

# Comunicaciones en el espacio profundo

## Guía del educador

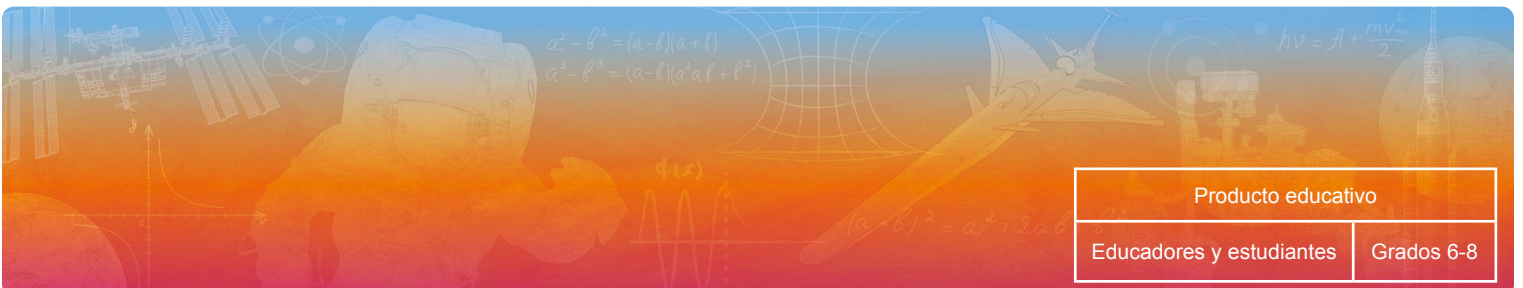


CIENCIAS DE LA TIERRA  
Y EL ESPACIO

## STEM de próxima generación: de la Luna a Marte

Para obtener más información sobre STEM de próxima generación, visite

[https://www.nasa.gov/stem/nextgenstem/moon\\_to\\_mars](https://www.nasa.gov/stem/nextgenstem/moon_to_mars)



Producto educativo

Educadores y estudiantes

Grados 6-8



# Contenido

<b>Prefacio</b> .....	<b>1</b>
<b>Estándares de educación STEM</b> .....	<b>1</b>
<b>Modelo de enseñanza 5E</b> .....	<b>2</b>
<b>Modelo de pensamiento computacional</b> .....	<b>2</b>
<b>Conexión curricular</b> .....	<b>4</b>
SOFTLINK.....	4
Tule .....	4
<b>Introducción y antecedentes (Red del Espacio Profundo)</b> .....	<b>5</b>
Comunicación.....	6
Latencia.....	7
Rendimiento .....	8
Redes.....	9
<b>Actividad uno: Comunicación</b> .....	<b>10</b>
Notas para el educador .....	10
Folleto para el estudiante .....	19
<b>Actividad dos: Latencia</b> .....	<b>23</b>
Notas para el educador .....	23
Folleto para el estudiante .....	31
<b>Actividad tres: Rendimiento</b> .....	<b>38</b>
Notas para el educador .....	38
Folleto para el estudiante .....	44
<b>Actividad cuatro: Redes</b> .....	<b>48</b>
Notas para el educador .....	48
Folleto para el estudiante .....	53
<b>Anexo A—Rúbrica para el modelo de enseñanza 5E</b> .....	<b>55</b>
<b>Anexo B—Glosario de términos clave</b> .....	<b>57</b>



## Prefacio

La Oficina de Compromiso STEM de la NASA publicó *Comunicaciones en el espacio profundo* como parte de una serie de guías educativas para ayudar a los estudiantes de la escuela media a alcanzar su potencial para unirse a la fuerza laboral STEM de la próxima generación. Las actividades se pueden utilizar tanto en entornos de educación formal como informal, así como por familias para uso individual. Cada actividad está alineada con los estándares nacionales de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés), y los mensajes de la NASA están actualizados a septiembre de 2021.

## Estándares de educación STEM

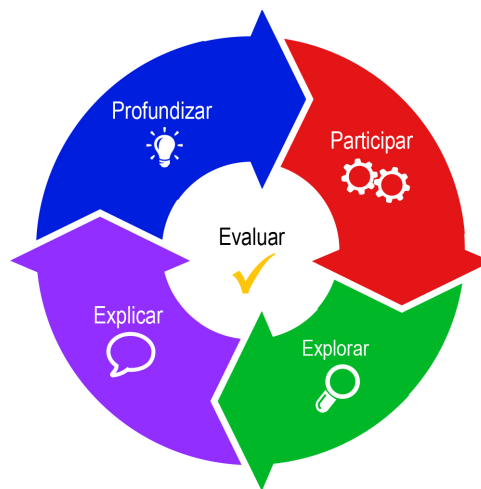
La matriz de disciplinas STEM que se muestra a continuación alinea cada actividad de este módulo con los estándares para enseñar STEM de acuerdo con cuatro áreas de enfoque principales dentro de cada disciplina. Las cuatro áreas de enfoque para ciencias se adaptaron de las ideas básicas disciplinarias de la escuela media de los [Estándares de ciencias de la próxima generación](#) (NGSS, por sus siglas en inglés). Las cuatro áreas de enfoque para la tecnología se adaptaron de los [Estándares para las Ciencias de la Computación de la Asociación de Profesores de Ciencias de la Computación \(CSTA\)](#). Las cuatro áreas de enfoque para la ingeniería se adaptaron de la [Asociación Nacional de Enseñanza de Ciencias \(NSTA, por sus siglas en inglés\)](#) y de las [prácticas de ciencia e ingeniería de las NGSS](#). Las cuatro áreas de enfoque para matemáticas se adaptaron de los estándares por dominio del contenido de la escuela secundaria de los [Estándares estatales básicos comunes \(CCSS, por sus siglas en inglés\)](#) para matemáticas.

Actividad	Disciplinas STEM															
	Ciencias				Tecnología				Ingeniería				Matemáticas			
	Ideas básicas disciplinarias de los NGSS				Estándares de la CSTA para estudiantes				Prácticas de la NSTA y los NGSS				Estándares de contenido por dominio de los CCSS			
	Ciencias físicas	Ciencias de la vida	Ciencias de la Tierra y el espacio	Ingeniería, Tecnología y Aplicación de las Ciencias	Análisis de datos	Redes e Internet	Algoritmos y Programación	Sistemas Computacionales	Hacer preguntas y definir problemas	Desarrollar y usar modelos	Planificar y llevar a cabo investigaciones	Explicaciones de construcción y soluciones de diseño	Proporciones y relaciones proporcionales	El sistema numérico	Expresiones y ecuaciones	Geometría
Comunicación					✓				✓						✓	
Latencia	✓		✓		✓				✓			✓	✓	✓	✓	✓
Rendimiento	✓			✓		✓			✓							
Redes				✓		✓	✓	✓	✓						✓	

# Modelo de enseñanza 5E

El modelo de enseñanza 5E es un ciclo de aprendizaje constructivista que ayuda a los estudiantes a desarrollar su propia comprensión a partir de experiencias y nuevas ideas. Este modelo de cinco etapas se desarrolló originalmente para el Plan de estudios de ciencias biológicas (conocido en inglés como Biological Science and Curriculum Study, BSCS) (<https://bscs.org/bscs-5e-instructional-model/>). Obtenga más información sobre el modelo de enseñanza 5E con los eClips de la NASA en <https://nasaclips.arc.nasa.gov/teachertoolbox/the5e>.

1. **Participar:** Despertar el interés de los estudiantes mientras se evalúan los conocimientos previos. Los estudiantes establecen conexiones entre las experiencias de aprendizaje pasadas y presentes, lo que sienta las bases para las próximas actividades.
2. **Explorar:** Hacer que los estudiantes se involucren en la actividad brindándoles la oportunidad de desarrollar su propia comprensión. Los estudiantes suelen trabajar en equipo durante esta etapa, lo que les permite construir un conjunto de experiencias comunes a través del intercambio y la comunicación.
3. **Explicación** Proporcionar a los estudiantes la oportunidad de comunicar su comprensión de lo que han aprendido hasta el momento. Los estudiantes en esta etapa pueden comunicar lo que han aprendido introduciendo vocabulario en contexto y corrigiendo o reorientando conceptos erróneos.
4. **Evaluar:** Permitir que los estudiantes utilicen sus nuevos conocimientos y exploren sus implicaciones. Los estudiantes amplían los conceptos que han aprendido, hacen conexiones y aplican su comprensión de nuevas maneras.
5. **Profundizar:** Determinar el grado de aprendizaje y comprensión que se ha producido. Los estudiantes pueden demostrar su aprendizaje a través de diarios, dibujos, modelos y de realizar otras tareas.



# Modelo de pensamiento computacional

Las siete Prácticas Básicas del Marco de Ciencias de la Computación K–12 se han incorporado en la mayoría de las actividades de esta guía. Se puede obtener más información sobre estas prácticas básicas en <https://k12cs.org/navigating-the-practices/>.

1. **Fomentar una cultura informática inclusiva:** todo el mundo necesita computadoras, pero no todos las usan de la misma manera. Una cultura informática inclusiva requiere abogar por características y enfoques que hagan que la tecnología sea lo más accesible y adaptable posible.
2. **Colaborar en torno a la computación:** dos cabezas piensan mejor que una, pero solo cuando el equipo comparte el respeto y la comprensión mutua. Esto incluye asegurarse de que las cargas de trabajo se repartan de manera justa y que la retroalimentación sea constructiva.

3. **Reconocer y definir problemas computacionales:** las computadoras pueden ayudar en muchas situaciones (pero no en todas). La utilidad de las computadoras depende de la simplificación de problemas complejos del mundo real en partes pequeñas y repetibles que una computadora maneja mejor que un ser humano.
4. **Desarrollar y usar abstracciones:** si bien cada sándwich es diferente, la mayoría de los sándwiches involucran algo entre dos rebanadas de pan. Los sistemas suelen ser más versátiles y eficientes cuando están diseñados para reflejar el "panorama general" en lugar de una situación específica.
5. **Crear artefactos computacionales:** las ideas son geniales, pero en algún momento el progreso requiere un plan claro y, en última instancia, la creación o modificación de un programa, video, robot u otra tecnología.
6. **Probar y perfeccionar los artefactos computacionales:** las computadoras no "piensan" igual que los humanos, y los usuarios finales no siempre piensan de la misma manera que el diseñador. Esto significa que toda la tecnología debe probarse exhaustivamente para minimizar los errores y maximizar el rendimiento, la confiabilidad, la facilidad de uso y la accesibilidad.
7. **Comunicar acerca de la informática:** de nada sirve la mejor tecnología del mundo si nadie sabe que existe o cómo usarla. Es importante crear documentación (como un manual de usuario) y justificar los beneficios de cualquier nueva tecnología. También es importante atribuir o licenciar de manera justa y responsable cualquier propiedad intelectual que provenga de otros.



Las 7 Prácticas Básicas del Marco de Ciencias de la Computación K-12.  
(Adaptado de [K-12 Computer Science Framework](#), licencia Creative Commons [CC BY-NC-SA 4.0](#).)

### Conexión curricular

En este módulo, los estudiantes aprenderán sobre los siguientes cuatro conceptos en el contexto de la Red del Espacio Profundo (DSN) de la NASA: comunicación, latencia, rendimiento y redes. Estos conceptos son fundamentales para las telecomunicaciones modernas y son cada vez más importantes cuanto más lejos de la Tierra queremos comunicarnos. Esta guía desafiará a los estudiantes a partir de sus conocimientos previos sobre la comunicación (como los conocimientos sobre las ondas, la velocidad de la luz, el sistema solar y las redes) para comprender la creación, el funcionamiento y la escala de la DSN de la NASA. Los estudiantes tendrán la oportunidad de comunicarse como si fueran computadoras codificando o decodificando datos binarios o hexadecimales; calcular el tiempo de latencia entre la Tierra y los diferentes objetos del sistema solar; simular cómo se puede entregar, retrasar o degradar una señal; y entrelazar todos estos conceptos en un concepto más amplio de red. Una variedad de recursos adicionales dentro de cada actividad no solo mejorará la experiencia, sino que también permitirá a los estudiantes visualizar cómo estos conceptos impactan en su vida cotidiana. Se anima a los educadores y facilitadores a explorar el contenido adicional proporcionado en cada actividad, ya que las comunicaciones en el espacio profundo cambian constantemente en base a la investigación. Si bien las tecnologías de comunicaciones de la NASA se pueden encontrar en casi todas partes en la vida de los estudiantes, los dos ejemplos siguientes destacan las tecnologías derivadas de la NASA desarrolladas recientemente y relacionadas con la investigación de las comunicaciones en el espacio profundo.

#### SOFTLINK

Una enorme cantidad de datos se transmite desde la Estación Espacial Internacional, situada a unos 420 km (250 millas) sobre la superficie de la Tierra. Esta transferencia de datos del espacio a la Tierra, que se comunica a través de la Red del Espacio Cercano (Near Space Network, NSN), es posible gracias a la arquitectura de software personalizable producida por AMERGINT Technologies, Inc. AMERGINT es el desarrollador de SOFTLINK, que consiste en lo que la empresa denomina dispositivos de software, es decir, módulos de software que se pueden encadenar virtualmente en varias configuraciones para cualquier tarea específica. AMERGINT pudo usar esta arquitectura personalizable para diseñar el procesador de datos de comunicación del Centro Espacial Johnson, que puede transmitir cantidades masivas de datos desde la estación espacial.

[https://spinoff.nasa.gov/Spinoff2018/it\\_8.html](https://spinoff.nasa.gov/Spinoff2018/it_8.html)

#### Tule

La NASA tiene más de dos docenas de satélites que observan cómo está cambiando el planeta. Estos satélites, que comunican datos a través de la NSN, también miden importantes indicadores climáticos, como las nubes y las precipitaciones, la profundidad de los océanos y las aguas continentales y los niveles de dióxido de carbono en la atmósfera. Los satélites también pueden ayudar a vigilar la disponibilidad de agua subterránea, así como las condiciones climáticas que pueden provocar sequías. Esta información puede ayudar a los agricultores a determinar dónde y con qué frecuencia deben regar sus cultivos. Tule Technologies utiliza datos proporcionados por las imágenes de la NASA procedentes de los satélites ambientales operativos geoestacionarios (GOES, por sus siglas en inglés) y los satélites Landsat para medir la distribución del calor del Sol en la superficie de la Tierra, así como la fuga de calor hacia el espacio. Esto le permite a Tule calcular la cantidad de agua que se está evaporando. Esto se hace con las imágenes del sistema GOES, que permite a Tule obtener mediciones cada 5 minutos. Ahora los agricultores pueden saber exactamente cuánta agua usar para sus cultivos y evitar el desperdicio de un recurso tan valioso.

[https://spinoff.nasa.gov/Spinoff2020/ee\\_2.html](https://spinoff.nasa.gov/Spinoff2020/ee_2.html)





## Introducción y antecedentes (Red del Espacio Profundo)



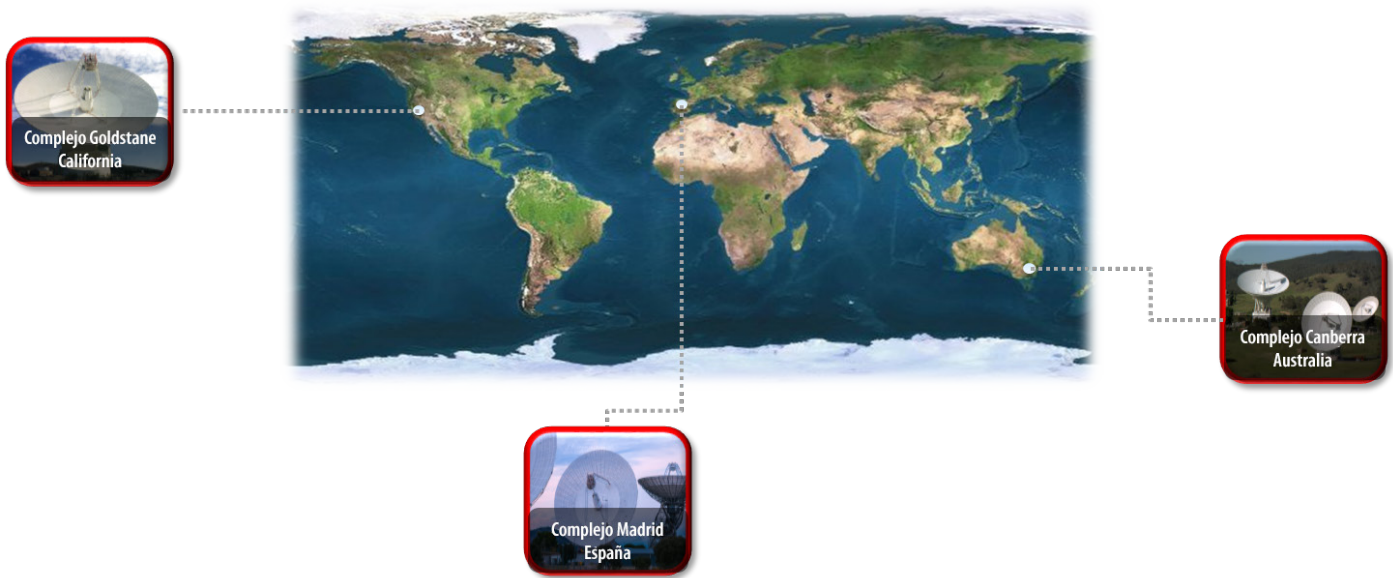
En 2013, la Red del Espacio Profundo de la NASA celebró 50 años brindando servicios de comunicaciones y rastreo.

La Oficina de Navegación y Comunicaciones Espaciales (SCaN, por sus siglas en inglés) de la NASA sirve como Oficina del Programa para todas las actividades de comunicaciones espaciales de la NASA. La SCaN administra y dirige las instalaciones y servicios terrestres proporcionados por la Red del Espacio Profundo (DSN) y la Red de Espacio Cercano (NSN). El DSN y el NSN apoyan tanto las misiones de la NASA como las de otros organismos. Aunque la mayor parte de este módulo se centra en el DSN, los estudiantes también aprenderán sobre el papel que desempeña el NSN en las comunicaciones del espacio profundo. Las funciones principales del DSN son telemetría, sistema de mando, seguimiento, la investigación radiocientífica y la investigación científica. La NSN es un punto de contacto único para las misiones en la región del espacio cercano (hasta 35,000 km (21,728 mi) de la Tierra). Organiza servicios de comunicaciones, enlaces espaciales y transmisión de datos para los usuarios. Estas dos redes facilitan las actividades de comunicación espacial de la NASA.

El DSN es una matriz internacional de antenas de radio gigantes de la Nasa que da soporte a misiones de naves espaciales interplanetarias. El espacio profundo comienza a unos 42,000 km (26,098 mi) de la Tierra. Si bien algunos de los satélites del DSN están en el espacio profundo, muchos de ellos están en órbita geoestacionaria (GEO), con altitudes ligeramente más cercanas de 35,000 a 42,000 km (21,748 a 26,097 mi). La DSN es un potente sistema de mando, seguimiento y monitoreo de la salud y seguridad de las naves espaciales. También permite llevar a cabo poderosas investigaciones científicas que exploran la naturaleza de asteroides, planetas y lunas. La DSN proporciona observaciones de radar y radioastronomía que amplían nuestra comprensión del sistema solar y del universo en general.

Establecida en enero de 1958, la DSN es operada por el Laboratorio de Propulsión a Chorro (JPL, por sus siglas en inglés) de la NASA en California, que también administra muchas de las misiones espaciales robóticas interplanetarias de la NASA. La DSN consta de tres instalaciones principales espaciadas equidistantes entre sí, aproximadamente 120° de longitud, en todo el mundo: el complejo de comunicaciones del espacio profundo de Goldstone cerca de Barstow, California; el Complejo de Comunicaciones del Espacio Profundo de Madrid en España; y el Complejo de Comunicaciones del Espacio Profundo de Canberra en Australia. Las tres ubicaciones de la DSN cuentan con múltiples antenas de gran tamaño y están diseñadas para permitir la comunicación por radio constante entre la nave espacial y la Tierra. Cada complejo consta de al menos cuatro estaciones de antenas equipadas con grandes antenas parabólicas y sistemas de recepción ultrasensibles capaces de detectar débiles señales de radio enviadas desde naves espaciales distantes. Las grandes antenas deben apuntar hacia la nave espacial con extrema precisión. Una antena sólo puede "ver" una pequeña porción del espacio exterior a la vez, como si se mirara el cielo a través de una pajita de refresco.

## Comunicaciones en el espacio profundo



Mapa que muestra los tres sitios de la Red del Espacio Profundo, que se encuentran en Australia, California y España. (NASA)

Las antenas de la DSN son el enlace indispensable para los exploradores que se aventuran más allá de la Tierra. Proporcionan la conexión crucial para comandar nuestras naves espaciales y recibir sus imágenes nunca antes vistas e información científica en la Tierra, impulsando nuestra comprensión del universo, nuestro sistema solar y, en última instancia, nuestro lugar en él.

## Comunicación

La DSN proporciona comunicación entre las naves espaciales de exploración planetaria y los científicos en la Tierra. La ubicación estratégica de los puntos de observación de la DSN permite una constante comunicación por radio con las naves espaciales. Cuando una nave espacial lejana desaparece en el horizonte para uno de los sitios de la DSN, otro sitio puede captar la señal y continuar la comunicación sin que se pierda la señal. La DSN desempeña muchas funciones, entre ellas el mando de las naves espaciales y el seguimiento radiométrico de las mismas. Supervisa y controla los datos en tiempo real y apoya ciencias como la radioastronomía. En su forma más simple, la comunicación espacial se basa en dos cosas: un transmisor y un receptor. Un transmisor codifica un mensaje en ondas electromagnéticas. Los datos se mueven a través de la modulación, que cambia la propiedad de la onda para representar los datos. A continuación, estas ondas se irradian por el espacio hasta un receptor, que recoge las ondas electromagnéticas y descodifica el mensaje. Esto es similar a un enrutador Wi-Fi (fidelidad inalámbrica) y a los dispositivos conectados en red en el hogar. Cada dispositivo recibe una señal del enrutador, que transmite los datos de Internet. En el espacio, sin embargo, la distorsión del mensaje aumenta en función del cuadrado de la distancia. Esto se debe a que la energía de la señal se dispersa más a medida que aumenta el radio de la señal. Por ejemplo, una vela colocada en el centro de una habitación pequeña iluminará todas las paredes circundantes; sin embargo, una vela colocada en una habitación más grande no iluminará la habitación con tanta intensidad porque su luz se extiende sobre un área más grande. Para que una señal fuerte alcance distancias más largas, debe transmitirse a potencias más altas. La siguiente tabla muestra la potencia necesaria para emitir una señal que tenga la misma intensidad en el destino dada la distancia entre el transmisor y el receptor.

## Comunicaciones espaciales

Usos	Distancia aproximada, km (mi)	Potencia relativa del transmisor necesaria, kW*
Torre de telefonía móvil	1 (<1)	1
Estación de TV a casa	10 (6)	100
Estación Espacial Internacional en la órbita terrestre baja (en la aproximación más cercana)	400 (248)	160,000
Satélite de comunicaciones en órbita geosíncrona	40,000 (24,854)	1,600,000,000
Marte	300,000,000 (186,411,357)	$9 \times 10^{16}$
Plutón	5,000,000,000 (3,106,855,961)	$2.5 \times 10^{19}$

\*Las potencias mostradas son ficticias y no reales.

Sin embargo, en las comunicaciones en el espacio profundo, debido a las limitaciones de tamaño y peso de la nave espacial, los equipos de comunicación transmiten señales a una potencia muy baja, generalmente sobre la cantidad de energía que se gasta pedaleando una bicicleta. La antena de la nave espacial concentra la señal en un haz estrecho. A medida que viajan, estas señales se vuelven cada vez más débiles. Cuando llegan a su destino, las señales son a veces tan débiles que podrían enviarse trillones de mensajes antes de que el receptor haya absorbido suficiente energía para poder encender una bombilla. El uso de múltiples antenas juntas que funcionan como una antena gigantesca se denomina agrupación o array de antenas. Los arrays permiten captar estas señales débiles y facilitan una mayor velocidad de datos. Es por eso que las antenas de la DSN son de gran tamaño (70 y 34 metros 230 y 112 pies). Las antenas más grandes se pueden comparar con el tamaño de un campo de fútbol. Además de las comunicaciones directas a la Tierra, las misiones de la NASA también dependen de los satélites de retransmisión para hacer llegar sus datos a la tierra.



La Deep Space Station 56 (DSS-56), una antena de 34 metros (112 pies) de ancho en el Complejo de Comunicaciones del Espacio Profundo de Madrid en España. (NASA)

En la actividad uno, los estudiantes explicarán cómo la NASA se comunica con los astronautas, satélites, rovers y otras naves espaciales. Los estudiantes demostrarán cómo funcionan las comunicaciones en la DSN codificando y decodificando mensajes usando código binario o hexadecimal.

### Latencia

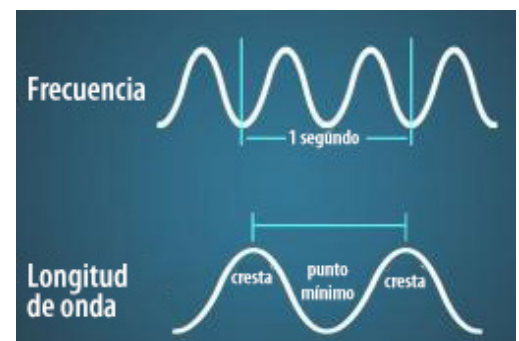
En algún momento, todas las comunicaciones (por ejemplo, palabras habladas, texto en una página, transmisiones de radio o transmisiones láser) viajan como ondas a través de un medio. En el caso de las palabras habladas, esas ondas serían ondas sonoras, pero la comunicación a larga distancia se basa principalmente en ondas electromagnéticas como la luz visible, la luz infrarroja, las microondas o la radio. Para los humanos en la Tierra, el medio a través del cual viajan esas ondas es comúnmente el aire; pero para la mayor parte del universo, el medio es el vacío del espacio. En cualquier medio, todas las ondas de un tipo dado viajan a la misma velocidad. La NASA se ocupa principalmente de las ondas electromagnéticas, como la luz visible y la radio, que viajan a través del vacío del espacio. La velocidad de la luz en el vacío es de aproximadamente 299,338 km (186,000 millas) por segundo, lo que es rápido pero no instantáneo. El tiempo que tarda una señal en llegar a su destino se llama *latencia*. La luz viaja un poco más lento a través del aire o el agua, pero nada viaja más rápido que la luz en el vacío, y todas las ondas electromagnéticas en el vacío viajan a la velocidad de la luz. La velocidad de una onda puede dividirse en dos partes: la frecuencia y la longitud de onda, como se muestra en el siguiente diagrama.

### Frecuencia

El número de crestas que pasan por un punto determinado en 1 segundo se describe como la *frecuencia* de la onda. Una onda, o ciclo, por segundo se llama hercio (Hz), llamado así en honor a Heinrich Hertz, quien estableció la existencia de las ondas de radio. Una onda con dos ciclos que pasan por un punto en 1 segundo tiene una frecuencia de 2 Hz.

### Longitud de onda

Las ondas electromagnéticas tienen crestas y valles similares a los de las olas del océano. La distancia entre las crestas es la *longitud de onda*. ¡Las longitudes de onda más cortas son solo fracciones del tamaño de un átomo, mientras que las longitudes de onda más largas que los científicos estudian actualmente pueden ser más grandes que el diámetro de nuestro planeta!



La frecuencia se mide como el número de crestas de onda que pasan por un punto dado en 1 segundo. La longitud de onda se mide como la distancia entre dos crestas. (NASA)

## Comunicaciones en el espacio profundo

Una forma de verlo es la siguiente: la velocidad de un corredor se basa en la longitud de su zancada (longitud de onda) y la frecuencia con la que da un paso (frecuencia). Si dos corredores con diferentes longitudes de zancadas corren a la misma velocidad, el corredor con una zancada más corta debe dar pasos con más frecuencia que el corredor con la zancada más larga para mantener el ritmo. Dado que todas las ondas electromagnéticas viajan a la misma velocidad a través del espacio, si tienen diferentes longitudes de onda, entonces sus frecuencias también deben ser diferentes en una cantidad calculable. Si conocemos dos de las tres propiedades de una onda (velocidad, longitud de onda o frecuencia), podemos calcular la tercera según la siguiente fórmula: **velocidad = frecuencia × longitud de onda**.

Aunque la velocidad de la luz es muy rápida, aún así le toma algún tiempo recorrer una distancia. Por ejemplo, la latencia (tiempo de viaje) desde la superficie de la Tierra hasta la órbita terrestre baja, que se encuentra aproximadamente a una altitud de menos de 1,000 km (621 millas), es de aproximadamente 0.001 segundos, y la latencia desde la superficie de la Tierra hasta la Luna es de aproximadamente 1 segundo. Eso puede no parecer mucho, pero cuando la NASA intenta comunicarse con algo lejos de la Tierra, la latencia puede convertirse en un gran desafío. En su máxima aproximación, Marte está aproximadamente a 56 millones de kilómetros (35 millones de millas) de distancia y la latencia es de 4 minutos. En su punto más lejano, Marte está a unos 402 millones de kilómetros (250 millones de millas) de distancia y la latencia sería de aproximadamente 24 minutos. Esto significa que los astronautas o rovers en Marte tendrían que esperar de 4 a 24 minutos para que los mensajes que envíen lleguen al control de la misión, y otros 4 a 24 minutos para recibir una respuesta del control de la misión.

En la actividad dos, los estudiantes explicarán las relaciones entre frecuencia, longitud de onda y velocidad. Calcularán la latencia entre la Tierra y otros lugares y construirán un modelo para demostrar el cambio continuo de distancia que ocurre entre la Tierra y Marte.

## Rendimiento

El envío de mensajes y datos se vuelve más complicado cuanto más lejos tienen que viajar esas señales. Una señal puede ser bloqueada por algo que se interponga en el camino, y la radiación del Sol u otros cuerpos celestes también pueden interferir con la calidad de las transmisiones. Si hay suficientes complicaciones de este tipo, el mensaje puede degradarse hasta convertirse en estática, convertirse en un sinsentido o no llegar nunca. Para maximizar la probabilidad de enviar un mensaje con éxito, la NASA debe tomar precauciones especiales conocidas como *protocolos de comunicación* o *conjunto de protocolos* (todo un sistema de reglas para transmitir información). Por ejemplo, la NASA codifica los datos en bandas específicas de frecuencias electromagnéticas para aprovechar sus propiedades físicas. Una de estas propiedades es que cuanto más alta es la frecuencia de una onda, más datos se pueden transportar por segundo; esto permite a las naves espaciales que descarguen datos más rápidamente. La NASA usa actualmente ondas de radio, pero está desarrollando formas de comunicarse usando láseres infrarrojos. Este nuevo tipo de transmisión, conocido como comunicaciones ópticas, ofrecerá velocidades de datos nunca antes logradas.

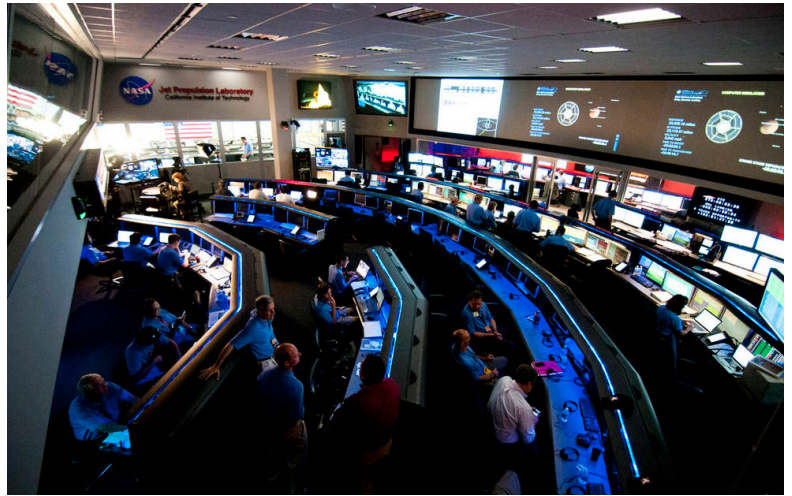
Otra tecnología de comunicación que la NASA está desarrollando es la Red tolerante al retardo e interrupciones (DTN, por sus siglas en inglés). La DTN es un modelo de redes informáticas y un conjunto de protocolos que pueden manejar interrupciones frecuentes de enlaces o tiempos de latencia muy prolongados (el tiempo que se tarda en transferir información). El conjunto de protocolos DTN puede funcionar paralelamente con el conjunto de protocolos de Internet terrestre (IP) o de forma independiente. Las computadoras tienen direcciones IP de la misma manera que una casa tiene una dirección de calle. Si se interrumpe la conexión, los datos se pierden. La DTN asegura la entrega utilizando un mecanismo de almacenamiento y reenvío. Cada parte del mensaje (paquete de datos) recibido se reenvía inmediatamente, si es posible, o se almacena para una transmisión futura si eso no es posible.

En la actividad tres, los estudiantes explorarán cómo un paquete de datos puede degradarse durante las comunicaciones en el espacio profundo. Desarrollarán un protocolo que disminuirá esta degradación.

## Redes

El DSN es operado por el Laboratorio de Propulsión a Chorro (JPL) de la NASA. El DSN es una matriz internacional de antenas de radio gigantes de la Nasa que proporciona la crucial conexión para comandar naves espaciales y recibir imágenes e información científica nunca antes vista. En 2020, Near-Earth Network y Space Network se combinaron para formar la Near Space Network (NSN). Operada por el Centro de vuelo espacial Goddard (GSFC) de la NASA, la NSN utiliza antenas y estaciones terrestres gubernamentales y comerciales, incluidas las capacidades de retransmisión del Satélite de seguimiento y retransmisión de datos (TDRS), para comunicarse con misiones cercanas a la Tierra. Algunas misiones cercanas a la Tierra miran hacia nuestro planeta y observan cómo está cambiando. Otras misiones, como el telescopio espacial Hubble, observan el universo y toman fotografías de estrellas y otros fenómenos a millones de kilómetros de distancia. La Estación Espacial Internacional, que ha tenido presencia humana durante más de 20 años, lleva a cabo cientos de experimentos científicos de sus astronautas que son necesarios para comprender cómo funciona el mundo y el cuerpo humano.

En la actividad cuatro, los estudiantes aprenderán cómo las computadoras resuelven problemas de redes utilizando árboles de expansión mínimo, que determinan la ruta más corta y más eficiente a cada destino dentro de una red. Luego, los estudiantes crearán sus propios árboles de expansión mínimo como culminación de la actividad.



La actual sala de control de la misión en el Laboratorio de Propulsión a Chorro, la Instalación de operaciones de vuelos espaciales, que sirve como el centro neurálgico de la Red del Espacio Profundo de la NASA. Debido a que esta sala de control da soporte a muchas misiones que expanden los horizontes cósmicos de la humanidad, a veces se le llama informalmente "el centro del universo". (NASA/JPL-Caltech)

# Actividad uno: Comunicación

## Notas para el educador

### Objetivos de aprendizaje

Los estudiantes podrán hacer lo siguiente:

- Analizar e interpretar patrones al convertir un código de color RGB (rojo, verde y azul) de 8 bits a notación hexadecimal.
- Codificar y decodificar una variedad de datos en y desde la notación binaria o hexadecimal.
- Replicar la notación binaria utilizando objetos o símbolos para codificar un mensaje.

### Descripción general del desafío

En esta actividad, los estudiantes simularán cómo los astronautas, satélites, rovers y otras naves espaciales pueden enviar datos digitalmente a la Tierra desde el espacio profundo. Los estudiantes aprenderán a convertir entre notación binaria, decimal y hexadecimal para decodificar imágenes, crear mensajes codificados y crear un cifrado. Finalmente, los estudiantes diseñarán un proyecto único utilizando una de las habilidades que han aprendido durante esta actividad.

### Tiempo sugerido

120 a 150 minutos

### Estándares Nacionales STEM

Ciencias de la computación (CSTA)
<i>Estándares para estudiantes</i> <ul style="list-style-type: none"><li>• 2-DA-07: Representar datos usando múltiples esquemas de codificación.</li></ul>
Ciencias e Ingeniería (NGSS)
<i>Prácticas de ingeniería</i> <ul style="list-style-type: none"><li>• Desarrollo y uso de modelos: Desarrollar o modificar un modelo, basado en la evidencia, para que coincida con lo que sucede si se cambia una variable o un componente de un sistema.</li></ul>
Matemáticas (CCSS)
<i>Prácticas matemáticas</i> <ul style="list-style-type: none"><li>• CCSS.MATH.CONTENT.6.EE.B.6: Usar variables para representar números y escribir expresiones al resolver un problema matemático o del mundo real; entender que una variable puede representar un número desconocido, o dependiendo del propósito, cualquier número en un conjunto específico.</li></ul>

### Preparación del desafío

- Leer la introducción y antecedentes para familiarizarse con el desafío. La información de la Red del Espacio Profundo será de especial interés para esta actividad.
- Leer las Notas para el educador y el Folleto para el estudiante para familiarizarse con las actividades.
- Leer la hoja "Resumen de los sistemas numéricos decimales, hexadecimales y binarios" (ubicada al final de las Notas para el educador) para repasar cómo expresar números enteros en bases distintas de 10 (decimal), específicamente binarias (base 2) y hexadecimales (base 16). Esta hoja también incluye un resumen sobre la conversión de los códigos de color RGB de 8 bits a notación hexadecimal y binaria.
  - A discreción del educador, los estudiantes pueden usar una calculadora o un convertidor en Internet para convertir los números entre las diferentes bases (por ejemplo, de decimal a binario o de hexadecimal a decimal). En la **sección Profundizar**, hay dos actividades avanzadas opcionales para que los estudiantes aprendan a hacer las conversiones a mano. Lea las hojas de actividades "Conversiones hexadecimales" y "Conversiones binarias" para obtener más información sobre cómo convertir códigos de color RGB de 8 bits a notación hexadecimal y binaria para determinar si estas actividades avanzadas son apropiadas para sus alumnos.
- Determinar cuáles de las 10 actividades de los estudiantes que aparecen en la **sección Profundizar** estarán disponibles como opciones para los estudiantes. Decida cuántas actividades debe completar cada estudiante.

Descargue y revise los documentos de las actividades de los estudiantes en el archivo comprimido descargable.

<https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/deepspacecommunications.zip>

- Hacer copias de las actividades, si es necesario, o asegurarse de que las computadoras y los programas estén disponibles.
- Si pone a los estudiantes en grupos, tenga los grupos preestablecidos.
- Tenga una variedad de materiales de manualidades disponibles para el proyecto final, o dé tiempo a los estudiantes para que traigan los materiales que encuentran en casa.

## Materiales

- Computadora con acceso a internet
- Tarjetas para nombres "Hola, me llamo"
- Lápices
- Folletos para el estudiante
- Impresiones (haga copias para los estudiantes según sea necesario)
  - Resumen de los sistemas numéricos decimales, hexadecimales y binarios
  - Código estándar estadounidense para el intercambio de información (ASCII)
- Artículos diversos para el proyecto final (por ejemplo, imperdibles y dos cuentas de diferentes colores, dos tipos de fideos, etc., deje que los estudiantes sean creativos)
- Calculadoras (opcional)
- Utensilios para colorear (opcional)
- Archivo comprimido descargable de documentos para las actividades de los alumnos <https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/deepspacecommunications.zip>.

## Seguridad

- Los estudiantes deben ser conscientes de su entorno y moverse con cuidado por la sala cuando vean el trabajo de otros equipos.
- Antes de usar instrumentos afilados, discuta las cuestiones de seguridad relacionadas con el uso adecuado.

## Presente el desafío

- Presente la actividad reproduciendo 15 segundos de los sonidos de "apretón de manos" de máquina de fax. (Busque en Internet "sonidos de fax").
- Pregunte a los estudiantes si pueden identificar el ruido.
  - Respuesta: Ese es el sonido de dos máquinas de fax comunicándose para confirmar que están listas para compartir información. El fax que envía escanea el documento y convierte la imagen en números binarios que se transmiten a través de la línea telefónica usando el sonido. La máquina de fax receptora vuelve a convertir el sonido en números binarios y los traduce en una imagen.

## Participar

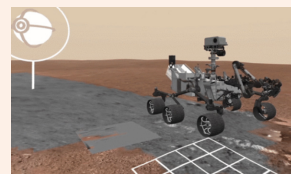
- Coloque la palabra "comunicación" donde los estudiantes puedan verla. Distribuya una hoja de papel en blanco y pida a los estudiantes que expresen el concepto de comunicación de una o varias de las siguientes formas:
  - Hacer un dibujo de cómo es la comunicación para ellos.
  - Dibuje un mapa conceptual de la comunicación.
  - Escriba una lista de palabras relacionadas.
  - Elaborar su propia definición de comunicación.
- Comparta los trabajos de los estudiantes.
- Llegue a un consenso sobre el significado de "comunicación". Explique que la comunicación tiene muchas formas. Hay veces que el emisor (el que envía el mensaje) no siempre habla el mismo idioma que el receptor (el que recibe el mensaje).

## Comparta con los estudiantes



### Estimulante cerebral

Cuando los científicos de la NASA quieren seguir el camino del rover Curiosity en Marte, utilizan una tecnología especial para explorar virtualmente el paisaje marciano. ¡Una experiencia inmersiva gratuita llamada Access Mars permite a cualquier persona con conexión a Internet realizar una visita guiada por el Planeta Rojo! Access Mars ofrece una impresión visceral de cómo sería caminar junto al Curiosity, deambulando por el solitario desierto rojo.



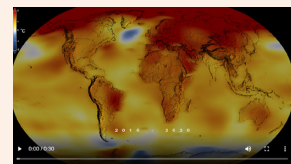
Más información:

<https://www.nasa.gov/feature/jpl/take-a-walk-on-mars-in-your-own-living-room>



### En el lugar

El Scientific Visualization Studio (SVS) trabaja en estrecha colaboración con los científicos de la NASA en la creación de miles de visualizaciones, animaciones e imágenes para promover una mayor comprensión de las actividades de investigación científicas de la Tierra y el espacio. ¡Las visualizaciones y los productos multimedia son accesibles para todos y se pueden descargar gratis!



Más información:

<https://svs.gsfc.nasa.gov/>

## Comunicaciones en el espacio profundo

### Presente el desafío

#### Explorar

- Pida a los estudiantes que completen las tarjetas con sus nombres “Hola, me llamo” para comunicar quiénes son, sin usar las letras del alfabeto para deletrear sus nombres. Las opciones pueden incluir el uso de emoji, lenguaje de señas, imágenes o números que parecen letras, etc.
- Recoja las tarjetas con los nombres y repártalas al azar. Haga que los estudiantes que las reciben intenten descifrar o interpretar el nombre que se supone está en la tarjeta.
- Haga a los estudiantes las siguientes preguntas:
  - ¿Qué estrategias usaste para descifrar el nombre que te dieron?
  - ¿Cómo decidiste el tipo de comunicación que usaste para escribir tu nombre?
  - ¿Qué pasa si dos personas no hablan el mismo idioma pero quieren comunicarse? ¿Qué podrían hacer?
    - Respuesta: Deben tener un intérprete o alguna otra forma de traducir el idioma para que la otra persona lo entienda.



#### Explicar

- Explique a los estudiantes que la comunicación no se limita a la comunicación entre personas. La comunicación puede darse entre máquinas y entre personas y máquinas, aunque las personas no hablen el mismo idioma que las máquinas o las computadoras.
- Pida a los estudiantes que examinen algunos de los datos que los satélites en el espacio profundo han enviado a la Tierra. Estos breves videoclips muestran imágenes asombrosas enviadas a la Tierra desde satélites en el espacio profundo:
  - Red del Espacio Profundo: Un debate sobre la línea vital de la NASA con las naves espaciales. (Ver desde la marca de tiempo 1:49 a 2:10) <https://youtu.be/NGgzq8eXZQQ?t=108>
  - NASA | Magnífica erupción en Full HD. (Ver desde la marca de tiempo 0:15 a 0:55.) <https://youtu.be/GmGi-q6iWc?t=15>
- En pequeños grupos, pida a los estudiantes que creen un organizador plegable o gráfico de los tres tipos de datos codificados (binario, RGB y hexadecimal) de las siguientes referencias:
  - ¿Cómo toma una fotografía una nave espacial? (El tiempo total del video es 3:02). <https://solarsystem.nasa.gov/resources/10757/how-does-a-spacecraft-take-a-picture/>
  - ¿Cómo hablamos con las máquinas? <https://spaceplace.nasa.gov/binary-code2/en/>
  - ¿Por qué los dieciséis años son tan dulces? <https://spaceplace.nasa.gov/binary-code3/en/>
- Una vez que los organizadores gráficos estén completos y los estudiantes hayan compartido, es hora de divertirse con los números. Ubique un convertidor en Internet buscando "convertir decimal a binario". Puede haber un convertidor que convierta un número decimal a formato binario y hexadecimal simultáneamente. Se recomienda que el instructor elija un convertidor y comparta el enlace con los estudiantes, para que todos usen el mismo convertidor.
- Pida a los estudiantes que usen la siguiente tabla para practicar el uso del convertidor. Si se les da un número binario o hexadecimal, que lo conviertan de nuevo a decimal. En las filas en blanco de la columna Decimal, los estudiantes agregarán sus propios números para convertirlos.

Decimal	Binario	Hexadecimal
---------	---------	-------------



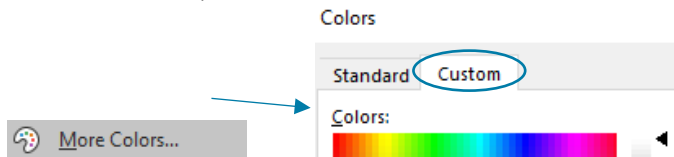
99	01100011	63
14		
107		
156		
250		
		F
	00010011	

- Cuando los estudiantes hayan completado la tarea, pregunte si pueden recordar cómo un satélite captura una imagen y usa el valor RGB para transmitir una imagen a la Tierra.
  - Respuesta: A medida que la luz pasa a través del filtro de la cámara del satélite hasta un chip de computadora, el color y el brillo se registran utilizando códigos de color RGB (rojo, verde y azul) para cada píxel de datos. Esos códigos de color se convierten en números binarios y se transmiten a una computadora en la Tierra. La computadora vuelve a convertir los números binarios en códigos de color RGB y vuelve a armar la imagen píxel por píxel.

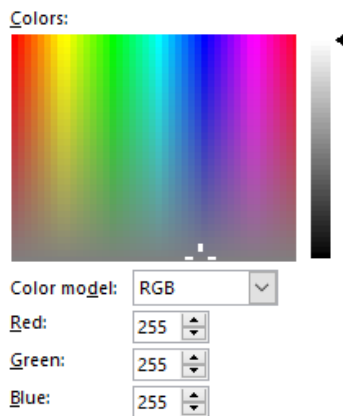
**Práctica con los códigos de color RGB**

Los estudiantes deben tener dispositivos individuales (computadoras o tabletas), o el instructor puede hacer esto como una demostración.

- En un documento en blanco, inserte una tabla de 2 x 2.
- Haga clic dentro de una celda para rellenar o sombrear.
- Navegue hasta donde se muestran los esquemas de color y los números RGB (relleno o sombreado>más colores>personalizado).

- En la ventana de colores personalizados, haga clic en diferentes colores para observar cómo cambian los valores RGB según los colores.



Pida a los estudiantes que escriban códigos de color RGB para varios colores y brillos. Pídales que escriban los códigos de color RGB a la derecha a medida que el color se oscurece. Si están haciendo esto en un dispositivo (computadora o tableta), también pueden completar los colores en las celdas de la izquierda. Si los alumnos no tienen el cuadro disponible en un dispositivo o en el Folleto para el estudiante, pídale que lo escriban en una hoja de papel.

## Comunicaciones en el espacio profundo

Color	RGB
Luz roja ↓	
Rojo	
Rojo oscuro	

Color	RGB
Azul claro ↓	
Azul	
Azul oscuro	

Color	RGB
Verde claro ↓	
Verde	
Verde oscuro	

- Deje que los estudiantes expliquen qué sucede con el código de color RGB a medida que cada color se oscurece.

### Convertir el código de color RGB a notación hexadecimal y binaria

Los estudiantes practicarán la conversión de los códigos de color RGB a notación binaria y hexadecimal. Los estudiantes pueden usar una calculadora o un convertidor en Internet o aprender a convertir a mano. (En la **sección Profundizar**, hay dos actividades avanzadas opcionales para que los estudiantes aprendan a hacer las conversiones a mano. Consulte las hojas de actividades "Conversiones hexadecimales" y "Conversiones binarias" para determinar si estas actividades avanzadas son adecuadas para sus alumnos).

- Los estudiantes encontrarán los tres componentes RGB para los colores dados, luego convertirán el código de color RGB decimal a notación hexadecimal y binaria. Para los espacios en blanco en la columna Color, los estudiantes elegirán su propio color y completarán la tabla según corresponda.

Color	Los tres componentes RGB de 8 bits		
	Código de color decimal	Código de color hexadecimal	Código de color binario
Blanco	255, 255, 255	#FFFFFF	11111111 11111111 11111111 FF
Amarillo brillante	247, 252, 32	#F7FC20	11110111 11111100 00100000 F7 FC 20
Negro			
Azul claro			
Azul oscuro			

### 💡 Profundizar

- Divida a los estudiantes en equipos.
- Presente el conjunto de actividades que los alumnos pueden elegir y explique cuántas actividades tendrán que completar.
- Si las actividades se van a organizar en estaciones, asegúrese de que los estudiantes conozcan la ubicación de cada tarea.

### Actividades

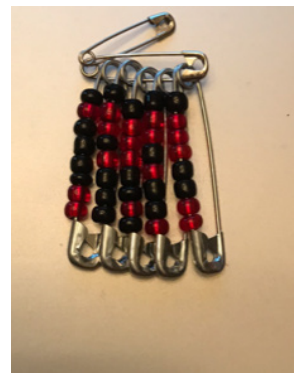
Siga el enlace para acceder al archivo comprimido descargable de los documentos de actividades de los estudiantes para las primeras cinco actividades. <https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/deepspacecommunications.zip>.

1. Imágenes misteriosas (convertir RGB a hexadecimal). *Se puede completar en la computadora o en una hoja impresa.*
2. Rellenar la imagen (convertir RGB a hexadecimal). *Solo computadora.*
3. Pintar por número (convertir de binario a decimal). *Hoja impresa.*
4. Conversiones binarias (actividad avanzada: resolver sin una herramienta de conversión usando las matemáticas, ya sea manualmente o usando una calculadora). *Hoja impresa.*
5. Conversiones hexadecimales (actividad avanzada: resolver sin una herramienta de conversión usando las matemáticas, ya sea manualmente o usando una calculadora). *Hoja impresa.*
6. Aprender más sobre la Red del Espacio Profundo (DSN) de la NASA.
  - Investigar y escribir sobre las diferentes partes del DSN y cómo funciona.
7. Crear un poema. El poema debe explicar cómo la NASA recibe datos del espacio profundo.
8. Escribir un mensaje edificante. Escribir un mensaje a alguien de su grupo usando notación hexadecimal o binaria.
  - Buscar en Internet una cita positiva si es necesario. No utilizar una predecible. Intercambia las citas y descodifica los mensajes.
  - Utilizar la tabla del Código estándar estadounidense para el intercambio de información (ASCII) para convertir letras a notación binaria o hexadecimal.
9. Cree sus propios cifrados. Un cifrado es un protocolo diseñado específicamente para ocultar o encriptar mensajes de los demás. Cree el cifrado en grupo y luego codifique sus propios mensajes individuales. Intercambie mensajes codificados con los miembros del equipo y luego decodifíquelos.
  - Usando su cifrado, escriba una nota agradable a su educador favorito. Envíe a ese educador una copia de su cifrado y su mensaje codificado.
10. Dibujar un diagrama que ilustre la transferencia de datos de una computadora a otra.

### ✓ Evaluar

Cada estudiante creará un proyecto físico de su elección utilizando cualquier proceso de codificación aprendido en esta actividad. Para convertir letras a código binario o hexadecimal, pida a los estudiantes que utilicen la tabla del Código estándar estadounidense para el intercambio de información (ASCII) que se encuentra al final de las Notas para el educador. Fomente la creatividad en el proyecto. He aquí algunas ideas de proyectos posibles:

- Codifique su nombre, iniciales o un mensaje en notación binaria.
  - Póngalo en un collar o pulsera usando dos cuentas diferentes para representar los 0 y los 1.
  - Intente usar dos cuentas ultravioletas (UV) de diferentes colores para crear un mensaje codificado que solo aparece a la luz del sol o bajo la luz ultravioleta.
  - Coloque las cuentas de diferentes colores en imperdibles para unirlos, como se muestra en la imagen.
- Usando diferentes tipos de fideos, cree un mensaje en papel. Asegúrese de tener una clave.
- Cree su propio cifrado con colores. (consejo: hay 16 dígitos en el código hexadecimal y 16 colores en una caja de crayones).



El nombre "Chris" en cuentas utilizando una codificación binaria de los valores ASCII para cada letra del nombre.

### Extensiones

Se sugieren dos actividades avanzadas en la sección **Profundizar**. Los estudiantes practicarán el cambio de números entre las diferentes bases (por ejemplo, de decimal a binario o de hexadecimal a decimal) sin un convertidor en Internet. Lea las hojas de actividades "Conversiones binarias" y "Conversiones hexadecimales" para determinar si estas actividades avanzadas son apropiadas para sus alumnos.

### Referencias

Binary Nametag (Etiqueta de identificación binaria). <https://chandra.si.edu/binary/nametag.html#nametag>

Binary Pins (Pines binarios). <https://chandra.si.edu/binary/pin.html#pin>

# Resumen de los sistemas numéricos decimales, hexadecimales y binarios

## Sistema numérico decimal o de base 10

El sistema numérico decimal o de base 10 tiene 10 dígitos (números del 0 al 9) y la posición de cada dígito indica su valor posicional. Estos valores de posición se basan en potencias de 10 (es decir, unidades, decenas, centenas, miles, etc.).

$$10^0 = 1 \text{ (uno)}$$

$$10^1 = 10 \text{ (diez)}$$

$$10^2 = 100 \text{ (cien)}$$

$$10^3 = 1,000 \text{ (mil)}$$

En base 10, el número 247 tiene tres dígitos. Leyendo de derecha a izquierda, 7 está en el lugar de las unidades ( $10^0$ ), 4 está en el lugar de las decenas ( $10^1$ ) y 2 está en el lugar de las centenas ( $10^2$ ), por lo que 247 es equivalente a:  $(2 \times 100) + (4 \times 10) + (7 \times 1) = 200 + 40 + 7 = 247$ .

## Sistema numérico hexadecimal o de base 16

El sistema numérico hexadecimal o de base 16 utiliza 16 dígitos (números del 0 al 9 y letras de la A a la F, donde A = 10, B = 11, C = 12, D = 13, E = 14 y F = 15). La posición de cada dígito indica su valor posicional, pero estos valores de posición se basan en potencias de 16.

$$16^0 = 1 \text{ (uno)}$$

$$16^1 = 16 \text{ (dieciséis)}$$

$$16^2 = 256 \text{ (doscientos cincuenta y seis)}$$

$$16^3 = 4,096 \text{ (cuatro mil noventa y seis)}$$

En base 16, el número F7 tiene dos dígitos. Leyendo de derecha a izquierda, 7 está en el lugar de las unidades ( $16^0$ ) y F, que es igual al número decimal 15, está en el lugar de los dieciséis ( $16^1$ ), por lo que F7 es equivalente a:  $(15 \times 16) + (7 \times 1) = 240 + 7 = 247$ .

## Sistema numérico binario o de base 2

El sistema numérico binario o de base 2 tiene solo dos dígitos (los números 0 y 1), y la posición o el valore de posición de cada dígito se basa en potencias de 2.

$$2^0 = 1 \text{ (uno)}$$

$$2^1 = 2 \text{ (dos)}$$

$$2^2 = 4 \text{ (cuatro)}$$

$$2^3 = 8 \text{ (ocho)}$$

$$2^4 = 16 \text{ (dieciséis)}$$

$$2^5 = 32 \text{ (treinta y dos)}$$

$$2^6 = 64 \text{ (sesenta y cuatro)}$$

$$2^7 = 128 \text{ (ciento veintiocho)}$$

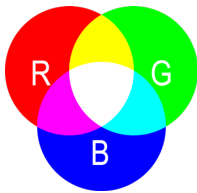
Con solo dos dígitos, los números binarios requieren una larga cadena de dígitos para expresar números grandes. En base 2, el número 11110111 tiene ocho dígitos. Leyendo de derecha a izquierda, los tres primeros dígitos (111) están en los lugares de las unidades ( $2^0$ ), dos ( $2^1$ ) y cuatro ( $2^2$ ), respectivamente. El cero está en el lugar de los ochos ( $2^3$ ), y los últimos cuatro dígitos (1111) están en los dieciséis ( $2^4$ ), treinta y dos ( $2^5$ ), sesenta y cuatro ( $2^6$ ) y ciento veintiocho ( $2^7$ ) lugares. El número 11110111 es equivalente a:  $(1 \times 128) + (1 \times 64) + (1 \times 32) + (1 \times 16) + (0 \times 8) + (1 \times 4) + (1 \times 2) + (1 \times 1) = 128 + 64 + 32 + 16 + 0 + 4 + 2 + 1 = 247$ .

Otra opción es segmentar cadenas largas de números binarios en conjuntos de cuatro y convertir cada grupo (0000 a 1111) en el equivalente decimal (0 a 15), donde cada conjunto de cuatro equivale a un valor de posición hexadecimal. Dado que el binario se basa en potencias de 2 y el hexadecimal se basa en potencias de 16 o  $2^4$ , cuatro dígitos binarios o cuatro bits (también llamados nybble) son equivalentes a un solo dígito hexadecimal (0 a F). Usando el mismo ejemplo 11110111, el primer nybble que comienza desde la derecha (0111) está en el lugar de las unidades ( $16^0$ ), y el segundo nybble (1111) está en el lugar de los dieciséis ( $16^1$ ). Después de calcular el valor de cada nybble que aparecen a continuación, 11110111 es equivalente al número hexadecimal F7 =  $(15 \times 16) + (7 \times 1) = 240 + 7 = 247$ .

$$1111 = (1 \times 8) + (1 \times 4) + (1 \times 2) + (1 \times 1) = 8 + 4 + 2 + 1 = 15 \text{ (F en hexadecimal)}$$

$$0111 = (0 \times 8) + (1 \times 4) + (1 \times 2) + (1 \times 1) = 0 + 4 + 2 + 1 = 7$$

## Conversión de códigos de color RGB de 8 bits a notación hexadecimal y binaria



Para expresar los códigos de color RGB de 8 bits se pueden utilizar números decimales, hexadecimales y binarios.

Cada valor de los tres componentes RGB de 8 bits representa un número entero de 0 a 255 y representan las diferentes intensidades de cada color primario (rojo, verde y azul) que se combinaría para crear diferentes tonos de color en el espectro visible. Los códigos de color hexadecimales comienzan con una almohadilla o hashtag (#). El rojo se muestra en los dos primeros lugares a la izquierda (después del símbolo #), luego el verde y finalmente el azul (#RRGGBB). Si alguno de los colores se convierte en un número de 1 dígito, se usa un cero como marcador de posición delante del número. Los códigos de colores binarios comienzan con el número binario de 8 bits para el rojo, seguido del número binario de 8 bits para el verde, seguido del número binario de 8 bits para el azul. Nuevamente, use ceros que mantengan el lugar delante de cualquier número que sea menor de 8 bits.

Color	Los 3 componentes RGB de 8 bits		
	Código de color decimal	Código de color hexadecimal	Código de color binario
Blanco	(255, 255, 255)	#FFFFFF	$\underbrace{11111111}_{FF} \underbrace{11111111}_{FF} \underbrace{11111111}_{FF}$
Amarillo brillante	(247, 252, 32)	#F7FC20	$\underbrace{11110111}_{F7} \underbrace{11111100}_{FC} \underbrace{00100000}_{20}$

Los números hexadecimales requieren menos dígitos que los números decimales o binarios para transmitir valores grandes y, a menudo, se usan para expresar códigos de color en la programación de computadoras. Si bien las computadoras funcionan en sistema binario, los programadores suelen usar hexadecimal porque es más fácil de leer y se convierte fácilmente a sistemas numéricos decimales y binarios. Todos los números enteros decimales de 0 a 255 se pueden expresar con una combinación de solo dos dígitos hexadecimales (00 a FF), mientras que el número binario equivalente requeriría hasta ocho dígitos u ocho bits (00000000 a 11111111). El código de color RGB para el blanco (255, 255, 255) requeriría solo seis dígitos hexadecimales (#FFFFFF) pero veinticuatro dígitos binarios (111111111111111111111111).

Los estudiantes pueden usar una calculadora o un convertidor en Internet o aprender a convertir a mano. La conversión con una calculadora o a mano requiere una división. Divida el número decimal por el número base apropiado (16 para hexadecimal y 2 para binario) repetidamente hasta que el cociente sea cero. El resto de cada paso del proceso de división proporciona el dígito para cada valor posicional sucesivo del sistema numérico (hexadecimal o binario). Revise las hojas de actividades "Conversiones hexadecimales" y "Conversiones binarias" para ver ejemplos de conversión de los tres componentes RGB en notación decimal a hexadecimal y binaria sin una herramienta de conversión en línea.

# Código estándar estadounidense para el intercambio de información (ASCII)

Utilice esta tabla para codificar letras y símbolos en notación hexadecimal o binaria.

Carácter ASCII	Valor hex	Valor binario
A	41	01000001
B	42	01000010
C	43	01000011
D	44	01000100
E	45	01000101
F	46	01000110
G	47	01000111
H	48	01001000
I	49	01001001
J	4A	01001010
K	4B	01001011
L	4C	01001100
M	4D	01001101
N	4E	01001110
O	4F	01001111
P	50	01010000
Q	51	01010001
R	52	01010010
S	53	01010011
T	54	01010100

Carácter ASCII	Valor hex	Valor binario
U	55	01010101
V	56	01010110
W	57	01010111
X	58	01011000
Y	59	01011001
Z	5A	01011010
[	5B	01011011
\	5C	01011100
]	5D	01011101
^	5E	01011110
_	5F	01011111
`	60	01100000
a	61	01100001
b	62	01100010
c	63	01100011
d	64	01100100
e	65	01100101
f	66	01100110
g	67	01100111
h	68	01101000

Carácter ASCII	Valor hex	Valor binario
i	69	01101001
j	6A	01101010
k	6B	01101011
l	6C	01101100
m	6D	01101101
n	6E	01101110
o	6F	01101111
p	70	01110000
q	71	01110001
r	72	01110010
s	73	01110011
t	74	01110100
u	75	01110101
v	76	01110110
w	77	01110111
x	78	01111000
y	79	01111001
z	7A	01111010

# Actividad uno: Comunicación

## Folleto para el estudiante

### Su Desafío

En esta actividad, podrás simular cómo los astronautas, satélites, rovers y otras naves espaciales pueden enviar datos digitalmente a la Tierra desde el espacio profundo. Aprenderás a convertir entre notación binaria, decimal y hexadecimal para decodificar imágenes, crear mensajes codificados y crear un cifrado. Finalmente, diseñará un proyecto único utilizando una de las habilidades aprendidas durante esta actividad.

### Participar

En una hoja de papel, expresa lo que significa para ti el concepto de “comunicación” de una o varias de las siguientes formas:

- Haz un dibujo de cómo es la comunicación para ti.
- Dibuje un mapa conceptual de la comunicación.
- Escriba una lista de palabras relacionadas.
- Crea tu propia definición de comunicación.

### Explorar

- En una tarjeta para nombres escribe “Hola, me llamo” y busca una forma de comunicar tu nombre sin usar letras del alfabeto. Es posible que quieras practicar primero en un papel borrador.
- A continuación, recibe una tarjeta con “Hola, me llamo” completada por otra persona. Intenta descifrar el nombre que te han dado.
  - ¿Qué estrategias usaste para descifrar el nombre que te dieron?
  - ¿Cómo decidiste el tipo de comunicación que usaste para escribir tu propio nombre?
  - ¿Qué pasa si dos personas no hablan el mismo idioma, pero quieren comunicarse? ¿Qué podrían hacer?

### Explicar

En un grupo pequeño, utiliza los siguientes recursos para

- Crea un organizador plegable o gráfico de los tres tipos de datos codificados: binario, RGB (rojo, verde y azul) y hexadecimal.
- Explica cómo se envían los datos desde el espacio profundo a la Tierra.

### Recursos

¿Cómo toma una fotografía una nave espacial? (El tiempo total del video es 3:02).

<https://www.youtube.com/watch?v=5ueMGZTzefY>

How Do We Talk to Machines? (¿Cómo hablamos con las máquinas?)

<https://spaceplace.nasa.gov/binary-code2/en/>

Why Is Sixteen so Sweet? (¿Por qué los dieciséis años son tan dulces?)

<https://spaceplace.nasa.gov/binary-code3/en/>

### Dato curioso

El NASA Visualization Explorer es tu portal a las mejores historias sobre la exploración de la Tierra, el Sol, la Luna, los planetas y el universo de la NASA. Cada dos lunes se publica una nueva historia. Descarga la aplicación y recibe las historias en tus dispositivos iOS y Android.



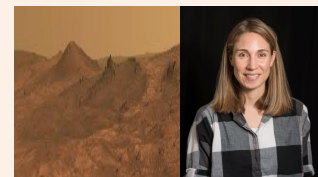
Más información:

<https://nasaviz.gsfc.nasa.gov/>



### Esquina profesional

Elizabeth Rampe es geóloga planetaria del equipo Astromaterials Research and Exploration Science (ARES) del Centro Espacial Johnson de la NASA. Rampe y otros científicos de ARES trabajan para comprender y descifrar las propiedades de los materiales de la superficie de Marte que pueden informarnos sobre las condiciones pasadas y presentes en Marte. Los secretos que esconden la geología y la mineralogía marcianas podrían algún día ayudar a los astronautas a sortear los peligros del Planeta Rojo.



Obtenga más información sobre ARES:

<http://www.nasa.gov/centers/johnson/astromaterials>

## Comunicaciones en el espacio profundo

### Practica la conversión de decimales

Tu profesor te enseñará a convertir entre decimal, binario y hexadecimal.

- Si se les da un número binario o hexadecimal, que lo conviertan de nuevo a decimal. En las filas en blanco de la columna Decimal, elige tus propios números para convertirlos.

Decimal	Binario	Hexadecimal
99	01100011	63
14		
107		
156		
250		
		F
	00010011	

### Códigos de colores RGB

¿Qué indica el modelo de color RGB de tres componentes?

- Usa una computadora para encontrar los tres componentes RGB para cada uno de los colores (rojo, verde y azul) en las tablas siguientes. Luego escribe los tres componentes RGB (#, #, #) en la columna de la derecha a medida que el color se vuelve más claro y más oscuro.

Color	RGB
Luz roja ↓	
Rojo	
Rojo oscuro	

Color	RGB
Azul claro ↓	
Azul	
Azul oscuro	

Color	RGB
Verde claro ↓	
Verde	
Verde oscuro	

¿Qué observas en los valores RGB de la

- Tabla del rojo?
- Tabla del azul?
- Tabla del verde?

Ahora, usa la siguiente tabla para practicar la conversión de códigos de color RGB a notación hexadecimal y binaria. Consulta la hoja "Conversión de códigos de color RGB de 8 bits a notación hexadecimal y binaria".

- Revisa los ejemplos, luego practica con los colores dados. Encontrarás los tres componentes RGB para los colores dados, luego convertirás el código de color RGB decimal a notación hexadecimal y binaria.
- Para las filas en blanco de la columna Color, elige tus propios colores y rellena el cuadro según corresponda.



Color	Los tres componentes RGB de 8 bits		
	Código de color decimal	Código de color hexadecimal	Código de color binario
Blanco	255, 255, 255	#FFFFFF	11111111 11111111 11111111 FF
Amarillo brillante	247, 252, 32	#F7FC20	11110111 11111100 00100000 F7 FC 20
Negro			
Azul claro			
Azul oscuro			

 **Profundizar**

Las actividades se enumeran a continuación. Tu profesor te dirá cuáles de las actividades puedes elegir y cuántas necesitas completar.

1. Imágenes misteriosas (convertir RGB a hexadecimal).
2. Rellenar la imagen (convertir RGB a hexadecimal).
3. Pintar por número (convertir de binario a decimal).
4. Conversiones binarias (resolver sin una herramienta de conversión usando las matemáticas, ya sea manualmente o usando una calculadora).
5. Conversiones hexadecimales (resolver sin una herramienta de conversión utilizando las matemáticas, ya sea manualmente o utilizando una calculadora).
6. Aprender más sobre la Red del Espacio Profundo (DSN) de la NASA.
  - Investigar y escribir sobre las diferentes partes del DSN y cómo funciona.
7. Crear un poema. El poema debe explicar cómo la NASA recibe datos del espacio profundo.
8. Escribir un mensaje edificante. Escribir un mensaje a alguien de su grupo usando notación hexadecimal o binaria.
  - Buscar en Internet una cita positiva si es necesario. No utilizar una predecible. Intercambia las citas y decodifica los mensajes.
  - Utiliza la tabla "Código estándar estadounidense para el intercambio de información (ASCII)" para convertir las letras en notación binaria o hexadecimal.
9. Cree sus propios cifrados. Un cifrado es un protocolo diseñado específicamente para ocultar o encriptar mensajes de los demás. Cree el cifrado en grupo y luego codifique sus propios mensajes individuales. Intercambie mensajes codificados con los miembros del equipo y luego decodifíquelos.
  - Usando su cifrado, escriba una nota agradable a su educador favorito. Envíe a ese educador una copia de su cifrado y su mensaje codificado.

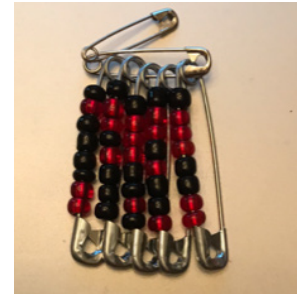
## Comunicaciones en el espacio profundo

10. Dibuja un diagrama que ilustre los datos que se transfieren de una computadora a otra.

### ✓ Evaluar

Crea un proyecto físico de tu elección utilizando cualquier proceso de codificación que hayas aprendido en esta actividad. Para convertir letras a binario o hexadecimal, utiliza la tabla "Código estándar estadounidense para el intercambio de información (ASCII)". ¡Usa la creatividad! He aquí algunas ideas de proyectos posibles:

- Codifique su nombre, iniciales o un mensaje en notación binaria.
  - Póngalo en un collar o pulsera usando dos cuentas diferentes para representar los 0 y los 1.
  - Intente usar dos cuentas ultravioletas (UV) de diferentes colores para crear un mensaje codificado que solo aparece a la luz del sol o bajo la luz ultravioleta.
  - Coloque las cuentas de diferentes colores en imperdibles para unirlos, como se muestra en la imagen.
- Usando diferentes tipos de fideos, cree un mensaje en papel. Asegúrese de tener una clave.
- Cree su propio cifrado con colores. (Consejo: hay 16 dígitos en hexadecimal y 16 colores en una caja de crayones).



El nombre "Chris" en cuentas utilizando una codificación binaria de los valores ASCII para cada letra del nombre.

# Actividad dos: Latencia

## Notas para el educador

### Objetivos de aprendizaje

Los estudiantes podrán hacer lo siguiente:

- Explicar la relación entre frecuencia, longitud de onda y velocidad con respecto a las ondas electromagnéticas.
- Calcular el tiempo de latencia de las señales transmitidas entre la Tierra y otros lugares del sistema solar.
- Construir y utilizar un modelo para demostrar el cambio continuo en la distancia y, por lo tanto, en la latencia de la señal entre la Tierra y Marte debido a sus diferentes períodos orbitales.

### Descripción general del desafío

En esta actividad, los estudiantes obtendrán la velocidad de la luz observando un horno de microondas y usando la fórmula **Velocidad = Frecuencia × Longitud de onda**. Usando la frecuencia operativa conocida de los hornos de microondas y midiendo la longitud de onda de las microondas mediante la observación de las interacciones entre las microondas y los alimentos dentro de un horno de microondas, los estudiantes podrán calcular la velocidad de la luz. Luego usarán la velocidad de la luz para calcular la latencia, o el tiempo que tarda la señal, entre la Tierra y otros objetos en el sistema solar. Finalmente, los estudiantes crearán un dispositivo que les permita modelar la distancia entre la Tierra y Marte en diferentes puntos de sus órbitas y determinar la latencia para que una señal llegue a Marte en diferentes momentos durante una misión a Marte.

### Tiempo sugerido

60 a 90 minutos

### Estándares Nacionales STEM

Ciencias de la computación (CSTA)	
<i>Estándares para estudiantes</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2-DA-09: Perfeccionar los modelos computacionales a partir de los datos que han generado.</li> </ul>	
Ciencias e Ingeniería (NGSS)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• MS-PS4-2: Desarrollar y usar un modelo para describir que las ondas se reflejan, absorben o transmiten a través de diversos materiales.</li> <li>• MS-ESS1.B La tierra y el sistema solar: El sistema solar consiste en el Sol y una colección de objetos, incluidos los planetas, sus lunas y asteroides que se mantienen en órbita alrededor del Sol por su atracción gravitatoria sobre ellos.</li> </ul> <p><i>Ideas básicas disciplinares</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PS4.A Propiedades de las ondas: Una onda simple tiene un patrón repetitivo con una longitud de onda, frecuencia y amplitud específicas.</li> </ul>	<p><i>Ideas básicas disciplinares (continuación)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PS4.B Radiación electromagnética: Cuando la luz incide sobre un objeto, se refleja, absorbe o transmite a través del objeto, dependiendo del material del objeto y la frecuencia (color) de la luz.</li> </ul> <p><i>Conceptos transversales</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura y función: Las estructuras se pueden diseñar para cumplir funciones particulares teniendo en cuenta las propiedades de los diferentes materiales y cómo estos se pueden moldear y utilizar.</li> </ul> <p><i>Prácticas de ciencia e ingeniería</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo y uso de modelos: Desarrollar y usar un modelo para describir fenómenos.</li> </ul>
Matemáticas (CCSS)	
<p><i>Prácticas matemáticas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CCSS.MATH.CONTENT.8.EE.A.4: Realizar operaciones con números expresados en notación científica, incluidos los problemas en los que se utilice tanto la notación decimal como la científica. Utilizar la notación científica y elegir unidades de tamaño apropiado para las mediciones de cantidades muy grandes o muy pequeñas. Interpretar la notación científica generada por la tecnología.</li> </ul>	<p><i>Prácticas matemáticas (continuación)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CCSS.MATH.CONTENT.7.G.A: Dibujar, construir y describir figuras geométricas y describir la relación entre ellas.</li> <li>• CSS.MATH.CONTENT.7.EE.B.3: resolver problemas matemáticos y de la vida real utilizando expresiones y ecuaciones numéricas y algebraicas.</li> </ul>

### Preparación del desafío

El educador debe hacer lo siguiente:

- Leer la introducción y antecedentes, en particular la información sobre la latencia.
- Leer las Notas para el educador y el Folleto para el estudiante para familiarizarse con la actividad.
- Hacer copias del Folleto para el estudiante y las plantillas y reunir los materiales necesarios.
- Localizar la etiqueta de información del horno microondas y anotar la frecuencia. La mayoría de los microondas comerciales utilizan una frecuencia de 2,450 MHz (2.4 GHz).

## Comunicaciones en el espacio profundo

### Materiales

- Horno microondas con plato giratorio extraíble
- Cacerola apta para microondas
- Malvaviscos miniatura (suficientes para cubrir el fondo de la cacerola con una capa de espesor). Nota: Los malvaviscos se pueden sustituir por chispas de chocolate, queso rallado u otros alimentos pequeños que se derritan fácilmente.
- Regla métrica
- Copias del Folleto para el estudiante, la plantilla de la brújula, la plantilla de la órbita de Marte y la plantilla de la órbita de la Tierra
- Tijeras
- Sujetadores de latón
- Calculadora (opcional)

### Seguridad

- Tenga cuidado al operar el horno de microondas. Caliente los alimentos sólo en intervalos de 5 a 10 segundos. El contenido puede estar caliente cuando se retira para su inspección.
- Tenga cuidado con las alergias alimentarias de los estudiantes que participan en la actividad.
- Practique la seguridad cuando use las tijeras y los sujetadores de latón para evitar peligros de cortes y pinchazos.

### Presente el desafío

Formule a los alumnos algunas de las siguientes preguntas:

- ¿Cuánto tarda tu voz en viajar desde tu teléfono al teléfono de otra persona?
- ¿Cuánto tarda la información de Internet en viajar desde un enrutador inalámbrico de tu casa o escuela hasta tu computadora?
- ¿Cuánto tarda la señal de TV en viajar desde un satélite hasta el televisor de tu casa?
- ¿Por qué hay un retraso entre los rayos y los truenos?
- ¿Qué tan rápido viajan todas estas señales?

Es probable que los estudiantes den respuestas como "al instante", "de inmediato" o "menos de un segundo". Enseñe a los alumnos que todas estas señales se envían como ondas del espectro electromagnético (generalmente microondas u ondas de radio) y, como todas las ondas del espectro electromagnético, viajan a la velocidad de la luz. Aunque la velocidad de la luz parece muy rápida, no es instantánea y existe un retraso medible entre el momento en que se envía una señal y el momento en que se recibe. Este retraso se conoce como *latencia*. En la Tierra, la latencia es una fracción de segundo, pero enviar mensajes a lo más profundo de nuestro sistema solar puede generar tiempos de latencia medidos en horas.

Diga a los alumnos que van a

- Medir la velocidad de la luz usando artículos domésticos comunes
- Usar esa medida para calcular los tiempos de latencia de las señales que viajan desde la Tierra a otras partes del sistema solar

### Comparta con los estudiantes



#### Estimulante cerebral

Las actualizaciones a la Red del Espacio Profundo permitieron a la NASA volver a conectarse con la Voyager 2, una sonda espacial lanzada en 1977. La sonda se encuentra actualmente a unos 18,000 millones de kilómetros de la Tierra, y las señales que viajan a la velocidad de la luz tardan más de 16 horas en hacer el viaje en cada sentido.

Más información:

<https://voyager.jpl.nasa.gov/>



#### En el lugar

El hábitat de Simulación y Análogo de Exploración Espacial de Hawái (HI-SEAS), operado por la Universidad de Hawái y financiado por la NASA, simula la experiencia de estar aislado en un entorno similar al de Marte. Para mejorar esta experiencia, las tripulaciones no pueden comunicarse con el mundo exterior en tiempo real. Todas las comunicaciones se retrasan 20 minutos para simular los tiempos de alta latencia que se experimentarían en Marte.

Más información:

<https://earthobservatory.nasa.gov/images/92630/living-the-mars-life-on-mauna-loa>

## Participar

Plantee a los alumnos las siguientes preguntas y pídale que escriban sus respuestas en sus Folletos para el estudiante. Pida a algunos voluntarios que compartan sus respuestas en voz alta y anótelas en la pizarra para consultarlas más adelante.

- ¿Qué tan rápida es la velocidad de la luz (en km/s)?
- ¿Cuánto tiempo tardaría (en segundos o minutos) un rayo de luz en viajar desde la Tierra hasta
  - ¿El sol?
  - ¿Una nave espacial en órbita cercana a la Tierra?
  - ¿Un satélite de comunicaciones en órbita geosincrónica?
  - ¿La luna?

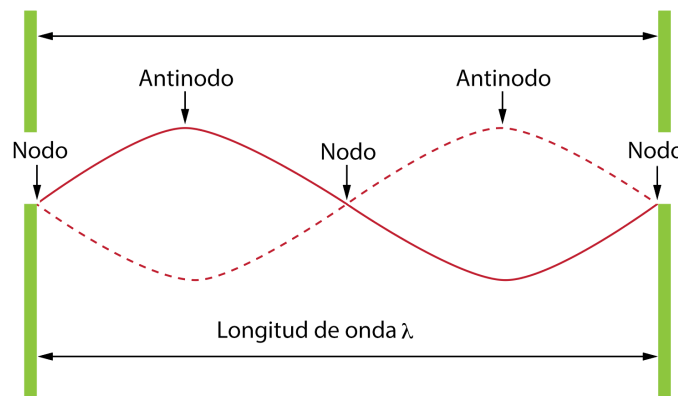
## Presente el desafío

### Explorar

Pida a los estudiantes que encuentren las longitudes de onda emitidas por el horno de microondas siguiendo los procedimientos enumerados:

1. Cubra completamente el fondo de la cacerola con una sola capa de malvaviscos. Los malvaviscos deben estar acomodados uno al lado del otro, pero no apilados.
2. Retire el plato giratorio del microondas. El experimento fallará si la cacerola no permanece inmóvil mientras está en el microondas.
3. Coloque los malvaviscos y la cacerola en el microondas y enciéndalo a temperatura baja.
4. Observe los malvaviscos, ya sea a través de la ventana frontal o abriendo la puerta a intervalos de 10 segundos. Continúe calentando los malvaviscos hasta que se vean varios puntos derretidos. No derrita todos los malvaviscos y no mueva la cacerola mientras la inspecciona.
5. Una vez que se vean varios puntos derretidos, retire la cacerola del microondas y regrésela al área de trabajo.

Explique a los estudiantes que las ondas de microondas calientan la comida enviando un flujo constante de microondas a la comida a una frecuencia muy específica. Esta frecuencia particular de microondas es absorbida por las moléculas de agua en los alimentos, lo que hace que ganen energía cinética y, por lo tanto, se calienten. Pero la energía de las ondas electromagnéticas, como las microondas, no es constante en toda la onda. Se concentra en los antinodos de las ondas, o las áreas donde las crestas y valles de las ondas oscilan (se mueven hacia adelante y hacia atrás).



Como resultado, la comida dentro de un microondas se calienta de manera desigual donde los antinodos chocan con la comida. Es por eso que la mayoría de los microondas tienen un plato giratorio para ayudar a distribuir uniformemente el calor en la comida. Explique a los estudiantes que remover el plato giratorio concentró la energía de las microondas en áreas pequeñas donde los antinodos se cruzaron con los malvaviscos y crearon puntos calientes. Ahora que pueden ver por dónde pasó cada antinodo a través de los malvaviscos, pueden medir la longitud de onda de las microondas.

## Comunicaciones en el espacio profundo

Pida a los estudiantes que realicen los siguientes procedimientos:

1. Con una regla métrica, mida cuidadosamente (al décimo de centímetro más cercano) la distancia entre los centros de los puntos derretidos en dos de los malvaviscos. Los puntos derretidos deben estar uniformemente espaciados entre sí, de modo que los estudiantes puedan usar dos puntos derretidos adyacentes cualesquiera para tomar esta medida.
2. Registre esta medida (en centímetros hasta el primer lugar decimal) en el Folleto para el estudiante.
3. Debido a que hay dos antinodos en cada longitud de onda, donde tanto la cresta como el valle oscilan, la medición será para la mitad de la longitud de onda. Duplique la medida del antinodo para encontrar una longitud de onda completa de las microondas del horno y regístrela (en centímetros) en el Folleto para el estudiante.

Explique a los estudiantes la fórmula para la velocidad de las ondas: **Velocidad = Frecuencia × Longitud de onda**. La frecuencia es la medida de la frecuencia con la que se emite una sola longitud de onda y se mide en ciclos por segundo, o Hertz (Hz). Muestre a los estudiantes dónde se indica la frecuencia en la etiqueta del horno de microondas (probablemente aparece como 2,450 MHz o 2.45 GHz) y pídale que la conviertan a Hz y la registren en sus Folletos para el estudiante. Multiplicando la frecuencia y la longitud de onda (medida en centímetros) se obtendrá un número muy grande en cm/s. Pida a los estudiantes que conviertan sus cálculos a km/s como números enteros y, si pueden, en notación científica. Estos cálculos finales son la velocidad de la luz medida por los estudiantes. Las respuestas se indican en negrita en la tabla siguiente.

Nota: Muchos de los cálculos se basan en las mediciones de los estudiantes y, por lo tanto, no serán respuestas precisas. La siguiente guía de respuestas debe usarse para asegurar que los estudiantes estén en el camino correcto y no como una evaluación para calificarlos.

Frecuencia de las microondas, Hz	2,450,000,000 Hz o 2,450 MHz o 2.45 GHz
Antinodo medido, cm	Aprox. 6.1 centímetros
Longitud de onda calculada, cm	Aprox. 12.2 centímetros
Velocidad calculada de la luz, cm/s	Aprox. 29,900,000,000 cm/s
Velocidad de la luz calculada, km/s (número entero)	Aprox. 299,000 km/s
Velocidad de la luz calculada, km/s (notación científica)	Aprox. $2.99 \times 10^5$ km/s

Una vez que los estudiantes hayan completado sus cálculos, pídale que busquen la velocidad real de la luz en km/s (299,800 km/s). Pida a los estudiantes que usen este valor como valor teórico y el valor que midieron como valor experimental para calcular su porcentaje de error y averiguar qué tan cerca estuvieron de medir la velocidad real de la luz. Con mediciones cuidadosas, deberían estar dentro del 10 por ciento.

$$\% \text{ de error} = \left| \frac{\text{Valor teórico} - \text{Valor experimental}}{\text{Valor teórico}} \right| \times 100$$

Para el resto de la actividad, pida a los estudiantes que usen la velocidad real de la luz (299,800 km/s) para todos sus cálculos.

### Explicar

Pida a los estudiantes que demuestren que ahora pueden calcular con precisión la latencia de las señales al completar la siguiente tabla en sus Folletos para el estudiante.

Objeto	Distancia, kilómetros	Latencia, s	Latencia, s (notación científica)
Nave espacial en órbita cercana a la Tierra	408 ( $4.08 \times 10^2$ )	<b>0.00136</b>	<b><math>1.36 \times 10^{-3}</math></b>
Satélite geosíncrono	35,800 ( $3.58 \times 10^4$ )	<b>0.119</b>	<b><math>1.19 \times 10^{-1}</math></b>
Luna	383,000 ( $3.83 \times 10^5$ )	<b>1.28</b>	<b>1.28</b>
Sol	150,000,000 ( $1.50 \times 10^8$ )	(en min, s) <b>8 min 20 s</b>	<b><math>5.00 \times 10^2</math></b>

Pida a los estudiantes que respondan las siguientes preguntas en su Folleto para el estudiante:

- Todas las ondas del espectro electromagnético viajan a la misma velocidad. ¿Las ondas que tienen longitudes de onda más largas que las microondas, como las ondas de radio, tendrían frecuencias más altas o más bajas?
- La luz visible tiene frecuencias mucho más altas que las microondas. ¿Sus longitudes de onda más largas o más cortas que las de las microondas?
- Si eres un espectador en un evento deportivo en vivo y también estás viendo el mismo evento en directo en tu teléfono mientras estás en las gradas, ¿esperarías que la acción que ves en tu teléfono ocurriera al mismo tiempo que la acción que ves en el campo? ¿Ver eventos deportivos en vivo desde casa es realmente “en vivo”?
- ¿Qué problemas podrían surgir al tratar de operar un rover controlado a distancia en la superficie lunar desde la Tierra?
- ¿Qué otros problemas podrían ocurrir por un retraso en la comunicación con los astronautas en una misión en el espacio profundo causado por la latencia de la señal?
- La velocidad de la luz es diferente en distintos medios (agua, aire y el vacío del espacio). ¿Qué puedes explicar sobre la luz que has observado al pasar de un medio a otro?

### Profundizar

Comparta con los estudiantes que encontrar la latencia de la señal a la Estación Espacial Internacional, los satélites y la Luna es bastante sencillo: debido a que todos orbitan la Tierra en órbitas casi circulares, sus distancias a la Tierra son constantes. Lo mismo puede decirse del Sol, porque la órbita de la Tierra alrededor del Sol también es casi circular. ¿Cómo podemos encontrar la latencia de la señal entre dos cuerpos en el espacio cuya distancia entre sí cambia constantemente? Marte, por ejemplo, tiene un período orbital de 687 días, mientras que la Tierra es de 365 días. Esto significa que la Tierra orbita alrededor del Sol a un ritmo más rápido que Marte y, a medida que la Tierra pasa por Marte, los dos planetas se van alejando hasta quedar separados  $180^\circ$  entre sí. En este punto, la Tierra comienza a alcanzar a Marte en su órbita y los dos planetas continúan acercándose hasta que la Tierra comienza a pasar nuevamente por Marte. Diga a los estudiantes que construirán un modelo a escala del sistema Sol-Tierra-Marte que les permitirá medir la distancia entre la Tierra y Marte en diferentes momentos en función de sus posiciones en sus órbitas.

Pida a los estudiantes

- Recortar las tres plantillas ubicadas al final del Folleto para el estudiante ("Brújula", "Órbita de Marte" y "Órbita de la Tierra").
- Hacer un pequeño agujero en el punto central de cada uno de los tres discos.
- Fijar los tres discos usando un sujetador de latón, con el transportador de  $360^\circ$  en la parte inferior, el disco de la órbita de Marte en el medio y el disco de la órbita de la Tierra en la parte superior.

Para usar sus modelos, los estudiantes deben determinar la escala de sus modelos, así como el período orbital de la Tierra y Marte en grados por día. Pida a los estudiantes que tomen las siguientes medidas, hagan los cálculos necesarios y registren sus resultados en la tabla que está en su Folleto para el estudiante.

Nota: Las medidas (indicadas entre paréntesis a continuación y en la tabla que sigue) solo serán precisas si las plantillas se imprimen en la escala correcta. En la primera página de la plantilla hay una línea de 20 cm para ayudar a determinar si se han impreso a escala.

- Con una regla métrica, los estudiantes medirán la distancia entre el centro de Marte y el centro del Sol (sujetador de latón). (Esta distancia debe ser de 9.0 cm.)
- La distancia media entre Marte y el Sol es de 228 millones de km. Los estudiantes dividirán esta distancia por la distancia que midieron para obtener la escala de su modelo en millones de kilómetros por centímetro.
- Pida a los estudiantes que verifiquen dos veces esta escala midiendo la distancia desde el centro de la Tierra hasta el centro del Sol (sujetador de latón). (Esta distancia debe ser de 5.9 cm).
- La distancia media entre la Tierra y el Sol es de 150 millones de km. Los estudiantes dividirán esta distancia entre la distancia que midieron para obtener un número, en millones de kilómetros por centímetro, muy cercano a la escala que calcularon usando Marte y el Sol.

## Comunicaciones en el espacio profundo

Planeta	Distancia medida al Sol, cm	Distancia media al Sol, km	Escala, millones de km/cm	¿Están las dos escalas cerca? (Sí/No)
Marte	<b>Aprox. 9.0 cm</b>	228 millones de kilómetros	<b>25.3 millones km/cm</b>	<b>Sí</b>
Tierra	<b>Aprox. 5.9 cm</b>	150 millones de kilómetros	<b>25.4 millones de km/cm</b>	

Ayude a los estudiantes a calcular la distancia, en grados, que cada planeta viaja cada día en su órbita de  $360^\circ$ , de acuerdo con su período orbital.

- Pida a los estudiantes que registren los períodos orbitales en la tabla de su Folleto para el estudiante. Esta tasa, medida en grados por día, se usará para calcular la distancia que recorre cada planeta en su órbita a lo largo de diferentes períodos de tiempo.
- El período orbital de Marte es de 687 días. ¿Qué distancia, en grados, recorre Marte en su órbita de  $360^\circ$  cada día? (Debe ser  $0.52^\circ$  por día)
- El período orbital de la Tierra es de 365 días. ¿Qué distancia, en grados, recorre la Tierra en su órbita de  $360^\circ$  cada día? (Debe ser  $0.99^\circ$  por día)

Planeta	Período orbital, días	Distancia recorrida por día, grados
Marte	687	<b><math>0.52^\circ</math></b>
Tierra	365	<b><math>0.99^\circ</math></b>

Pida a los estudiantes que usen los siguientes pasos para calcular la latencia de la señal entre la Tierra y Marte en diferentes momentos de las órbitas de los planetas.

1. En el modelo, girar la Tierra y Marte para que ambos planetas estén a  $0^\circ$ . Este punto se conoce como oposición, porque Marte y el Sol están en extremos opuestos de la Tierra. Este es el punto donde la Tierra y Marte están más cerca en sus órbitas.
2. Medir la distancia entre el centro de la Tierra y el centro de Marte y anotarlo en la tabla.
3. Usar la escala del modelo que se calculó anteriormente para encontrar la distancia real, en millones de kilómetros. Anotar la distancia real en la tabla tanto en números enteros como en notación científica.
4. Usar la velocidad de la luz para encontrar el tiempo de latencia para que una señal llegue de la Tierra a Marte.
5. Ahora, en el modelo, mantener la Tierra a  $0^\circ$  y girar Marte a  $180^\circ$ . Este punto se conoce como conjunción solar, porque el Sol y Marte forman una línea recta con la Tierra y parecerían "unidos" si se ven desde la Tierra. Este es el punto donde la Tierra y Marte están más separados en sus órbitas.
6. Siga los pasos del 2 al 4 para encontrar la latencia de tiempo para que una señal llegue de la Tierra a Marte durante la conjunción solar.

¿Qué pasaría si la Tierra y Marte estuvieran en algún lugar entre la oposición y la conjunción? La mayoría de las misiones a Marte duran varios años. Estas misiones incluyen satélites en órbita, módulos de aterrizaje y rovers, y algún día incluirán misiones tripuladas. La distancia entre la Tierra y Marte cambia constantemente a medida que pasa el tiempo y los planetas se mueven en sus órbitas. La comunicación fiable entre la Tierra y Marte es vital para el éxito de la misión, por lo que es necesario que el control de la misión sepa cuándo se recibirá un mensaje y cuándo esperar un mensaje de vuelta. ¿Se puede calcular el tiempo de latencia en diferentes momentos de sus órbitas? A continuación se trabaja con el primer plazo de la órbita, 100 días después de la oposición. Este ejemplo sería beneficioso para trabajar con sus alumnos si tienen dificultades.

- ¿Cuál será el tiempo de latencia 100 días después de que comience una misión mientras Marte está en oposición? Para averiguar esto, comience con ambos planetas en  $0^\circ$  nuevamente. Use la tasa que se calculó anteriormente para determinar a qué distancia recorrerá cada planeta en su órbita, en grados, después de 100 días. A una tasa de  $0.52^\circ$  por día, Marte habrá viajado  $52^\circ$  después de 100 días. A una tasa de  $0.99^\circ$  por día, la Tierra habrá recorrido  $99^\circ$  en su órbita después de 100 días. Coloque los planetas en estas posiciones en su modelo.
- Mida la distancia entre Marte y la Tierra en el modelo; esto debe ser de unos 6.5 cm.



- A continuación, utilice la escala del modelo calculada anteriormente (25.3 millones de km en el mundo real por 1 cm en el modelo) para encontrar la distancia entre los planetas; esto debería ser alrededor de 164 millones ( $1.64 \times 10^8$ ) km.
- Finalmente, calcule la latencia como antes, dividiendo esta distancia por la velocidad de la luz:
  - $164,000,000 \text{ km} / 299,800 \text{ km/s} = 547 \text{ s}$ , o 9 min, 7 s.
- Utilice este mismo método para calcular la latencia de la señal para el resto de los períodos de tiempo enumerados en la tabla.

Período de tiempo	Tierra posición	Posición de Marte	Distancia medida, cm	Distancia calculada, millones de km	Distancia calculada, km (número entero)	Distancia calculada, km (notación científica)	Tiempo de latencia, minuto, s
En oposición	0°	0°	Aprox. 3.1	78.4	78,400,000	$7.84 \times 10^7$	4 min 22 s
En conjunción solar	0°	180°	Aprox. 14.8	374	374,000,000	$3.74 \times 10^8$	20 min 47 s
100 días después de la oposición	99°	52°	Aprox. 6.5	164	164,000,000	$1.64 \times 10^8$	9 min 7 s
156 días después de la oposición	154°	81°	Aprox. 9.3	235	235,000,000	$2.35 \times 10^8$	13 min 4 s
320 días después de la oposición	317°	166°	Aprox. 14.4	364	364,000,000	$3.64 \times 10^8$	20 min 14 s
420 días después de la oposición	56°	218°	Aprox. 14.7	372	372,000,000	$3.72 \times 10^8$	20 min 41 s

- Si ocurriera una oposición el 6 de octubre de 2020, ¿cuál sería el tiempo de latencia para que una señal llegue a Marte desde la Tierra hoy? Pida a los alumnos que elijan otra fecha importante, como su próximo cumpleaños, y que también calculen el tiempo de latencia para esa fecha.

### ✓ Evaluar

Concluya la actividad dirigiendo un debate con las siguientes preguntas:

- ¿Qué tan cerca estuvieron de medir la velocidad de la luz (su porcentaje de error)? ¿Alguien estuvo dentro del 5 por ciento, 3 por ciento, 1 por ciento?
- Registre el porcentaje de error de los otros grupos. ¿Cuál es la media, la mediana, la moda y el rango de los porcentajes de error?
- ¿Cuáles podrían ser algunas de las posibles fuentes de error al medir la velocidad de la luz?
  - Respuestas posibles: Los puntos derretidos eran demasiado irregulares para encontrar los centros. Era difícil de medir y ser preciso con una regla.
- Mirar el tiempo de latencia cuando Marte estaba en conjunción solar. Si alguien en Marte tardó 1 minuto en responder a su mensaje, ¿cuánto tiempo tendría que esperar para obtener una respuesta después de enviar el mensaje por primera vez?
- ¿De qué manera los largos tiempos de latencia podrían dificultar o hacer problemática la comunicación de los astronautas en el espacio profundo o las naves espaciales?
  - Respuestas posibles: No se puede comunicar en tiempo real. No se puede controlar la nave de forma remota en tiempo real. No se puede saber el estado actual de la misión. Respuesta más lenta a las emergencias.
- ¿Cuáles son algunas cosas que los controladores de la misión pueden hacer para mitigar los problemas asociados con la latencia?
  - Respuestas posibles: Dar más autonomía a los astronautas o rovers para tomar decisiones “en el terreno”. Crear calendarios detallados para que puedan anticipar cuándo llegará la información.

## Comunicaciones en el espacio profundo

### Extensiones

- Pida a los estudiantes que busquen un recurso en línea que proporcione la posición actual de la Tierra y Marte en el sistema solar. Pregúnteles si la Tierra se está acercando o alejando actualmente de Marte. Pida a los estudiantes que calculen la latencia de una señal para llegar a Marte hoy, dentro de 2 meses y dentro de 6 meses.
- Pida a los estudiantes que calculen el tiempo entre la oposición de Marte y la siguiente oposición.  
Pista: ¿Cuánto más lejos (en grados) viaja la Tierra en su órbita que Marte cada día? ¿Cuántos días le tomaría a la Tierra alcanzar a Marte después de una oposición?
- Pida a los estudiantes que busquen la distancia promedio desde el Sol de los planetas Mercurio, Júpiter y Saturno. Usando la misma escala que usaron para su modelo, pida a los estudiantes que calculen qué tamaño tendría que tener cada uno de los círculos de la órbita de cada planeta para que los alumnos puedan utilizarlos con sus modelos.

### Adaptaciones

- La notación científica es un concepto que generalmente se presenta como un estándar de 8° grado. Esta actividad se puede utilizar para presentar la notación científica a los estudiantes; sin embargo, no es necesaria para completar esta actividad. Si está por encima del nivel de habilidad de los estudiantes, las columnas de notación científica en las tablas de datos pueden omitirse o reservarse para estudiantes avanzados.
- Si los estudiantes tienen dificultades con el concepto de los cálculos de proporciones, intente usar un lenguaje descriptivo, como por ejemplo "Un centímetro en su modelo equivale a 25.3 millones de kilómetros en el mundo real".
- El problema de los "100 días después de la oposición" se resolvió paso a paso en las Notas para el educador. Consulte esta sección, así como la guía de respuestas para ayudar a los estudiantes que puedan necesitar ayuda adicional.
- Algunos estudiantes pueden tener dificultades para construir o manipular el modelo del Sol, la Tierra y Marte. Para estos estudiantes, se puede hacer un modelo más grande y más fácil de manipular con materiales como cartulina o cartón pluma. Sin embargo, será necesario crear una nueva proporción en función del tamaño del modelo. Todos los demás conceptos y respuestas calculadas seguirán siendo los mismos.

## Actividad dos: Latencia

### Folleto para el estudiante

#### Su Desafío

En esta actividad, obtendrás la velocidad de la luz observando un horno de microondas y usando la fórmula **Velocidad = Frecuencia × Longitud de onda**. Usando la frecuencia operativa conocida de los hornos de microondas y midiendo la longitud de onda de las microondas mediante la observación de las interacciones entre las microondas y los alimentos dentro de un horno de microondas, podrás calcular la velocidad de la luz. A continuación, utilizaras la velocidad de la luz para calcular la latencia, o el tiempo que tarda la señal, entre la Tierra y otros objetos del sistema solar. Finalmente, crearás un dispositivo que te permitirá modelar la distancia entre la Tierra y Marte en diferentes puntos de sus órbitas y determinar la latencia para que una señal llegue a Marte en diferentes momentos durante una misión a Marte.

#### Participar

Anota tus respuestas a las siguientes preguntas a medida que se leen en voz alta.

- ¿Qué tan rápida es la velocidad de la luz (en km/s)? \_\_\_\_\_
- ¿Cuánto tiempo tardaría (en segundos o minutos) un rayo de luz en viajar desde la Tierra hasta
  - ¿El sol? \_\_\_\_\_
  - ¿Una nave espacial en órbita cercana a la Tierra? \_\_\_\_\_
  - ¿Un satélite de comunicaciones en órbita geosincrónica? \_\_\_\_\_
  - ¿La luna? \_\_\_\_\_

#### Explorar

Sigue cuidadosamente las instrucciones y las pautas de seguridad para encontrar la frecuencia de las microondas, medir la longitud de onda de las microondas y calcular la velocidad de la luz.

Frecuencia de las microondas, Hz	
Antinodo medido, cm	
Longitud de onda calculada, cm	
Velocidad calculada de la luz, cm/s	
Velocidad de la luz calculada, km/s (número entero)	
Velocidad de la luz calculada, km/s (notación científica)	

- ¿Cuál es la velocidad real de la luz? \_\_\_\_\_
- ¿Cuál es tu porcentaje de error? \_\_\_\_\_

#### Explicar

Ahora que conoces la velocidad real de la luz, útilazala para calcular el tiempo que tarda (latencia) para que una señal alcance lo siguiente:

#### Dato curioso

¿Tu servicio de Internet es tan rápido como el de la Luna? En la demostración de comunicación láser lunar, la NASA pudo transmitir datos desde la órbita lunar a la Tierra a una velocidad de 622 Mbps utilizando un transmisor láser a bordo del satélite Lunar Atmosphere and Dust Environment Explorer (LADEE). y, ¡eso sí que es streaming en serio!

Más información:

<https://www.nasa.gov/content/goddard/historic-demonstration-proves-laser-communication-possible>

#### Esquina profesional

¿Estás interesado en una carrera en las comunicaciones espaciales? El departamento de Space Communications and Navigation (SCaN) de la NASA tiene un programa de pasantías dedicado a brindar capacitación práctica, y el programa está abierto a estudiantes de escuela superior. El Proyecto de pasantía de SCaN (SIP) permite a los estudiantes adquirir experiencia trabajando en misiones reales con sistemas de comunicaciones espaciales de última generación.

Más información:

<https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/communications/outreach/internships>

## Comunicaciones en el espacio profundo

Objeto	Distancia, kilómetros	Latencia, s (decimales)	Latencia, s (notación científica)
Nave espacial en órbita cercana a la Tierra	408 ( $4.08 \times 10^2$ )		
Satélite geosíncrono	35,800 ( $3.58 \times 10^4$ )		
La luna	383,000 ( $3.83 \times 10^5$ )		
El sol	150,000,000 ( $1.50 \times 10^8$ )	(en min, s)	

Usa tus conocimientos sobre la relación entre la frecuencia, la longitud de onda y la velocidad con respecto a las ondas en el espectro electromagnético, así como las implicaciones de la latencia de la señal, para responder las siguientes preguntas:

- Todas las ondas del espectro electromagnético viajan a la misma velocidad. ¿Las ondas que tienen longitudes de onda más largas que las microondas, como las ondas de radio, tendrían frecuencias más altas o más bajas?
- La luz visible tiene frecuencias mucho más altas que las microondas. ¿Sus longitudes de onda son más largas o más cortas que las de las microondas?
- Si eres un espectador en un evento deportivo en vivo y también estás viendo el mismo evento en vivo en tu teléfono mientras estás en las gradas, ¿esperarías que la acción que ves en tu teléfono suceda al mismo tiempo que la acción que ves en el campo? ¿Ver eventos deportivos en vivo desde casa es realmente “en vivo”?
- ¿Qué problemas podrían surgir al tratar de operar un rover controlado a distancia en la superficie lunar desde la Tierra?
- ¿Qué otros problemas podrían ocurrir por un retraso en la comunicación con los astronautas en una misión en el espacio profundo causado por la latencia de la señal?
- La velocidad de la luz es diferente en distintos medios (agua, aire y el vacío del espacio). ¿Qué puedes explicar sobre la luz que has observado al pasar de un medio a otro?

### Profundizar

Sigue las instrucciones de tu instructor para construir un modelo a escala de las órbitas de la Tierra y Marte alrededor del Sol. Determina la escala del modelo y completa la siguiente tabla.

Planeta	Distancia medida al sol, km	Distancia media al sol	Escala, millones de km/cm	¿Están las dos escalas cerca? Sí/No
Marte		228 millones de kilómetros		
Tierra		150 millones de kilómetros		

Con la ayuda de tu instructor, determina la distancia, en grados, que cada planeta recorre a lo largo de su órbita de  $360^\circ$  cada día y completa la siguiente tabla. Esta tasa, medida en grados por día, se usará para calcular cuánto recorre cada planeta en su órbita durante diferentes periodos de tiempo.

Planeta	Periodo orbital, días	Distancia recorrida por día, grados
Marte	687	
Tierra	365	

Sigue los siguientes pasos para calcular la latencia de la señal entre la Tierra y Marte en diferentes momentos en las órbitas de los planetas.

1. En tu modelo, gira la Tierra y Marte para que ambos planetas estén a  $0^\circ$ . Este punto se conoce como oposición, porque Marte y el Sol están en extremos opuestos de la Tierra. Este es el punto donde la Tierra y Marte están más cerca en sus órbitas.
2. Medir la distancia entre el centro de la Tierra y el centro de Marte y anotarlo en la tabla.

3. Usa la escala del modelo que calculaste anteriormente para encontrar la distancia real, en millones de kilómetros, y anótala en la tabla tanto en números enteros como en notación científica.
4. Usar la velocidad de la luz para encontrar el tiempo de latencia para que una señal llegue de la Tierra a Marte.
5. Ahora, en tu modelo, mantén la Tierra a  $0^\circ$  y gira Marte a  $180^\circ$ . Este punto se conoce como conjunción solar, porque el Sol y Marte forman una línea recta con la Tierra y parecerían "unidos" si se ven desde la Tierra. Este es el punto donde la Tierra y Marte están más alejados en sus órbitas.
6. Siga los pasos del 2 al 4 para encontrar la latencia de tiempo para que una señal llegue de la Tierra a Marte durante la conjunción solar.

¿Y si la Tierra y Marte estuvieran aquí en algún lugar entre la oposición y la conjunción? La mayoría de las misiones a Marte duran varios años. Estos incluyen satélites en órbita, módulos de aterrizaje, rovers y algún día incluirán misiones tripuladas. La distancia entre la Tierra y Marte cambia constantemente a medida que pasa el tiempo y los planetas se mueven en sus órbitas. La comunicación fiable entre la Tierra y Marte es vital para el éxito de la misión, por lo que es necesario que el control de la misión sepa cuándo se recibirá un mensaje y cuándo esperar un mensaje de vuelta. ¿Podemos calcular el tiempo de latencia en diferentes momentos de sus órbitas?

- ¿Cuál será el tiempo de latencia 100 días después de que comience una misión mientras Marte está en oposición? Para averiguar esto, comience nuevamente con ambos planetas en  $0^\circ$ . Usa las tasas que calculaste anteriormente para determinar a qué distancia viajará cada planeta en su órbita, en grados, después de 100 días. Coloque los planetas en estas posiciones en su modelo. Ahora puedes medir la distancia entre ellos y calcular la latencia como lo hiciste antes.
- Utilice este mismo método para calcular la latencia de la señal para el resto de los periodos de tiempo enumerados en la tabla.

Periodo de tiempo	Tierra posición	Marte posición	Distancia medida, cm	Distancia calculada, millones de km	Distancia calculada, km (número entero)	Distancia calculada, km (notación científica)	Tiempo de latencia, minuto, s
En oposición	$0^\circ$	$0^\circ$					
En conjunción solar	$0^\circ$	$180^\circ$					
100 días después de la oposición							
156 días después de la oposición							
320 días después de la oposición							
420 días después de la oposición							

- Si ocurriera una oposición el 6 de octubre de 2020, ¿cuál sería el tiempo de latencia para que una señal llegue a Marte desde la Tierra hoy?
- Elige otra fecha importante, como tu próximo cumpleaños, y calcula también el tiempo de latencia para esa fecha.

**✓ Evaluar**

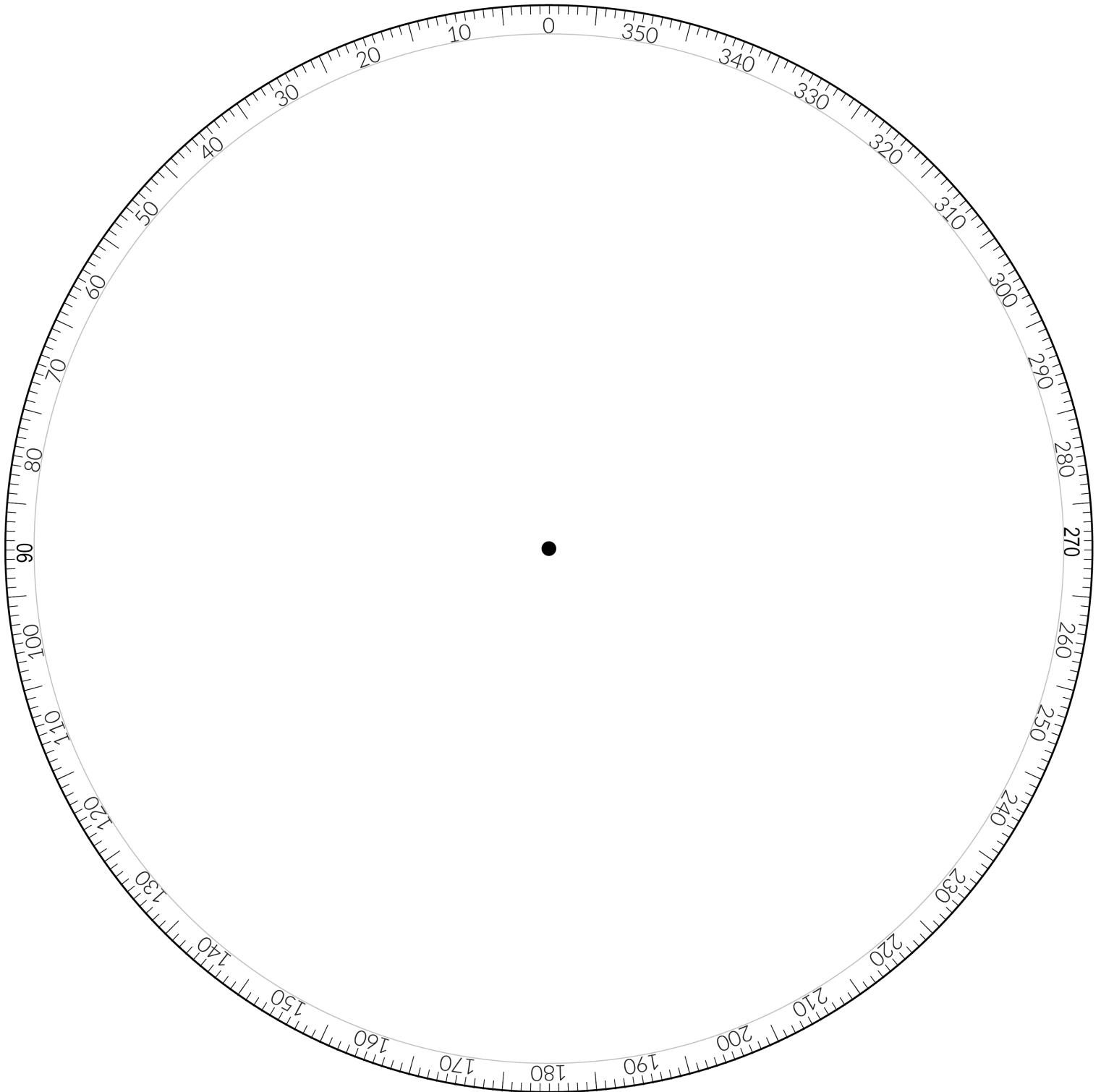
Prepárate para mostrar tu comprensión de la actividad participando en las siguientes preguntas con el resto de tu grupo:

- ¿Qué tan cerca estuvieron de medir la velocidad de la luz (su porcentaje de error)? ¿Hubo alguien que estuviera dentro del 5 por ciento, 3 por ciento, 1 por ciento?

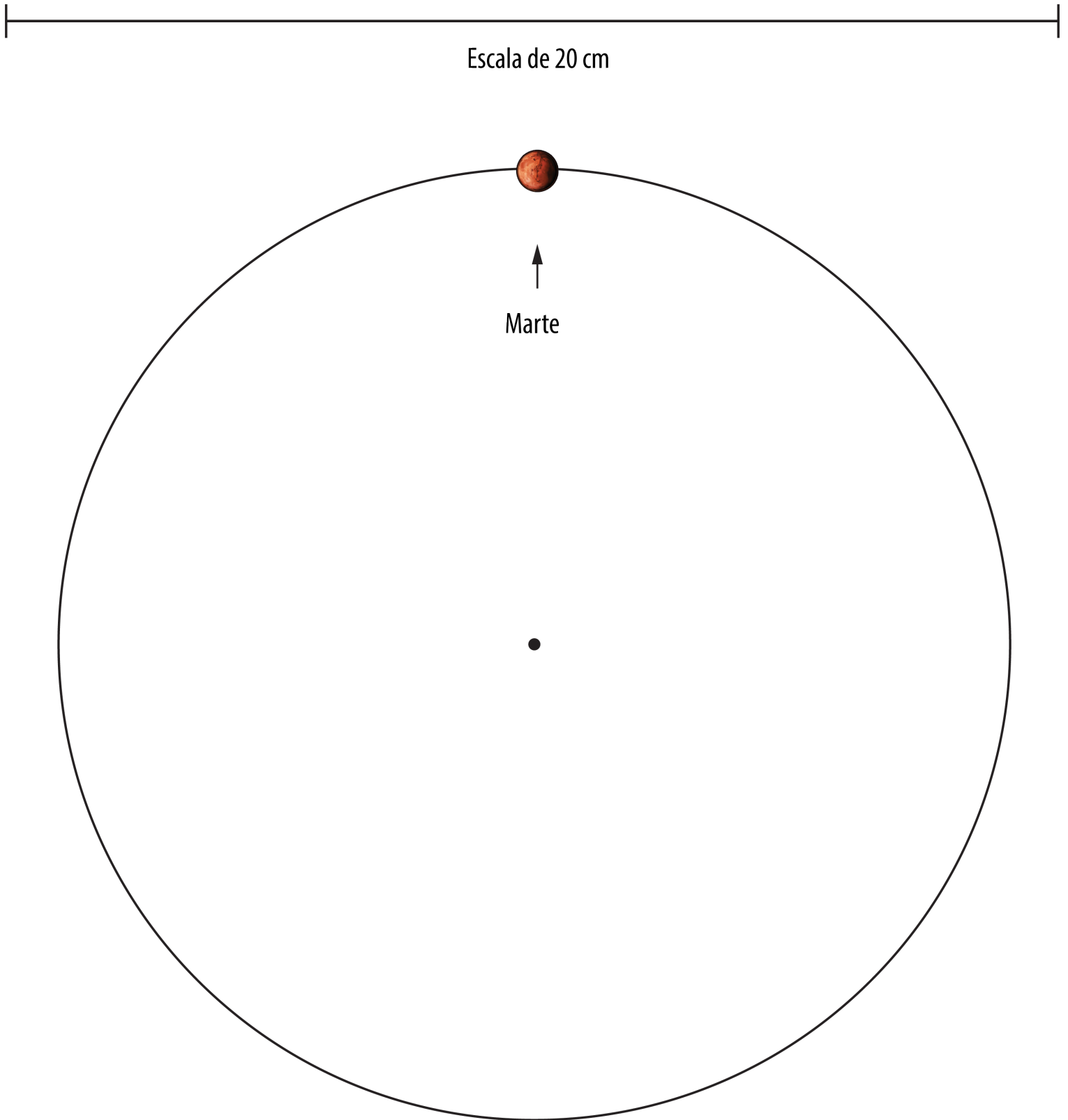
## Comunicaciones en el espacio profundo

- Registre el porcentaje de error de los otros grupos. ¿Cuál es la media, la mediana, la moda y el rango de los porcentajes de error?
- ¿Cuáles podrían ser algunas de las posibles fuentes de error al medir la velocidad de la luz?
- Mirar el tiempo de latencia cuando Marte estaba en conjunción solar. Si alguien en Marte tardó 1 minuto en responder a su mensaje, ¿cuánto tiempo tendría que esperar para obtener una respuesta después de enviar el mensaje por primera vez?
- ¿De qué manera los largos tiempos de latencia podrían dificultar o hacer problemática la comunicación de los astronautas en el espacio profundo o las naves espaciales?
- ¿Cuáles son algunas cosas que los controladores de la misión pueden hacer para mitigar los problemas asociados con la latencia?

# Plantilla de la brújula



## Plantilla de la órbita de Marte

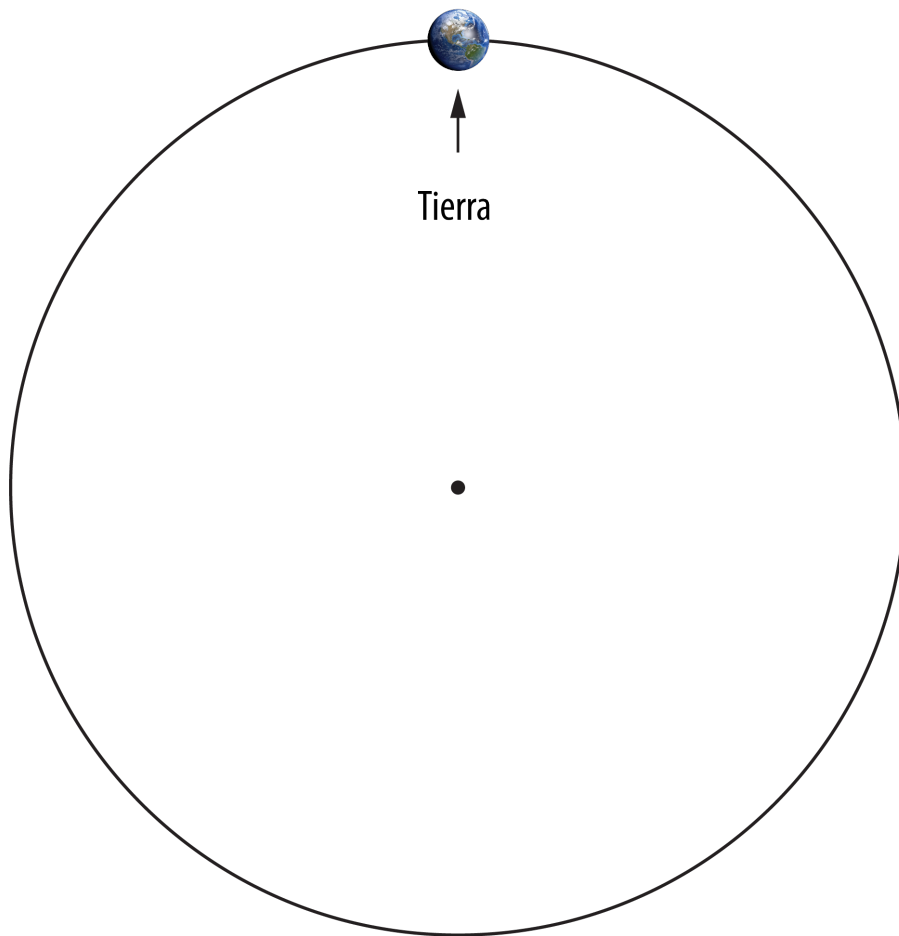


Plantilla de la órbita de Marte



## Plantilla de la órbita terrestre

Escala de 20 cm



Plantilla de la órbita de la Tierra

## Actividad tres: Rendimiento

### Notas para el educador

#### Objetivos de aprendizaje

Los estudiantes podrán hacer lo siguiente:

- Modelar cómo los datos (paquetes) pueden degradarse durante las comunicaciones en el espacio profundo.
- Desarrollar un protocolo para disminuir la cantidad de pérdida de paquetes y la degradación de los datos transmitidos a través de las redes.
- Explicar las Redes tolerantes al retardo e interrupciones (DTN), el protocolo para empaquetar mensajes para su entrega en la Red del Espacio Profundo (DSN).

#### Descripción general del desafío

Durante el juego 3D (Delayed, Degraded, Delivered), los estudiantes asumirán los roles del equipo de la NASA que desarrolla el DSN simulando cómo se pueden retrasar, degradar y entregar los datos transmitidos a través del DSN. Esta actividad guía al educador y a los estudiantes a través de los pormenores del protocolo DTN poniendo a los estudiantes en escenarios del DSN de la vida real.

#### Tiempo sugerido

45 a 60 minutos

#### Estándares Nacionales STEM

Ciencias e Ingeniería (NGSS)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• MS-PS4-2: desarrollar y usar un modelo para describir que las ondas se reflejan, absorben o transmiten a través de diversos materiales. (Grados 6–8)</li> </ul> <p><i>Ideas básicas disciplinarias</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Una onda de sonido necesita un medio a través del cual transmitirse.</li> </ul>	<p><i>Prácticas de ciencia e ingeniería</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar y usar un modelo para describir fenómenos.</li> </ul>
Tecnología (CSTA)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2-NI-04: modelar el papel de los protocolos en la transmisión de datos a través de redes e Internet.</li> </ul>	
Matemáticas (CCSS)	
<p><i>Prácticas matemáticas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CSS.Math.Practice.MP3: construir argumentos viables y criticar el razonamiento de los demás.</li> </ul>	
Artes del Lenguaje (CCSS)	
<p><i>Prácticas de Artes del Lenguaje</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CCSS.ELA-LITERACY.RST.6-8.7: integrar información cuantitativa o técnica expresada en palabras en un texto con una versión de esa información expresada visualmente (por ejemplo, en un diagrama de flujo, diagrama, modelo, gráfico o tabla).</li> </ul>	<p><i>Prácticas de artes del lenguaje (continuación)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CCSS.ELA-LITERACY.RST.6-8.2: determinar las ideas centrales o conclusiones de un texto; proporcionar un resumen preciso del texto distinto de los conocimientos previos u opiniones.</li> </ul>

#### Preparación del desafío

La Red del Espacio Profundo (DSN) es un sistema mundial de antenas sensibles que se comunica con naves espaciales interplanetarias. Las señales hacia y desde las naves espaciales viajan de millones a miles de millones de kilómetros. Para escuchar la débil señal de la nave espacial, las antenas en la Tierra están equipadas con amplificadores, pero hay varios problemas. La señal se degrada por el ruido de radio de fondo (estática) que emiten naturalmente casi todos los objetos del universo, incluidos el Sol y la Tierra. El ruido de fondo se amplifica junto con la señal. La señal también puede degradarse por la absorción de las ondas como pérdida de energía sonora. Además, los potentes equipos electrónicos que amplifican la señal añaden ruido propio. La Red del Espacio Profundo utiliza una tecnología muy sofisticada, que incluye el enfriamiento de los amplificadores a unos pocos grados por encima del cero absoluto y técnicas de codificación especiales para que el sistema receptor pueda distinguir la señal del ruido no deseado.

El educador debe hacer lo siguiente:

- Leer la introducción y antecedentes, las Notas para el educador y el Folleto para el estudiante para familiarizarse con el desafío.
- Imprimir el Folleto para el estudiante para cada equipo.
- Copiar la tira cómica de Cosmic Comic Game (una por equipo) al final de las Notas para el educador y córtela en imágenes individuales.

### Materiales

- Tira cómica del juego Cosmic Comic Game con imágenes de la NASA, un juego por equipo
- Dados o cubos con números para cada equipo
- Fichas
- Utensilios de escritura
- Hoja de trabajo Retrasado, degradado o entregado, una por equipo

### Presente el desafío

Recuerde a los estudiantes que usen un lenguaje apropiado para la escuela durante toda esta actividad.

Crear una frase con temática espacial y mezclar las palabras. Por ejemplo, "No encienda los propulsores hasta después de contar hasta diez" podría convertirse en "Encienda los diez no de propulsores hasta después de hasta que cuente". Lea la oración desordenada a los estudiantes y pregúnteles si pudieron entenderla.

Para activar el conocimiento previo, haga a los estudiantes las siguientes preguntas:

- ¿Cómo llega un mensaje de texto de su teléfono al teléfono de un amigo que está cerca?
- ¿Por qué es importante el Wi-Fi en tu vida cotidiana?

Leer el artículo "Comunicaciones espaciales: 7 cosas que debe saber" en grupo, usando estrategias para la comprensión de lectura (por ejemplo, ejemplificar pensando en voz alta, usar organizadores gráficos para asimilar información y proporcionar preguntas que requieran que los estudiantes encuentren evidencia en el texto). <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2020/space-communications-7-things-you-need-to-know>

### Participar

- Comparta el video "7 Minutos de Terror". <https://mars.nasa.gov/resources/20049/challenges-of-getting-to-mars-curiositys-seven-minutes-of-terror/?site=msl>
- Haga a los estudiantes las siguientes preguntas:
  - ¿Por qué el equipo que diseñó el sistema de entrada, descenso y aterrizaje sintió "terror" durante el aterrizaje del Mars Curiosity Rover de la NASA?
  - ¿Por qué hay un retraso en la comunicación con los humanos en la Luna o Marte?
  - ¿Cómo podría afectar eso a los astronautas en la Luna y en Marte?
  - ¿Qué podría ser diferente si un humano, en lugar de un robot, aterrizara en Marte?

### Presente el desafío

#### Explorar

#### **Juego del cómic cósmico**

Este juego es una actividad y se trata de pasar un papel para simular los problemas que pueden ocurrir con los paquetes de datos que viajan en una red.

- Recorte previamente la tira cómica del Juego del cómic cósmico al final de las Notas para el educador y distribuya las piezas (que no estén ordenadas en secuencia) en equipos pequeños de no más de cuatro estudiantes.  
Nota: El educador puede usar otras fuentes siempre que el grupo de imágenes represente una secuencia clara de eventos. Se pueden encontrar numerosas imágenes de la NASA en <https://www.nasa.gov/exploration/systems/sls/outreach/activities.html>.
- Desafíe a los estudiantes a trabajar en equipo para organizar rápidamente las piezas del cómic o de la imagen en la secuencia correcta.
- El equipo que consiga el tiempo más rápido y el orden correcto gana la ronda.

## Comunicaciones en el espacio profundo

- Después del Juego del cómic cósmico, el educador hará participar a los alumnos con las siguientes preguntas:
  - ¿Qué parece demostrar el modelo?
  - ¿En qué se parece este proceso al de la Red del Espacio Profundo de la NASA?
  - ¿Cuáles son algunos de los desafíos que enfrenta la NASA cuando intenta transmitir y recibir comunicaciones con naves espaciales y satélites?
- Discuta con los estudiantes cómo la NASA se comunica con las naves espaciales. Los siguientes videos son recursos útiles para obtener más información.
  - Para obtener información sobre cómo funciona el DSN, comparta el video “How Does a Spacecraft Take a Picture?” (¿Cómo toma una fotografía una nave espacial?) <https://www.youtube.com/watch?v=5ueMGZTzfy> (Duración del video 3:02)
  - Comparta el video “Mars in a Minute: Phoning Home—Communicating From Mars.” (Marte en un minuto: llamando a casa, comunicándose desde Marte). <https://www.jpl.nasa.gov/edu/learn/video/mars-in-a-minute-phonng-home-communicating-from-mars/> (Duración del video: 2:29)

### Explicar

Pida a los estudiantes que seleccionen al menos dos de los siguientes recursos (una actividad y un sitio web) para obtener más información. Después de haber completado al menos una actividad y explorado al menos un sitio web, pida a los estudiantes que creen un organizador gráfico o una imagen para demostrar su dominio de cómo funcionan el DSN y la DTN. Los estudiantes deben incluir el siguiente vocabulario: reflejar, absorber, transmitir, satélite y señal. Esto ayudará a los estudiantes a modelar cómo viaja una señal en el Juego 3D.

Recursos de la actividad:

- DSN Game UpLink–Downlink. (página web del juego de la DSN, comandos de enlace ascendente/descendente) <https://spaceplace.nasa.gov/search/DSN/>
- Página para colorear de SCaN y video “Color With NASA” (Colorea con la NASA). [https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/communications/outreach/students/create\\_with\\_scan](https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/communications/outreach/students/create_with_scan)
  - Opcional: los educadores pueden compartir el trabajo de sus alumnos en una plataforma de redes sociales con la etiqueta #NextGenSTEM.

Recursos del sitio web:

- Sitio web Deep Space Network Now. <https://eyes.nasa.gov/dsn/dsn.html>
- Video “Building Interplanetary Internet With ‘Disruption Tolerant Networking’” (Construyendo una Internet interplanetaria con redes tolerantes al retardo e interrupciones). <https://www.nasa.gov/feature/antarctic-selfie-s-journey-to-space-via-disruption-tolerant-networking>
- Sitio web de la DTN. [https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/engineering/technology/disruption\\_tolerant\\_networking](https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/engineering/technology/disruption_tolerant_networking)

### Profundizar

#### **Juego 3D**

Los estudiantes jugarán dos rondas. La ronda 1 demostrará una señal de la Tierra a una nave espacial en la Luna (una distancia de 382,500 kilómetros o 237,674 millas); se puede jugar con tres a cinco estudiantes por equipo. La ronda 2 demostrará una señal de la Tierra a una nave espacial en Marte; el número de alumnos por equipo se puede duplicar o triplicar. El número de estudiantes por equipo se incrementa para representar la necesidad de más estaciones repetidoras para transmitir una señal de la Tierra a Marte (una distancia de 54.6 millones de kilómetros o 39,926,867 millas) y las oportunidades adicionales para que esa señal experimente degradación y retraso.

### Instrucciones:

- Divida a todo el grupo en equipos.
  - Ronda 1: de tres a cinco estudiantes por equipo.
  - Ronda 2: seis a diez estudiantes por equipo.
- Entregue a cada equipo una hoja de trabajo Retrasado, degradado o entregado, dos dados o cubos con números y fichas.
- El primer estudiante del equipo será la estación DSN que enviará un mensaje a la nave espacial, que es el último estudiante del equipo. Todos los demás actúan como estaciones de retransmisión. El proceso de retransmisión muestra cómo se transmite una señal desde la Tierra a una nave espacial.
  - Ronda 1: La nave espacial está en la Luna.
  - Ronda 2: La nave espacial está en Marte.
- Indique a la estación DSN (primer estudiante del equipo) que seleccione una ubicación física dentro de la habitación y escriba una serie de comandos breves en fichas (una oración/comando de 3 a 5 palabras por tarjeta) para dirigir la nave espacial (último estudiante en el equipo) a la ubicación.
  - Por ejemplo: camina 10 pasos. Gira a la izquierda en el tercer escritorio. Continúa recto durante 2 pasos. Deténgase en la pizarra.
- La estación DSN entregará cada tarjeta de comando en secuencia al equipo de relevo. A medida que cada estudiante de relevo recibe una tarjeta de comando, tirará los dados, leerá el escenario correspondiente de la hoja Retrasado, degradado o entregado, realizará los cambios indicados en la ficha y pasará la tarjeta al siguiente miembro del equipo. Cada tarjeta de comando pasará por este proceso hasta que todos los estudiantes de relevos hayan tenido un turno con cada tarjeta de comando y la nave espacial reciba el comando.
- El último alumno (la nave espacial) recogerá todas las tarjetas de mando e intentará navegar hasta la ubicación basándose en las tarjetas de mando revisadas.

Una vez completadas ambas rondas, haga que cada equipo examine sus comandos y discuta las siguientes preguntas:

- ¿Qué tanto se desvió la persona que siguió el mensaje distorsionado?
- Compare y contraste el mensaje de la ronda 1 con el mensaje de la ronda 2. ¿Qué tendencias han observado?
- ¿Por qué creen que se produjo esta tendencia?
- Al final de la ronda 1, ¿pudiste entender el mensaje? Al final de la ronda 2, ¿pudiste entender el mensaje?
- ¿Algunos de los errores tuvieron un mayor impacto que otros?

### ✓ Evaluar

- Pida a los estudiantes que desarrollen un protocolo que les permita superar los diversos escenarios que encontraron en la sección **Profundizar**. El protocolo debe garantizar que tanto la estación DSN como la nave espacial puedan estar seguros de que se recibirá el mensaje completo.
- Directrices para el protocolo:
  - El mensaje completo debe consistir en una serie de comandos de 3 a 5 palabras. Los estudiantes pueden decidir que, como parte de su protocolo, quieren que los datos lleguen en paquetes; si es así, tienen la opción de escribir cada palabra en una ficha diferente.
  - La ubicación no puede ser conocida de antemano. Solo la estación DSN puede conocer la ubicación física dentro de la habitación a la que se dirige la nave espacial.
- Algunos ejemplos de protocolos que los estudiantes pueden implementar son:
  - Hacer que los datos se envíen un paquete a la vez.

## Comunicaciones en el espacio profundo

- Duplicar el mensaje para garantizar que se entregue la mayor parte del mensaje. Por ejemplo, el mensaje puede ser "Gire a la izquierda en el primer escritorio, y los estudiantes pueden optar por duplicar cada oración: "Gira a la izquierda en el primer escritorio. Gire a la izquierda en el primer escritorio".
- Los alumnos pueden decidir truncar las órdenes como protocolo. Por ejemplo, "Colocar la herramienta en el lado izquierdo de la cápsula" se convertiría en "Colocar herramienta en lado izquierdo".
- Haga que los estudiantes prueben su protocolo al menos una vez con un equipo de no más de cinco estudiantes.

### Compartir

Pida a los estudiantes que presenten sus protocolos. Involucre a los estudiantes con las siguientes preguntas o indicaciones:

- ¿Funcionó su protocolo para garantizar que el mensaje se entregara y no se degradara?
- ¿Por qué crees que tu protocolo funcionó o no funcionó?
- Si pudieras revisar tu protocolo, ¿qué nuevas revisiones harías?
- Compara y contrasta tu protocolo con el de la DTN. El protocolo DTN se puede encontrar aquí: [https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/engineering/technology/disruption\\_tolerant\\_networking](https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/engineering/technology/disruption_tolerant_networking)

A medida que los estudiantes presenten, asegúrese de verificar que hayan cubierto los siguientes conceptos:

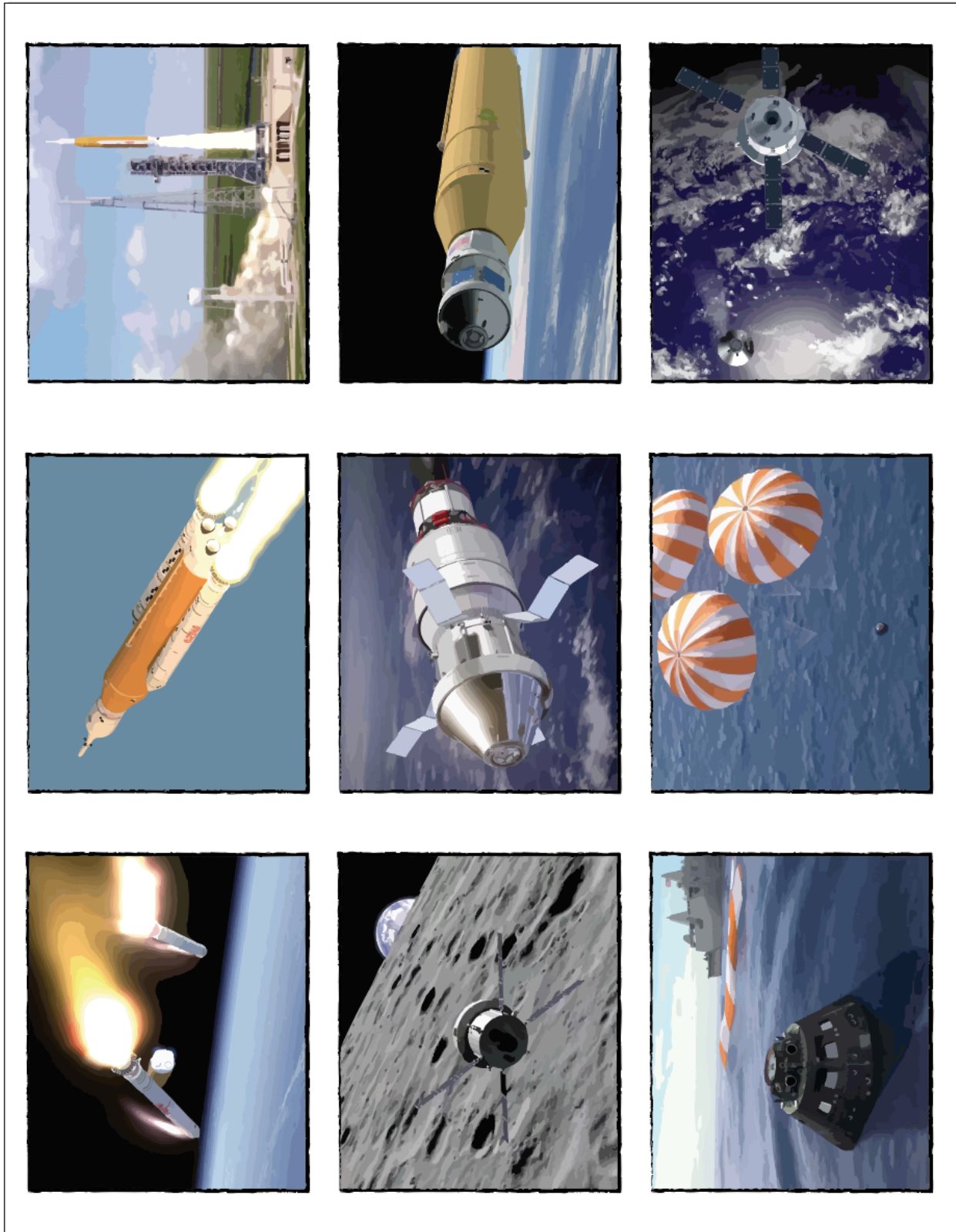
- El mensaje fue entregado.
- Los estudiantes detallaron los pasos de su protocolo.
- Los estudiantes sugirieron mejoras para su protocolo.
- Durante la presentación, los estudiantes compararon y contrastaron su protocolo con el de la DTN.

### Extensiones

- Permita que los equipos prueben cuántas estaciones repetidoras funcionan mejor con su protocolo para entregar el mensaje completo.
- ¡Construye tu propia nave espacial! <https://spaceplace.nasa.gov/build-a-spacecraft/en/>
- Sitio web de Deep Space Network Now. <https://eyes.nasa.gov/dsn/dsn.html>

## Tira cómica del juego Cosmic Comic Game

Educador: Recorte previamente la tira cómica del Cosmic Comic Game (un juego por equipo) y distribuya los juegos de piezas cortadas del cómic (que no estén ordenadas en secuencia) a equipos de no más de cuatro estudiantes.



# Actividad tres: Rendimiento

## Folleto para el estudiante

### Su Desafío

La Red del Espacio Profundo (DSN) es un sistema mundial de antenas sensibles que se comunica con naves espaciales interplanetarias. Las señales hacia y desde las naves espaciales viajan de millones a miles de millones de kilómetros. Ese es un viaje largo, por lo que es posible que te preguntes, ¿cómo funciona esto?

Durante el juego 3D (Retrasado, degradado o entregado), tu equipo asumirá los roles de un equipo de la NASA que desarrolla el DSN simulando cómo se pueden retrasar, degradar y entregar los datos transmitidos a través de una red. Esta actividad te guiará a través de los detalles del protocolo de la red tolerante al retardo e interrupciones (DTN) al situarte en escenarios de la vida real del DSN.

### Participar

Después de ver “7 minutos de terror”, discute las siguientes preguntas:

- ¿Por qué el equipo que diseñó el sistema de entrada, descenso y aterrizaje sintió “terror” durante el aterrizaje del Mars Curiosity Rover de la NASA?
- ¿Por qué hay un retraso en la comunicación con los humanos en la Luna o Marte?
- ¿Cómo podría afectar eso a los astronautas en la Luna y en Marte?
- ¿Qué podría ser diferente si un humano, en lugar de un robot, aterrizara en Marte?

### Explorar

#### Juego del cómic cósmico

Este juego es una actividad y se trata de pasar un papel para simular los problemas que pueden ocurrir con los paquetes de datos que viajan en una red.

- Se te darán fragmentos de una tira cómica o una imagen.
- Tu equipo trabajará rápidamente para organizar esas piezas en la secuencia correcta.

Después de organizar las imágenes, piensa en las siguientes preguntas:

- ¿Qué parece demostrar el modelo?
- ¿En qué se parece este proceso al de la Red del Espacio Profundo de la NASA?
- ¿Cuáles son algunos de los desafíos que enfrenta la NASA cuando intenta transmitir y recibir comunicaciones con naves espaciales y satélites?

### Explicar

¿Cómo se comunica la NASA con una nave espacial? A continuación encontrarás recursos de la NASA para que tu equipo los explore. Selecciona al menos dos de estos recursos (una actividad y un sitio web) para familiarizarte con el DSN y crea un organizador gráfico o una imagen para demostrar cómo funcionan el DSN y la DTN.

Recursos de la actividad:

- DSN Game UpLink–Downlink. (página web del juego de la DSN, comandos de enlace ascendente/descendente) <https://spaceplace.nasa.gov/search/DSN/>

### Dato curioso

En 1997, la Legislatura de Texas aprobó un proyecto de ley que permitía a los astronautas de la NASA votar desde el espacio.

En 2020, la astronauta de la NASA Kate Rubins cumplió su deber cívico desde el espacio en la Estación Espacial Internacional, a 250 millas sobre la superficie de la Tierra.



Más información:

<https://www.nasa.gov/image-feature/goddard/2020/how-nasa-transmits-votes-from-the-space-station>

### Esquina profesional

En el verano de 2020, un grupo de pasantes de Navegación y Comunicaciones Espaciales (SCaN) de la NASA ayudó a desarrollar protocolos de red que ampliarán servicios similares a los de Internet en las profundidades del sistema solar.



Más información:

<https://www.nasa.gov/feature/Goddard/2020/nasa-interns-extending-internetworking-off-world>



- Página para colorear de SCan y video “Color With NASA” (Colorea con la NASA).  
[https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/communications/outreach/students/create\\_with\\_scan](https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/communications/outreach/students/create_with_scan)

Recursos del sitio web:

- Sitio web Deep Space Network Now. <https://eyes.nasa.gov/dsn/dsn.html>
- Video “Building Interplanetary Internet With ‘Disruption Tolerant Networking’” (Construyendo una Internet interplanetaria con redes tolerantes al retardo e interrupciones). <https://www.nasa.gov/feature/antarctic-selfie-s-journey-to-space-via-disruption-tolerant-networking>
- Sitio web de la DTN. [https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/engineering/technology/disruption\\_tolerant\\_networking](https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/engineering/technology/disruption_tolerant_networking)

### Profundizar

#### **Juego 3D**

Tu maestro asignará equipos para jugar dos rondas del Juego 3D (Retrasado, degradado o entregado). La ronda 1 demostrará una señal de la Tierra a la Luna (una distancia de 382,500 kilómetros o 237,674 millas). En la ronda 2, se aumentará el número de estudiantes por equipo para representar la necesidad de más estaciones repetidoras para transmitir una señal de la Tierra a Marte (una distancia de 54.6 millones de kilómetros o 33,926,867 millas).

- Cada equipo recibirá una hoja de trabajo Retrasado, degradado o entregado, dos dados o cubos de números y fichas.
- El primer estudiante del equipo será la estación DSN que envía un mensaje a la nave espacial, que es el último estudiante del equipo. Todos los demás actúan como estaciones de retransmisión. El proceso de retransmisión muestra cómo se transmite una señal desde la Tierra a una nave espacial.
  - Ronda 1: La nave espacial está en la Luna.
  - Ronda 2: La nave espacial está en Marte.
- La estación DSN (primer miembro del equipo) seleccionará una ubicación física en la habitación. No le digan a la nave espacial (el último miembro del equipo) la ubicación.
- La estación DSN escribirá una serie de comandos breves en fichas (una oración/comando de 3 a 5 palabras por tarjeta) para dirigir la nave espacial (último estudiante del equipo) a la ubicación.
  - Por ejemplo, si desean que la nave espacial (último alumno) llegue al escritorio del instructor, pueden escribir los siguientes comandos: camina 10 pasos. Gira a la izquierda en el tercer escritorio. Continúa recto durante 2 pasos. Deténgase en la pizarra.
  - Recuerda: Cada comando estará en una ficha diferente.
- La estación DSN entregará cada tarjeta de comando en secuencia al equipo de relevo. A medida que cada estudiante de relevo recibe una tarjeta de comando, tirará los dados, leerá el escenario correspondiente de la hoja Retrasado, degradado o entregado, realizará los cambios indicados en la ficha y pasará la tarjeta al siguiente miembro del equipo. Cada tarjeta de comando pasará por este proceso hasta que todos los estudiantes de relevos hayan tenido un turno y la nave espacial reciba el comando.
- El último alumno (la nave espacial) recogerá todas las tarjetas de mando e intentará navegar hasta la ubicación basándose en las tarjetas de mando revisadas.

Mientras el equipo examina el mensaje original y el mensaje al final de la actividad, discute las siguientes preguntas:

- ¿Qué tanto se desvió la persona que siguió el mensaje distorsionado?
- Compare y contraste el mensaje de la ronda 1 con el mensaje de la ronda 2. ¿Qué tendencias han observado?
- ¿Por qué creen que se produjo esta tendencia?
- Al final de la ronda 1, ¿pudiste entender el mensaje? Al final de la ronda 2, ¿pudiste entender el mensaje?
- ¿Algunos de los errores tuvieron un mayor impacto que otros?

## Comunicaciones en el espacio profundo

### ✓ Evaluar

- Ahora que han aprendido cómo se puede retrasar, degradar o entregar un mensaje, tu equipo desarrollará un protocolo que le permitirá superar los diversos escenarios que se encontraron en el Juego 3D. El protocolo debe garantizar que tanto la estación DSN como la nave espacial puedan estar seguros de que se recibirá el mensaje completo.
- Directrices para el protocolo:
- El mensaje completo debe consistir en una serie de comandos de 3 a 5 palabras que permitan a la nave espacial llegar a un destino.
  - La estación DSN creará el mensaje completo. El resto del equipo no sabrá el mensaje antes de tiempo.
- Se les dará tiempo para probar su protocolo para ver si se entregó el mensaje.

### Compartir

Presentarán su protocolo. Mientras preparan su presentación, piensen en las siguientes preguntas o indicaciones para el debate:

- ¿Funcionó su protocolo para garantizar que el mensaje se entregara y no se degradara?
- ¿Por qué crees que tu protocolo funcionó o no funcionó?
- Si pudieras revisar tu protocolo, ¿qué nuevas revisiones harías?
- Compara y contrasta tu protocolo con el de la DTN. El protocolo DTN se puede encontrar aquí:  
[https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/engineering/technology/disruption\\_tolerant\\_networking](https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/engineering/technology/disruption_tolerant_networking)

# Retrasado, degradado o entregado

Esta hoja es para usar con el Juego 3D.

Instrucciones: después de recibir tu mensaje de la estación de la Red del Espacio Profundo (DSN), tira tus dados o cubos de números y encuentra la suma. Utiliza la tabla de abajo para ver si tu mensaje está retrasado, degradado o entregado.

Número tirado	Escenario	Acción para la ficha
2	Entregado: la detección de errores se ha completado, por lo que no hay interferencia con el mensaje.	<b>Sin cambios; entregar a la siguiente estación de retransmisión</b>
3	Degradado: la transmisión encuentra gas ionizado, lo que perjudica el enlace entre la nave espacial y la estación DSN.	<b>Tachar la segunda palabra; entregar a la siguiente estación de retransmisión</b>
4	Retrasado: no hay una línea de visión directa para que la nave espacial utilice la antena disponible en el momento de la entrega del mensaje.	<b>Retrasar el mensaje durante 60 segundos; después de 60 segundos entregar a la siguiente estación de retransmisión</b>
5	Entregado: las técnicas de codificación evitan con éxito la interferencia con el mensaje.	<b>No hay cambios en el mensaje; entregar a la siguiente estación de retransmisión</b>
6	Degradado: la relación señal/ruido (potencia de la señal frente al ruido de fondo) es baja, por lo que los errores de bits son excesivos.	<b>Tachar una palabra sí y otra no; entregar a la siguiente estación de retransmisión</b>
7	Entregado: esta estación de retransmisión utiliza la terminal óptica de la NASA (como la que estará en Artemis II), que puede enviar en 4K (resolución de aproximadamente 4,000 píxeles).	<b>Sin cambios; entregar a la siguiente estación de retransmisión</b>
8	Retrasado: una erupción solar interfiere con las comunicaciones por radio y provoca un retraso en el mensaje.	<b>Retrasar el mensaje durante 30 segundos; después de 30 segundos entregar a la siguiente estación de retransmisión</b>
9	Entregado: la antena única no puede capturar el mensaje, por lo que se usa una matriz para combinar dos o más antenas.	<b>Sin cambios; entregar a la siguiente estación de retransmisión</b>
10	Degradado: la señal se degrada por el ruido de radio de fondo emitido de forma natural por los objetos del universo.	<b>Arrancar una palabra del mensaje; entregar a la siguiente estación de retransmisión</b>
11	Degradado: hay un período de clima espacial intenso (aumento de la densidad de partículas) que interrumpe las frecuencias de radio.	<b>Tachar una parte de la primera, tercera y quinta palabra; entregar a la siguiente estación de retransmisión</b>
12	Degradado: la tecnología que enfría los amplificadores no funciona correctamente, lo que significa que se agrega ruido adicional al mensaje.	<b>Agregar dos palabras adicionales al final del mensaje; entregar a la siguiente estación de retransmisión</b>

## Actividad cuatro: Redes

### Notas para el educador

#### Objetivos de aprendizaje

Los estudiantes podrán hacer lo siguiente:

- Resolver una variedad de problemas de red utilizando árboles de expansión mínimo.
- Determinar la ruta más corta para visitar cada destino en una red.

#### Descripción general del desafío

Muchas redes conectan nuestra sociedad, como las redes telefónicas, las redes informáticas y las redes de transporte, además de la Red del Espacio Profundo (DSN) de la NASA. En esta actividad, los estudiantes encontrarán la forma más eficiente de ir de un lugar a otro en una red.

#### Tiempo sugerido

45 a 60 minutos

#### Estándares Nacionales STEM

Ciencias e Ingeniería (NGSS)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• MS-ETS1-2: definir los criterios y las restricciones de un problema de diseño con suficiente precisión para asegurar una solución exitosa, teniendo en cuenta los principios científicos relevantes y los posibles efectos en las personas y el medio natural que pueden limitar las posibles soluciones.</li> </ul> <p><i>Ideas básicas disciplinarias</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ETS1.C: Optimización de la solución de diseño</li> </ul>	<p><i>Prácticas de ciencia e ingeniería</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hacer preguntas y definir problemas</li> <li>• Desarrollo y uso de modelos</li> <li>• Uso de las matemáticas y el pensamiento computacional</li> <li>• Conceptos transversales</li> <li>• Influencia de la ciencia, la ingeniería y la tecnología en la sociedad y el mundo natural</li> </ul>
Tecnología (ISTE)	
<p><i>Constructor de conocimiento</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3d: los estudiantes desarrollan conocimientos explorando activamente problemas y cuestiones del mundo real, desarrollando ideas y teorías y buscando respuestas y soluciones.</li> </ul> <p><i>Pensador computacional</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5a: Los estudiantes formulan definiciones de problemas adecuadas a los métodos asistidos por la tecnología, como análisis de datos, modelos abstractos y pensamiento algorítmico para explorar y encontrar soluciones.</li> <li>• 5d: Los estudiantes entienden cómo funciona la automatización y usan el pensamiento algorítmico para desarrollar una secuencia de pasos para crear y probar soluciones automatizadas.</li> </ul>	<p><i>Diseñador de innovación</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 4a: los estudiantes conocen y usan un proceso de diseño deliberado para generar ideas, probar teorías, crear artefactos innovadores o resolver problemas auténticos.</li> </ul> <p><i>Comunicador creativo</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 6c: Los estudiantes comunican ideas complejas de manera clara y efectiva creando o utilizando diversos objetos digitales como visualizaciones, modelos o simulaciones.</li> </ul>
Ciencias de la computación (CSTA)	
<p><i>Estándares para estudiantes</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1B-NI-04: Modelar cómo la información se divide en partes más pequeñas, se transmite como paquetes a través de múltiples dispositivos en las redes e Internet y se vuelve a ensamblar en el destino.</li> </ul>	<p><i>Estándares para estudiantes (continuación)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2-NI-04: Modelar el papel de los protocolos en la transmisión de datos a través de redes e Internet.</li> <li>• 2AP-10: Use diagramas de flujo o pseudocódigo para abordar problemas complejos como algoritmos.</li> </ul>
Matemáticas (CCSS)	
<p><i>Prácticas matemáticas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CCSS.MATH.CONTENT.6.EE.B.6: Usar variables para representar números y escribir expresiones al resolver un problema matemático o del mundo real; entender que una variable puede representar un número desconocido, o dependiendo del propósito, cualquier número en un conjunto específico.</li> </ul>	

#### Preparación del desafío

El educador debe hacer lo siguiente:

- Leer la introducción y antecedentes, en particular la información sobre la Red del Espacio Profundo de la NASA.
- Leer las Notas para el educador y los Folletos para el estudiante para familiarizarse con la actividad.
- Preparar los materiales que se indican a continuación.

#### Materiales

Cada estudiante/grupo necesitará

- Folleto para el estudiante: Búsqueda del tesoro
- Folleto para el estudiante: Vecinos del espacio profundo

- Pizarra blanca y marcadores de pizarra de colores negro, rojo y azul
- Lápices o marcadores de colores
- 50 bastoncillos de algodón o palillos de dientes
- 10 botones o centavos

### Seguridad

- No hay problemas de seguridad con esta actividad.

### Presente el desafío

#### Participar

- Recuerde a los alumnos que hay muchos tipos de redes en sus vidas, como redes telefónicas, redes informáticas, redes de transporte e incluso redes de amigos. El DSN de la NASA puede ser mucho más complejo técnicamente que una red de amigos, pero transmitir un mensaje de Marte a la Tierra a través de satélites tiene mucho en común con pasar una nota a un amigo a través de otros amigos. Uno de los problemas más fundamentales es averiguar qué amigo pasará la nota de manera más eficiente.
- Reparta el Desafío 1 del Folleto para el estudiante: Búsqueda del tesoro. Explique que la actividad de la búsqueda del tesoro es una explicación simplificada de cómo las computadoras diseñan redes complicadas al encontrar formas de conectar eficientemente cada objeto en la red.

### Presente el desafío

#### Explorar

- Lea las instrucciones de la búsqueda del tesoro con los estudiantes.
- Permita que los estudiantes trabajen individualmente en la búsqueda del tesoro y luego vuelvan a reunirse en grupo. Para estructurar las instrucciones dentro de esta actividad, considere simplificar la búsqueda del tesoro a solo unos pocos objetos para introducir la idea de las redes.

#### Explicar

- Discuta con el grupo las soluciones que encontraron para el desafío de la búsqueda del tesoro. Pida a los estudiantes que expliquen qué estrategias usaron.
- En la pizarra, escriba las siguientes palabras y discuta con el grupo sus ideas para las definiciones de las palabras. A medida que avanza la actividad, agregue las definiciones de la lección a la pizarra.
  - Gráfica
  - Abstracción
  - Algoritmo
  - Árbol de expansión mínimo
- Dé a los estudiantes las siguientes instrucciones:
  - Para comenzar la búsqueda del tesoro, elija un elemento en el mapa de la búsqueda del tesoro. Ese es el punto de partida. La siguiente tarea es conectar esa ubicación con otra en el mapa, utilizando el camino más corto posible y luego colorear el camino.
  - Continúe trabajando en la búsqueda del tesoro conectando más elementos, utilizando la menor cantidad de pasos posible. **No es necesario** conectar los

## Comparta con los estudiantes

### Estimulante cerebral

La televisión y las películas tienden a hacer que la comunicación en el espacio parezca fácil. Los astronautas se comunican con sus familiares y amigos con una claridad cristalina y sin retrasos. En realidad, la comunicación espacial es una tarea desafiante, ¡y la NASA está lista para el trabajo!



Representación artística de los satélites de rastreo y transmisión de datos junto con la Estación Espacial Internacional y el telescopio espacial Hubble. (NASA)

Más información:

<https://www.nasa.gov/feature/godda rd/2020/space-communications-7-things-you-need-to-know>

### En el lugar

Visite virtualmente los tres complejos de antenas de la Red de espacio profundo (DSN) de la NASA alrededor del mundo en el atractivo video “Where in the World is the DSN?”



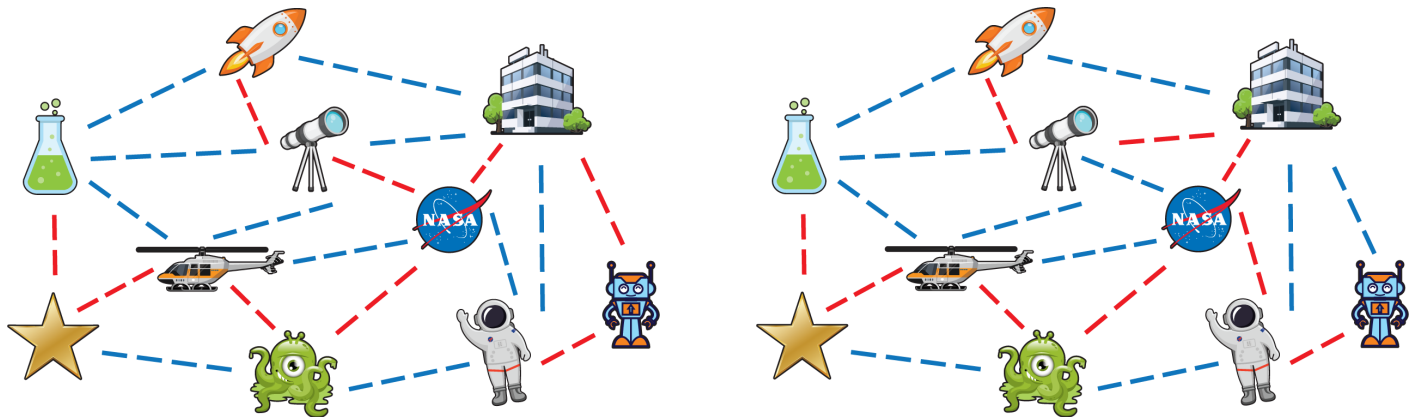
Concepto artístico de la Deep Space Station 23, una nueva antena que se está construyendo en el complejo DSN de Goldstone, California. (NASA)

Más información:

[https://youtu.be/PIkmm8f\\_4DE](https://youtu.be/PIkmm8f_4DE)

## Comunicaciones en el espacio profundo

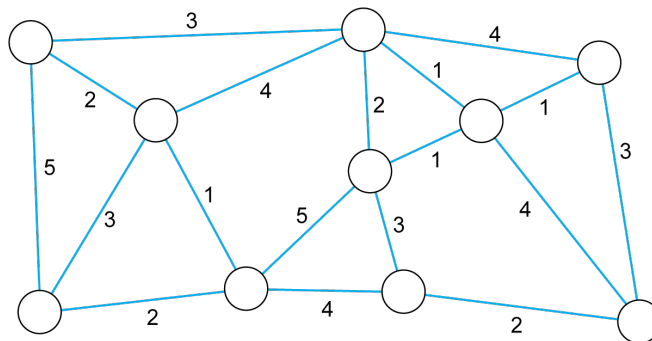
elementos que ya están conectados a través de otro camino. A veces, puede ser mejor volver a una ubicación que ya se ha visitado para conectarse a otros elementos, y puede ser más corto usar una nueva ruta que retroceder. Dos ejemplos de rutas se muestran aquí en rojo:



- Pregunte a los alumnos dónde encontrarían redes de caminos en la vida real. (Ejemplos: teléfono, computadora, horarios de clases, rutas de autobús, navegar en una tienda de comestibles)

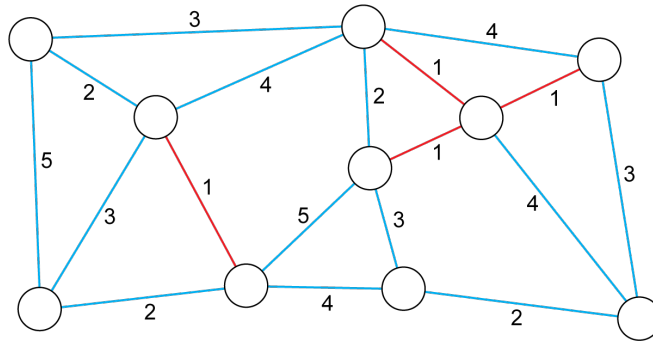
### 💡 Profundizar

- Puede llevar mucho tiempo dibujar elementos y crear mapas detallados como el de la actividad de búsqueda del tesoro. Una forma más rápida de generar nuevos mapas es usar círculos y líneas con números que representen la longitud de cada camino. Como primer ejemplo de este tipo de mapa de red simple, dibuje o proyecte el siguiente diagrama en la pizarra. Otra opción es crear una versión digital con la que los estudiantes puedan interactuar en las computadoras, por ejemplo, en una presentación.



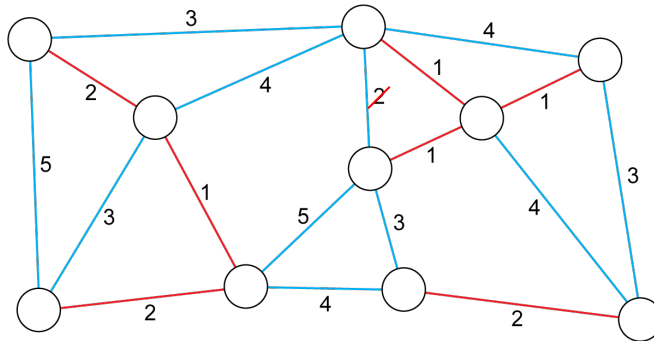
El nombre formal de este tipo de mapa más sencillo es un *diagrama* de red. Hay muchos tipos de diagrama; los estudiantes pueden estar más familiarizados con gráficos de barras, diagramas de dispersión o histogramas. Todos los gráficos representan datos de una manera más simple al resaltar algunos datos e ignorar otros. A esto se le llama *abstracción* y en este caso, estamos resaltando las distancias e ignorando el objeto en sí. Los pasos que se dan y se repiten para resolver un problema se llaman *algoritmos*. El algoritmo que se demostró con la búsqueda del tesoro se llama *árbol de extensión mínima*. Como recordatorio, este algoritmo se enfoca en usar siempre la distancia más corta disponible. En la actividad de la búsqueda del tesoro, la atención se centra en recorrer la ruta más corta para visitar todas las ubicaciones en el mapa. Sin embargo, en el caso de las redes de la vida real, como el DSN, un mensaje solo necesita encontrar la ruta más corta hacia su destino; puede que no necesite viajar a lo largo de toda la red. De esta forma, un árbol de expansión mínima puede ser aún más eficiente para encontrar la ruta más corta desde cualquier lugar, no solo desde una única ubicación. Explique a los estudiantes que el próximo ejemplo se centrará en este nuevo y más eficiente algoritmo de árbol de extensión mínima.

- En el gráfico anterior, sombree todas las rutas con una longitud de 1, porque esas son las longitudes más cortas para elegir. El sombreado completo se muestra en rojo en el siguiente ejemplo:

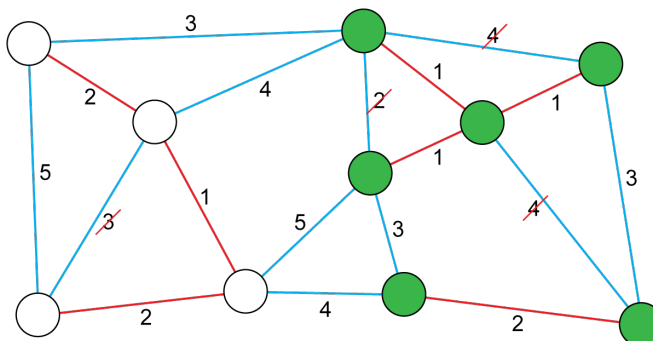


- A continuación, sombree las longitudes de 2, a menos que los dos círculos ya se hayan unido a la red a través de las longitudes de 1.

Nota: Los estudiantes pueden confundirse al ver que no está comenzando en un lugar y dibujando un camino conectado. Explique que, dado que ya conoce el gráfico completo, se puede tomar una decisión más efectiva seleccionando todos los caminos con las longitudes más cortas. Además, observe que hemos tachado una longitud de 2 en el gráfico siguiente. Esta ya no es necesaria porque los dos círculos ya están conectados a través de las longitudes de 1.

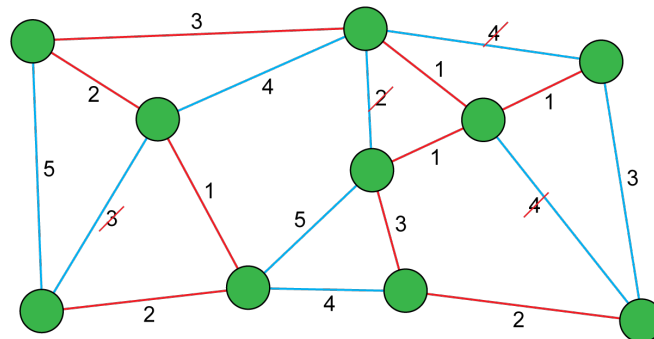


- Cada círculo tiene ahora al menos un camino que conduce a él. Es importante asegurarse de que todos los círculos estén conectados a toda la red.
  - Para asegurarse de que todos los círculos estén conectados, elija un círculo al azar para comenzar y rellénelo (se muestra en la figura siguiente con círculos verdes).
  - Rellene todos los círculos a los que se pueda llegar directamente desde el círculo inicial utilizando las rutas sombreadas del ejercicio anterior. Por ejemplo, si comienza con el círculo en la parte superior derecha, el círculo que está a una longitud de distancia se sombrará a continuación.
  - En algunos casos, los círculos no estarán conectados directamente, sino que estarán conectados de otra forma a través de la misma red. ¡Eso está bien! El objetivo es reducir el número de pasos en el árbol de expansión mínimo.
  - Si dos elementos están conectados de dos maneras diferentes, elimine la mayor longitud tachándola. En este ejemplo, la longitud de 4 en la parte superior del gráfico está tachada porque hay otra forma (la longitud de 1) para llegar al círculo en el otro extremo de ese camino. Después de conectar dos círculos más, se puede tachar otro camino de longitud 4 porque la longitud de 3 es menor.



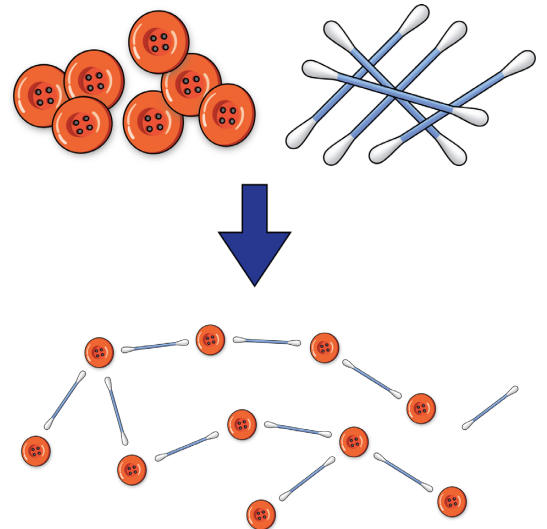
## Comunicaciones en el espacio profundo

- Pregunte a los estudiantes si todos los elementos están conectados. Como se ve en la figura anterior, todos los círculos sombreados están conectados en la red, pero no hay una ruta completa a los cuatro elementos restantes. Asegúrese de que los estudiantes comprendan que hay seis elementos que están conectados y que los otros cuatro elementos están conectados entre sí. Una vez que los alumnos hayan conectado esos cuatro a toda la red, habrán completado el gráfico. Pregunte a los estudiantes qué camino elegirían. Hay cuatro formas de conectarlos, pero es importante elegir el camino más corto posible. Los estudiantes deben elegir la longitud de 3 en la parte superior del gráfico.
- Pregunte a los estudiantes qué pasaría si hubiera dos caminos de menor longitud.
  - Respuesta: Podríamos elegir cualquiera de ellos.
- La solución final está abajo. Ahora se puede llegar a cada elemento en el mínimo número de pasos. Es una solución mínima porque para  $n$  elementos (10 en este ejemplo), se necesitan  $n - 1$  caminos (es decir, 9). Agregar rutas adicionales sería redundante y agregaría pasos innecesarios, porque solo se necesita una ruta para conectar cada elemento.



### ✓ Evaluar

- Ahora que los estudiantes están familiarizados con los árboles de expansión mínimo, reparta el Desafío 2 del Folleto para el estudiante: vecinos del espacio profundo.
- Indique a los estudiantes que creen un árbol de expansión mínimo que conecte todos los satélites y antenas del DSN.
- Como actividad práctica para este ejercicio y para evaluar la comprensión de los alumnos, divida a los alumnos en grupos de dos. Pida a cada pareja de estudiantes que construya un gráfico conectado usando botones o centavos y bastoncillos de algodón o palillos de dientes, permitiendo a los estudiantes elegir con qué prefieren trabajar. Haga que cada grupo intercambie gráficos con otro grupo y que intente encontrar el árbol de expansión mínimo del gráfico creado por los estudiantes del otro grupo.



### Recursos

Where in the World Is the DSN? A Virtual Tour of NASA's Deep Space Communications Network (Un recorrido virtual por la red de comunicaciones del espacio profundo de la NASA (video). [https://youtu.be/Plkmm8f\\_4DE](https://youtu.be/Plkmm8f_4DE))

Basics of Radio Astronomy. (Fundamentos de la Radioastronomía) [https://www2.jpl.nasa.gov/radioastronomy/radioastronomy\\_all.pdf](https://www2.jpl.nasa.gov/radioastronomy/radioastronomy_all.pdf)



# Actividad cuatro: Redes con la Red del Espacio Profundo de la NASA

## Folleto para el estudiante

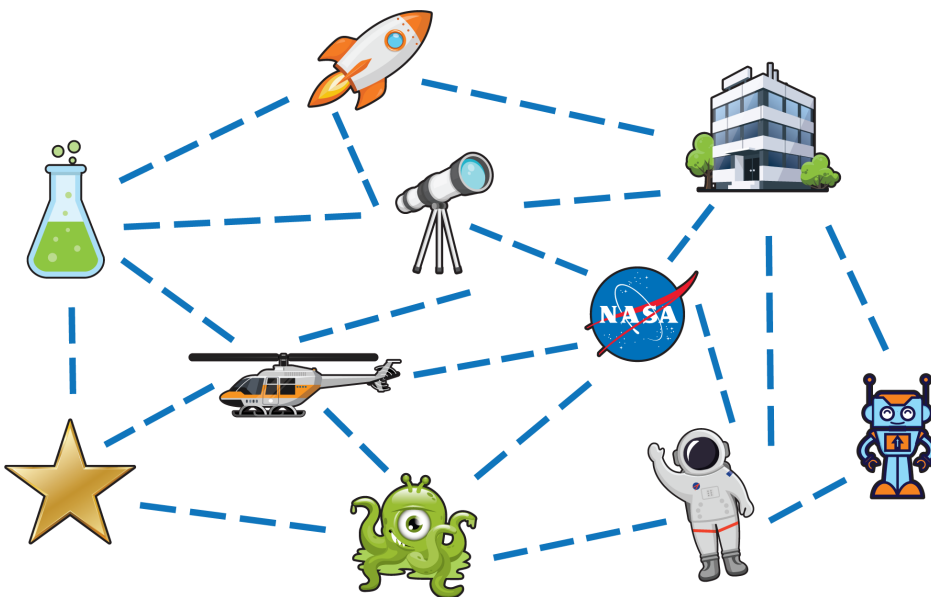
### Desafío 1: Búsqueda del tesoro

Te han invitado a un centro de la NASA y te han retado a una búsqueda del tesoro. La búsqueda del tesoro contiene una lista de artículos que tienes que encontrar rápidamente. En este ejercicio, también es importante dar el menor número de pasos posible para ubicar los 10 artículos. En el siguiente diagrama, puedes ver un mapa de los artículos y guiones que conectan cada artículo. Cada guión representa un total de **20 pasos**.

La búsqueda del tesoro tiene dos condiciones:

1. Debes conectar todos los artículos de la búsqueda del tesoro junto con los caminos que elijas.
2. Debes dar el menor número de pasos posibles. Recuerda que cada guión equivale a 20 pasos.

Marca la ruta más eficiente (la de menor cantidad de pasos) para encontrar todos los artículos en la búsqueda del tesoro.



### Dato curioso

Aprende más sobre la Red del Espacio Profundo (DSN) con DSN Uplink-Downlink, un juego interactivo en el que utilizarás grandes antenas para enviar y recibir información de los exploradores robóticos de la NASA en el sistema solar. Una antena "sube" las instrucciones a la nave espacial y "baja" las imágenes y los datos de la nave.

Más información:

<https://spaceplace.nasa.gov/dsn-game/en/>



### Esquina profesional

Eberhardt Rechtin es conocido como el "Padre de la Red del Espacio Profundo". Pionero en la investigación del espacio profundo, se desempeñó como director de la Instalación de Instrumentación del Espacio Profundo de la NASA, el precursor de la Red del Espacio Profundo. Antes de su carrera en la NASA, sirvió en la Marina de los Estados Unidos y recibió su doctorado en ingeniería eléctrica.



Eberhardt Rechtin dirigió la Instalación de Instrumentación del Espacio Profundo en el Laboratorio de Propulsión a Chorro de la NASA.

Más información:

[https://history.nasa.gov/SP-4210/pages/Ch\\_5.htm](https://history.nasa.gov/SP-4210/pages/Ch_5.htm)

## Comunicaciones en el espacio profundo

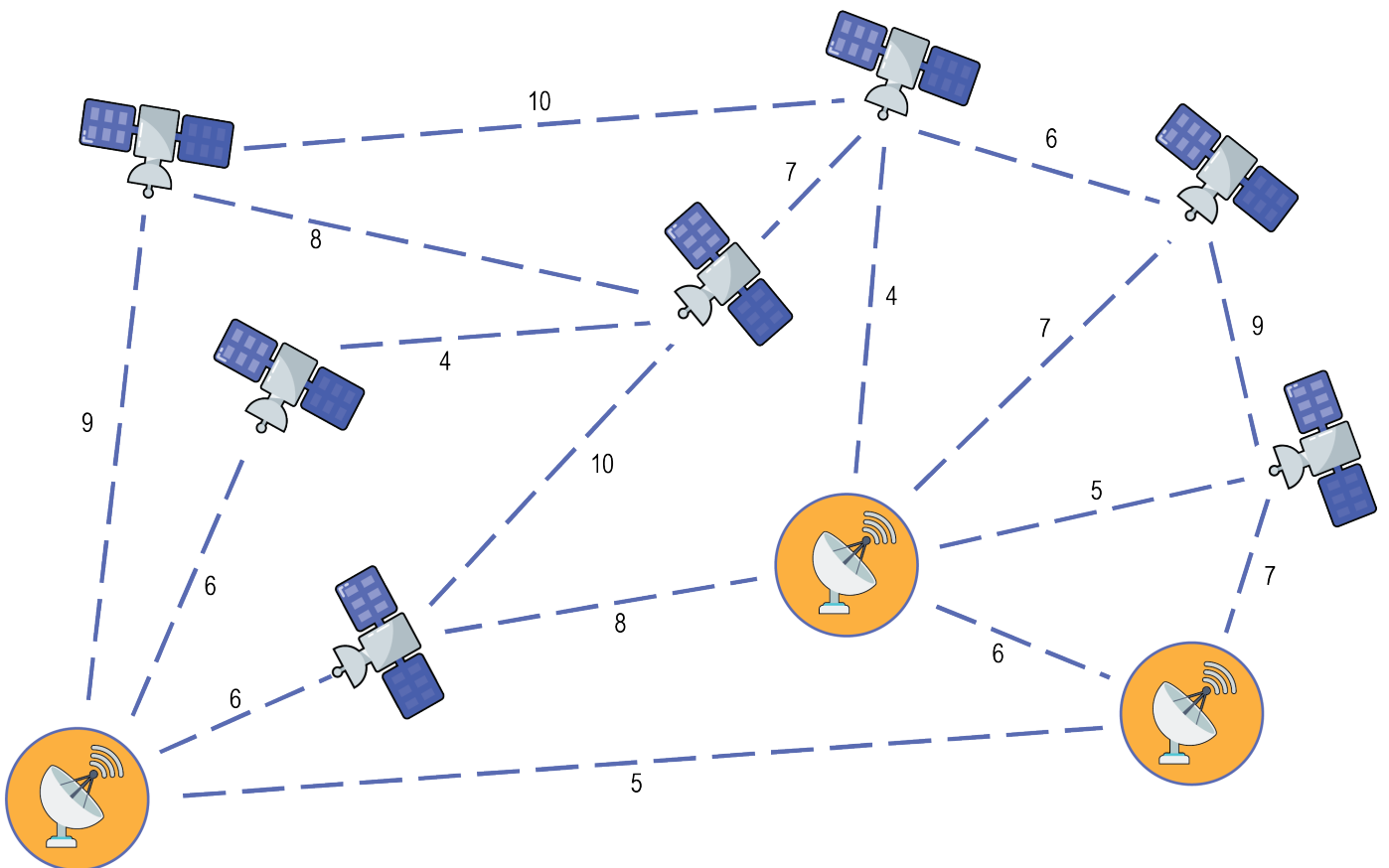
### Desafío 2: Vecinos del espacio profundo

La Red de Espacio Profundo (DSN) de la NASA es un enlace importante en una red que se comunica con todos nuestros satélites y naves espaciales. Sin esta importante red, perderíamos el contacto con los satélites del espacio profundo, como Voyager, o los rovers de Marte, como Perseverance y Curiosity. Si perdiéramos la comunicación, no podríamos enviar comandos a nuestra nave espacial ni recibir las asombrosas imágenes e información que se envían sobre nuestro vecindario, el sistema solar. En esta actividad, tendrás que conectar todos los satélites a las gigantescas antenas DSN de la manera más eficiente posible.






Hay dos condiciones:

1. Todos los satélites deben estar enlazados dentro de la red.
2. La red debe ser lo más eficiente. Los números junto a las rutas entre satélites representan distancias. Cuanto mayor sea la distancia, o mayor sea el número, más degradado se vuelve el mensaje y más tiempo se tarda en recibir el mensaje. Después de completar tu red, suma las distancias. ¿Cómo se compara tu total con los totales de otros estudiantes?

En el mapa a continuación, sombrea todas las rutas que planeas usar:



## Anexo A—Rúbrica para el modelo de enseñanza 5E

Pasos del enfoque 5E	Principiante (0)	Aprendiz (1)	Calificado (2)	Experto (3)	Nivel de conocimiento del estudiante (Puntaje)
 <b>Participar</b>	El estudiante no identifica ningún conocimiento previo o conexiones con experiencias de aprendizaje anteriores.	El estudiante identifica conocimientos previos irrelevantes o inexactos o conexiones con experiencias de aprendizaje anteriores.	El estudiante identifica un ejemplo de conocimiento previo relevante y preciso o una conexión con la experiencia de aprendizaje anterior	El estudiante identifica dos o más ejemplos de conocimientos previos relevantes y precisos o conexiones con experiencias de aprendizaje anteriores.	
 <b>Explorar</b>	El estudiante no participa en la discusión de lluvia de ideas	El estudiante participa en una discusión de lluvia de ideas (hace preguntas, por ejemplo) pero no contribuye con posibles hipótesis, soluciones o pruebas	El estudiante aporta al menos una posible hipótesis, solución o prueba a la lluvia de ideas.	El estudiante aporta al menos una posible hipótesis, solución o prueba a la lluvia de ideas y una alternativa o mejora a la idea de otro estudiante.	
 <b>Explicar</b>	El estudiante no proporciona una explicación de las observaciones.	El estudiante proporciona una explicación de las observaciones que es inexacta, incompleta o carece de evidencia.	El estudiante proporciona una explicación precisa y completa de las observaciones basadas en evidencia	El estudiante proporciona una explicación precisa y completa de las observaciones basadas en evidencia y complementa su razonamiento con evidencia o explicaciones basadas en evidencia de otros	
 <b>Profundizar</b>	El estudiante no saca conclusiones razonables basadas en evidencia	El estudiante saca conclusiones razonables pero no utiliza la terminología o evidencia científica	El estudiante saca conclusiones razonables utilizando terminología científica y evidencia.	El estudiante saca conclusiones razonables utilizando la terminología científica y la evidencia y puede hacer predicciones razonables basadas en esas conclusiones.	
 <b>Evaluar</b>	El estudiante no demuestra una comprensión del concepto o solo puede repetir las definiciones proporcionadas	El estudiante demuestra una comprensión del concepto proporcionando definiciones o explicaciones en sus propias palabras, dibujos, modelos, etc.	El estudiante demuestra una comprensión del concepto al aplicarlo a nuevas preguntas o al analizar nueva evidencia.	El estudiante demuestra una comprensión del concepto al explicar cómo la evidencia hizo que su conocimiento progresara con el tiempo o al proponer nuevas formas de usar su nuevo conocimiento (como experimentos de seguimiento)	
					<b>Total</b>



## Anexo B—Glosario de términos clave

**Absorción.** Absorber algo, como el agua en una esponja; En el contexto de esta guía, la absorción ocurre cuando los fotones de la luz golpean átomos o moléculas, lo que convierte la energía de la luz en vibraciones.

**Abstracción.** En informática, una representación de datos que se centra en los detalles importantes.

**Algoritmo.** Proceso paso a paso.

**Antena.** Una estructura que recibe o envía ondas electromagnéticas como ondas de radio; se encuentra en muchos sistemas de comunicaciones espaciales, desde estaciones terrestres hasta satélites.

**Árbol de expansión mínimo.** Un gráfico donde cada nodo está conectado al gráfico de la manera más eficiente.

**Artemisa.** La misión de la NASA para hacer aterrizar a la primera mujer y al próximo hombre a la Luna para 2024.

**Bit.** Un solo dígito binario.

**Byte.** Una secuencia contigua de ocho bits.

**Cifrado.** Un mensaje codificado.

**Comunicaciones.** El intercambio de información de un lugar o persona a otra.

**Datos.** Una colección de información, como hechos, números, medidas, fotografías u observaciones.

**Degradado.** Reducción de la calidad; en las comunicaciones, las señales analógicas o digitales pueden degradarse.

**Empaquetado.** Dividir los datos en segmentos más pequeños (paquetes) para su transmisión a través de una red.

**Entregar.** Envía con éxito una señal analógica o digital a un destino.

**Estación terrestre.** Una instalación en tierra diseñada para proporcionar comunicación en tiempo real con satélites mediante el envío y la recepción de señales de radio.

**Gráfico.** Una representación visual de una red de nodos en informática.

**Navegación.** Una determinación de la posición actual en la planificación y seguimiento de una ruta.

**Nibble.** Cuatro bits agrupados.

**Notación binaria.** Sistema numérico de base 2, que son los tipos de números más utilizados por las computadoras. Los dígitos pueden ser 0 o 1. La notación binaria de diecinueve es 10011.

**Notación decimal.** Sistema numérico de base 10, que son los tipos de números más utilizados por las personas. Los dígitos pueden ser del 0 al 9. La notación decimal de diecinueve es 19.

**Notación hexadecimal.** Sistema numérico de base 16 que usa números del 0 al 9 y representa dígitos mayores que 9, con letras de la A a la F que representan del 10 al 15. La notación hexadecimal se utiliza comúnmente en las computadoras avanzadas. La notación hexadecimal de diecinueve es 13.

**Protocolo.** Un procedimiento para llevar a cabo el intercambio o transmisión de datos.

**Receptor.** Persona o dispositivo que recibe ondas, señales eléctricas o similares del transmisor.

**Red tolerante al retardo e interrupciones (DTN).** Un modelo de red informática y un sistema de reglas para transmitir información (denominado conjunto de protocolos) que amplía las capacidades de Internet a los desafiantes entornos de comunicación en el espacio, donde el Internet convencional no funciona bien.

**Retraso.** Un período de tiempo por el cual una señal analógica o digital se demora o se pospone.

## Comunicaciones en el espacio profundo

**Satélite.** Una nave espacial que orbita la Tierra, la Luna u otro cuerpo celeste; los satélites usan señales de radio para comunicarse con estaciones terrestres en la Tierra y con rovers en la Luna y Marte.

**SCaN.** El programa de Navegación y Comunicaciones Espaciales (SCaN) de la NASA; SCaN tiene antenas en sitios estratégicos del mundo y satélites en el espacio para ayudar a guiar las naves espaciales e intercambiar información importante con todas las misiones de vuelos espaciales de la NASA.

**Señal.** Una onda de radio que ha sido modulada para transportar información; en el contexto de esta guía, una señal es la comunicación con una nave espacial a distancia.

**Transmisión.** El envío y recepción de información mediante ondas de radio en el espacio.

**Transmisor.** La persona o el dispositivo que envía un mensaje o datos.



**Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio**

Sede de la NASA

300 E Street Southwest

Washington DC 20024-3210

**[www.nasa.gov](http://www.nasa.gov)**

NP-2021-09-2987-HQ