naranja en polvo)	
	5 metros de soga de nylon	
	Paracaídas	
	Calentador portátil	
	Caja de leche en polvo	
	Dos tanques de oxígeno	
	Mapa estelar (dibujado desde la Luna)	
	Balsa autoinflable que usa tanque de gas	
	Brújula magnética	
	20 litros de agua	
	Pistola con 6 balas	
	Antorchas químicas, que prenden automáticamente	
	Equipo de primeros auxilios con agujas hipodérmicas	
	Transmisor/receptor FM, que funciona con energía solar	

Discutan con alguien sus razones para la clasificación. Recuerden que los elementos pueden tener más de un uso. Por ejemplo, tal vez consideren que la brújula no es importante, ya que en la Luna no hay campo magnético, pero sí la pueden emplear como espejo (su tapa brillante) para hacer señales. Finalmente comparen sus resultados con la siguiente lectura ya que puede darles pistas sobre la importancia de cada elemento en la Luna.

¿Qué necesitan para un viaje a la Luna?

Antes de la década de 1960, la mayoría de la gente pensaba que los humanos no podrían vivir en otro lugar que no fuera la Tierra. Desde entonces, más de 200 humanos han pasado largas temporadas en el espacio, por distintos períodos de tiempo, incluyendo doce astronautas que vivieron en la Luna (al-

gunos durante tres días). Una base permanente en la Luna se puede usar para extraer minerales, llevar a cabo investigación científica, lanzar otras misiones espaciales, tales como una misión a Marte, o establecer un observatorio astronómico.

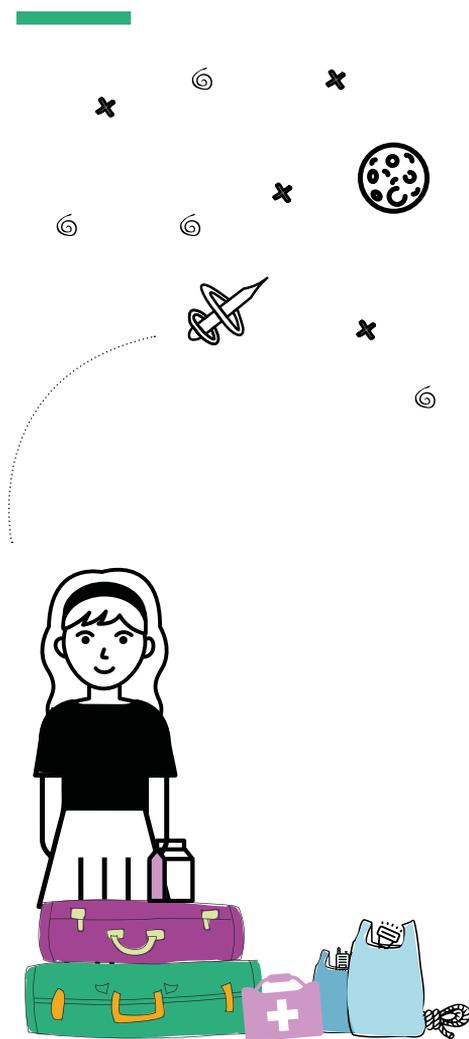
La Luna no es un lugar hospitalario. No hay comida ni agua. Las temperaturas fluctúan desde 120 grados Celsius durante el día a -180 grados Celsius en la noche. Dado que la Luna no tiene ninguna atmósfera para absorberla, la radiación del Sol es intensa y peligrosa. Las bases para la estadias de larga duración en la Luna requerirán mejores sistemas de soporte de vida, nuevas tecnologías de construcción y la implementación de muchos adelantos científicos.

A veces, las soluciones de baja tecnología funcionan igual o mejor que las de alta tecnología. Aunque

una brújula en la Luna es innecesaria debido a la ausencia del campo magnético, los astronautas del Apolo usaron un *gnomon* (brújula solar), igual al que se usó en la Tierra durante cientos de años antes de que se descubriera el magnetismo.

Las ideas actuales sobre una base lunar involucran la construcción de viviendas debajo de la superficie de la Luna para proteger a la tripulación de la radiación del espacio. Algunos materiales de construcción serán desarrollados usando los recursos disponibles en la Luna. El suelo lunar, por ejemplo, contiene oxígeno, silicio, vidrio, hierro, aluminio y magnesio. Posiblemente, naves robóticas no tripuladas, con variedad de capacidades y responsabilidades, construirán muchas de las estructuras. No necesitarán mucho apoyo para sobrevivir ni protec-

ción contra la radiación. Los científicos también están tratando de desarrollar un ecosistema cerrado que genere comida, agua y oxígeno en la Luna.



BIBLIOGRAFÍA

<http://exploration.esa.int/moon/>

<https://moon.nasa.gov/>

<https://moon.nasa.gov/about/in-depth/>

<https://solarsystem.nasa.gov/moons/earths-moon/overview/>

<https://spaceplace.nasa.gov/sp/kids/>

https://www.ecured.cu/Programa_Apolo

<https://www.jfklibrary.org/JFK/JFK-in-History/Space-Program.aspx>

<https://www.lanasa.net/>

<https://www.nasa.gov/apollo11-gallery>

<https://www.nasa.gov/audience/forstudents/5-8/features/nasa-knows/what-was-the-saturn-v-58.html>

<https://www.nasa.gov/centers/marshall/history/vonbraun/bio.html>

<https://www.nasa.gov/feature/nasa-expands-plans-for-moon-exploration-more-missions-more-science>

https://www.nasa.gov/mission_pages/apollo/index.html



https://www.nasa.gov/mission_pages/apollo/missions/apollo11.html

https://www.nasa.gov/mission_pages/apollo/missions/apollo11.html

https://www.nasa.gov/mission_pages/apollo/missions/index.html

https://www.nasa.gov/mission_pages/gemini/index.html

https://www.nasa.gov/mission_pages/mercury/missions/program-toc.html

https://www.sogeocol.edu.co/documentos/102_el_cra_garav.pdf

Krupp, E. C. (1991). *Beyond the Blue Horizon: Myths and Legends of the Sun, Moon, Stars and Planets*. New York: Harper Collins.

Nicolson, Marjorie Hope (1960). *Voyages to the Moon*. New York: The Macmillan Company.



EL HOMBRE EN LA LUNA

50 AÑOS
1969-2019

El milenarísimo sueño del ser humano por viajar al espacio, a la Luna y los planetas se hizo realidad gracias al cúmulo de conocimientos adquiridos durante siglos de avances tecnológicos y a la decisión de una nación de involucrar inmensos recursos humanos y financieros para obtener uno de los grandes logros de la humanidad. En 2019 se cumplen los 50 años de la misión Apolo 11 en la Luna, una prueba más de la capacidad de la humanidad para hacer realidad las ideas más fantásticas.



PLANETARIO
DE BOGOTÁ



AÑOS



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS