

# Peligros para los astronautas del 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

Prefacio .....	1
Estándares de educación STEM .....	1
Proceso de diseño de ingeniería .....	2
Proceso de aprendizaje basado en problemas (PBL, por sus siglas en inglés).....	2
Trabajo en equipo.....	3
Conexión curricular.....	3
El levantamiento de “pesas” sin peso construye músculo en la Tierra.....	3
Conservación del agua en la era espacial.....	4
Introducción y antecedentes.....	5
RIDGE.....	5
Actividad uno: Radiación .....	12
Notas para el educador .....	12
Folleto para el estudiante .....	17
Actividad dos: Aislamiento y confinamiento.....	22
Notas para el educador .....	22
Folleto para el estudiante .....	29
Actividad tres: Distancia.....	36
Notas para el educador .....	36
Folleto para el estudiante .....	42
Actividad cuatro: Gravedad.....	48
Notas para el educador .....	48
Folleto para el estudiante .....	55
Actividad cinco: Ambiente .....	63
Notas para el educador .....	63
Folleto para el estudiante .....	68
Anexo A — Rúbricas .....	73
A.1 Proceso de diseño de ingeniería (EDP, por sus siglas en inglés).....	73
A.2 Proceso de aprendizaje basado en problemas (PBL, por sus siglas en inglés).....	74
Anexo B — Glosario de términos clave.....	75



## Prefacio

La Oficina de Compromiso STEM de la NASA publicó *Peligros para los astronautas del espacio profundo* como parte de una serie de guías educativas para ayudar a los estudiantes de secundaria a alcanzar su potencial para unirse a la fuerza laboral STEM de 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 junio de 2021.

## Estándares de educación STEM

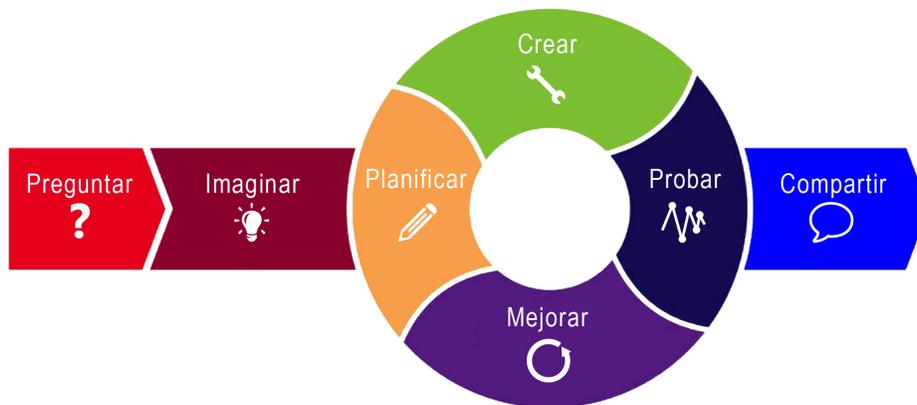
La matriz de disciplinas STEM que se muestra a continuación alinea cada actividad de este módulo con los estándares para enseñar STEM de acuerdo con cuatro áreas de enfoque principales dentro de cada disciplina. Las cuatro áreas de enfoque para ciencias se adaptaron de las ideas básicas disciplinarias de la escuela intermedia de los [Estándares de ciencias de próxima generación](#) (NGSS, por sus siglas en inglés). Las cuatro áreas de enfoque para la tecnología se adaptaron de los estándares para estudiantes de la [Sociedad Internacional para la Tecnología en la Educación](#) (ISTE, por sus siglas en inglés). Las cuatro áreas de enfoque para la ingeniería se adaptaron 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				Normas ISTE 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	Constructor de conocimiento	Diseñador de innovación	Pensador computacional	Colaborador mundial	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	Proporciones y relaciones proporcionales
Radiación	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	
Aislamiento		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓					
Distancia			✓	✓			✓			✓	✓		✓	✓	✓	✓
Gravedad	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓		✓		✓	✓		
Ambiente		✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓			✓

# Proceso de diseño de ingeniería

El proceso de diseño de ingeniería (EDP, por sus siglas en inglés) es crucial para el éxito de la misión en la NASA. El proceso de diseño de ingeniería es un proceso iterativo que involucra una serie de pasos que los ingenieros usan para guiarse en la resolución de problemas. Los estudiantes pueden usar los siete pasos que se describen a continuación para muchas de las actividades de esta guía. Obtenga más información sobre el proceso de diseño de ingeniería con el sistema Educator Professional Development Collaborative de la NASA en [www.txstate-epdc.net/models-of-the-engineering-design-process/](http://www.txstate-epdc.net/models-of-the-engineering-design-process/).

1. **Preguntar:** identificar el problema, los requisitos que se deben cumplir y las restricciones que se deben considerar.
2. **Imaginar:** hacer una lluvia de ideas sobre soluciones e investigar lo que otros han hecho en el pasado.
3. **Planificar:** seleccionar y dibujar un diseño.
4. **Crear:** construir un modelo o un prototipo.
5. **Probar:** evaluar soluciones probando y recopilando datos.
6. **Mejorar:** Perfeccionar el diseño.
7. **Compartir:** comunicar y analizar el proceso y las soluciones en grupo.



# Proceso de aprendizaje basado en problemas (PBL, por sus siglas en inglés)

En el proceso de aprendizaje basado en problemas, las funciones y las responsabilidades de los educadores y los alumnos son diferentes que en un aula tradicional. El educador actúa como facilitador proporcionando a los estudiantes problemas para trabajar, ayudándolos a identificar y acceder a los materiales o equipos para resolver los problemas, brindando la retroalimentación y el apoyo necesarios, y evaluando la participación de los estudiantes. Obtenga más información sobre el proceso de aprendizaje basado en problemas en [www.cal.org/adultes/pdfs/problem-based-learning-and-adult-english-language-learners.pdf](http://www.cal.org/adultes/pdfs/problem-based-learning-and-adult-english-language-learners.pdf).

1. **Identificar el problema:** identifique el problema, presente vocabulario nuevo y analice experiencias previas con el problema.
2. **Explorar los conocimientos y las incógnitas:** utilice los recursos para explorar los conocimientos y las incógnitas.
3. **Generar posibles soluciones:** haga una lluvia de ideas sobre posibles soluciones basadas en los recursos y la experiencia previa con el problema.
4. **Considerar las consecuencias:** examine los pros y los contras de cada solución para determinar una solución viable.
5. **Presentar los hallazgos:** comunique y analice el proceso y las soluciones en equipo.



## Trabajo en equipo

¡Todo el mundo es científico e ingeniero! Es importante que todos en el equipo puedan participar y contribuir a lo largo de estas actividades. Si un estudiante hace todo el edificio, los otros estudiantes pueden aburrirse mucho durante el proceso de construcción. Si un estudiante es el líder, es posible que otros estudiantes no tengan la oportunidad de compartir sus ideas. Aquí hay algunas funciones posibles que los estudiantes pueden tomar:

Función del estudiante	Descripción
Comunicaciones y divulgación	Toma notas de todas las decisiones y las acciones del equipo para su uso en una presentación final. Si hay una cámara disponible, toma videos o fotos a lo largo de la investigación o el desafío para usar en una presentación final.
Logística	Se asegura de que el equipo tenga todos los recursos que necesita, que los recursos se distribuyan de manera justa y que el equipo sepa cuándo se están agotando los recursos.
Garantía de la misión	Se asegura de que el equipo esté siguiendo el plan. Realiza un seguimiento del tiempo y se asegura de que todos tengan la oportunidad de que se escuche su voz.
Seguridad	Se asegura de que todos los miembros del equipo usen sus gafas de seguridad y sigan los protocolos de seguridad.

## Conexión curricular

En este módulo, los estudiantes asumirán la función de investigadores en el Programa de Investigación Humana de la NASA mientras estudian los peligros de la exploración del espacio profundo. Aprenderán sobre los efectos que estos peligros pueden tener en el cuerpo humano y qué se puede hacer para mitigar esos peligros. Los estudiantes llegarán a comprender los siguientes cinco peligros (RIDGE, por sus siglas en inglés):

1. Exposición a la Radiación a partir de una variedad de fuentes durante los vuelos espaciales.
2. El aislamiento (Isolation) y los efectos de la soledad por estar lejos de la familia y los amigos o estar muy cerca de unos pocos astronautas durante meses seguidos.
3. La Distancia de la Tierra y las complicaciones logísticas que provoca.
4. Los campos de Gravidad y los peligros relacionados con el cuerpo humano debido a largos períodos pasados en microgravedad.
5. Ambientes (Environments) que son hostiles (tal como la superficie de Marte) o cerrados (tal como el vehículo espacial).

Esta guía desafiará a los estudiantes a trabajar en colaboración para desarrollar y diseñar proyectos que ayuden a reducir los efectos que estos peligros tendrán en los astronautas del espacio profundo. Cada actividad sugiere una variedad de recursos adicionales, como videos, podcasts, artículos, libros electrónicos o actividades de extensión. Se alienta a los facilitadores y los educadores a explorar estos recursos adicionales, porque la investigación sobre los peligros del espacio profundo está en curso y el conocimiento adquirido a menudo se aplica a las invenciones destinadas a su uso en la Tierra, a las que la NASA se refiere como tecnologías derivadas. El dispositivo de ejercicio OYO™ Doubleflex y la ducha Oas de Orbital Systems son dos ejemplos de tecnologías derivadas de la NASA que se han desarrollado sobre la base de la investigación actual sobre los peligros del espacio profundo.

## El levantamiento de “pesas” sin peso construye músculo en la Tierra

Todo el mundo debería hacer ejercicio, pero los astronautas necesitan dedicarle mucho tiempo. No están expuestos a la gravedad de la Tierra, lo que normalmente requeriría que sus huesos y músculos trabajaran todo el día solo para ponerse de pie. En gravedad cero, el cuerpo humano pierde rápidamente masa muscular y ósea significativa, lo que hace que un programa de entrenamiento riguroso sea crucial para la salud a largo plazo. El ejercicio durante los vuelos espaciales requiere dispositivos especiales basados en la resistencia porque las máquinas de ejercicio tradicionales no funcionan sin la gravedad de la Tierra. El fundador de OHO™ Fitness, Paul Francis, trabajó con la NASA para desarrollar un dispositivo de ejercicio de resistencia adecuado para su uso en la

## Peligros para los astronautas del espacio profundo

Estación Espacial Internacional. Ese dispositivo de ejercicio con el tiempo se convirtió en un derivado de la NASA, el dispositivo de ejercicio OYO™ Doubleflex, que aplica de forma única resistencia a ambos lados de un grupo muscular a través de un solo movimiento, mejorando la eficiencia de los entrenamientos. El DoubleFlex también es muy ligero y fácil de mover; el dispositivo en sí pesa casi 1 kilo, pero proporciona hasta 11 kilogramos de resistencia. [spinoff.nasa.gov/Spinoff2018/hm\\_4.html](https://spinoff.nasa.gov/Spinoff2018/hm_4.html)



El astronauta de la NASA Garrett Reisman usando un dispositivo de ejercicio de resistencia que condujo a la innovación de varias líneas de dispositivos de ejercicio para usar en la Tierra

## Conservación del agua en la era espacial

La ducha Oas de Orbital Systems es la primera ducha con recirculación de agua del mundo. Fue inspirada por la asociación de una universidad con la NASA y está habilitada por una tecnología de filtro que la NASA ayudó a financiar con miras a mejorar los sistemas de soporte vital de los astronautas. Obtenga más información: [spinoff.nasa.gov/page/space-age-water-conservation-nasa](https://spinoff.nasa.gov/page/space-age-water-conservation-nasa)



El folleto Spinoff 2021 de la NASA incluye información sobre centenares de tecnologías de la NASA que benefician la vida en la Tierra en forma de productos comerciales. <https://spinoff.nasa.gov/sites/default/files/2020-12/NASA%20Spinoff%202021%20Brochure.pdf>

## Introducción y antecedentes

Enviar astronautas a Marte es uno de los principales objetivos de la NASA para el siglo XXI. En preparación para este vuelo espacial de larga duración, la NASA ha estado estudiando los efectos que el viaje podría tener en la salud de los astronautas. Usando varias plataformas de investigación, la NASA siempre está aprendiendo más sobre los peligros de la exploración del espacio profundo y cómo mitigar esos efectos. Podrían venir inmediatamente a la mente la Estación Espacial Internacional y las próximas misiones lunares de [Artemisa](#), pero la NASA también lleva a cabo misiones análogas aquí en la Tierra que simulan cómo sería vivir en otras partes del sistema solar. Un ejemplo de ello son las [Operaciones de misión en ambientes extremos de la NASA \(NEEMO, por sus siglas en inglés\)](#), donde astronautas, ingenieros y científicos estudian cómo vivir y trabajar en las profundidades del Océano Atlántico. El [Programa de Investigación Humana \(HRP\)](#) de la NASA ha organizado los peligros que enfrentan los astronautas en cinco clasificaciones, lo que permite un esfuerzo organizado para comprender y superar los obstáculos que se interponen en el camino de una misión en el espacio profundo. Es importante entender que los riesgos no están solos; están interrelacionados y un peligro puede exacerbar los efectos de otro en el cuerpo humano. Las cinco áreas de investigación crean el acrónimo RIDGE (por sus siglas en inglés):

1. R: radiación espacial
2. I: aislamiento (*isolation*) y confinamiento
3. D: distancia desde la Tierra
4. G: gravedad (o falta de ella)
5. E: ambientes (*environments*) hostiles/cerrados

Si bien estos cinco desafíos hacen que los vuelos espaciales sean peligrosos, también brindan oportunidades para que la NASA comprenda mejor el cuerpo humano y, en última instancia, haga que los vuelos espaciales sean más seguros a través de innovaciones tecnológicas.



Ilustración que muestra los cinco peligros principales de los vuelos espaciales tripulados. (NASA)

## RIDGE

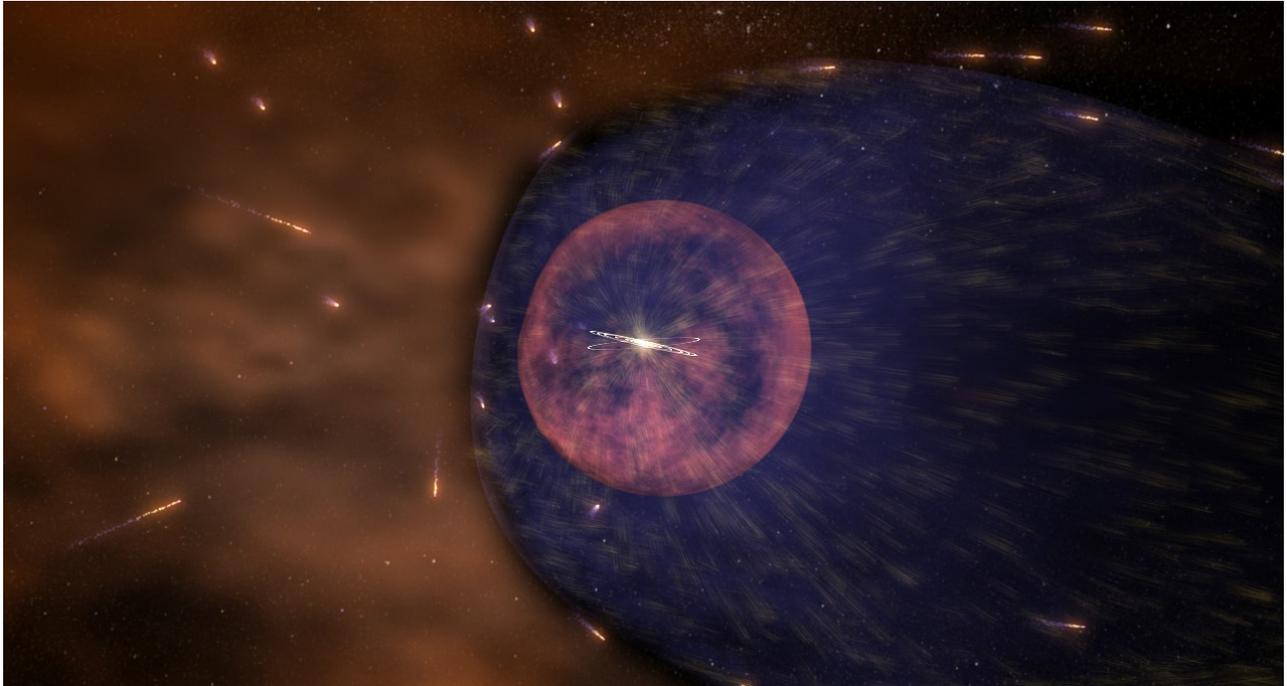
En esta guía de actividades, los estudiantes tienen la oportunidad de explorar cada uno de los cinco peligros principales para la tripulación durante los vuelos espaciales tripulados a fin de llegar a comprender cómo cada riesgo es peligroso por sí mismo y cómo los efectos se agravan cuando hay múltiples riesgos presentes. A través de actividades de aprendizaje basadas en problemas o desafíos de diseño de ingeniería, se les pide a los estudiantes que asuman el papel de investigadores en el Programa de Investigación Humana de la NASA para ayudar a mitigar los riesgos que enfrentan los humanos en los vuelos espaciales de larga duración. El siguiente contenido brindará una mejor comprensión de cada uno de los peligros en el acrónimo RIDGE y lo que la NASA está aprendiendo de la investigación.

## Peligros para los astronautas del espacio profundo



El espacio no está vacío. De hecho, nuestro sistema solar está lleno de partículas de alta energía que brotan del Sol y nos bombardean desde el cosmos. En la Tierra, los humanos están relativamente a salvo de esta peligrosa energía debido a la magnetosfera, una “burbuja magnética” protectora alrededor de la Tierra que desvía la mayoría de las partículas solares. Esta energía peligrosa se llama radiación y puede tener efectos desastrosos en la electrónica y el cuerpo humano. La Estación Espacial Internacional viaja a través de la órbita terrestre baja, dentro de la protección de la Tierra, y el casco de metal de la estación ayuda a proteger

a la tripulación de los dañinos rayos cósmicos. Una vez que un astronauta viaja más allá de la protección de la Tierra, se enfrenta a una fuerte radiación y debe mitigar los efectos nocivos que puede causar dicha exposición. Dos tipos de radiación preocupan a la NASA en el espacio profundo: las partículas energéticas solares (SEP, por sus siglas en inglés) y la radiación cósmica galáctica (GCR, por sus siglas en inglés).



Esta [imagen animada](#) muestra el sistema solar y la burbuja magnética del Sol, llamada heliosfera, que se extiende mucho más allá. Las rayas brillantes representan los rayos cósmicos. Durante el máximo solar, a medida que la heliosfera se fortalece, bloquea más rayos cósmicos. (NASA)

### Partículas energéticas solares (SEP)

Las partículas energéticas solares brotan del Sol tras gigantescas erupciones solares y eyecciones de masa coronal. El viento solar barre estas partículas a través del sistema solar y las transporta. Algunas de estas partículas energéticas solares pueden llegar a la Tierra, a casi 150 millones de kilómetros de distancia, en menos de una hora. Las partículas energéticas solares son un tipo de energía que está comprimida en ondas electromagnéticas o partículas transportadas, como los protones o los iones. Se transfieren cuando la onda o la partícula chocan con otra cosa, como un astronauta o una nave espacial. Las partículas energéticas solares son extremadamente peligrosas porque pueden atravesar la piel, arrojando energía y fragmentando las células o el ácido desoxirribonucleico (ADN) en su camino. Este daño puede aumentar el riesgo de cáncer más adelante en la vida o, en casos extremos, puede causar enfermedad por radiación aguda. Monitorear el clima espacial es una forma de ayudar a proteger a los astronautas. Los científicos alertan al control de la misión sobre posibles eventos solares y pueden recomendar que los astronautas retrasen las caminatas espaciales o se refugien en un área fuertemente protegida dentro de la estación espacial hasta que pase el evento. Durante futuras misiones de Artemisa, los astronautas que se encuentren más allá de la magnetosfera protectora de la Tierra podrán recibir instrucciones para construir un refugio temporal haciendo uso de cualquier masa disponible, como bolsas de agua o regolito (suelo lunar). Cuanta más masa haya entre la tripulación y la radiación, más probable es que las partículas peligrosas depositen su energía antes de llegar a los astronautas. La nave espacial Orión, que llevará a los tripulantes a la Luna durante las misiones Artemisa, utiliza un enfoque similar para proteger a los astronautas. Además del blindaje incorporado proporcionado por la cápsula, los instrumentos de detección de radiación alertarán a la tripulación cuando deban refugiarse utilizando los materiales

disponibles en caso de un evento de radiación. La NASA y sus socios también están probando chalecos portátiles y dispositivos que agregan una capa protectora de masa para proteger a la tripulación. A pesar de los avances en el pronóstico del clima espacial, la naturaleza caótica de las partículas energéticas solares dificulta predecir a dónde irán. Todavía tenemos mucho que aprender cuando se trata de proteger a los astronautas de la radiación espacial.



Jessica Vos (en primer plano), autoridad técnica médica y subdirectora de salud de Orión, y la astronauta Anne McClain (al fondo) muestran el plan de protección radiológica en una nave espacial representativa de Orión. Durante un evento de partículas de energía solar, la tripulación utilizará bolsas de almacenamiento a bordo de Orión para crear un refugio denso contra la radiación. (NASA)

### Rayos cósmicos galácticos (RGC)

El segundo tipo de radiación espacial viaja incluso más lejos que las partículas energéticas solares. Los rayos cósmicos galácticos son los restos de estrellas desaparecidas hace mucho tiempo de otras partes de la Vía Láctea, y bombardean continuamente el sistema solar. Imagine que las partículas energéticas solares son como una lluvia repentina; los rayos cósmicos galácticos, por el contrario, son más como una llovizna constante. Los rayos cósmicos tienden a ser mucho más poderosos que las partículas energéticas solares. La misma nave espacial que ha sido blindada para proteger a los astronautas de las partículas energéticas solares no puede proteger contra el daño de los rayos cósmicos galácticos, por lo que se convierten en una preocupación más seria, en especial para misiones de larga duración como el viaje a Marte. Los rayos cósmicos galácticos están compuestos de elementos pesados como helio, oxígeno o hierro. Cuando estas partículas pesadas chocan con algo, como un astronauta o las paredes de metal de una nave espacial, separan los átomos. Este tipo de impacto crea otro problema: la radiación secundaria, en la que se desarrolla una lluvia de más partículas durante las colisiones atómicas. Esto se suma a los problemas de salud de los rayos cósmicos. La exposición a los rayos cósmicos también está relacionada con el ciclo solar. Durante un mínimo solar, cuando hay poca actividad solar, los rayos pueden infiltrarse en el campo magnético del Sol. Durante un máximo solar, el campo magnético del Sol se fortalece, y mantiene alejados a algunos de los rayos cósmicos galácticos.

Ir a la Luna ayudará a la NASA a recopilar datos cruciales para desarrollar las herramientas y las estrategias necesarias para enviar astronautas a Marte de manera segura. El viaje a Marte tomará mucho más tiempo que un viaje a la Luna, y la tripulación enfrentará mucha más exposición a la radiación. En la Actividad uno de este módulo, los estudiantes tendrán la oportunidad de descubrir cuánta radiación encontrarán los astronautas y cómo se compara con un viaje a la Luna o la Estación Espacial Internacional.

## Peligros para los astronautas del espacio profundo



Los astronautas de la NASA han estado volando al espacio durante más de 50 años. Durante más de 20 de esos años, tripulantes se han quedado en el espacio durante varios meses en misiones a bordo de la Estación Espacial Internacional, donde viven con solo unas pocas personas en el espacio de una casa de seis habitaciones. Los astronautas experimentan varios aspectos de aislamiento social y confinamiento durante sus misiones.

La NASA selecciona cuidadosamente a los miembros de la tripulación, los entrena y los apoya para garantizar que puedan trabajar de manera efectiva como equipo durante un año. La NASA estudia cómo el aislamiento y el confinamiento pueden alterar la salud y el rendimiento individual y del equipo de los astronautas y también prueba estrategias para mitigar cualquier efecto negativo. Estos estudios de aislamiento se llevan a cabo con astronautas en el espacio, así como en instalaciones análogas como el [Análogo de investigación de exploración humana](#) (HERA, por sus siglas en inglés), una instalación de Moscú llamada [Nezemny Eksperimental'nyy Kompleks](#) (NEK) y ubicaciones de campo en la Antártida.

La estación espacial orbita a unos 400 km (250 millas) sobre la Tierra. La NASA se está preparando para misiones más largas y ambiciosas que llevarán a los astronautas más lejos, a la [Luna y Marte](#). La comunicación durante las misiones de exploración humana a Marte tendrá que ser innovadora para tener en cuenta los largos retrasos causados por la distancia mucho mayor desde la superficie de la Tierra. Una de las lecciones que hemos aprendido de la vida a bordo de la Estación Espacial Internacional es que es importante que las tripulaciones y los miembros de la familia manejen las expectativas.

La NASA lleva años estudiando a las personas en ambientes aislados y confinados y ha desarrollado métodos y tecnologías para contrarrestar posibles problemas. Durante la exploración espacial, las restricciones del sueño y las horas de trabajo prolongadas pueden provocar fatiga. Una autoevaluación de cinco minutos ayuda a los astronautas a evaluar objetivamente los efectos de la fatiga en el rendimiento. Los diarios brindan a los astronautas un lugar seguro para escribir sobre sus frustraciones y brindan a los investigadores una herramienta para estudiar problemas de comportamiento y procesos de pensamiento de los tripulantes que viven y trabajan aislados y confinados. Todos estos métodos nos ayudarán a prepararnos para misiones de exploración más largas y lejanas.

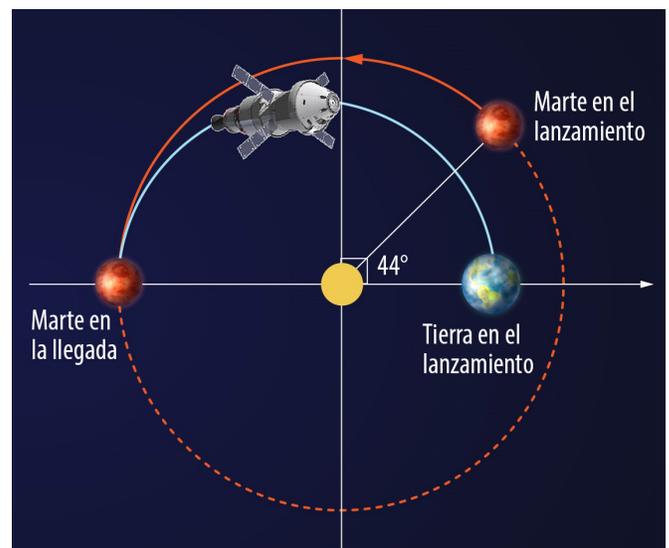
En la Actividad dos de este módulo, los estudiantes diseñarán una propuesta para enviar a la NASA para mitigar los efectos del aislamiento y el confinamiento. A través de la investigación, incluidos los podcasts, los estudiantes se convertirán en parte de una empresa que intenta vender su propuesta a la NASA.



Uno de los peligros más evidentes para los astronautas que se embarcan en una misión en el espacio profundo es la gran distancia que estarán de la Tierra. Mientras que un viaje lunar requiere tres días para recorrer unos 384 000 km (239 000 millas) en cada sentido hasta la Luna, los astronautas que viajen a Marte estarán fuera hasta tres años. El tiempo que lleva viajar de la Tierra a Marte varía según las posiciones de los dos planetas. La Tierra está a unos 150 000 000 km (93 205 678 millas) del Sol y orbita cada 365 días. Marte, sin embargo, está a unos

214 000 000 km (1 329 734 435 millas) del Sol, y su período orbital es de 687 días. Dado que la Tierra tiene un período orbital más corto, siempre está "alcanzando" a Marte en sus órbitas alrededor del Sol. Cada 26 meses, hay una ventana de tiempo en la que se puede lanzar un cohete desde la Tierra en una trayectoria que hará que la nave espacial se encuentre con Marte en su órbita en la menor cantidad de tiempo. Incluso aprovechando estas ventanas de lanzamiento, una misión de ida y vuelta a Marte tomará unos dos años.

La NASA enviará suministros antes de las misiones tripuladas a la superficie marciana en preparación para las estancias de los astronautas en el Planeta Rojo. Además, los suministros estarán estacionados en órbita para reabastecer la nave espacial para el viaje de regreso a casa. Sin embargo, durante el viaje a Marte y de regreso, los astronautas y sus naves espaciales deberán ser completamente autosuficientes. Una vez que la nave espacial quemó sus motores, estableciendo un rumbo hacia Marte, no hay forma de regresar ni de recibir suministros adicionales hasta que



llegue a su destino. Además, debido a la masa y el volumen de consumibles como el agua y el aire, no habrá espacio para suministros que no sean absolutamente imprescindibles.

Para hacer posible el viaje, la nave espacial incorporará sistemas de soporte vital regenerativo. Estos sistemas se encargan de recuperar el aire y el agua consumidos a bordo de una nave espacial y reciclarlos en aire respirable y agua limpia y potable. Tres de los sistemas críticos, desarrollados en el Centro Marshall de vuelos espaciales de la NASA en Huntsville, Alabama, son el sistema de recuperación de agua, el sistema de revitalización del aire y el sistema de generación de oxígeno. El sistema de recuperación de agua se mejora continuamente para aumentar la eficiencia y la confiabilidad. La versión actual del sistema, que está en uso a bordo de la Estación Espacial Internacional, puede recuperar y reciclar más del 90 por ciento de las aguas residuales a bordo de la estación espacial y convertirlas nuevamente en agua limpia para uso de los astronautas. Con suministros limitados y sin el apoyo de su equipo en la Tierra, los astronautas en un viaje a Marte necesitarán sistemas aún más eficientes y confiables para ser autosuficientes, incluido un sistema de reabastecimiento de agua que pueda recuperar el 98 por ciento del agua.

En la Actividad tres de este módulo, los estudiantes calcularán las necesidades de agua de los astronautas en una misión al espacio profundo. Usando la investigación y sus tasas de consumo de agua calculadas, tomarán decisiones sobre un problema de eficiencia del agua en una misión al espacio profundo.



A medida que los astronautas viajen al espacio profundo, se encontrarán con tres campos de gravedad diferentes. La gravedad que experimentarán en la superficie de la Luna es una sexta parte de la gravedad de la Tierra. En el tránsito de la Luna a Marte, vivirán en un ambiente de gravedad cero. Durante una misión en la superficie de Marte, vivirán y trabajarán en una gravedad que es tres octavos de la de la Tierra. Cada vez que la gravedad cambie, habrá un efecto en la coordinación mano-ojo, la locomoción, la orientación espacial, el equilibrio, los huesos, los músculos y la función cardíaca. La forma en que funciona nuestro cuerpo está relacionada con la forma en que reaccionamos a la gravedad.

Una razón principal por la que nuestros huesos y músculos son fuertes es que deben trabajar constantemente para combatir los efectos de la gravedad de la Tierra. En ausencia de gravedad, la densidad ósea de un astronauta disminuye, por lo que es fundamental que los astronautas hagan ejercicio durante el vuelo de tránsito. Si no lo hacen, se puede producir una atrofia grave del hueso y el músculo. Los huesos se debilitan porque los astronautas no aplican tensión, o carga de peso, en los músculos de la espalda y las piernas. Esto es similar a lo que ocurre con los pacientes postrados en cama en la Tierra, cuyos músculos y huesos se debilitan por la falta de movimiento. Los huesos se descomponen y se reconstruyen constantemente a medida que una persona crece. Sin embargo, las personas con osteoporosis tienen más pérdida ósea que reconstrucción. Es posible que esta pérdida no obstaculice a los astronautas mientras están en órbita, pero al regresar a la Tierra, sus huesos debilitados serán frágiles y tendrán un mayor riesgo de fracturas. Además, los minerales que se pierden de los huesos pueden desplazarse a otras partes del cuerpo, lo que hace que los astronautas desarrollen cálculos renales. La tasa de pérdida de densidad ósea en el espacio es del 1 por ciento por mes. Esto es comparable a la pérdida de densidad ósea en hombres y mujeres mayores, cuya tasa de pérdida es de 1 a 1,5 por ciento por año. Esta pérdida ósea puede causar que los astronautas sufran fracturas relacionadas con la osteoporosis más adelante en la vida. La pérdida ósea es solo uno de los efectos de la disminución de la gravedad en un astronauta.

Por suerte, los científicos de la NASA saben que existen tres contramedidas o actividades que pueden disminuir los riesgos para prevenir la pérdida ósea: la nutrición, el ejercicio y los medicamentos. Las comidas son nutricionalmente equilibradas con alimentos ricos en calcio y vitamina D. El ejercicio físico es importante para aumentar la carga ósea y la fuerza muscular. Los astronautas también reciben bisfosfatos, un agente terapéutico que se ha utilizado para tratar a pacientes con osteoporosis, para aumentar la masa ósea y disminuir la aparición de fracturas óseas. Aunque la Luna y Marte ejercen más fuerza gravitatoria sobre el cuerpo que la experimentada durante un vuelo espacial, ejercen menos fuerza que la Tierra. Por lo tanto, incluso después de aterrizar en un cuerpo celeste, los astronautas aún necesitarán mucho ejercicio para mantener la masa muscular y ósea que mantendrían simplemente estando en la Tierra.

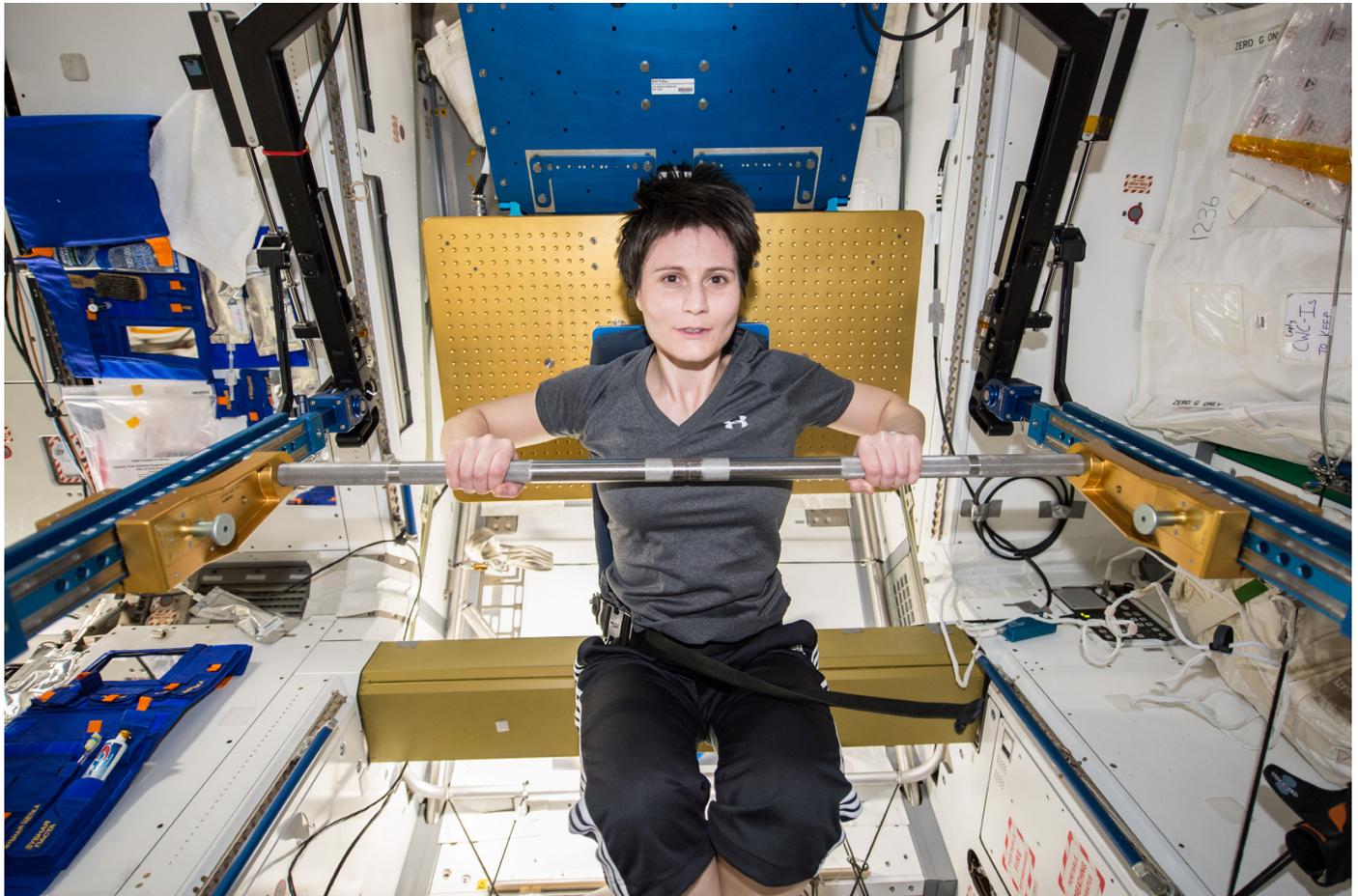
Otro efecto que los científicos están siguiendo de cerca es el cambio de fluidos que se produce en el cuerpo humano durante los vuelos espaciales. En la Tierra, el sistema circulatorio de un astronauta está acostumbrado a trabajar contra la gravedad. Durante los vuelos espaciales, el sistema circulatorio recibe un conjunto diferente de señales y estímulos. El corazón no necesita trabajar tan duro para enviar sangre a la parte superior del cuerpo, lo que conduce a un aumento en el volumen de sangre que se desplaza hacia

## Peligros para los astronautas del espacio profundo

la cabeza. Este cambio puede ejercer presión sobre los ojos y causar pérdida de la visión. Los científicos de la NASA proporcionan a los astronautas manguitos de compresión para usar en los muslos, lo que ayuda a mantener la sangre en las extremidades inferiores para contrarrestar el cambio de fluidos.

Los científicos de la NASA todavía están realizando investigaciones para desarrollar protocolos para reemplazar los efectos positivos para la salud de la gravedad de la Tierra en los astronautas. Esta investigación beneficiará no solo a los astronautas en el espacio profundo, sino también a las personas en la Tierra que experimentan pérdida de densidad ósea y masa muscular.

En la Actividad cuatro de este módulo, los estudiantes diseñarán un dispositivo de ejercicio que pueda operar en diferentes campos de gravedad. Usando su conocimiento del sistema esquelético, el umbral de fractura y la osteoporosis, los diseños de los estudiantes mitigarán los efectos de la pérdida ósea y la atrofia muscular.



La astronauta de la Agencia Espacial Europea Samantha Cristoforetti hace ejercicio en el dispositivo de ejercicio de resistencia de avanzada a bordo de la Estación Espacial Internacional. (NASA)



La NASA ha aprendido que el ecosistema dentro de la nave espacial juega una función importante en la vida cotidiana de los astronautas en el espacio. Los microbios pueden cambiar sus características en el espacio, y los microorganismos que viven naturalmente en el cuerpo humano se transfieren más fácilmente de una persona a otra en hábitats cerrados como la estación espacial. Los niveles de la hormona del estrés están elevados y el sistema inmunitario está alterado, lo que podría conducir a una mayor susceptibilidad a las alergias u otras enfermedades.

Los análogos basados en la Tierra no simulan a la perfección el ambiente de los vuelos espaciales, lo que los hace insuficientes para estudiar en tierra cómo reaccionan los sistemas inmunitarios humanos en el espacio. Sin embargo, los estudios análogos antárticos financiados por la NASA podrían proporcionar información sobre cómo ciertos factores estresantes de los vuelos

espaciales pueden afectar el sistema inmunitario humano. Lo que sí se sabe es que los vuelos espaciales modifican el sistema inmunitario, aunque las tripulaciones no tienden a enfermarse al regresar a la Tierra. Aunque la inmunidad adquirida de los astronautas está intacta, se necesita más investigación para determinar si la inmunidad alterada inducida por los vuelos espaciales puede conducir a problemas autoinmunes, en los que el sistema inmunitario ataca por error a las células, los órganos y los tejidos sanos presentes en el cuerpo.

Se recomienda a los astronautas que se vacunen contra la gripe para aumentar su inmunidad y se los pone en cuarentena antes de sus misiones para evitar contraer cualquier tipo de enfermedad antes del lanzamiento. Durante su misión de un año a bordo de la estación espacial como parte del [Estudio de gemelos](#) de la NASA, Scott Kelly se administró una vacuna contra la gripe mientras su hermano recibía una vacuna en la Tierra. La inmunización demostró funcionar tan bien en el espacio como en la Tierra, lo cual es un buen hallazgo para misiones más largas a la Luna y Marte.

La NASA está utilizando tecnología para monitorear la calidad del aire de la estación espacial para garantizar que la atmósfera sea segura para respirar y no esté contaminada con gases como formaldehído, amoníaco y monóxido de carbono. Los sistemas de control térmico funcionan para mantener la temperatura de la estación espacial y mantener cómodos a los astronautas. Se analizan muestras de sangre y saliva para identificar cambios en el sistema inmunitario y la reactivación de virus latentes durante los vuelos espaciales. La NASA utiliza técnicas moleculares avanzadas para evaluar el riesgo de microbios que pueden causar enfermedades a los tripulantes. Se toman muestras regularmente de varias partes del cuerpo y de la estación espacial para analizar la población microbiana que habita en el ambiente. Los tripulantes cambian los filtros de aire, limpian las superficies y tratan el agua para prevenir enfermedades que puedan resultar de la acumulación de contaminantes.

Más allá de los efectos del ambiente sobre el sistema inmunitario, cada centímetro y cada detalle de los módulos habitacionales y los lugares de trabajo deben pensarse y diseñarse cuidadosamente. Nadie quiere que su casa sea demasiado calurosa, demasiado fría, estrecha, abarrotada, ruidosa o mal iluminada, y nadie disfrutaría tampoco de trabajar y vivir en ese hábitat en el espacio. Los módulos habitacionales y los ambientes de trabajo se planifican y evalúan cuidadosamente para garantizar que los diseños equilibren la comodidad y la eficiencia. La iluminación a bordo de la estación espacial es similar a la que se experimentaría naturalmente en la Tierra, gracias al sistema de iluminación de diodos emisores de luz (LED, por sus siglas en inglés).

La NASA está actuando sobre todos los riesgos y trabajando para resolver los desafíos de los vuelos espaciales tripulados con algunas de las mentes más brillantes en campos relacionados. Los resultados obtenidos de los laboratorios, los análogos terrestres y las misiones de la estación espacial continuarán brindando información sobre estas adaptaciones y presentarán peldaños para misiones más largas. En las próximas misiones a la órbita lunar y la superficie de la Luna, se recopilarán aún más datos a medida que continúe este trabajo. En futuras misiones de mayor duración a la Luna y Marte, los astronautas se beneficiarán de años de investigación que garantizarán que no solo puedan sobrevivir, sino prosperar.

En la Actividad cinco de este módulo, los estudiantes compararán el ambiente de la Tierra, la Luna y Marte. Luego, los estudiantes usarán este conocimiento para diseñar un hábitat en uno de los cuerpos celestes que podrá renovar o reciclar elementos para sustentar la vida.

# Actividad uno: Radiación

## Notas para el educador

### Objetivos de aprendizaje

Los estudiantes podrán hacer lo siguiente:

- Identificarán las exposiciones diarias a la radiación en la Tierra.
- Compararán las exposiciones a la radiación de la Tierra con las que experimentan los astronautas en el espacio profundo.
- Explicarán los efectos de la exposición a la radiación en el cuerpo humano.
- Investigarán la importancia de la protección contra la radiación para los viajes al espacio profundo.

### Descripción general del desafío

Los estudiantes compararán la exposición a la radiación en la Tierra con la exposición a la radiación en el espacio. Esta actividad culmina con un desafío en el que los alumnos deberán proteger a un “astronauta” de papa de los efectos nocivos de la radiación en sus hornos.

### Tiempo sugerido

90 a 120 minutos

### Estándares Nacionales STEM

Ciencias e Ingeniería (NGSS)	
<p><i>Ideas básicas disciplinarias</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MS-PS3-3. Energía: aplicar principios científicos para diseñar, construir y probar un dispositivo que minimice o maximice la transferencia de energía térmica.</li> <li>• MS-LS3-1. Legado, herencia y variación de rasgos: desarrollar y usar un modelo para describir por qué los cambios estructurales en los genes (mutaciones) ubicados en los cromosomas pueden afectar las proteínas y pueden tener efectos dañinos, beneficiosos o neutrales para la estructura y la función del organismo.</li> <li>• MS-ETS1-2. Diseño de ingeniería: evaluar las soluciones de diseño de la competencia utilizando un proceso sistemático para determinar qué tan bien cumplen con los criterios y las restricciones del problema.</li> </ul> <p><i>Conceptos transversales</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energía y materia: la transferencia de energía se puede rastrear a medida que la energía fluye a través de un sistema diseñado o natural.</li> </ul>	<p><i>Conceptos transversales</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura y función: las estructuras y los sistemas complejos y microscópicos se pueden visualizar, representar y usar para describir cómo su función depende de las formas, la composición y las relaciones entre sus partes, por lo tanto, las estructuras/los sistemas naturales complejos se pueden analizar para determinar cómo funcionan.</li> </ul> <p><i>Prácticas de ciencia e ingeniería</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Construir explicaciones y diseñar soluciones: aplicar ideas o principios científicos para diseñar, construir y probar un diseño de un objeto, una herramienta, un proceso o un sistema.</li> <li>• Desarrollo y uso de modelos: la representación en 6–8 se basa en las experiencias de K–5 y avanza hacia el desarrollo, el uso y la revisión de modelos para describir, probar y predecir fenómenos y sistemas de diseño más abstractos.</li> <li>• Participar en un argumento a partir de la evidencia: evaluar soluciones de diseño de la competencia en función de criterios de diseño desarrollados y acordados conjuntamente.</li> </ul>
Tecnología (ISTE)	
<p><i>Estándares para estudiantes</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Constructor de conocimiento: los estudiantes seleccionan críticamente una variedad de recursos utilizando herramientas digitales para construir conocimiento, producir artefactos creativos y crear experiencias de aprendizaje significativas para ellos mismos y para otros.</li> <li>• Diseñador de innovación: los estudiantes usan una variedad de tecnologías dentro de un proceso de diseño para identificar y resolver problemas mediante la creación de soluciones nuevas, útiles o imaginativas.</li> </ul>	<p><i>Estándares para estudiantes (continuación)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicador creativo: los estudiantes se comunican con claridad y se expresan de manera creativa para una variedad de propósitos utilizando las plataformas, las herramientas, los estilos, los formatos y los medios digitales apropiados para sus objetivos.</li> <li>• Colaborador mundial: los estudiantes usan herramientas digitales para ampliar sus perspectivas y enriquecer su aprendizaje al colaborar con otros y trabajar de manera efectiva en equipos a nivel local y global.</li> </ul>
Matemáticas (CCSS)	
<p><i>Prácticas matemáticas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MP.27.EE.3. Resolver problemas matemáticos y de la vida real de varios pasos planteados con números racionales positivos y negativos en cualquier forma (números enteros, fracciones y decimales), usando herramientas estratégicamente. Aplicar las propiedades de las operaciones para calcular con números en cualquier forma, convertir entre formas según corresponda y evaluar la razonabilidad de las respuestas utilizando estrategias de estimación y cálculo mental.</li> </ul>	

### Preparación del desafío

El educador debe hacer lo siguiente:

- Lea la sección Introducción y antecedentes, las Notas del educador y el Folleto para el estudiante para familiarizarse con la actividad.
- Imprimir copias del Folleto para el estudiante y la Hoja de trabajo sobre la exposición a la radiación en la Tierra para cada estudiante.
- Precalentar el horno o el horno eléctrico.

**Materiales**

- Torre de bloques de madera
- Papas (al menos 2 por equipo)  
Nota: Asegúrese de que las papas tengan una masa similar. El educador también puede usar varias variedades diferentes de papas como actividad de extensión.
- Bandeja para hornear galletas u otra fuente apta para horno
- Horno u horno eléctrico ajustado a 180°C
- Termómetro para alimentos o termómetro con sonda para probar la temperatura interna de la papa
- Varios materiales aptos para el horno para proteger la papa (papel de aluminio, papel manteca, arcilla, bolsas de horno, sal, etc.)

**Seguridad**

- Use agarraderas o guantes para horno y gafas protectoras cuando mueva artículos dentro y fuera del horno y cuando verifique la temperatura de la papa.
- Asegúrese de usar materiales aptos para el horno, incluidos el guante para horno, la bandeja o la fuente, y los materiales que envuelven la papa.
- No coloque las papas directamente sobre la rejilla del horno, sino que utilice una bandeja para hornear galletas u otro tipo de fuente apta para horno.
- Tenga una superficie plana y resistente al calor lista para colocar la bandeja para hornear galletas o la fuente después de sacarlas del horno. Quite cualquier desorden, otros equipos y todos los materiales combustibles del área.

**Presente el desafío**

- Informe a los estudiantes que aprenderán sobre la radiación y los efectos de la exposición a la radiación en los astronautas en el espacio.
- Explique a los estudiantes que trabajarán en equipos para proteger a un “astronauta” de papa de los efectos nocivos de la exposición a la radiación en un horno. Es importante hacer notar y explicar a los estudiantes que la radiación infrarroja de un horno es diferente en longitud de onda e intensidad que la radiación de las partículas energéticas solares (SEP) o la radiación cósmica galáctica (GCR) y que esta actividad es solo una ilustración de los efectos de la radiación.
- Pregunte a los estudiantes qué creen que tienen en común los astronautas y las papas.
- Repase los siguientes criterios y restricciones de la actividad con los estudiantes:

Criterios	Restricciones
Después del horneado, la papa experimental debe tener una temperatura interna más baja que la papa control (cuanto más baja, mejor).	No puede usar más de tres capas de protección en su “astronauta”.
Todos los materiales de protección para la papa deben ser aptos para horno.	No puede usar agua u otros líquidos como protección para esta actividad.
Las papas experimentales y de control deben cocinarse por la misma cantidad de tiempo a la misma temperatura.	

**Comparta con los estudiantes**



**Estimulante cerebral**

Las bananas son una fuente natural de isótopos radiactivos. Una “dosis equivalente a una banana (BED, por sus siglas en inglés)” es una unidad que compara la exposición a la radiación con la cantidad que recibe naturalmente al comer una banana. 1 BED es igual a 0,001 milisievert (mSv).

¡Una dosis letal de radiación sería comparable a la radiación que obtendría al comer 80 millones de bananas!

Vea más comparaciones en el Folleto para el estudiante.

Obtenga más información: [www.nasa.gov/sites/default/files/files/Radiation\\_Math.pdf](http://www.nasa.gov/sites/default/files/files/Radiation_Math.pdf)



**En el lugar**

La investigación realizada en el Laboratorio de Radiación Espacial de la NASA (NSRL, por sus siglas en inglés) en el Laboratorio Nacional de Brookhaven en Nueva York aumenta nuestra comprensión de la radiación ionizante y el daño celular. Los investigadores están trabajando para limitar el daño al tejido sano por la radiación cósmica, lo que conducirá a una exploración más segura para los astronautas y posibles mejoras en los tratamientos contra el cáncer para todos.



Obtenga más información: [www.bnl.gov/nsrl/](http://www.bnl.gov/nsrl/)

## Peligros para los astronautas del espacio profundo

### Facilitar el desafío

#### ? Preguntar

- Comience esta actividad con una demostración utilizando una torre apilada de bloques de madera (por ejemplo, una torre giratoria). Explique a los estudiantes que el juego representa una hebra de su ADN. Retire un bloque de cualquier parte de la estructura y explique a los estudiantes que cuando alguien se expone a la radiación, destruye o cambia una pequeña parte de esa hebra. Continúe sacando bloques al azar y pida a los estudiantes que brinden observaciones. Explique que a veces la torre se cae al quitar un bloque, pero que otras veces es necesario quitar varios bloques antes de que la torre se caiga.
- Pregunte a los estudiantes qué sucedería si se arrojara una canica a la pila de bloques en lugar de retirar cuidadosamente los bloques individuales. Explique que una canica representaría cómo es estar expuesto a la radiación cósmica galáctica (RGC). La radiación cósmica galáctica es mucho más dañina que la exposición a partículas energéticas solares (SEP) porque la radiación cósmica galáctica tiene una masa atómica alta y una energía extremadamente alta. Para obtener más información sobre el daño del ADN, lea “*Space Radiation is Risky Business for the Human Body*” en [www.nasa.gov/feature/space-radiation-is-risky-business-for-the-human-body](http://www.nasa.gov/feature/space-radiation-is-risky-business-for-the-human-body). Esta página también incluye un video que se puede compartir con los estudiantes.
- Explique a los estudiantes que en esta actividad aprenderán a cuánta radiación están expuestos anualmente en la Tierra y compararán esta tasa de exposición con la de los astronautas en la Estación Espacial Internacional, en un viaje a la Luna e incluso en un viaje de exploración del espacio profundo a Marte. Antes de que los estudiantes completen la Hoja de trabajo sobre la exposición a la radiación en la Tierra, organice un debate con todo el grupo sobre la exposición a la radiación en la Tierra. ¿Con qué frecuencia piensan los estudiantes que ocurre? ¿Qué la causa?

Nota: Puede ser útil completar la hoja de trabajo mientras los “astronautas” de papas se hornean en el horno.

- En la última parte de esta actividad, los estudiantes trabajarán en pequeños equipos para crear un escudo protector para los “astronautas” de papas antes de hornearlos. Analice con los estudiantes la importancia del blindaje para proteger a los astronautas de las partículas energéticas solares mientras están en el espacio, lejos de la protección de la magnetosfera de la Tierra. Poner la mayor cantidad de masa posible entre los astronautas y las partículas energéticas solares ayudará a proteger a los astronautas de la radiación dañina.

#### 💡 Imaginar

- Entregue a cada estudiante una copia de la Hoja de trabajo sobre la exposición a la radiación en la Tierra.
- Los estudiantes trabajarán individualmente en el folleto para determinar la cantidad de sus propias tasas de exposición personal.
- Como grupo grande, determine las tasas de exposición en dosis equivalente a una banana (BED) de los astronautas en (1) la Estación Espacial Internacional, (2) un viaje a la Luna y (3) un viaje a Marte.

#### Preguntas de análisis y clave de respuestas

1. La exposición promedio durante un año en la Tierra es de unos 3,0 mSv. ¿Cómo se compara su dosis de radiación anual con el promedio? ¿Cómo se compara su dosis anual de radiación con la de otros estudiantes?
2. La tasa de exposición promedio para los astronautas en la Estación Espacial Internacional durante una estadía de seis meses es de 160 mSv. ¿Cuál es la dosis equivalente a una banana, o BED, para esos astronautas? **Respuesta: 160,000**
3. La exposición a la radiación promedio para los astronautas que viven en la Luna durante nueve días es de 11,4 mSv. ¿Cuál es la dosis equivalente a una banana para esos astronautas? **Respuesta: 11 400.** ¿Por qué este número es menor que la dosis equivalente a una banana para una estadía en la Estación Espacial Internacional? **Respuesta: Los astronautas están en la Estación Espacial Internacional durante seis meses, no nueve días.**
4. La exposición a la radiación estimada para los astronautas en una misión de ida y vuelta de tres años a Marte es de 1200 mSv. ¿Cuál es la dosis equivalente a una banana para un viaje a Marte? **Respuesta: 1 200 000.** Si una dosis letal de radiación es el equivalente a comer 80 millones de bananas, ¿cuántos viajes a Marte podría hacer? **Respuesta: 8**

### Planificar

- Divida a los estudiantes en equipos pequeños de no más de cuatro integrantes.
- Explique que los estudiantes deberán hacer una lluvia de ideas sobre cómo protegerán a un “astronauta” de papa de la radiación de un horno.
- Asegúrese de que los estudiantes entiendan qué materiales tienen disponibles y cuánto se les permite usar.
- Los equipos deben recibir al menos dos papas. Una servirá como testigo, donde no se da protección, y la otra será la papa experimental.

Nota: A criterio del educador, a los equipos se les puede dar una sola papa y se les puede dar a los estudiantes la temperatura final de una papa de control de antemano. Los estudiantes también pueden usar más de una papa, o papas de diferentes variedades, y protegerlas de varias maneras. Por ejemplo, pueden comparar la eficacia de una capa de papel de aluminio con la eficacia de tres capas de papel de aluminio.

### Crear

- Después de que los estudiantes hayan ideado una solución para proteger mejor su papa, envolverán el “astronauta” de papa usando no más de tres capas de material y asegurándose de que toda la papa esté cubierta, sin espacios ni agujeros. Analice cómo este “traje espacial” protector es similar al delantal de plomo que se usa durante las radiografías.
- Si los estudiantes usan más de una papa, cada traje espacial protector debe hacerse de manera diferente.

### Probar

- Los equipos hornearán sus “astronautas” de papa. Para ahorrar tiempo, precaliente el horno. La papa de control no tendrá protección y debe hornearse a 180 grados durante 30 minutos.

Nota: El educador puede variar el tiempo o la temperatura, pero debe mantener las variables constantes para todas las papas. Si no hay un horno disponible, considere usar la cafetería de la escuela o envíe papas a casa para hornearlas y probarlas.

- Luego, los equipos hornearán a sus astronautas protegidos durante 30 minutos a 180 grados.

Nota: Puede ser útil que los estudiantes trabajen en el folleto Exposición a la radiación mientras se hornearan las papas.

- Los equipos tomarán la temperatura interna de la papa de control y de sus “astronautas” de papa protegidos.
- Pida a los estudiantes que representen gráficamente o creen una tabla de sus resultados para compartir con el resto de los equipos.

### Mejorar

- Pregunte a los estudiantes si el traje espacial protegió a sus astronautas. ¿Mejoró la temperatura interna con respecto a la temperatura de la papa de control?
- Si no se hizo ninguna mejora, permita que los equipos hagan una lluvia de ideas y analicen qué harían para mejorar sus diseños. Si el tiempo lo permite, permita que los equipos prueben sus nuevos diseños e incluyan cualquier dato nuevo en su gráfico o tabla original.

### Compartir

Involucre a los estudiantes con las siguientes preguntas de discusión:

- Comparen los resultados de su equipo con los resultados de los otros equipos. ¿Cómo se compara su traje espacial con los demás? ¿Qué mejoras se podrían hacer si tuviera tiempo?
- ¿En qué se parece esta actividad al desarrollo de trajes espaciales protectores para astronautas?
- Compare la radiación a la que los astronautas reales están expuestos en el espacio y la radiación que experimentaron sus “astronautas” de papa.

Opcional: comparta los resultados de los estudiantes en las redes sociales usando #NextGenSTEM. Asegúrese de incluir el módulo y el nombre de la actividad.

## Peligros para los astronautas del espacio profundo

### Extensiones

- Cree una lista de precios para los materiales y proporcione a los equipos de estudiantes un presupuesto dentro del cual deben trabajar. Por ejemplo, haga que el papel de aluminio sea más caro que el papel manteca para ayudar a los estudiantes a darse cuenta de que la ingeniería implica compensaciones entre precio y rendimiento.
- En su diario, escriba una reflexión sobre lo que ha aprendido de esta actividad. Describa la importancia de los materiales del traje espacial y de la nave espacial en la mitigación de la exposición a la radiación en un viaje al espacio profundo.

### Referencia

*Space Faring: The Radiation Challenge (Middle School Educator Guide)*

[www.nasa.gov/pdf/284277main\\_Radiation\\_MS.pdf](http://www.nasa.gov/pdf/284277main_Radiation_MS.pdf)

## Actividad uno: Radiación

### Folleto para el estudiante

#### Su Desafío

Comparar y mostrar la diferencia de la exposición a la radiación en la Tierra con la exposición a la radiación en el espacio. Esta actividad culmina con un desafío en el que usted deberá proteger a un “astronauta” de papa de los efectos nocivos de la radiación en un horno.

Criterios	Restricciones
Después del horneado, la papa experimental debe tener una temperatura interna más baja que la papa control (cuanto más baja, mejor).	No puede usar más de tres capas de protección en su “astronauta”.
Todos los materiales de protección para la papa deben ser aptos para horno.	No puede usar agua u otros líquidos como protección para esta actividad.
Las papas experimentales y de control deben cocinarse por la misma cantidad de tiempo a la misma temperatura.	

#### ? Preguntar

- Su instructor demostrará los efectos de la radiación usando una pila de bloques para representar su ADN. El ADN se encuentra dentro de cada una de sus células y lleva toda la información sobre cómo se ve y funciona. Quitar un bloque de la pila muestra el efecto que tiene una pequeña dosis de radiación en el ADN. ¿Qué anticipa que sucederá a medida que su instructor continúe eliminando bloques? ¿Qué pasaría si arrojara una canica a la torre de bloques? Esa sería una ilustración de otro tipo de radiación a la que los astronautas están expuestos en el espacio: la radiación cósmica galáctica (GCR).

#### 💡 Imaginar

- En la siguiente parte de esta actividad, aprenderá a cuánta radiación está expuesto anualmente en la Tierra. Reflexione y analice con todo el grupo cómo cree que se produce la exposición a la radiación aquí en la Tierra. Después de este análisis grupal, recibirá un folleto para completar y comparar sus datos con otros estudiantes.
- A continuación, comparará su tasa de exposición anual con la de los astronautas (1) que viven en la Estación Espacial Internacional, (2) en un viaje a la Luna y (3) en un viaje de exploración del espacio profundo a Marte.

#### ✏️ Planificar

- En la última parte de esta actividad, usted trabajará en un equipo pequeño para crear un escudo protector para un “astronauta” de papa antes de hornearlo. Esto es para ilustrar la exposición a la radiación que los astronautas enfrentarían en el espacio. Comprenda que la radiación del horno es muy diferente a los tipos de radiación que se encuentran en el espacio, pero esta es una buena manera de ilustrar la importancia de la protección y el blindaje para los astronautas.
- Use una hoja de papel para hacer una lluvia de ideas sobre cómo su equipo usará los materiales provistos para proteger a un “astronauta” de papa de la radiación de un horno. Sea descriptivo y asegúrese de rotular sus dibujos.

#### Dato curioso

¿Sabía que existe un tipo de hongo que se alimenta de la radiación y crea energía química para su crecimiento? ¡Es cierto! Los científicos han descubierto un tipo de hongo en Chernobyl, el sitio del peor desastre nuclear del mundo. El hongo sobrevive usando un proceso único llamado radiosíntesis que funciona como la fotosíntesis, pero usa la energía de la radiactividad en lugar de la luz solar. Los científicos han descubierto recientemente que las propiedades de este hongo podrían ayudar a proteger a las personas de la radiación, como a los astronautas de la Estación Espacial Internacional. ¡El hongo eventualmente podría usarse para crear un protector solar aprobado para el espacio!

Obtenga más información: [hub.jhu.edu/2019/11/01/melanin-space-study/](http://hub.jhu.edu/2019/11/01/melanin-space-study/)

#### Esquina profesional

Los científicos que trabajan con el Grupo de Radiación Espacial (SRG, por sus siglas en inglés) del Centro Espacial Johnson monitorean el pronóstico del clima espacial desde el Centro de Predicción del Clima Espacial de la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica. Alertan al control de la misión sobre la posible actividad solar y pueden recomendar posponer actividades que requieran que los astronautas realicen caminatas espaciales. Dondequiera que vayan los astronautas, los científicos del SRG vigilarán el ambiente espacial. ¿Está interesado en convertirse en meteorólogo espacial?

Obtenga más información: [ccmc.gsfc.nasa.gov/](http://ccmc.gsfc.nasa.gov/)

## Peligros para los astronautas del espacio profundo

### Crear

- Después de que su equipo haya ideado una solución para proteger mejor su papa, use los materiales que ha elegido para envolver cuidadosamente su “astronauta” de papa. Asegúrese de que toda la papa esté cubierta, sin espacios ni agujeros. Esta es su papa experimental.
- La segunda papa será su papa de control. Debe dejarse completamente desprotegida. Idealmente, su papa experimental “sobrevivirá” a lo que la papa de control no pudo. Siempre que sea posible, los buenos experimentos tienen un control para asegurarse de que el experimento no solo funcionó, sino que funcionó mejor que no hacer nada, porque a veces puede empeorar las cosas por accidente.

### Probar

- ¡Es hora de probar sus trajes espaciales protectores! Coloque ambas papas, la papa experimental y la papa de control, en una bandeja para hornear galletas u otra fuente apta para horno.
- Póngase las gafas protectoras y los guantes para el horno.
- Coloque la papa experimental y la papa de control en un horno precalentado a 180 grados y hornéelas durante 30 minutos.
- Después de 30 minutos, vuelva a ponerse las gafas protectoras y los guantes para horno. Despeje el área donde colocará la bandeja para hornear galletas o la fuente.
- Retire con cuidado la bandeja para hornear galletas del horno con guantes para horno o agarraderas.
- Usando el guante para horno, sostenga el “astronauta” de papa. Inserte con cuidado el termómetro y tome la temperatura interna del “astronauta” de papa protegido; luego, tome la temperatura de la papa de control.
- Cree una tabla o un gráfico para ilustrar los resultados, comparando el “astronauta” de papa con la papa de control.

### Mejorar

- ¿Mejoró la temperatura interna del “astronauta” de papa protegido con respecto a la temperatura de la papa de control? ¿Por qué sí o por qué no?
- Si no se hizo ninguna mejora, haga una lluvia de ideas y analice con su equipo qué podría hacer para mejorar el diseño. Si el tiempo lo permite, pruebe su nuevo diseño y registre sus nuevos datos en su tabla o gráfico.

### Compartir

- Compare los resultados de su equipo con los resultados de los otros equipos. ¿Cómo se compara su traje espacial con los demás? ¿Qué mejoras se podrían hacer si tuviera tiempo?
- ¿En qué se parece esta actividad al desarrollo de trajes espaciales protectores para astronautas?
- Compare la radiación a la que los astronautas reales están expuestos en el espacio y la radiación que experimentaron sus “astronautas” de papa.

# Hoja de trabajo sobre la exposición a la radiación en la Tierra

Nombre: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**Instrucciones:** calcule su dosis anual de radiación sumando la cantidad de radiación a la que está expuesto de fuentes comunes de radiación. Coloque el valor de la columna “Fuentes comunes de radiación” (columna central) que corresponda a su situación en la columna “Dosis anual” (columna a la derecha). Todos los valores están en milisieverts (mSv), que es la unidad de medida estándar para una dosis de radiación. Sume todos los números de la columna de la derecha para determinar su dosis de radiación anual total estimada.

Factores	Fuentes comunes de radiación	Dosis anual	
Donde vive	<b>Radiación cósmica (desde el espacio exterior)</b> La exposición depende de la elevación (cuánta atmósfera hay sobre usted para bloquear la radiación).		
	<b>Elevación</b> (promedio de datos de ciudades de U.S. Geological Survey: <a href="http://usgs.gov">http://usgs.gov</a> )	<b>Valor, mSv</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Nivel del mar</b> (Nueva York, Filadelfia, Houston, Baltimore, Boston, Nueva Orleans, Jacksonville, Seattle)</li> </ul>	0,26	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>1 a 300 metros</b> (Chicago, Detroit, San Diego, Dallas, Mineápolis, St. Louis, Indianápolis, San Francisco, Memphis, Washington DC, Milwaukee, Cleveland, Columbus, Atlanta)</li> </ul>	0,28	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>301 a 600 metros</b> (Phoenix, Pittsburgh, San José, Oklahoma City)</li> <li>• <b>601 a 900 metros</b> (Las Vegas, Los Ángeles, Honolulu, Tucson)</li> <li>• <b>901 a 1200 metros</b> (El Paso)</li> <li>• <b>1201 a 1500 metros</b> (Salt Lake City)</li> <li>• <b>1501 a 1800 metros</b> (Denver, Albuquerque)</li> <li>• <b>1801 a 2100 metros</b></li> <li>• <b>2101 a 2400 metros</b></li> <li>• <b>2401 a 2700 metros</b></li> </ul>	0,31 0,35 0,41 0,47 0,52 0,66 0,79 0,96	_____mSv
Comida Agua Aire	<b>Radiación interna (valores promedio)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• De los alimentos (la mayoría de los alimentos tienen carbono-14 y potasio-40, que son radiactivos naturales) y del agua (radón disuelto en agua)</li> <li>• Del aire (radón que emana del suelo)</li> </ul>	0,40 mSv  2,00 mSv	

## Peligros para los astronautas del espacio profundo

Agregue los siguientes valores si se aplican a usted:			
Como vive	Vive cerca de un sitio de prueba de armas radiactivas	0,01 mSv	_____ mSv
	Viaje en avión a reacción	0,005 mSv por hora en el aire (total de todos los vuelos en 1 año)	_____ mSv
	Si tiene coronas de porcelana o dientes postizos	0,0007 mSv por diente/corona (2 coronas = 0,0014 mSv)	_____ mSv
	Si usa un reloj luminoso	0,0006 mSv	_____ mSv
	Si mira TV	0,01 mSv	_____ mSv
Como vive	Si usa una pantalla de computadora	0,01 mSv	_____ mSv
	Si tiene un detector de humo	0,00008 mSv	_____ mSv
	Si usa una linterna de gas para acampar	0,002 mSv	_____ mSv
	Si fumas	160,0 mSv	_____ mSv
Pruebas de diagnóstico médico realizadas este año (por procedimiento)			
Pruebas medicas	Radiografía de extremidades (brazo, mano, pie o pierna)	0,01 mSv (si fueran dos radiografías, entonces = 0,02 mSv)	_____ mSv
	Radiografía dental	0,01 mSv	_____ mSv
	Radiografía de pecho	0,06 mSv	_____ mSv
	Radiografía de pelvis/cadera	0,65 mSv	_____ mSv
	Radiografía de cráneo/cuello	0,20 mSv	_____ mSv
	Radiografía gastrointestinal superior	2,45 mSv	_____ mSv
	Tomografía axial computarizada (TAC) (cabeza y cuerpo)	1,1 mSv	_____ mSv
	Medicina nuclear (por ejemplo, gammagrafía tiroidea)	0,014 mSv	_____ mSv
	Dosis total anual	Sume todos los números de la última columna. Esta es su dosis anual de radiación en la Tierra.	

### Dosis equivalente a una banana (BED):

Las bananas son una fuente natural de isótopos radiactivos. Una “dosis equivalente a una banana (BED, por sus siglas en inglés)” es una unidad que compara la exposición a la radiación con la cantidad que recibe naturalmente al comer una banana. ¡Una dosis letal de radiación sería comparable a la radiación que obtendría al comer 80 millones de bananas! Usando la siguiente conversión, ¿cuál es su dosis equivalente a una banana cada año? \_\_\_\_\_

$$1 \text{ BED} = 0,001 \text{ mSv}$$

Ejemplo:

Su dosis de radiación anual es de 2,8514 mSv.

Deberá convertir milisieverts a BED multiplicando su respuesta por 1,000.

$$2,8514 \times 1000 = 2851,4 \text{ bananas por año}$$

### Análisis:

1. La exposición promedio durante un año en la Tierra es de unos 3,0 mSv. ¿Cómo se compara su dosis de radiación anual con el promedio? ¿Cómo se compara su dosis anual de radiación con la de otros estudiantes?

## Peligros para los astronautas del espacio profundo

2. La tasa de exposición promedio para los astronautas en la Estación Espacial Internacional durante una estadía de seis meses es de 160 mSv. ¿Cuál es la dosis equivalente a una banana para esos astronautas?
3. La exposición a la radiación promedio para los astronautas que viven en la Luna durante nueve días es de 11,4 mSv. ¿Cuál es la dosis equivalente a una banana para esos astronautas? ¿Por qué este número es menor que la dosis equivalente a una banana para una estadía en la Estación Espacial Internacional?
4. La exposición a la radiación estimada para los astronautas en una misión de ida y vuelta de tres años a Marte es de 1200 mSv. ¿Cuál es la dosis equivalente a una banana para un viaje a Marte? Si una dosis letal de radiación es el equivalente a comer 80 millones de bananas, ¿cuántos viajes a Marte podría hacer?

## Actividad dos: Aislamiento y confinamiento

### Notas para el educador

#### Objetivos de aprendizaje

Los estudiantes podrán hacer lo siguiente:

- Investigarán los peligros del aislamiento.
- Explorarán varias instalaciones analógicas como el HERA (análogo de investigación de exploración humana) y NEK (Nezemnyy Eksperimental'nyy Kompleks) y estudios como SIRIUS (Investigación científica internacional en una estación terrestre única) y USAP (Programa Antártico de Estados Unidos) e identificarán su objetivo de investigación.
- Presentarán una propuesta que incluya el nombre de la empresa, el emblema de la misión y el plan de solución de mitigación.
- Describirán las formas en que la NASA intenta mitigar los efectos negativos del aislamiento y el confinamiento en los astronautas.

#### Descripción general del desafío

Equipos de estudiantes formarán una empresa para investigar los peligros del aislamiento en el espacio profundo y el confinamiento utilizando varios recursos e investigaciones de la NASA. A los equipos que se les indicará que seleccionen dos o más técnicas de mitigación CONNECT (Comunidad, Amplitud, Redes, Necesidades, Mentalidad expedicionaria, Contramedidas y Capacitación, por sus siglas en inglés) y diseñen un plan de solución y un prototipo opcional, un nombre de empresa, un emblema de la misión y una propuesta para “vender” la idea de la empresa a un panel simulado de la NASA.

#### Tiempo sugerido

120 a 180 minutos  
(hasta una semana de sesiones)

#### Estándares Nacionales STEM

Ciencias e Ingeniería (NGSS)	
<p><i>Ideas básicas disciplinares</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MS-LS2.D. Interacciones sociales y comportamiento grupal: el comportamiento grupal ha evolucionado porque la pertenencia puede aumentar las posibilidades de supervivencia de los individuos y sus parientes genéticos.</li> <li>• MS-LS1-5. Estructuras y procesos: construir una explicación científica basada en la evidencia de cómo los factores ambientales y genéticos influyen en el crecimiento de los organismos.</li> </ul>	<p><i>Conceptos transversales</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Causa y efecto: se requiere evidencia empírica para diferenciar entre causa y correlación y hacer afirmaciones sobre causas y efectos específicos.</li> </ul>
Tecnología (ISTE)	
<p><i>Estándares para estudiantes</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudiante empoderado: los estudiantes aprovechan la tecnología para desempeñar una función activa en la elección, el logro y la demostración de competencia en sus objetivos de aprendizaje, informados por las ciencias del aprendizaje.</li> <li>• Ciudadano digital: los estudiantes reconocen los derechos, las responsabilidades y las oportunidades de vivir, aprender y trabajar en un mundo digital interconectado, y actúan y se muestran de manera segura, legal y ética.</li> <li>• Constructor de conocimiento: los estudiantes seleccionan críticamente una variedad de recursos utilizando herramientas digitales para construir conocimiento, producir artefactos creativos y crear experiencias de aprendizaje significativas para ellos mismos y para otros.</li> </ul>	<p><i>Estándares para estudiantes (continuación)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñador de innovación: los estudiantes usan una variedad de tecnologías dentro de un proceso de diseño para identificar y resolver problemas mediante la creación de soluciones nuevas, útiles o imaginativas.</li> <li>• Comunicador creativo: los estudiantes se comunican con claridad y se expresan de manera creativa para una variedad de propósitos utilizando las plataformas, las herramientas, los estilos, los formatos y los medios digitales apropiados para sus objetivos.</li> <li>• Colaborador mundial: los estudiantes usan herramientas digitales para ampliar sus perspectivas y enriquecer su aprendizaje al colaborar con otros y trabajar de manera efectiva en equipos a nivel local y global.</li> </ul>
Lengua y literatura en inglés/alfabetización (CCSS)	
<p><i>Lengua y literatura en inglés/alfabetización</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• RST.9-10.8: evaluar hasta qué punto el razonamiento y la evidencia en un texto respaldan la afirmación o la recomendación del autor para resolver un problema científico o técnico. (HS-LS2-8)</li> <li>• RST.11-12.1: citar evidencia textual específica para apoyar el análisis de textos científicos y técnicos, prestando atención a las distinciones importantes que hace el autor y a cualquier laguna o inconsistencia en el relato. (HS-LS2-8)</li> </ul>	<p><i>Lengua y literatura en inglés/alfabetización (continuación)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• RST.11-12.7: integrar y evaluar múltiples fuentes de información presentadas en diversos formatos y medios (por ejemplo, datos cuantitativos, video y multimedia) para abordar una pregunta o resolver un problema. (HS-LS2-8)</li> <li>• RST.11-12.8: evaluar las hipótesis, los datos, los análisis y las conclusiones en un texto científico o técnico, verificando los datos cuando sea posible y corroborando o cuestionando las conclusiones con otras fuentes de información. (HS-LS2-8)</li> </ul>

#### Preparación del desafío

El educador debe hacer lo siguiente:

- Leer la información en la sección “Introducción y antecedentes” y las Notas para el educador.

- Repasar “*Houston We Have a Podcast, Episode 58: Hazard 2: Isolation*”. Nota: Los educadores pueden optar por asignar esto como tarea auditiva con anticipación. Se incluye un documento con marca de tiempo después del Manual del estudiante.
- Repasar las técnicas de mitigación de CONNECT que se definen y analizan en el podcast y repasar la tabla CONNECT en la sección “Explorar los conocimientos y las incógnitas” de las Notas para el educador.
- Reunir materiales o proporcionar una lista de materiales que los estudiantes pueden usar.
- Precargar videos para la presentación.
- Proporcionar acceso a la computadora a los estudiantes.
- Proporcionar enlaces de podcast y documentos opcionales con marca de tiempo a los estudiantes:
  - *Houston, We Have a Podcast, Episode 58: Hazard 2: Isolation* (1 hora): [www.nasa.gov/johnson/HWHAP/hazard-2-isolation](http://www.nasa.gov/johnson/HWHAP/hazard-2-isolation)
  - *Houston, We have a Podcast, Episode 162: CONNECT During Social Isolation* (1 hora): <https://www.nasa.gov/johnson/HWHAP/connect-during-social-isolation>

### Folleto

- Folleto para el estudiante (uno por equipo)
- Directamente de la fuente: el Dr. Thomas Williams (uno por estudiante)
- Tabla CONNECT y recursos para estudiantes (uno por equipo)
- Marcas de tiempo para “*Houston We Have a Podcast: Isolation*” (uno por estudiante)
- Marcas de tiempo para “*Houston We Have a Podcast: CONNECT During Social Isolation*” (uno por estudiante)

### Materiales

- Utensilios de escritura
- Carteleras o dispositivos de grabación para presentar el nombre final de la empresa, el diseño del emblema y las presentaciones de propuestas o videos promocionales
- Suministros de arte creativo (marcadores, tijeras, reglas, transportadores, pegamento, revistas viejas, calcomanías, etc.)
- Artículos solicitados del equipo para la construcción si el equipo decide hacer un prototipo

### 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 las tijeras, analice los problemas de seguridad relacionados con el uso adecuado.

### Presente el desafío

- Proporcione el contexto para esta actividad utilizando la información en la sección “Introducción y antecedentes” de esta guía.
- Para activar el conocimiento previo de los estudiantes, pídeles que definan “peligro” en sus propias palabras. Luego, pida a los estudiantes que enumeren algunos posibles peligros de los viajes al espacio profundo para los astronautas. Después de que los estudiantes hayan presentado varias posibilidades, escriba el acrónimo “RIDGE” así como cada uno de los conceptos que representa: Radiación, Aislamiento y confinamiento, Distancia de la Tierra, Gravedad (o falta de ella) y Ambientes hostiles/cerrados. Compare la lista generada por los estudiantes con la lista de la NASA.
- Haga a los estudiantes esta pregunta: ¿Cuál sería su mayor preocupación por los peligros como astronauta del espacio profundo? Pídeles que compartan en equipos de análisis.
- Pida a los estudiantes que escuchen “*Houston We Have a Podcast, Episode 58: Hazard 2: Isolation*”.

Nota: Se recomienda asignar este podcast como tarea previa a la actividad. De lo contrario, asegúrese de tener en cuenta el tiempo (aproximadamente una hora) para que los estudiantes escuchen y tomen notas o reproduzcan el episodio en secciones durante una semana. Hay una transcripción disponible en el enlace proporcionado (ver Preparación del desafío) y se puede imprimir y distribuir para los estudiantes que puedan necesitarla.

## Peligros para los astronautas del espacio profundo

- Divida a los estudiantes en equipos (tres estudiantes por equipo es lo ideal) y distribuya el Folleto para el estudiante a cada equipo. Explique los detalles del desafío, incluso los criterios y las restricciones de diseño y las expectativas para el trabajo en equipo y la gestión del aula.

### NASA, tenemos un problema de aislamiento

- Comparta el siguiente escenario con los estudiantes:  
La NASA se ha acercado a su empresa para ayudar con la mitigación de un peligro importante para los astronautas del espacio profundo: el aislamiento y el confinamiento. ¿Cómo protegeremos a nuestros astronautas durante sus viajes al espacio profundo a Marte y de regreso? Específicamente, ¿cómo vamos a protegerlos de los efectos del aislamiento y el confinamiento lejos de su planeta de origen, la Tierra? El equipo de su empresa deberá trabajar en conjunto para desarrollar una propuesta para presentar a un panel simulado de la NASA. En su propuesta debe incluirse el nombre de su empresa, un diseño de emblema de la misión, un plan de solución y un diseño de prototipo opcional de sus técnicas de mitigación CONNECT para aislamiento y confinamiento, la instalación o la ubicación analógica inicial para la investigación y los tipos de pruebas que llevará a cabo para demostrar validez.
- Explique a los estudiantes que un análogo es una situación en la Tierra que produce efectos en el cuerpo similares a los experimentados en el espacio: físicos, mentales y emocionales. Estos estudios ayudan a prepararse para misiones de larga duración. La NASA está asociada con al menos 14 misiones análogas en todo el mundo. [www.nasa.gov/analog/types-of-analogs](http://www.nasa.gov/analog/types-of-analogs)
- Repase los siguientes criterios y restricciones de la actividad con los estudiantes:

Criterios	Restricciones
Diseñar un plan de solución que se centre en al menos dos de las siete mitigaciones de CONNECT.	No se pueden utilizar conexiones en tiempo real en este diseño. Debido a la distancia de la Tierra, habrá un retraso en cualquier comunicación. (Nota: "Tiempo real" se refiere al tiempo real durante el cual ocurren un proceso o un evento).
El diseño debe identificarse con un acrónimo creativo (por ejemplo, "D-SMILE" para Mitigación del espacio profundo en los efectos "Lurking" de aislamiento, por sus siglas en inglés) y el diseño del emblema.	
El diseño debe estar respaldado por la investigación del Programa de Investigación Humana.	
Describir qué instalación análoga a la Tierra (por ejemplo, HERA) simularía mejor un viaje al espacio profundo y qué pruebas se realizarían aquí en la Tierra antes de la primera misión al espacio profundo.	
Crear una presentación para proponer el plan de solución de mitigación de su empresa al panel simulado de la NASA.	

### Comparta con los estudiantes

#### Estimulante cerebral

Las misiones de duración extendida en la Estación Espacial Internacional son peldaños para futuras misiones a la Luna y Marte.

Obtenga más información:  
[www.nasa.gov/1ym](http://www.nasa.gov/1ym)

#### En el lugar

El Análogo de investigación de exploración humana (HERA, por sus siglas en inglés), ubicado en el Centro Espacial Johnson, es un hábitat único de tres pisos diseñado para servir como un análogo para el aislamiento, el confinamiento y las condiciones remotas en escenarios de exploración. ¡Haga el recorrido en 3D si tiene tiempo!



Obtenga más información:  
[www.nasa.gov/analog/hera](http://www.nasa.gov/analog/hera)

### Facilitar el desafío

#### Identificar el problema

- Presente esta idea a los estudiantes y organice un debate en grupo grande:  
Pensando en retrospectiva, ¿alguna vez se han sentido confinados y aislados en una situación particular? (Respuestas posibles: durante una pandemia, al quedarse atrás accidentalmente, al pasar tiempo fuera de casa en un campamento de verano, etc.) ¿Cómo se sintió? Si se sintió estresado, ¿qué hizo para sentirse menos estresado? Ahora imagine que está en un viaje al espacio profundo. ¿Cómo se sentiría si no pudiera ver o comunicarse en tiempo real con su familia y amigos durante meses o incluso años?
- Muestre a los estudiantes el video “*Isolation and Confinement*”: [www.youtube.com/watch?v=FPinASEKA\\_I&feature=youtu.be](http://www.youtube.com/watch?v=FPinASEKA_I&feature=youtu.be)
- Analice la importancia de la NASA y el proceso de selección de astronautas, que busca personas que demuestren características de alto rendimiento, como resiliencia y adaptabilidad.

#### Explorar los conocimientos y las incógnitas: investigar

- Después de que los estudiantes hayan escuchado los podcasts (decisión del educador), los equipos se dividirán en grupos de rompecabezas donde un miembro del equipo se convertirá en el “investigador experto” en uno de los tres temas a continuación e informará sus hallazgos a su equipo. Los estudiantes usarán el folleto “Directamente de la fuente: el Dr. Thomas Williams” junto con los sitios web de investigación que se enumeran aquí.
  1. Efectos secundarios y técnicas de mitigación: ¿cuáles son algunos de los efectos secundarios humanos y las posibles técnicas de mitigación de aislamiento y confinamiento que se han observado en los estudios en curso del Programa de Investigación Humana y durante la pandemia?
    - *Houston We Have a Podcast: CONNECT During Social Isolation*. [www.nasa.gov/johnson/HWHAP/connect-during-social-isolation](http://www.nasa.gov/johnson/HWHAP/connect-during-social-isolation)
  2. Selección de astronautas: ¿cuáles son algunas de las cualidades que busca la NASA al seleccionar astronautas para misiones espaciales de larga duración?
    - Selección de astronautas de la NASA: [www.nasa.gov/content/astronaut-selection-program](http://www.nasa.gov/content/astronaut-selection-program)
    - Habilidades expedicionarias para los astronautas: [www.nasa.gov/audience/foreducators/stem-on-station/expeditionary-skills-for-life.html](http://www.nasa.gov/audience/foreducators/stem-on-station/expeditionary-skills-for-life.html)
  3. Análogos: ¿cuáles son algunos análogos de la NASA en la Tierra y cuáles son sus objetivos de investigación?
    - Misiones análogas de la NASA: [www.nasa.gov/analogs/what-are-analog-missions](http://www.nasa.gov/analogs/what-are-analog-missions)
    - NEK y SIRIUS: [www.nasa.gov/analogs/nek/about](http://www.nasa.gov/analogs/nek/about)
    - USAP: [www.nasa.gov/hrp/research/analogs/antarctica](http://www.nasa.gov/hrp/research/analogs/antarctica)
- Una vez que se complete la fase de investigación inicial, haga que los “investigadores expertos” se reúnan con su equipo inicial para compartir su investigación con los miembros del equipo.

#### Generar posibles soluciones

- Pida a los estudiantes que continúen investigando en equipos para explorar el acrónimo CONNECT y las posibles mitigaciones. Los equipos utilizarán la tabla CONNECT para identificar, definir y proporcionar ejemplos para cada parte de CONNECT.

## Peligros para los astronautas del espacio profundo

Tabla CONNECT

Mitigación	Definición	Ejemplos
<b>C</b> Comunidad	Ser parte de algo.	Comer juntos, tareas comunitarias.
<b>O</b> Amplitud (Openness)	Abierto a adaptaciones, cambios.	Probar una nueva comida o música cada semana y escribir en un diario los sentimientos a lo largo del camino.
<b>N</b> Redes (Networking)	Conexión con familiares y amigos.	Juegos que no son en tiempo real, en los que los jugadores pueden seguir jugando a su antojo (por ejemplo, Words With Friends, ajedrez).
<b>N</b> Necesidades	Satisfacer las necesidades fisiológicas y emocionales.	Entrenar tanto los músculos como el cerebro, un hobby, una mascota reactiva.
<b>E</b> Mentalidad expedicionaria (Expeditionary Mindset)	Una actitud fija, disposición o estado de ánimo con la tarea en primer plano en la mente de uno.	Trabajo en equipo, diseñar un ejercicio de creación de equipos, enfoque basado en la misión.
<b>C</b> Contramedidas	Una acción tomada para contrarrestar un peligro o una amenaza.	La autoconciencia, llevar un diario, las pruebas fisiológicas y las pruebas de tiempo de reacción ayudan a controlar la privación del sueño.
<b>T</b> Capacitación (Training)	La acción de enseñar a una persona ciertas habilidades o comportamientos para una misión exitosa.	Leer y mantenerse informado sobre los objetivos de la misión en el espacio profundo a lo largo del viaje, realidad virtual, enfoque basado en la misión.

- Haga que los equipos de estudiantes estén de acuerdo con al menos dos de los siete puntos de enfoque de mitigación CONNECT. Recuérdeles que propondrán un plan de solución que mitigará los efectos negativos de estar aislado y confinado durante el viaje al espacio profundo de un astronauta.
- Pida a los estudiantes que hagan una lluvia de ideas sobre cómo mantener el bienestar mental y no sentirse tan aislado. Fomente la creatividad, pero también haga referencia a los criterios y las limitaciones.
- Pida a los estudiantes que se imaginen en una situación aislada: "Imaginen que su grupo está en una ubicación de misión análoga. Están aislados de sus amigos, familiares y sociedad durante tres meses. ¿Cómo se sienten y cómo se las arreglan?".
- Luego, los equipos de estudiantes trabajarán para desarrollar un acrónimo creativo para el nombre de su equipo, junto con un diseño de emblema de misión (consulte los criterios para el nombre de la empresa).
- Muestre el video eClips de la NASA "Our World: Mission Patches": [nasaclips.arc.nasa.gov/video/ourworld/our-world-mission-patches](https://nasaclips.arc.nasa.gov/video/ourworld/our-world-mission-patches).

Nota: Se pueden encontrar consejos y ejemplos para crear emblemas de misión en esta guía para maestros del Desafío de diseño de emblemas de misión de NASA/Tynker 2019: [www.tynker.com/hour-of-code/nasa-mission-patch-guide.pdf](https://www.tynker.com/hour-of-code/nasa-mission-patch-guide.pdf)

- Los equipos de estudiantes crearán una lista de materiales comunes para su plan de solución y diseño opcional de prototipo (si deciden hacer uno). Los estudiantes pueden traer artículos apropiados de casa si es necesario.

### ?? Considerar las consecuencias

- Con base en los puntos de enfoque de mitigación CONNECT seleccionados por el equipo, pida a los estudiantes que elaboren un plan de solución con actividades CONNECT sugeridas. Si el equipo también ha elegido hacer un diseño de prototipo, los estudiantes montarán o esbozarán su diseño de prototipo con los materiales solicitados.
- Pida a los estudiantes que consulten las pruebas del Programa de Investigación Humana e investiguen varias pruebas análogas/ambientales para identificar si su plan de solución o prototipo se puede usar de manera efectiva.
- Pida a los estudiantes que respondan las siguientes preguntas en equipo durante su investigación:

- ¿Cómo se evalúa a los astronautas actuales y los participantes análogos actuales para ver si gozan de buena salud?  
[www.nasa.gov/analogs/what-are-analog-missions](http://www.nasa.gov/analogs/what-are-analog-missions)
- ¿Cuáles son algunas formas en que la NASA mide los niveles de estrés de los astronautas?
- ¿Qué es el autotest de vigilancia psicomotora (autotest de reacción) y cuál es su importancia? Si el tiempo lo permite, haga que los estudiantes tomen una versión de esta prueba en línea y comparen sus resultados con los de otros miembros del equipo.
- ¿Cómo se probará la validez de sus mitigaciones CONNECT en los participantes análogos actuales aquí en la Tierra antes de una misión en el espacio profundo?



### Presentar los hallazgos

Una vez que los equipos hayan completado su plan de solución (y el diseño del prototipo, si han elegido crear uno), presentarán su propuesta a un panel simulado de la NASA. Se recomienda que el educador traiga a otros para formar el panel. El educador también puede nominar a un miembro de cada equipo para que forme parte del panel, pero no se le permitirá juzgar o calificar las ideas de su propio equipo.

Involucre a los estudiantes con las siguientes preguntas de discusión:

- Analice los puntos de enfoque de mitigación (CONNECT) que están representados en el diseño de su equipo.
- ¿Cómo mitigarán su plan de solución y el diseño de prototipo opcional los efectos negativos del aislamiento?
- ¿Qué tipos de pruebas se administrarán a los astronautas para ver si las diversas técnicas de mitigación son efectivas? Analice las pruebas en ubicaciones análogas, así como en el espacio profundo.
- ¿Cuáles fueron las dificultades de su equipo durante el proceso de diseño?
- ¿Qué tipos de investigaciones actuales se están realizando para los viajes al espacio profundo?
- Conexiones entre el aislamiento y la pandemia:
  - Compare su experiencia durante situaciones de aislamiento o confinamiento en su vida con la investigación que se está realizando sobre los efectos de los viajes al espacio profundo en los astronautas.
  - En opinión de su equipo, ¿sería útil alguno de estos planes de solución y prototipos opcionales durante una pandemia o en un lugar de la Tierra donde uno debe aislarse de los demás durante un período significativo?

### Lista de verificación de presentación de propuestas

Se recomienda que el educador utilice la siguiente lista de verificación para evaluar la presentación de la propuesta final. El educador también puede dar la lista de verificación a los equipos de estudiantes mientras trabajan en su proyecto.

- Nombre de la empresa del equipo: debe ser un acrónimo creativo que se asemeje a la propuesta del equipo.
- Emblema de misión de la empresa del equipo: debe representar la misión de la empresa y seguir las pautas para hacer un emblema (vea el video eClips de la NASA “Our World: Mission Patches”).
- Redacción de la investigación de antecedentes con investigación de antecedentes culminante en una página.
- Selecciones CONNECT del equipo junto con las actividades/las ilustraciones/el prototipo que acompañan a cada selección.
- Propuesta del equipo para la instalación de pruebas análogas y cómo se probarán las soluciones del equipo antes de una misión en el espacio profundo.

Opcional: comparta los resultados de los estudiantes en las redes sociales usando #NextGenSTEM. Asegúrese de incluir el módulo y el nombre de la actividad.



### Mejorar

- Pida a los estudiantes que reciban críticas constructivas del panel simulado de la NASA.
- Haga que los estudiantes revisen y modifiquen o mejoren su diseño para una crítica final del educador principal.

## Peligros para los astronautas del espacio profundo

### Extensiones

- Pida a los estudiantes que diseñen una página para comercializar su plan de solución y prototipo opcional.
- Haga que los estudiantes investiguen los recursos de la NASA que se relacionan directamente con el espacio exterior y las pandemias y escriban recomendaciones para ayudar a prevenir los efectos negativos del aislamiento en función de sus hallazgos.
  - *An Astronaut's Tips for Living in Space*: [www.nasa.gov/feature/an-astronaut-s-tips-for-living-in-space-or-anywhere](http://www.nasa.gov/feature/an-astronaut-s-tips-for-living-in-space-or-anywhere)
- Pregunte a los estudiantes: “¿Cómo podría aplicarse el Programa de Investigación Humana de la NASA a otras profesiones en la Tierra o a productos y derivados de la tecnología?”. (Respuestas posibles: carreras militares, tecnología para submarinos o plataformas petrolíferas, productos para el envejecimiento de la población, etc.)
- Permita que los estudiantes se sumerjan más en investigaciones análogas como HERA y el Programa Antártico de los Estados Unidos. Pregunte a los estudiantes: “¿Les gustaría participar en una investigación con sujetos humanos? ¿Por qué sí o por qué no?”.
  - *NASA Seeking U.S. Citizens for Social Isolation Study for Moon and Mars Missions*: [www.nasa.gov/feature/nasa-seeking-us-citizens-for-social-isolation-study-for-moon-and-mars-missions/](http://www.nasa.gov/feature/nasa-seeking-us-citizens-for-social-isolation-study-for-moon-and-mars-missions/)

### Referencia

Concurso Project X-51: [www.nasa.gov/stem-ed-resources/project-x-51.html](http://www.nasa.gov/stem-ed-resources/project-x-51.html)

## Actividad dos: Aislamiento y confinamiento

### Folleto para el estudiante

#### Su Desafío

#### NASA, tenemos un problema de aislamiento

La NASA se ha acercado a su empresa para ayudar con la mitigación de un peligro importante para los astronautas del espacio profundo: el aislamiento y el confinamiento. ¿Cómo protegeremos a nuestros astronautas durante sus viajes al espacio profundo a Marte y de regreso? Específicamente, ¿cómo vamos a protegerlos de los efectos del aislamiento y el confinamiento lejos de nuestro planeta de origen, la Tierra? Con base en diversos recursos e investigaciones de la NASA, su equipo seleccionará dos o más técnicas de mitigación CONNECT y diseñará un plan de solución y un prototipo opcional, un nombre de empresa, un emblema de misión y una propuesta para “vender” la idea de su empresa a un panel simulado de la NASA.

Su solución propuesta debe cumplir con los siguientes criterios y restricciones:

Criterios	Restricciones
Diseñar un plan de solución que se centre en al menos dos de las siete mitigaciones de CONNECT.	No se pueden utilizar conexiones en tiempo real en este diseño. Debido a la distancia de la Tierra, habrá un retraso en cualquier comunicación. (Nota: “Tiempo real” es el tiempo real durante el cual ocurren un proceso o un evento).
El diseño debe identificarse con un acrónimo creativo (por ejemplo, “D-SMILE” para Mitigación del espacio profundo en los efectos “Lurking” de aislamiento, por sus siglas en inglés) y el diseño del emblema.	
El diseño debe estar respaldado por la investigación del Programa de Investigación Humana.	
Describir qué instalación análoga a la Tierra (por ejemplo, HERA) simularía mejor un viaje al espacio profundo y qué pruebas se realizarían aquí en la Tierra antes de la primera misión al espacio profundo.	
Crear una presentación para proponer el plan de solución de mitigación de su empresa al panel simulado de la NASA.	

#### ? Identificar el problema

Tiempo de debate: Pensando en retrospectiva, ¿alguna vez se han sentido confinados y aislados en una situación particular? (Respuestas posibles: durante una pandemia, al quedarse atrás accidentalmente, al pasar tiempo en un campamento de verano, etc.) ¿Cómo se sintió? Si se sintió estresado, ¿qué hizo para sentirse menos estresado? Ahora imagine que está en un viaje al espacio profundo. ¿Cómo se sentiría si no pudiera ver o comunicarse en tiempo real con su familia y amigos durante meses o incluso años?

#### 🔍 Explorar los conocimientos y las incógnitas

- Después de escuchar los podcasts, su equipo se dividirá en grupos de rompecabezas donde un miembro del equipo se convertirá en el “investigador experto” en uno de los tres

#### 📖 Dato curioso

“Misión rescate” fusiona narrativas ficticias y fácticas sobre Marte, basándose en el trabajo que la NASA y otros han realizado y avanzando hacia la década de 2030, cuando los astronautas de la NASA viajen regularmente a Marte para explorar y vivir en su superficie. Aunque la acción tiene lugar 20 años en el futuro, la NASA ya está desarrollando muchas de las tecnologías que aparecen en el libro y la película. La NASA también está desarrollando estrategias para reducir los factores de riesgo para los astronautas de Marte aislados y confinados lejos del planeta Tierra.



Obtenga más información:  
[www.nasa.gov/feature/nine-real-nasa-technologies-in-the-martian](http://www.nasa.gov/feature/nine-real-nasa-technologies-in-the-martian)

#### 🎓 Esquina profesional

El Dr. Tom Williams es el científico de elementos de la división de Factores Humanos y Desempeño del Comportamiento (HFBP, por sus siglas en inglés) de la NASA. Está afiliado al Centro Espacial Johnson desde 2015, y dirige un equipo multidisciplinario de científicos enfocados en los factores humanos en las áreas de habitabilidad, procesos y tareas de misión, interacciones robóticas de automatización humana, cargas dinámicas y capacitación, así como los riesgos de los vuelos espaciales relacionados con la medicina del comportamiento, el sueño y la fatiga, y el rendimiento del equipo.



Obtenga más información:  
[www.nasa.gov/hrp/elements/hfbp/leadership-team](http://www.nasa.gov/hrp/elements/hfbp/leadership-team)

## Peligros para los astronautas del espacio profundo

temas a continuación e informará sus hallazgos a los miembros de su equipo. Use el folleto “Directamente de la fuente: el Dr. Thomas Williams” y los enlaces de investigación proporcionados.

1. Efectos secundarios y técnicas de mitigación: ¿cuáles son algunos de los efectos secundarios humanos y las posibles técnicas de mitigación de aislamiento y confinamiento que se han observado en los estudios en curso del Programa de Investigación Humana y durante la pandemia?
    - *Houston We Have a Podcast: CONNECT During Social Isolation* [www.nasa.gov/johnson/HWHAP/connect-during-social-isolation](http://www.nasa.gov/johnson/HWHAP/connect-during-social-isolation)
  2. Selección de astronautas: ¿cuáles son algunas de las cualidades que busca la NASA al seleccionar astronautas para misiones espaciales de larga duración?
    - Selección de astronautas de la NASA: [www.nasa.gov/content/astronaut-selection-program](http://www.nasa.gov/content/astronaut-selection-program)
    - Habilidades expedicionarias para los astronautas: [www.nasa.gov/audience/foreducators/stem-on-station/expeditionary-skills-for-life.html](http://www.nasa.gov/audience/foreducators/stem-on-station/expeditionary-skills-for-life.html)
  3. Análogos: ¿cuáles son algunos análogos de la NASA en la Tierra y cuáles son sus objetivos de investigación?
    - Misiones análogas de la NASA: [www.nasa.gov/analogs/what-are-analog-missions](http://www.nasa.gov/analogs/what-are-analog-missions)
    - NEK y SIRIUS: [www.nasa.gov/analogs/nek/about](http://www.nasa.gov/analogs/nek/about)
    - USAP: [www.nasa.gov/hrp/research/analogs/antarctica](http://www.nasa.gov/hrp/research/analogs/antarctica)
- Una vez que se complete la fase de investigación inicial, su equipo volverá a reunirse y los “investigadores expertos” compartirán su investigación con todo el equipo.

### Generar posibles soluciones

- A continuación, investigará más sobre las mitigaciones CONNECT. ¿Cuáles son los puntos de enfoque de mitigación CONNECT? Trabaje en equipo para completar la tabla CONNECT que se proporciona con los folletos para el estudiante.
- Esté de acuerdo con al menos dos de los siete puntos de enfoque de mitigación CONNECT. Recuerde que propondrá un plan de solución que mitigará los efectos negativos de estar aislado y confinado durante el viaje al espacio profundo de un astronauta.
- Haga una lluvia de ideas sobre cómo mantener el bienestar mental y no sentirse tan aislado. Sea creativo, pero también consulte los criterios y las limitaciones.
- Ahora que ha realizado una investigación inicial, trabaje en equipo para desarrollar un diseño para mitigar los efectos negativos del aislamiento. Su diseño, una vez completo, debe seguir los criterios y las restricciones.
- Póngase las botas de un astronauta del espacio profundo o en los zapatos de un participante análogo. Analice qué hicieron los miembros del equipo durante la pandemia en 2020 y 2021. Sea creativo y consulte los criterios y las restricciones.
- Desarrolle un acrónimo para el nombre del equipo y diseñe un emblema de misión (consulte los criterios para el nombre y el emblema).
- Cree una lista de los materiales que su equipo necesitará y envíelos a su instructor. Si no se proporcionan artículos, los miembros del equipo pueden traer artículos apropiados de casa.

### ?? Considerar las consecuencias

- Con base en los puntos de enfoque de mitigación CONNECT seleccionados por el equipo, elabore un plan de solución con actividades CONNECT sugeridas. Si el equipo también ha elegido hacer un diseño de prototipo, monte o esboce su diseño de prototipo con los materiales solicitados.
- Consulte las pruebas del Programa de Investigación Humana de la NASA. Su equipo investigará varias pruebas análogas/ambientales de la NASA para identificar si se puede usar su plan de solución o prototipo opcional.
- Responda las siguientes preguntas:
  - ¿Cómo se evalúa a los astronautas actuales y los participantes análogos actuales para determinar si gozan de buena salud? [www.nasa.gov/analogs/what-are-analog-missions](http://www.nasa.gov/analogs/what-are-analog-missions)

- ¿Cuáles son algunas formas en que la NASA mide el nivel de estrés de sus astronautas?
- ¿Qué es el autotest de vigilancia psicomotora (autotest de reacción)? ¿Por qué es importante? Investigue y tome una versión de esta prueba en línea. Compare sus resultados con su equipo.
- ¿Cómo se probará la validez de sus mitigaciones CONNECT en los participantes análogos actuales aquí en la Tierra antes de una misión en el espacio profundo?

### Presentar los hallazgos

Aborde los siguientes temas en la presentación de su equipo ante el panel simulado de la NASA:

- Analice los puntos de enfoque de mitigación (CONNECT) que están representados en el diseño de su equipo.
- ¿Cómo mitigarán su plan de solución y el diseño de prototipo opcional los efectos negativos del aislamiento?
- ¿Qué tipos de pruebas se administrarán a los astronautas para ver si las diversas técnicas de mitigación son efectivas? Analice las pruebas en ubicaciones análogas, así como en el espacio profundo.
- ¿Cuáles fueron las dificultades de su equipo durante el proceso de diseño?
- ¿Qué tipos de investigaciones actuales se están realizando para los viajes al espacio profundo?
- Conexiones entre el aislamiento y la pandemia:
  - Compare su experiencia durante situaciones de aislamiento o confinamiento en su vida con la investigación que se está realizando sobre los efectos de los viajes al espacio profundo en los astronautas.
  - En opinión de su equipo, ¿sería útil alguno de estos planes de solución y diseños opcionales prototipos durante una pandemia o en un lugar de la Tierra donde uno debe aislarse de los demás durante un período significativo?

### **Lista de verificación de presentación de propuestas**

- Nombre de la empresa del equipo: debe ser un acrónimo creativo que se asemeje a la propuesta del equipo.
- Emblema de misión de la empresa del equipo: debe representar la misión de la empresa y seguir las pautas para hacer un emblema (vea el video eClips de la NASA “*Our World: Mission Patches*”).
- Redacción de la investigación de antecedentes con investigación de antecedentes culminante en una página.
- Selecciones CONNECT del equipo junto con las actividades/las ilustraciones/el prototipo que acompañan a cada selección.
- Propuesta del equipo para la instalación de pruebas análogas y cómo se probarán las soluciones del equipo antes de una misión en el espacio profundo.

### Mejorar

- Una vez completada la presentación del panel de la NASA, su equipo debe tomar la crítica constructiva que recibió del “Panel de la NASA” y modificar o mejorar el diseño de su equipo para la crítica final de su educador principal.

## Tabla CONNECT y recursos para estudiantes

Mitigación	Definición	Ejemplos
<b>C</b> Comunidad		
<b>O</b> Amplitud (Openness)		
<b>N</b> Redes (Networking)		
<b>N</b> Necesidades		
<b>E</b> Mentalidad expedicionaria (Expeditionary Mindset)		
<b>C</b> Contramedidas		
<b>T</b> Capacitación (Training)		

### Recursos para estudiantes

*Conquering the Challenge of Isolation in Space (NASA Spinoffs):* [www.nasa.gov/feature/conquering-the-challenge-of-isolation-in-space-nasa-s-human-research-program-director](http://www.nasa.gov/feature/conquering-the-challenge-of-isolation-in-space-nasa-s-human-research-program-director)

*Social Isolation and Space:* [www.nasa.gov/hrp/social-isolation/in-context](http://www.nasa.gov/hrp/social-isolation/in-context)

Página web de autoevaluación: [www.nasa.gov/mission\\_pages/station/research/experiments/explorer/Investigation.html?id=955](http://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/explorer/Investigation.html?id=955)

Programa de Investigación Humana: [www.nasa.gov/hrp/elements/hfbp](http://www.nasa.gov/hrp/elements/hfbp)

Hoja de ruta de investigación humana: [humanresearchroadmap.nasa.gov/explore/](http://humanresearchroadmap.nasa.gov/explore/)

Vídeo de entrevista: Dr. Tom Williams: [www.youtube.com/watch?v=P1FYk1kdh4](http://www.youtube.com/watch?v=P1FYk1kdh4)

Un buen ejemplo de una prueba de vigilancia psicomotora: [www.sleepdisordersflorida.com/pvt1.html#responseOut](http://www.sleepdisordersflorida.com/pvt1.html#responseOut)

Otros ejemplos de autoevaluación: [humanbenchmark.com/](http://humanbenchmark.com/)

Propuestas de programas de investigación humana: [www.nasa.gov/feature/nasa-selects-21-research-proposals-to-advance-human-space-exploration/](http://www.nasa.gov/feature/nasa-selects-21-research-proposals-to-advance-human-space-exploration/)

Antecedentes sobre habilidades expedicionarias para astronautas: [www.nasa.gov/audience/foreducators/stem-on-station/expeditionary-skills-for-life.html](http://www.nasa.gov/audience/foreducators/stem-on-station/expeditionary-skills-for-life.html)

## Directamente de la fuente: el Dr. Tomas Williams

El personal de Compromiso STEM de la NASA entrevistó al científico de la NASA Dr. Thomas Williams por correo electrónico en noviembre de 2020.

### 1. ¿Hay rasgos específicos que la NASA busca en los astronautas para ser considerados buenos candidatos para el “espacio profundo”?

Los rasgos principales que la NASA busca para prevenir problemas de aislamiento son muy parecidos a los rasgos que ayudan a un equipo de estudiantes a trabajar juntos. Podemos ubicar estos rasgos en las siguientes categorías: la capacidad de relacionarse bien entre sí, ser buenos jugadores en equipo y considerados entre sí (buenas habilidades para vivir en grupo), ser positivos unos con otros, y respetar la realidad de que a veces cada uno de nosotros necesita tiempo de tranquilidad (un poco de privacidad), necesitamos autorregular nuestras emociones si las cosas no salen como queremos, y debemos ser capaces de reconocer que servimos, en esencia, como una familia extendida lejos de nuestras familias primarias (nos reímos juntos, compartimos alegrías, decepciones y emociones de una manera que promueve el bien de los demás). Siempre es importante reconocer que puede haber conflicto en cualquier relación humana. Hay un viejo dicho que tienen los psicólogos: “La buena salud mental no es la ausencia de conflicto entre dos personas, sino cómo manejas el conflicto”. También dedicamos mucho tiempo a entrenar a nuestros astronautas para que vivan juntos en espacios cerrados como una nave espacial, similar a lo que estamos haciendo ahora en nuestros hogares durante la pandemia. Entrenamos a nuestros astronautas para que estén alerta y eviten “criticarse unos a otros”, mostrar “desprecio” por los demás (menospreciando al otro, hablar con altanería, no respetando sus diferencias), ponerse a la “defensiva” si un miembro de nuestro equipo señala que hemos hecho algo mal; y luego, si nos enojamos con el otro, “evitarlo” al no hablarle o ignorarlo. Todos podríamos hacer una o dos de estas cosas; todos somos humanos. Pero los problemas en cualquier relación comienzan cuando empezamos a hacer las cuatro cosas regularmente con otras personas en casa, en la escuela, durante actividades extracurriculares o en una pequeña nave espacial... Eso comienza a dañar nuestras relaciones y, ya sea que usted esté en la Tierra o en una nave espacial pequeña, es mucho mejor simplemente llevarse bien, sentirse positivo y estar abierto a la aventura de aprender o viajar al espacio.

### 2. ¿Hay algún estudio específico del Programa de Investigación Humana (HRP, por sus siglas en inglés) dirigido al estado mental en humanos aislados?

El Programa de Investigación Humana de la NASA financia varios estudios enfocados en comprender mejor qué tan bien los humanos pueden manejar ambientes aislados, con interés en comprender cómo estos ambientes aislados, confinados y extremos (ICE, por sus siglas en inglés) pueden afectar a nuestras tripulaciones en una exploración espacial de larga duración. Financiamos investigaciones con científicos y otras personas que pasan el invierno en la Antártida durante doce meses o más. Lo que hemos aprendido es que los humanos a menudo experimentan lo que se llama “síndrome de invierno”. Eso significa que estos individuos comienzan a alejarse unos de otros (estrechamiento social y aislamiento social) al pasar cada vez más tiempo solos en sus habitaciones. Eso sería difícil en una nave espacial pequeña. También comienzan a expresar más tensión, irritabilidad y quejas somáticas (más dolores y molestias). Si un tripulante comienza a tener más quejas médicas, está demasiado lejos de la Tierra para recibir la excelente atención médica que tenemos aquí en Houston. También se vuelven más territoriales: cuando dejan algo, no quieren que nadie más lo mueva. Algunas de las cosas de las que se quejan son: sentirse tristes o deprimidos, tener problemas para concentrarse y dormir, y problemas con la memoria. Puede ver por qué es tan importante para la NASA comprender cómo el aislamiento a largo plazo puede afectar a nuestra tripulación. No estamos seguros de que esto sea algo que nuestros tripulantes experimentarán, pero debemos estar listos para ayudarlos si lo hacen. Es por eso que usamos estos estudios para comprender lo que “podría” suceder, y luego podamos desarrollar contramedidas para ayudar a nuestra tripulación si comienza a experimentar este tipo de problemas.

### 3. ¿Hay actividades “seguras” que se le ocurran al evaluar el estado mental de un astronauta que podamos usar en nuestras actividades K-12 STEM?

Una actividad “segura” que me viene a la mente y que se puede usar son los ejercicios para aumentar nuestra autoconciencia para estar alerta a nuestros propios sentimientos. En nuestra investigación dedicamos mucho tiempo y esfuerzo a evaluar “cómo se sienten los astronautas”. Comprender cómo nos sentimos nos alerta sobre cómo nuestros sentimientos nos ayudan a movilizarnos y coordinar nuestras acciones; y eso ayuda a garantizar que nuestra tripulación pueda cumplir con sus requisitos de desempeño. Es por eso que nuestra investigación de aislamiento se enfoca en evaluar el estado de ánimo y las emociones de nuestros equipos,

## Peligros para los astronautas del espacio profundo

porque nos ayuda a determinar cómo el aislamiento social de larga duración afecta cómo se sienten, y cómo se sienten ayuda a determinar cómo se desempeñarán. Por lo tanto, una actividad segura que ayuda a mejorar el rendimiento es llevar a cabo una “autoevaluación” sobre cómo las diferentes actividades pueden activar diferentes estados de ánimo y emociones y utilizar esa mayor conciencia para luego ayudar a moldear nuestros sentimientos sobre las actividades. Por ejemplo, si abordar ciertos problemas de STEM parece más difícil que otros, estar alerta a los sentimientos de “no entenderlo” puede ayudarnos a activar un estado de ánimo o emoción para esforzarnos por “dominar” el problema en lugar de sentir que no estamos preparados. Así debería ser el aprendizaje.

## Marcas de tiempo para “Houston We Have a Podcast: Isolation”

Este podcast de 58 minutos está disponible en [www.nasa.gov/johnson/HWHAP/hazard-2-isolation](http://www.nasa.gov/johnson/HWHAP/hazard-2-isolation). Utilice las siguientes marcas de tiempo para localizar rápidamente los temas que le gustaría investigar.

Hora de inicio, min:seg	Hora de finalización, min:seg	Tema
0	1:15	Introducción
1:15	4:38	Qué es el aislamiento y sus efectos negativos en los humanos: Dr. Tom Williams
4:38	6:30	Pruebas en la década de 1960 sobre la privación social
6:30	8:24	Astronauta Shannon Lucid: estación espacial Mir y libros
8:24	10:40	Retraso del tiempo: astronauta Dr. Mike Barratt
10:40	12:05	Retraso del tiempo en el espacio profundo: autonomía de comunicación
12:05	13:40	Horarios y ajustes de la tripulación para el espacio profundo frente a la Estación Espacial Internacional
13:40	15:30	¿Dónde entra el aislamiento en el día a día de un astronauta?
15:30	16:20	Conexiones psicológicas y cambios de comportamiento: análogo Mars 520
16:20	17:10	¿Se siente aislado en la Estación Espacial Internacional?: astronauta Mike Barratt
17:10	20:00	Estudios análogos sobre cambios de comportamiento para misiones espaciales de larga duración: Análogo de investigación de exploración humana (HERA, por sus siglas en inglés)
20:00	25:00	Investigación sobre el sueño del HERA frente a la Estación Espacial Internacional
25:00	27:38	Contramedidas: sueño; medicina y estudio de la luz
27:38	29:22	Aislamiento y equilibrio del sueño
29:22	32:00	Análogos en la Tierra: submarinos, plataformas petrolíferas, ambientes extremos
32:00	33:30	Investigación de la Estación Espacial Internacional: el mejor análogo para el espacio profundo; peligros incluidos
33:30	35:00	Plataformas petroleras: ciclo de sueño, individuos de alto rendimiento
35:00	36:30	Se usan personas de alto rendimiento para análogos
36:30	38:10	Dr. Tom Williams: antecedentes
38:10	40:50	Proceso de selección de astronautas
40:50	44:50	32 riesgos para vuelos espaciales de larga duración: investigación, estudios y contramedidas
44:50	48:00	Cantidad aceptable de riesgos para el éxito de la misión
48:00	51:00	Monitoreo de los astronautas: estudios de diarios y predicciones
51:00	52:00	¿Cómo se adapta la mente al aislamiento?
52:00	56:00	¿Qué harán los astronautas del espacio profundo en su misión para mantener su alto rendimiento y compromiso? Entrenamiento durante el viaje

# Marcas de tiempo para “Houston We Have a Podcast: CONNECT During Social Isolation”

Este podcast de 65 minutos está disponible en [www.nasa.gov/johnson/HWHAP/connect-during-social-isolation](http://www.nasa.gov/johnson/HWHAP/connect-during-social-isolation). Utilice las siguientes marcas de tiempo para localizar rápidamente los temas que le gustaría investigar.

Hora de inicio, min:seg	Hora de finalización, min:seg	Tema
0	2:30	Introducción: pandemia y astronautas en largas misiones espaciales; cómo usar las técnicas CONNECT en nuestras propias vidas
2:30	4:03	¿Qué es el aislamiento social? Introducción por el Dr. Tom Williams
4:03	6:00	¿Cuáles son los resultados del aislamiento social frente a sentirse solo?
6:00	8:05	Síntomas de lo que puede resultar del aislamiento social; encuesta
8:05	11:45	El vuelo espacial tripulado se relaciona con el aislamiento social (peligros del espacio profundo) en análogos y efectos secundarios
11:45	15:10	Aislamiento social en grupos (tripulación y familias): factores que causan estrés
15:10	17:14	Paralelismos y acrónimo CONNECT: siete estrategias para reducir el estrés
17:14	19:05	C—Comunidad
19:05	20:45	Temas en la comunidad: positividad y propósito del entorno (por ejemplo: usar una mascarilla); “estamos todos juntos en esto”
20:45	23:10	O—Amplitud ( <i>Openness</i> )
23:10	25:00	Técnicas para ayudar con la amplitud: capacitación en atención plena, autoevaluaciones, manejo de conflictos
25:00	26:20	Alimentar el ambiente positivo
26:20	30:30	N—Redes ( <i>Networking</i> ): conectar con los que amamos
30:30	32:30	Redes de astronautas en la Estación Espacial Internacional; eventos y celebridades de la Oficina de Asuntos Públicos
32:30	33:05	Retrasos en la señal
33:05	38:08	N—Necesidades: atender las necesidades fisiológicas, emocionales y psicológicas; autocuidado y cuidado en equipo
38:08	39:50	Necesidades psicológicas: organizar el ambiente para satisfacer las necesidades
39:50	42:14	E—Mentalidad expedicionaria ( <i>Expeditionary Mindset</i> )
42:14	45:30	¿Cómo podemos usar la mentalidad expedicionaria para ayudar con una fecha de finalización? Establecer objetivos que sean alcanzables y compartir nuestros éxitos.
45:30	48:44	C—Contra medidas. Nos ayudan a mantener un sentido de control.
48:44	53:00	¿De qué manera podemos sostener estas técnicas CONNECT cuando el aislamiento no parece terminar? ¡A reformularlas! Atención plena, llevar un diario, ¿cómo puede crecer a partir de la situación?
53:00	57:00	T—Capacitación ( <i>Training</i> ) y preparación. Las experiencias permiten el crecimiento; la vida nos ha preparado para esto.
57:00	1:00:20	CONNECT: ¿Cuáles son los efectos del aislamiento social? El aislamiento confronta eso en nuestras vidas; debemos ser innovadores para conectar. Las personas viven más cuando pueden conectarse. La felicidad está conectada con nuestra salud y se transmite de persona a persona.
1:00:20	1:04:57	Estudios espaciales: relevancia para la COVID-19 Valor para los vuelos espaciales tripulados: fomento de las conexiones humanas

## Actividad tres: Distancia

### Notas para el educador

#### Objetivos de aprendizaje

Los estudiantes podrán hacer lo siguiente:

- Construirán un modelo a escala de los sistemas Tierra-Luna y Tierra-Marte que represente el tamaño planetario y la distancia entre ellos.
- Calcularán las necesidades de agua de los astronautas en una misión en el espacio profundo.
- Calcularán y graficarán las tasas de consumo de agua, y tomarán determinaciones basadas en tendencias dentro de un gráfico.

#### Descripción general del desafío

Los estudiantes comienzan explorando los tamaños relativos de la Tierra, la Luna y Marte y las distancias entre ellos para comprender cuánto más desafiante es enviar una tripulación de astronautas a Marte que a la Luna. A los estudiantes se les presenta un escenario en el que su nave espacial con destino a Marte sufre un mal funcionamiento y la eficiencia de su sistema de reciclaje de agua disminuye. Los estudiantes investigarán las tasas de consumo de agua de los astronautas y determinarán si su suministro de agua actual es suficiente para mantenerlos en el resto de su viaje.

#### Tiempo sugerido

60 a 90 minutos

#### Estándares Nacionales STEM

Ciencias e Ingeniería (NGSS)	
<i>Ideas básicas disciplinarias</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MS-ESS1-3: analizar e interpretar datos para determinar las propiedades de escala de los objetos en el sistema solar.</li> </ul>	
Tecnología (ISTE)	
<i>Estándares para estudiantes</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pensador computacional 5b: los estudiantes recopilan datos o identifican conjuntos de datos relevantes, usan herramientas digitales para analizarlos y representan datos de varias maneras para facilitar la resolución de problemas y la toma de decisiones.</li> </ul>	<i>Estándares para estudiantes (continuación)</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñador de innovación 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>
Matemáticas (CCSS)	
<i>Prácticas matemáticas</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CCSS.MATH.CONTENT.8.FB.4: construir una función para representar una relación lineal entre dos cantidades. Determinar la tasa de cambio y el valor inicial de la función a partir de una descripción de una relación o de dos valores (x,y), incluida la lectura de estos en una tabla o en un gráfico. Interpretar la tasa de cambio y el valor inicial de una función lineal en términos de la situación que representa y en términos de su gráfico o tabla de valores.</li> <li>• CCSS.MATH.CONTENT.7.EE.B.4: usar variables para representar cantidades en un problema matemático o del mundo real y construir ecuaciones y desigualdades simples para resolver problemas razonando sobre las cantidades.</li> </ul>	<i>Prácticas matemáticas (continuación)</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CCSS.MATH.CONTENT.6.RP.A.1: comprender el concepto de proporción y usar el lenguaje de proporción para describir una relación de proporción entre dos cantidades.</li> <li>• CCSS.MATH.CONTENT.6.NS.B.3: sumar, restar, multiplicar y dividir con fluidez decimales de varios dígitos utilizando el algoritmo estándar para cada operación.</li> </ul>

#### Preparación de actividades

El educador debe hacer lo siguiente:

- Lea la sección Introducción y antecedentes, las Notas del educador y el Folleto para el estudiante para familiarizarse con la actividad.
- Reunir y preparar todos los suministros necesarios enumerados en la lista de materiales.
- Organizar a los estudiantes en equipos de dos a cuatro y distribuir los suministros a cada grupo.

#### Materiales

Para cada grupo:

- Folleto para el estudiante impreso y archivos de datos
- Globos de 23 centímetros, 3 unidades (azul o verde para la Tierra, blanco o amarillo para la Luna y rojo o naranja para Marte)
- Reglas métricas o cinta métrica
- Varias hojas de papel cuadriculado

- Calculadora
- Lápices de colores

### Seguridad

- Los estudiantes deben ser conscientes de su entorno y moverse con cuidado por la sala cuando vean el trabajo de otros equipos.
- Se debe tener precaución al inflar globos.

### Presente el desafío

- Muestre un globo inflado a un diámetro de 20,0 cm y diga a los estudiantes que representa el tamaño de la Tierra. Pida a los equipos de estudiantes que inflen sus globos "Tierra" a un tamaño de 20,0 cm de diámetro y que los aten. A continuación, pida a los equipos que inflen los globos de la Luna y Marte (sin atarlos) al tamaño que crean que sería la escala adecuada, en función de sus globos de la Tierra. Ahora haga que los estudiantes miren en el salón y comparen sus globos de la Luna y Marte con los de otros estudiantes.
- Pida a cada equipo que use los datos de la Tabla 1 en el Folleto para el estudiante para encontrar la escala de su globo terrestre. Luego, pídale que usen esa escala para completar la Tabla 1 e inflen sus globos de la Luna y Marte al diámetro adecuado. Pida a los estudiantes que redondeen al centímetro más cercano. (Las respuestas se dan aquí en negrita).
- En la Tabla 1 y los cálculos que siguen, los diámetros reales de los cuerpos celestes se enumeran al número entero más cercano. Todos los demás números se redondean a la décima de centímetro más cercana para mantener la coherencia.

**Tabla 1**

Cuerpo	Diámetro, km	Diámetro del modelo de globo, cm
<b>Tierra</b>	12 756	20,0
<b>Luna</b>	3476	<b>5,5</b>
<b>Marte</b>	6792	<b>10,6</b>

- Para calcular la escala del globo de la Tierra, divida el diámetro de la Tierra en kilómetros (12 756) por el diámetro del modelo del globo en centímetros (20,0).
- $12\,756/20,0 = 637,8$  (**que se redondea a 638 por simplicidad**). Para calcular los diámetros de los otros dos modelos de globos, divida el diámetro real por la escala del modelo de la Tierra que acaba de calcular.
- Ahora que cada equipo ha inflado correctamente los globos de la Tierra, la Luna y Marte, haga que los estudiantes representen qué tan lejos creen que debería estar la Luna de la Tierra. Pídeles que miren en el salón para comparar sus distancias de la Tierra a la Luna con las de otros estudiantes.
- Usando la misma escala calculada antes (638 km en el mundo real = 1 cm en el mundo a escala), pida a los estudiantes que completen la primera línea de la Tabla 2 para calcular la distancia a escala adecuada entre sus globos de la Tierra y la Luna.

**Tabla 2**

Cuerpos	Distancia aproximada, km	Distancia del modelo de globo, cm
<b>Tierra a la Luna</b>	384 000	<b>601,9 (6019 m)</b>
<b>Tierra a Marte</b>	78 300 000	<b>123 000 (1,23 km)</b>

Para calcular la distancia entre cada uno de los modelos, divida la distancia aproximada real por la escala de los modelos de globos.

- Luego, haga que los estudiantes representen la distancia a escala sosteniendo sus globos de la Tierra y la Luna a unos 6 m de distancia. Explíqueles que esta distancia representa la distancia de la Tierra a la Luna. Esta es la distancia que los astronautas tuvieron que viajar durante las misiones Apolo de finales de los '60 y principios de los '70 y tendrán que viajar nuevamente para las misiones Artemisa a la Luna. El viaje dura unos tres días en cada sentido, o aproximadamente el mismo tiempo que se tarda en conducir desde la costa este hasta la costa oeste de los Estados Unidos.
- Luego, los estudiantes representarán qué tan lejos creen que Marte debería estar de la Tierra. Pídeles que miren en el salón para comparar sus distancias de la Tierra a Marte con las de los demás.

## Peligros para los astronautas del espacio profundo

- Pida a los estudiantes que completen la segunda línea de la Tabla 2 para calcular la distancia a escala entre sus globos de la Tierra y Marte. Pregunte a los estudiantes si pueden representarla dentro de la habitación. ¿Pueden representarla en el pasillo? ¿Podrían incluso representarla en el campus? Explique a los estudiantes que para que sus modelos estén a la escala adecuada, tendrían que estar a **1,23 km** de distancia, o poco más de 3/4 de milla. Esta demostración muestra cuánto más lejos está Marte de la Luna. En lugar de un viaje de tres días, como el viaje de la Tierra a la Luna, un viaje de la Tierra a Marte tomará al menos seis meses.
- Explique a los estudiantes que, durante un viaje a Marte, la nave espacial navega por el espacio. No puede detenerse, dar la vuelta o encontrarse con otra nave para reabastecerse. Todos los recursos necesarios para todo el viaje a Marte deben llevarse con la tripulación. La nave no puede reabastecerse hasta que alcance los suministros preposicionados en órbita alrededor de Marte o en la superficie marciana. Uno de los recursos más grandes y pesados que necesitarán los astronautas es el agua. El agua potable limpia no es algo que se pueda encontrar o adquirir en el espacio. Debe llevarse en el viaje. Para ahorrar espacio y peso, solo se puede llevar un suministro limitado de agua, y debe reciclarse continuamente. En el resto de esta actividad, a los estudiantes se les dará un escenario en el que se pone en riesgo el suministro de agua de su nave espacial con destino a Marte. Dependerá de ellos identificar el alcance del riesgo y desarrollar una solución.

### Facilitar el desafío

#### ? Identificar el problema

- Pregunte a los alumnos si alguna vez se quedaron sin algo importante de forma inesperada. (Ejemplos: dinero, combustible, su cereal favorito, etc.) ¿Qué hizo que se acabara? (Ejemplos: no planificaron correctamente, lo usaron a un ritmo más rápido de lo previsto, tuvieron que usar mucho inesperadamente, etc.)
- Explique que a pesar de que la NASA planifica meticulosamente todas sus misiones, incluidos los escenarios de emergencia, todavía hay ocasiones en las que surge una situación inesperada. Cuando los astronautas están a millones de kilómetros de la Tierra, los mensajes que viajan a la velocidad de la luz aún pueden tardar varios minutos en llegar a ellos. Durante estos tiempos, la tripulación debe tomar la iniciativa para solucionar el problema.

- Dé a los estudiantes el siguiente escenario:

Su equipo representa a la tripulación de cuatro miembros de HEM2 (Exploración Humana de Marte 2, por sus siglas en inglés), la segunda de las misiones tripuladas de la NASA a Marte. Actualmente están navegando en un viaje de seis meses (26 semanas) al Planeta Rojo. Si bien la tripulación de HEM1 fue la primera en aterrizar en Marte, era una tripulación más pequeña de tres miembros que solo permanecieron en la superficie durante unos meses. Está emocionado de ser parte de la primera misión a largo plazo, explorando la superficie y realizando experimentos científicos durante 18 meses. Todo lo que necesita se ha preposicionado. Hay una nave de suministros logísticos en órbita, que contiene piezas de repuesto, combustible y suministros para su viaje de regreso a casa, así como un puesto remoto completamente equipado en la superficie marciana, con todo lo que necesitarán para su estadía prolongada.

Las cosas han ido bien en su misión hasta ahora. Acaban de completar la novena semana de su viaje de 26 semanas y el ánimo dentro de la nave espacial ha sido alto. De repente, suena una alarma. Su sistema de purificación de agua está detectando un mal

## Comparta con los estudiantes



### Estimulante cerebral

El sistema de purificación de agua actualmente en uso a bordo de la Estación Espacial Internacional utiliza un proceso de tres pasos. Primero, un filtro elimina partículas y desechos. En segundo lugar, el agua pasa por los lechos de multifiltración que eliminan las impurezas orgánicas e inorgánicas. Finalmente, el reactor de oxidación catalítica mata bacterias y virus. ¡El reciclaje de agua a bordo de la estación espacial ahorra más de 18 000 kg de agua cada año!

Obtenga más información:

[www.nasa.gov/feature/new-brine-processor-increases-water-recycling-on-international-space-station](http://www.nasa.gov/feature/new-brine-processor-increases-water-recycling-on-international-space-station)



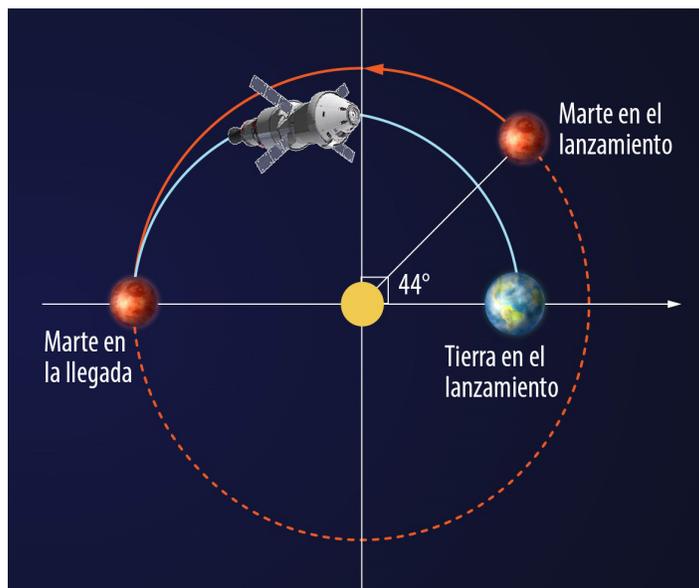
### En el lugar

El Centro Marshall de vuelos espaciales de la NASA en Huntsville, Alabama, alberga el desarrollo del Sistema de Soporte Vital y Control del Ambiente (ECLSS, por sus siglas en inglés). Este es el sistema a bordo de la Estación Espacial Internacional que proporciona aire y agua limpios a los astronautas al utilizar el sistema de generación de oxígeno y el sistema de recuperación de agua. La misma tecnología utilizada en el sistema de recuperación de agua se ha adaptado para ayudar a las personas de todo el mundo a tener acceso a agua potable limpia al proporcionar estaciones de llenado de botellas de agua en áreas remotas.

Obtenga más información:

[www.nasa.gov/mission\\_pages/station/research/news/b4h-3rd/it-advanced-nasa-water-purification](http://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/news/b4h-3rd/it-advanced-nasa-water-purification)

funcionamiento importante. Después de varios minutos de resolución de problemas, determinan que se ha filtrado fluido hidráulico en su sistema de reciclaje de agua y realizan un apagado de emergencia para evitar daños mayores. Después de reparar la línea hidráulica, reinicia el sistema de reciclaje de agua y evalúan el daño. Esto es lo que determina:



- El tanque de 20 litros (20 l) que alimenta el sistema de reciclaje de agua se ha contaminado con fluido hidráulico y esa agua no se puede recuperar.
- Debido a la parada de emergencia del sistema de reciclaje de agua, se borró la memoria del sistema. Ya no tiene un registro de cuánta agua se suministró originalmente en la nave o cuánta agua limpia queda disponible. Sin embargo, tiene otras fuentes de información sobre el sistema de reciclaje de agua que ha acumulado de varias fuentes. Estas se detallan en el archivo de datos incluido.
- El sistema de reciclaje de agua está funcionando actualmente con una eficiencia del 86 por ciento, muy por debajo de la eficiencia diseñada del 90 por ciento.
- La caída repentina de la presión hidráulica hizo que el conjunto de comunicaciones se desalineara. Llevará varias horas realinear la matriz, enviar un mensaje a la Tierra y recibir una respuesta.

Dado que pasarán varias horas antes de que reciban instrucciones de la NASA, depende de ustedes comenzar a trabajar en el problema. ¿Tiene suficiente agua para llegar a la órbita de Marte, donde lo esperan suministros adicionales y piezas de reparación? De lo contrario, haga un plan específico que asegure que su tripulación llegue a Marte de manera segura.

### Explorar los conocimientos y las incógnitas

- Pregunte a los estudiantes si entienden el propósito del resto de la actividad. ¿Entienden lo que están tratando de lograr?
- Pida a los estudiantes que hagan una lista de todo lo que necesitan saber para determinar si tienen suficiente agua para llegar a Marte. Deles tiempo para que hagan la mayor parte posible de la lista por su cuenta. La lista debe incluir lo siguiente:
  - ¿Con cuánta agua comenzaron al comienzo de la semana 1?
  - ¿Cuánta agua les queda al final de la semana 9?
  - ¿A qué tasa están consumiendo esa agua?
  - ¿Se acabará esa agua antes del final de su viaje (final de la semana 26)?
  - Si el agua se acaba, ¿qué pueden hacer para extender su suministro de manera segura?
- Pida a los estudiantes que hagan una lista de todo lo que ya saben. Deles tiempo para que hagan la mayor parte posible de la lista por su cuenta. La lista debe incluir lo siguiente:
  - Son 9 semanas en un viaje de 26 semanas.

## Peligros para los astronautas del espacio profundo

- Ya han perdido 20 l de su suministro de agua.
- Su sistema de reciclaje de agua dañado está funcionando actualmente con una eficiencia del 86 por ciento.
- Tienen un archivo de datos que contiene información adicional sobre el uso del agua y el sistema de reciclaje.
- Pida a los estudiantes que usen la información que ya conocen y la información que recopilan del archivo de datos para responder a sus preguntas. Se pueden dar pistas y aliento en el camino, pero permítales descubrir tanto como sea posible por sí mismos.
- Hay dos formas de determinar cuánta agua había originalmente a bordo de la nave HEM2. Los estudiantes pueden usar cualquier método dependiendo de su nivel de habilidad.
  - Método más fácil: pida a los estudiantes que miren el gráfico de uso de agua HEM1 en su archivo de datos. El comienzo de la semana 1 muestra la cantidad total de agua a bordo al comienzo de la misión HEM1, 290 l. Esto también incluye un suministro de emergencia de 50 l. Reste los 50 l; la cantidad que queda es la cantidad de agua necesaria para una tripulación de tres personas: 240 l, u 80 l por tripulante. Como el HEM2 tiene una tripulación de cuatro personas y tendrá el mismo suministro de emergencia de 50 l, la fórmula para calcular el suministro de agua original para el HEM2 será  $\frac{4}{3}(290 \text{ l} - 50 \text{ l}) + 50 \text{ l}$ , o 370 l.
  - Método avanzado: pida a los estudiantes que miren el extracto de la Guía de suministros consumibles en su archivo de datos. Establece que la nave se llenará con el agua estimada que necesita la tripulación, en función del agua asignada a cada astronauta y la eficiencia del sistema de reciclaje de agua, más 50 l de agua como suministro de emergencia. La asignación diaria de agua, tomada del extracto del Manual del personal en su archivo de datos, establece que cada astronauta recibe una asignación diaria de 4,4 l de agua. Entonces, cada tripulante usa 30,8 l de agua por semana. Con una tripulación de cuatro astronautas a bordo del HEM2, el uso semanal total sería de 123,2 l de agua. Sabemos que la eficiencia promedio del sistema de reciclaje de agua es del 90 por ciento, por lo que hay una pérdida neta de 12,3 l de agua cada semana a bordo de la nave espacial. Para una misión de 26 semanas, este es un uso total estimado de 320 l para la misión. Al agregar el suministro de emergencia de 50 l, el total asciende a 370 l.
- Para saber cuánta agua tienen al final de la semana 9, cuando ocurrió el accidente, los estudiantes usarán el agua con la que comenzaron, 370 l, y restarán el agua total consumida/perdida. Todo esto debe representar en el gráfico de uso de agua HEM2 que crearán. La eficiencia estimada del sistema de reciclaje de agua es del 90 por ciento, pero por casualidad, se tomó una foto de la pantalla del sistema de reciclaje de agua solo unos días antes del accidente. Esto se muestra en la foto del sistema de agua en el archivo de datos de los estudiantes. La imagen muestra que el sistema había estado operando con una eficiencia promedio del 91 por ciento durante las primeras 9 semanas de la misión, antes del accidente, lo que significa que solo el 9 por ciento del agua utilizada cada semana no se recuperó. Entonces, el uso neto de agua fue de 0,09 (123,2 l) u 11,1 l por semana. Esta es la tasa de consumo de agua durante las primeras nueve semanas de la misión. Esto se puede representar semana por semana, o los estudiantes más avanzados pueden usar la tasa como la pendiente de la línea durante las primeras nueve semanas. Después de nueve semanas, se deberían haber consumido 99,9 l de agua, quedando 270,1 l. También recuerde que 20 l de agua se perdieron permanentemente en el accidente debido a la contaminación. Esto nos da un total de 250,1 l de agua restante después de nueve semanas. Los gráficos de los estudiantes deben mostrar una pendiente constante durante las primeras nueve semanas de la misión, y luego una caída vertical, igual a 20 l, al final de la novena semana.
- Después del accidente, sabemos que el sistema de reciclaje de agua está funcionando con una eficiencia de solo el 86 por ciento. Con la tasa de consumo de 123,2 l de agua por semana, ahora tenemos una nueva tasa de uso neto de 0,14 (123,2 l) o 17,2 l de agua por semana. Esta será la nueva tasa de consumo desde el final de la semana 9 hasta el resto del viaje de 26 semanas.
- Para determinar si tienen suficiente agua para completar su viaje a Marte, pídeles que usen la tasa de consumo recién calculada de 17,2 l de agua por semana para representar el uso de agua desde el final de la semana 9 hasta el final de la semana 26. El punto en el gráfico donde la línea cruza el eje x será el punto donde su tripulación se quede sin agua. Pídeles que continúen trazando el gráfico debajo del eje x hasta llegar a las 26 semanas. La distancia debajo del eje x a las 26 semanas representará la cantidad de agua que le faltará a la tripulación para completar su viaje.
- Pídeles que creen un gráfico similar usando la información que han calculado para la misión HEM2. Pida a los estudiantes que usen este gráfico para determinar cuándo se acabará su suministro de agua.

### Generar posibles soluciones

- Pida a los estudiantes que respondan las siguientes preguntas:
  - Con las tasas de consumo actuales, ¿su tripulación tiene suficiente agua para completar el viaje a Marte? Si no, ¿cuándo se quedarán sin agua?
  - ¿Cuántos litros adicionales de agua necesitarían para llegar a Marte de manera segura?
  - ¿Cómo podría ampliar su suministro de agua actual? Dé tiempo a los estudiantes para que propongan sus propias respuestas. Si tienen problemas, indíqueles el extracto del Manual del personal en los archivos de datos, que desglosa la asignación diaria de agua de 4,4 litros para cada astronauta en las cantidades para agua potable, rehidratación de alimentos e higiene personal. Pregunte a los estudiantes si alguno de ellos puede reducirse y en qué medida.
- Pida a los estudiantes que hagan una lluvia de ideas sobre varios planes sobre cómo van a racionar el agua. Sus planes deben estar bien pensados e incluir cálculos. Recuérdeles que esto comenzará en la semana 9 y durará hasta la semana 26.

### Considerar las consecuencias

- Pida a los estudiantes que elijan su plan más viable y lo representen en sus gráficos de uso de agua HEM2, comenzando en la semana 9 y usando un color diferente. Recuerde a los estudiantes que los cambios que hagan deben ser razonables y deben mantener el suministro de agua por encima de cero (el eje x) hasta la semana 26, cuando lleguen a Marte.
  - Observe a los estudiantes y brinde ayuda cuando sea necesario. Es posible que necesiten orientación sobre cómo usar su nueva asignación de racionamiento de agua con sus cálculos.

### Presentar los hallazgos

- Pida a cada grupo que presente su gráfico a todos. Deben explicar qué medidas tomaron para reducir la ración diaria de agua de los tripulantes y los posibles efectos que esos cambios tendrían en la tripulación. También deben repasar sus cálculos para ilustrar cómo sus nuevas tasas de consumo de agua garantizarán que el suministro de agua dure hasta que la tripulación llegue a Marte.
- Después de las presentaciones, haga las siguientes preguntas de análisis:
  - Comparen el gráfico de su equipo con las de otros equipos. ¿Deberían ser todas las líneas graficadas iguales? **Respuesta: No.**
  - ¿Cuál es diferente? **Respuesta: La línea final desde la semana 9 hasta la semana 26.**
  - ¿Por qué? **Respuesta: Cada equipo creó su propia nueva tasa de consumo diario en función de cómo redujeron la asignación diaria de agua.**
- Opcional: comparta los resultados de los estudiantes en las redes sociales usando #NextGenSTEM. Asegúrese de incluir el módulo y el nombre de la actividad.

### Extensiones

- Haga que los estudiantes representen electrónicamente su consumo de agua HEM2 creando una tabla de datos en una hoja de cálculo.
- Pida a los estudiantes que calculen el volumen y la masa de agua que necesitarían para su viaje si no tuvieran un sistema de reciclaje de agua. Recuerde que 1 litro de agua es igual a 1 kg.
- Pida a los estudiantes que representen el volumen de agua necesario para la misión en tres dimensiones para mostrar cuánto espacio ocupará.
- Pida a los estudiantes que repitan la actividad, utilizando una cantidad diferente de astronautas o un viaje de diferente duración.

### Referencia

*Earth, Moon, and Mars Balloons*

[www.nasa.gov/audience/foreducators/k-4/features/A\\_Earth\\_Moon\\_Mars\\_Balloons.html](http://www.nasa.gov/audience/foreducators/k-4/features/A_Earth_Moon_Mars_Balloons.html)

## Actividad tres: Distancia

### Folleto para el estudiante

En esta actividad, trabajará en grupo para crear un modelo a escala de la Tierra, la Luna y Marte para ilustrar la diferencia de dificultad entre una misión tripulada a la Luna y una misión tripulada a Marte. También determinará la cantidad de agua necesaria para una misión de seis meses a Marte y cómo se controlará el suministro de agua durante el viaje.

#### Actividad de presentación

- Infle su globo de la Tierra hasta un diámetro de 20,0 cm y átelo.
- Usando su globo de la Tierra como referencia de escala, infle los globos de la Luna y Marte al tamaño que crea que deberían tener. No ate los globos de la Luna o Marte en este momento.
- Con los datos de la Tabla 1, calcule el diámetro ideal para sus modelos de globos de la Luna y Marte.
- En esta sección, redondee todos los diámetros de su modelo de globo a la décima de centímetro más cercana.

Tabla 1

Cuerpo	Diámetro, km	Diámetro del modelo de globo, cm
Tierra	12 756	20,0
Luna	3476	
Marte	6792	

- Para calcular la escala del globo de la Tierra, divida el diámetro actual de la Tierra en kilómetros (12 756) por el diámetro del modelo del globo en centímetros (20,0). Redondee su respuesta al número entero más cercano.

$$12\,756/20,0 = \underline{\hspace{2cm}}$$

- Para calcular los diámetros de los otros dos modelos de globos, divida el diámetro real por la escala del modelo que acaba de calcular.
- Ahora infle los globos de la Luna y Marte al tamaño que calculó en la Tabla 1.
- Represente qué tan lejos cree que debería estar la Luna de la Tierra manteniendo separados los globos de la Luna y la Tierra. Mire en el salón para comparar sus distancias de la Tierra a la Luna con las de los demás.
- Ahora use la misma escala que calculó anteriormente (638 km en el mundo real = 1 cm en el mundo a escala) y la información en la Tabla 2 para calcular la distancia real que el globo de la Luna debe estar desde el globo de la Tierra. Registre esto en la línea superior de la Tabla 2.

Tabla 2

Cuerpos	Distancia aproximada, km	Distancia del modelo de globo, cm
Tierra a la Luna	384 000	
Tierra a Marte	78 300 000	

#### Dato curioso

¿Los astronautas realmente beben su propia orina? Bueno, en realidad no. El primer paso para volver a convertir la orina en agua potable es la destilación. La orina se compone principalmente de agua y, en el proceso de destilación, se calienta hasta que el agua se evapora en forma de vapor. El vapor se enfría y se vuelve a condensar en agua antes de pasar por los pasos restantes del proceso de reciclaje. Entonces, los astronautas en realidad no beben su propia orina; simplemente beben el agua que solía estar en su orina.

Obtenga más información:

[www.nasa.gov/centers/marshall/news/releases/2020/nasa-marshall-engineers-refine-hardware-apply-innovative-solutions-to-more-reliably-recycle.html](http://www.nasa.gov/centers/marshall/news/releases/2020/nasa-marshall-engineers-refine-hardware-apply-innovative-solutions-to-more-reliably-recycle.html)

#### Esquina profesional

Convierta su pasión por la ciencia en una carrera en la NASA. El pronto interés y la aptitud de la Dra. Jill Williamson en química la llevaron a realizar una pasantía en la NASA y eventualmente a una carrera profesional. Actualmente es ingeniera principal de subsistemas para el ensamblaje del procesador de orina. Mire su entrevista para obtener más información sobre la trayectoria profesional que la llevó a la NASA. ¡Mire la serie completa para conocer a otras estrellas STEM de la NASA!

Obtenga más información:

[youtu.be/dUb\\_NT2JRAE](https://youtu.be/dUb_NT2JRAE)

- Para calcular la distancia entre cada uno de los modelos, divida la distancia aproximada real por la escala de los modelos de globos.
- Ahora que ha calculado la distancia de escala correcta entre la Tierra y la Luna, represente la distancia sosteniendo sus globos de la Tierra y la Luna a unos 6 m de distancia. Esta distancia representa la distancia de la Tierra a la Luna que recorrieron los astronautas durante las misiones Apolo a la Luna a finales de los '60 y principios de los '70. Tendrán que viajar esa distancia nuevamente para las misiones Artemisa a la Luna más adelante en esta década. El viaje dura unos tres días en cada sentido, o aproximadamente el mismo tiempo que se tarda en conducir desde la costa este hasta la costa oeste de los Estados Unidos, parando solo para descansar.
- Finalmente, represente qué tan lejos cree que Marte debería estar de la Tierra. Mire en el salón para comparar sus distancias de la Tierra a Marte con las de los demás.
- Complete la segunda línea de la Tabla 2 para calcular la distancia real que tendría que haber entre los globos de la Tierra y Marte para estar en la escala adecuada. ¿Puede representarla en la habitación? ¿Podría representarla en un pasillo? ¿Podría incluso representarla en un campo de fútbol? ¿Por qué sí o por qué no?

### Desafío

#### ? Identificar el problema

- ¿Alguna vez se ha quedado sin algo importante de forma inesperada? ¿Qué hizo que se acabara?
- Aunque la NASA planifica meticulosamente todas sus misiones e incluso tiene en cuenta los escenarios de emergencia, todavía hay momentos en los que surge una situación inesperada. Cuando está en una nave espacial, a millones de kilómetros de la Tierra, los mensajes que viajan a la velocidad de la luz aún pueden tardar varios minutos en llegar a usted. Durante estos tiempos, depende de la tripulación tomar la iniciativa para solucionar el problema.
- Este es el escenario de su equipo para el resto de esta actividad:

Su equipo representa a la tripulación de cuatro miembros de HEM2 (Exploración Humana de Marte 2, por sus siglas en inglés), la segunda de las misiones tripuladas de la NASA a Marte, actualmente en su viaje de seis meses (26 semanas) al Planeta Rojo. Si bien la tripulación de HEM1 fue la primera en aterrizar en Marte, era una tripulación más pequeña de tres miembros que solo permanecieron en la superficie durante unos meses. Está emocionado de ser parte de la primera misión a largo plazo, explorando la superficie y realizando experimentos científicos durante 18 meses. Todo lo que necesita se ha preposicionado. Hay una nave de suministros logísticos en órbita, que contiene piezas de repuesto, combustible y suministros para su viaje de regreso a casa, así como un puesto remoto completamente equipado en la superficie marciana, con todo lo que necesitará para su estadía prolongada.

Las cosas han ido bien en su misión hasta ahora. Acaba de completar la novena semana de su viaje de 9 semanas y el ánimo dentro de la nave espacial ha sido alto. De repente, suena una alarma. Su sistema de purificación de agua está detectando un mal funcionamiento importante. Después de varios minutos de resolución de problemas, ha determinado que se ha filtrado fluido hidráulico en su sistema de reciclaje de agua y realiza un apagado de emergencia para evitar daños mayores. Después de reparar la línea hidráulica, reinicia el sistema de reciclaje de agua y evalúan el daño. Esto es lo que determina:

- El tanque de 20 litros (20 l) que alimenta el sistema de reciclaje de agua se ha contaminado con fluido hidráulico y esa agua no se puede recuperar.
- Debido a la parada de emergencia del sistema de reciclaje de agua, se borró la memoria del sistema. Ya no tiene un registro de cuánta agua se suministró originalmente en la nave o cuánta agua limpia queda disponible. Sin embargo, tiene otras fuentes de información sobre el sistema de reciclaje de agua que ha acumulado de varias fuentes. Estas se detallan en el archivo de datos incluido.
- Después del accidente, el sistema de reciclaje de agua está funcionando actualmente con una eficiencia del 86 por ciento, muy por debajo de la eficiencia diseñada del 90 por ciento.
- La caída repentina de la presión hidráulica hizo que el conjunto de comunicaciones se desalineara. Llevará varias horas realinear la matriz, enviar un mensaje a la Tierra y recibir una respuesta.

## Peligros para los astronautas del espacio profundo

Dado que pasarán varias horas antes de que reciba instrucciones de la NASA, depende de usted comenzar a trabajar en el problema. ¿Tiene suficiente agua para llegar a la órbita de Marte, donde lo esperan suministros adicionales y piezas de reparación? De lo contrario, haga un plan específico que asegure que su tripulación llegue a Marte de manera segura.

### Explorar los conocimientos y las incógnitas

- ¿Entiende su equipo lo que están tratando de lograr durante el resto de la actividad?
- Como equipo, haga una lista de todo lo que necesitan saber para determinar si tendrán suficiente agua para llegar a Marte.
- Como equipo, marque los elementos de su lista que ya conoce.
- Utilice la información que ya conoce y cualquier información adicional que pueda recopilar del archivo de datos para determinar cuánta agua le queda a bordo de su nave espacial y la velocidad a la que se consumirá. Utilice el gráfico HEM1 como ejemplo para crear un gráfico que muestre su consumo de agua para HEM2.
  - Recuerde que tiene una tripulación de cuatro miembros a bordo del HEM2, y el HEM1 solo tenía tres tripulantes.
  - También recuerde que su gráfico cambiará drásticamente en la semana 9. Tendrá una pérdida repentina de agua debido a la contaminación y su tasa de consumo cambiará debido al sistema de reciclaje de agua dañado.
  - Continúe trazando el gráfico hasta las 26 semanas incluso si cae por debajo del eje x.

### Generar posibles soluciones

- Responda las siguientes preguntas:
  - Con las tasas de consumo actuales, ¿su tripulación tiene suficiente agua para completar el viaje a Marte?
  - ¿Cuándo se quedará sin agua?
  - ¿Cuántos litros adicionales de agua necesitarían para llegar a Marte de manera segura?
  - ¿Cómo podría ampliar su suministro de agua actual?
- Como equipo, haga una lluvia de ideas sobre algunos planes sobre cómo va a racionar el agua.
  - Recuerde que esto comenzará en la semana 9 y durará hasta la semana 26.
  - Haga todos los cálculos para demostrar que sus planes ampliarán su suministro de agua.

### Considerar las consecuencias

- Elija su plan más viable para ampliar su suministro de agua. Usando un color diferente, represéntelo en su gráfico de uso de agua HEM2, comenzando en la semana 9.
  - Recuerde que los cambios que haga deben ser razonables y deben mantener el suministro de agua por encima de cero (el eje x) hasta la semana 26, cuando llegue a Marte.
  - Haga cálculos cuidadosos para mostrar cómo su nuevo plan de racionamiento de agua cambiará la tasa general de consumo de agua.

### Presentar los hallazgos

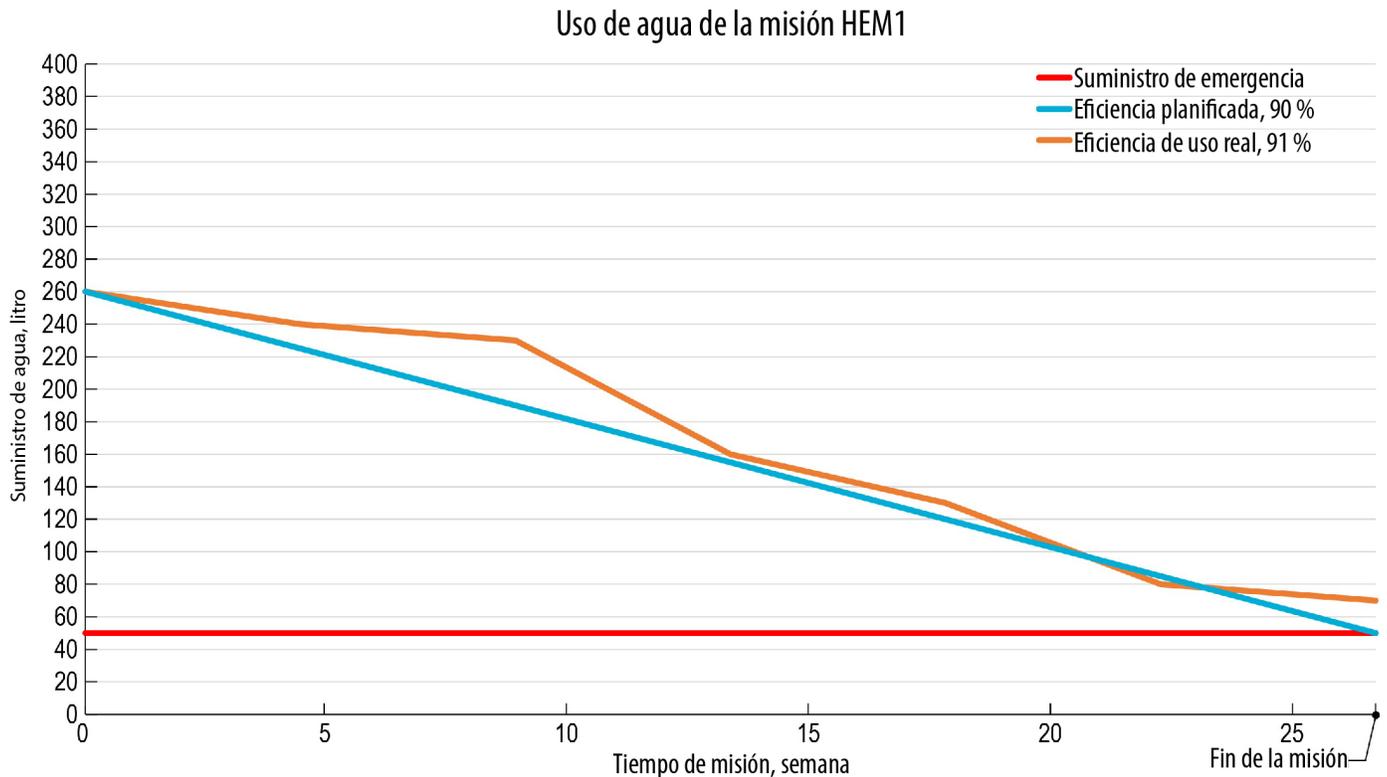
- Como equipo, prepárese para presentar su gráfico HEM2 a todos.
  - Explique qué pasos tomó para reducir la ración diaria de agua de los miembros de su tripulación y cuáles serían los posibles efectos de esos cambios en su tripulación.
  - Recorra los cálculos que realizó, que muestran que la nueva tasa de consumo de agua garantiza que el suministro de agua durará hasta que su tripulación llegue a Marte.
- Después de su presentación, se le harán las siguientes preguntas:
  - Compare el gráfico de su equipo con los de otros equipos. ¿Todas sus líneas graficadas deberían ser iguales a las de ellos?
  - ¿Cuál es diferente?
  - ¿Por qué?

## Archivo de datos

Después de la pérdida de la memoria del sistema de reciclaje de agua, su tripulación reunió tanta información sobre el sistema de reciclaje de agua como pudo de varias fuentes a bordo de su nave espacial. Aquí hay cinco elementos que ha reunido que contienen información útil:

1. Gráfico de uso de agua de la misión HEM1: este gráfico se encontró en uno de sus manuales de capacitación y muestra las tasas reales de consumo de agua de la expedición HEM1.
2. Extracto de la guía del personal: esta página de la guía del personal de su tripulación muestra varias normas y regulaciones para la misión, incluso la cantidad de agua que recibe cada astronauta.
3. Extracto de la guía de suministros consumibles: esta página de la guía de suministro de consumibles muestra las normas sobre cómo se eligen las cantidades de varios consumibles para la misión.
4. Foto de un tripulante: esta foto informal de un tripulante se tomó solo unos días antes del mal funcionamiento. En la foto se puede ver la pantalla del sistema de reciclaje de agua, que muestra la eficiencia promedio general del sistema hasta el momento en la misión.
5. Bloc de notas: describe algunas cosas importantes que su tripulación anotó de su capacitación sobre el sistema de reciclaje de agua y sobre la emergencia, así como algunas preguntas importantes que serán útiles de responder.

## Gráfico de uso de agua de la misión HEM1



### Extracto de la guía del personal

conclusión de una rutina de ejercicios, es responsabilidad del tripulante tener todo el equipo listo para su próximo uso:

- a) Use una toallita desinfectante humedecida para limpiar todas las superficies de contacto.
- b) Restablezca correctamente todas las configuraciones de resistencia a su modo predeterminado.
- c) Guarde el equipo en su área de almacenamiento.
- d) Tome nota de cualquier daño al equipo o cualquier equipo que esté operando fuera de sus parámetros diseñados.

#### **Asignaciones diarias de agua**

La asignación diaria de agua para cada miembro de la tripulación (4,4) se estableció teniendo en cuenta pautas específicas. Se recomienda que cada miembro de la tripulación se esfuerce por utilizar su asignación diaria de agua de acuerdo con estas pautas:

- a) 2,5 l diarios para agua potable y para uso en la preparación de bebidas
- b) 0,4 l diarios para la rehidratación y la preparación de alimentos
- c) 1,5 l diarios para bañarse, cepillarse los dientes y otras formas de higiene personal

#### **Compartir e intercambiar suministros**

Si bien los suministros que se embalan para cada expedición se adaptan, hasta cierto punto, a las necesidades individuales de cada miembro de la tripulación, se permite, por razones de necesidad y camaradería, que los miembros de la tripulación

### Extracto de la guía de suministros consumibles

por cada tripulante por semana de la misión planificada, más 10 paquetes adicionales para uso incidental y de emergencia.

#### **Agua potable**

La cantidad de agua potable suministrada para cada misión está estrictamente determinada por las necesidades calculadas de la tripulación. Está determinada por la cantidad de tripulantes asignados a la misión, la duración de la misión y la eficiencia proyectada del sistema de purificación de agua.

- a) A cada tripulante se le asignan 4,4 l de agua para uso diario.
- b) Después de calcular las necesidades de suministro de agua de la tripulación y contabilizar el agua que no se puede reciclar, se colocará un suministro adicional de 50 l a bordo de cada misión para uso de emergencia.

#### **Comida**

El almacenamiento de alimentos empacados para cada misión tiene en cuenta las necesidades dietéticas de cada tripulante. Los tripulantes pueden tomar decisiones personales de las opciones de menú proporcionadas, así como hacer recomendaciones para

## Foto de un tripulante



## Bloc de notas

- EFICIENCIA ESPERADA DEL 90 %
- 20 LITROS DE AGUA PERDIDOS, NUEVA EFICIENCIA DEL 86 %
- ¿CON CUÁNTA AGUA EMPEZAMOS?
- ¿CUÁNTA AGUA QUEDA?

## Actividad cuatro: Gravedad

### Notas para el educador

Los estudiantes podrán hacer lo siguiente:

- Identificarán los desafíos que plantea la microgravedad para los huesos y los músculos de los astronautas en el espacio.
- Determinarán el umbral de fractura de astronautas ficticios.
- Crearán un concepto de diseño para un dispositivo de ejercicio funcional y compacto para posible uso de la NASA.
- Calcularán la cantidad de trabajo que se completa determinando la fuerza y la distancia.

#### Descripción general del desafío

Se les pedirá a los estudiantes que diseñen un dispositivo de ejercicio funcional que ayudará a mitigar la pérdida y la atrofia ósea durante los vuelos espaciales. Los estudiantes utilizarán su conocimiento del sistema óseo, la osteoporosis y el equipo de ejercicio actual en la Estación Espacial Internacional para diseñar un nuevo dispositivo de ejercicio compacto que sea compatible con el ambiente de los vuelos espaciales. Los estudiantes también crearán una presentación hipotética para la NASA.

#### Tiempo sugerido

90 a 180 minutos

#### Estándares Nacionales STEM

Ciencias e Ingeniería (NGSS)	
<p><i>Ideas básicas disciplinarias</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MS-LS1.A: todos los seres vivos están formados por células, que es la unidad más pequeña que se puede decir que está viva. Un organismo puede consistir en una sola célula (unicelular) o en muchos números y tipos diferentes de células (pluricelular).</li> <li>• MS-PS3-2: desarrollar un modelo para describir que cuando cambia la disposición de los objetos que interactúan a distancia, se almacenan diferentes cantidades de energía potencial en el sistema.</li> <li>• MS-ETS1-2. Diseño de ingeniería: evaluar las soluciones de diseño de la competencia utilizando un proceso sistemático para determinar qué tan bien cumplen con los criterios y las restricciones del problema.</li> </ul> <p><i>Conceptos transversales</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los sistemas pueden interactuar con otros sistemas; pueden tener subsistemas y ser parte de sistemas complejos más grandes.</li> </ul>	<p><i>Prácticas de ciencia e ingeniería</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formular preguntas y definir problemas: una práctica de la ciencia es formular y perfeccionar preguntas que conduzcan a descripciones y explicaciones de cómo funcionan el mundo natural y el diseñado y que puedan probarse empíricamente.</li> <li>• Construir explicaciones y diseñar soluciones: los productos de la ciencia son explicaciones y los productos de la ingeniería son soluciones.</li> <li>• Obtener, evaluar y comunicar información: Los científicos e ingenieros deben ser capaces de comunicar de manera clara y persuasiva las ideas y los métodos que generan. Criticar y comunicar ideas individualmente y en grupo es una actividad profesional fundamental.</li> </ul>
Tecnología (ISTE)	
<p><i>Estándares para estudiantes</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicador creativo: los estudiantes se comunican con claridad y se expresan de manera creativa para una variedad de propósitos utilizando las plataformas, las herramientas, los estilos, los formatos y los medios digitales apropiados para sus objetivos.</li> </ul>	<p><i>Estándares para estudiantes</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Constructor de conocimiento 3d: los estudiantes desarrollan conocimientos explorando activamente problemas y cuestiones del mundo real, desarrollando ideas y teorías y buscando respuestas y soluciones.</li> </ul>
Matemáticas (CCSS)	
<p><i>Prácticas matemáticas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CCSS.MATH.CONTENT.6.EE.A.2: escribir, leer y evaluar expresiones en las que las letras representan números.</li> <li>• CCSS.MATH.CONTENT.7.EE.B.3: resolver problemas matemáticos y de la vida real de varios pasos planteados con números racionales positivos y negativos en cualquier forma (números enteros, fracciones y decimales), usando herramientas estratégicamente.</li> </ul>	<p><i>Prácticas matemáticas (continuación)</i></p> <p>y decimales), usando herramientas estratégicamente. Aplicar las propiedades de las operaciones para calcular con números en cualquier forma, convertir entre formas según corresponda y evaluar la razonabilidad de las respuestas utilizando estrategias de estimación y cálculo mental.</p>

#### Preparación del desafío

El educador debe hacer lo siguiente:

- Leer la información en la sección “Introducción y antecedentes” y las Notas para el educador.
- Repasar las hojas de trabajo: Masa ósea de un astronauta, ¡Más trabajo!, Astronauta en movimiento y Equipo de ejercicio en la Estación Espacial Internacional.
- Hacer copias de las hojas de trabajo para cada estudiante.

- Si los estudiantes construirán su propio dispositivo, reunir materiales o proporcionar una lista de materiales que pueden usar. (Los educadores pueden optar por que los estudiantes envíen solo su diseño).
- Precargar videos para la presentación.

Opcional: esta actividad se puede hacer como una actividad interdisciplinaria con el departamento de educación física o un departamento de salud.

### Folletos

- Masa ósea de un astronauta (una copia para cada estudiante)
- Equipo de ejercicio en la Estación Espacial Internacional (una copia por equipo)
- ¡Más trabajo! (Se recomienda que los estudiantes completen esto individualmente).
- Astronauta en movimiento (Se recomienda que los estudiantes completen esto individualmente).
- Papel borrador

### Materiales sugeridos (si los estudiantes están construyendo su diseño)

- Tubo de bicicleta o tubo quirúrgico
- Cartulina
- Tela (trapos, tela de algodón que se estire, etc.)
- Cuerda elástica
- Pegamento o cinta adhesiva
- Gafas protectoras y protector facial (el estudiante que realiza la prueba del dispositivo puede necesitar lentes de seguridad o protector facial).
- Perforador
- Bandas elásticas
- Resortes (limite la fuerza y el tamaño de los resortes; consulte el consejo de seguridad a continuación)
- Vasos de papel
- Tijeras
- Cuerda
- Clavijas de madera

Nota: Esta es una lista sugerida. Los estudiantes también podrían realizar una búsqueda del tesoro y usar materiales fácilmente disponibles.

### Seguridad

- Limite la fuerza y el tamaño del resorte.
- Para evitar la liberación, la descarga o las lesiones accidentales, manéjelo con extrema precaución.
- Siempre se debe usar protección para los ojos y la cara durante la construcción y las pruebas.
- Dirija siempre el borde afilado de un objeto lejos de usted y de los demás.
- Antes de usar las tijeras, analice los problemas de seguridad relacionados con el uso adecuado del equipo.
- Asegúrese de que el dispositivo de los estudiantes no contenga superficies afiladas o puntiagudas.
- Asegúrese de que el dispositivo sea resistente y funcional.
- Tenga cuidado cuando los estudiantes estén demostrando el dispositivo.
- Deje un área de prueba libre de obstrucciones o peligros.
- Pida a los demás estudiantes que retrocedan para la prueba.

## Peligros para los astronautas del espacio profundo

### Presente el desafío

- Proporcione el contexto para la actividad utilizando la información en la sección “Introducción y antecedentes” de esta guía.
- Opcional: prepárese para el análisis compartiendo el video “When You Land, Can You Stand?” [www.nasa.gov/content/when-you-land-can-you-stand-one-year-mission-video-miniseries-functional-performance](http://www.nasa.gov/content/when-you-land-can-you-stand-one-year-mission-video-miniseries-functional-performance)
- Pregunte a los estudiantes si los astronautas pueden caminar después de un vuelo espacial. Pídales que expliquen por qué sí o por qué no.
- Pida a los estudiantes que hagan un ejercicio simple como dar saltos hasta que se cansen. Analice si creen que podrían hacer el mismo ejercicio en el espacio profundo.
- Analice qué es la gravedad y cómo vivir en diferentes campos gravitatorios puede afectar el cuerpo.
- Explique que nuestro conocimiento sobre los efectos de la gravedad sobre el cuerpo en el espacio profundo es limitado porque la investigación se ha limitado a la órbita terrestre baja.
- Pida a los estudiantes que completen la hoja de trabajo “Astronauta en movimiento” para repasar el sistema esquelético.

#### **Clave de respuestas de la hoja de trabajo “Astronauta en movimiento”:**

**1. Cráneo. 2. Vértebras. 3. Clavícula. 4. Esternón. 5. Costillas. 6. Húmero. 7. Cúbito. 8. Radio. 9. Pelvis (huesos de la cadera). 10. Carpos (huesos de la muñeca). 11. Metacarpos (huesos de la mano). 12. Falanges (huesos de los dedos). 13. Fémur. 14. Rótula. 15. Peroné. 16. Tibia (espinilla). 17. Tarsos. 18. Metatarsos (huesos del pie). 19. Falanges (huesos de los dedos de los pies).**

- Si los estudiantes necesitan apoyo adicional, pueden crear un organizador gráfico (mapa conceptual, gráfico de telaraña o gráfico KWL) que repase el siguiente vocabulario del sistema esquelético: huesos, células, vértebras, cráneo, costillas, pelvis, fémur, húmero, articulación, ligamento y cartilago.
- Consulte la información de antecedentes y analice con los estudiantes por qué ocurre la pérdida de masa ósea y muscular en la parte inferior del cuerpo. Analice cómo el ejercicio ayudará a retener la masa ósea y muscular. Recuerde a los estudiantes que los astronautas ya no usan los huesos y los músculos para ayudar a sostener el cuerpo mientras están de pie y caminan, porque flotan en el espacio.
  - Los estudiantes pueden leer *Bone and Muscle Loss in Microgravity* (ver Recursos) para comprender mejor por qué la parte inferior del cuerpo se ve afectada (falta de carga de peso en la parte inferior del cuerpo en el espacio).
- Repase con los estudiantes el concepto de trabajo y fuerza. Repase la ecuación de trabajo: **Trabajo = Fuerza × Distancia**. Por ejemplo, si una persona empuja un carro cuesta arriba con una fuerza de 500 newtons y la caja se empuja 6 metros, el trabajo será de 3000 julios.

Nota: Los estudiantes usarán la ecuación de trabajo para la hoja de trabajo “¡Más trabajo!” durante la fase Mejorar del desafío.
- Pida a los estudiantes que completen la hoja de trabajo “Masa ósea de un astronauta” individualmente y analicen sus hallazgos en equipo.

Nota: Si los estudiantes tienen dificultades, esta hoja de trabajo se puede completar en equipos o en un entorno de grupo completo.
- Explique la función de los ingenieros en el diseño de tecnología para resolver problemas. Comparta el video de la NASA “Intro to Engineering” ([www.youtube.com/watch?v=wE-z\\_TJyzil](http://www.youtube.com/watch?v=wE-z_TJyzil)) y presente el proceso de diseño de ingeniería.
- Divida a los estudiantes en equipos de tres o cuatro integrantes. Considere asignar funciones y tareas a estudiantes individuales dentro del grupo. Consulte la sección “Trabajo en equipo” al comienzo de la guía para obtener sugerencias. Distribuya los folletos y el papel borrador.
- Explique el desafío a los estudiantes:
  - El objetivo es diseñar un plan conceptual y construir un dispositivo funcional que ejercite el cuerpo para prevenir la pérdida ósea y la atrofia muscular y, al mismo tiempo, que sea lo suficientemente compacto para que lo use un astronauta en una

misión en el espacio profundo. Cada equipo creará un concepto de diseño para su dispositivo de ejercicio basado en el campo gravitatorio donde se utilizará el dispositivo. Los estudiantes decidirán si su dispositivo compacto funcional se usará en la superficie de la Luna (1/6 de la gravedad de la Tierra), en tránsito hacia la Luna o Marte (gravedad cero), en la superficie de Marte (3/8 de la gravedad de la Tierra) o en los tres ambientes de gravedad.

- Use la lista de materiales sugeridos para informar a los estudiantes qué materiales están disponibles o proporcione los materiales para que los equipos construyan un prototipo de su dispositivo de ejercicio.
- El dispositivo debe ser lo suficientemente resistente para que el estudiante lo demuestre durante la presentación.
- Cada equipo presentará su dispositivo y explicará cómo puede mitigar la pérdida ósea y la atrofia muscular.
- Repase los siguientes criterios y restricciones de la actividad con los estudiantes:

Criterios	Restricciones
El dispositivo de ejercicio debe ser funcional para fortalecer la región esquelética de la parte inferior del cuerpo (fémur, pelvis y cadera).	Solo puede usar suministros diarios y fácilmente disponibles.
El dispositivo de ejercicio debe ser compacto, con una altura máxima de 42,4 cm, un ancho máximo de 33 cm y un diámetro máximo de 21,6 cm (tamaño de una mochila o una caja de zapatos estándar).	No puede usar ningún tipo de pesas libres.
La fuerza total del dispositivo no debe ser inferior a 3 kg ni superior a 13 kg.	
El prototipo debe funcionar durante un mínimo de 1 minuto.	

### Facilitar el desafío

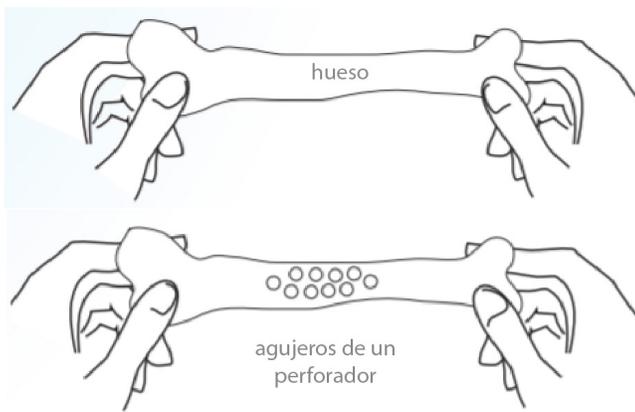
#### ? Preguntar

- Elija uno o más de los siguientes videos para compartir con los estudiantes:
  - *NASA Hazards of Human Spaceflight: Hazard 4: Gravity Fields* (3:05). [www.youtube.com/watch?v=f3-96ZbY5NA](http://www.youtube.com/watch?v=f3-96ZbY5NA)
  - *Growing Bones in Space*. (1:51) [www.youtube.com/watch?v=ht9zTT4qPel](http://www.youtube.com/watch?v=ht9zTT4qPel)
  - *STEMonstrations: Exercise*. (2:43) [www.nasa.gov/stemonstrations-exercise.html](http://www.nasa.gov/stemonstrations-exercise.html)
- Después de ver los videos, participe en un debate con los estudiantes usando las siguientes preguntas:
  - ¿Qué desafíos causados por la gravedad enfrentan los astronautas?
  - ¿Cómo compararían la pérdida de densidad ósea en la Tierra con la pérdida de densidad ósea de los astronautas en el espacio?
  - ¿Por qué la investigación sobre la pérdida de densidad ósea es tan importante para las personas en la Tierra?
  - ¿Cómo evitarían la pérdida ósea y muscular en el espacio?
- Complete la siguiente demostración con los estudiantes para comprender los problemas asociados con la pérdida ósea.
  - Tome un papel y dóblelo por la mitad.
  - Haga un dibujo del fémur en la mitad de la hoja. Recorta la imagen para que ahora haya dos huesos.



- Active el conocimiento previo haciendo preguntas a los estudiantes sobre los huesos. Por ejemplo, ¿qué constituye el hueso? ¿En qué sistema corporal encontrarían huesos? ¿Por qué los huesos son duros?
- Nota: Enfatique el hecho de que los huesos están hechos de células y explique cómo la estructura dicta su función.
- Tire del primer hueso de papel, o haga que un alumno tire de él, para ver cuántos tirones se necesitan para rasgar el papel. Use un perforador para crear diez orificios en el segundo hueso. Ahora tire del segundo hueso para ver cuánto tarda en romperse.

## Peligros para los astronautas del espacio profundo



- Pregunte a los alumnos qué pasó con el hueso después de la pérdida de densidad ósea.

### Imaginar

- Pida a los estudiantes que investiguen los campos gravitatorios que experimentarán los astronautas durante las diferentes fases de una misión de vuelo espacial.
  - Programa de exploración de Marte. [mars.nasa.gov/all-about-mars/facts/](https://mars.nasa.gov/all-about-mars/facts/)
  - Astronauta comienza la “Maratón de Boston” en el espacio. (0:59) [www.youtube.com/watch?v=nDCdDybegVc](https://www.youtube.com/watch?v=nDCdDybegVc)
- Asegúrese de que cada equipo examine los tres tipos de equipo de ejercicio que se muestran en el folleto Equipo de ejercicio en la Estación Espacial Internacional.
- Pida a los estudiantes que dibujen individualmente su concepto de dispositivo de ejercicio. Recuérdeles los criterios y las limitaciones.
- Después de que los estudiantes hayan dibujado sus bocetos individuales, deles tiempo para que examinen los materiales disponibles.
- Pida a los estudiantes que trabajen en sus equipos para generar ideas sobre cómo se pueden usar los materiales para crear un diseño de equipo que tenga en cuenta la ubicación donde se usará el dispositivo, ya sea en tránsito, en la superficie lunar, en la superficie de Marte o en los tres campos gravitatorios.

### Planificar

- Haga que los equipos dibujen un diseño para su dispositivo de ejercicio. Nota: Cada diseño debe incorporar al menos una idea de diseño de cada miembro.
- Pida a los estudiantes que rotulen cada parte con su función y expliquen cómo optimizaron su diseño para el ambiente de los vuelos espaciales (por ejemplo, usando materiales livianos, siendo conscientes de los posibles peligros para los astronautas, evitando partes sueltas, etc.).

### Crear

- Haga que cada equipo construya su dispositivo de ejercicio.
- Pida a los equipos que midan las dimensiones de su dispositivo de ejercicio para asegurarse de que quepa en una mochila o en una caja de zapatos estándar.
- Asegúrese de que no haya bordes que causen daño mientras los estudiantes prueban su dispositivo.

## Comparta con los estudiantes

### Estimulante cerebral

¿Sabía que el astronauta Scott Kelly tiene un gemelo? Scott y su hermano gemelo, Mark, participaron en un estudio de gemelos para investigar cómo la microgravedad afecta diferentes aspectos del cuerpo. Scott estaba en el espacio y Mark estaba en la Tierra. Este fue un estudio único porque los gemelos comparten la misma composición genética, por lo que son físicamente similares. El Estudio de gemelos fue una investigación de 340 días realizada por el Programa de Investigación Humana de la NASA. Descubra cómo la NASA usó 16 mil millones de kilómetros de ADN para investigar la crianza frente a la naturaleza.

Obtenga más información: [www.nasa.gov/twins-study/fun-facts-and-shareables](https://www.nasa.gov/twins-study/fun-facts-and-shareables)

### En el lugar

¿Alguna vez se ha preguntado cómo investiga la NASA la microgravedad? El Centro de Investigación de Gravedad Cero en el Centro de Investigación Glenn tiene una cámara con una caída de 467 pies (142 metros) que crea un ambiente de microgravedad. Realice un recorrido por las instalaciones utilizando el siguiente enlace.

Obtenga más información: [www.nasa.gov/specials/zero-g/](https://www.nasa.gov/specials/zero-g/)

### Probar

- Haga que al menos dos miembros de cada equipo prueben el dispositivo de ejercicio para asegurarse de que funciona.
- El dispositivo debe ser funcional para completar las repeticiones durante al menos 1 minuto.
- Asegúrese de que el dispositivo no cause problemas de seguridad (cables sueltos, resortes, etc.). Además, los estudiantes deben recordar que todo en el espacio flota, por lo que las piezas pequeñas pueden ser un problema.

### Mejorar

- Pida a cada equipo que identifique dos áreas en las que se podría mejorar su dispositivo.
- Permita que cada equipo tenga tiempo y materiales adicionales para incorporar cambios a su dispositivo.
- Haga que al menos dos miembros del equipo usen el dispositivo durante al menos 1 minuto. Trate de elegir estudiantes que no realizaron la primera prueba.
- Pida a los estudiantes que completen la hoja de trabajo “¡Más trabajo!”.

### Compartir

- Pida a los estudiantes que presenten su dispositivo a todos usando un formato designado por el educador. Ejemplos: un comercial, una presentación de diapositivas o un anuncio.
- Involucre a los estudiantes con las siguientes preguntas de discusión:
  - ¿Cómo puede su dispositivo crear resistencia? ¿Por qué es tan importante para fortalecer los músculos?
  - Identifique para qué campo gravitatorio es más adecuado su dispositivo y explique por qué.
  - ¿De qué manera podría adaptarse su dispositivo para que funcione mejor en diferentes campos gravitatorios?
  - ¿Qué fallas identificó su equipo en el primer diseño? ¿Cómo se mejoraron?
  - Si pudiera tener todos los materiales que necesita, ¿cómo podría optimizar su diseño para hacerlo lo más pequeño y liviano posible? ¿Hay otros materiales que sean más ligeros que se puedan utilizar?
- Opcional: comparta los resultados de los estudiantes en las redes sociales usando #NextGenSTEM. Asegúrese de incluir el módulo y el nombre de la actividad.

### Extensiones

- Si los suministros no están disponibles o no son factibles, los estudiantes pueden simplemente crear un diseño conceptual (boceto) y presentar su diseño.
- Los estudiantes pueden usar una plataforma de fuerza para demostrar cuánta fuerza se está ejerciendo.
- La actividad “*Get a Leg Up*” permite a los estudiantes simular el cambio de fluido que experimentan los astronautas al ingresar al espacio. [www.nasa.gov/stem-ed-resources/get-a-leg-up-activity.html](http://www.nasa.gov/stem-ed-resources/get-a-leg-up-activity.html)
- “*Bendy Bones*” permite a los estudiantes ver el efecto del calcio en la construcción y el mantenimiento de huesos fuertes al comparar los huesos antes y después de introducirlos en vinagre. [www.nasa.gov/sites/default/files/heo-cpfc-bendy\\_bones\\_seg2.pdf](http://www.nasa.gov/sites/default/files/heo-cpfc-bendy_bones_seg2.pdf)

### Referencias

*Hole-y Bones*. [www.nasa.gov/pdf/663095main\\_Hole-y\\_Bones\\_Activity.pdf](http://www.nasa.gov/pdf/663095main_Hole-y_Bones_Activity.pdf)

*Bag of Bones*. [www.nasa.gov/pdf/663094main\\_Bag\\_of\\_Bones\\_Activity.pdf](http://www.nasa.gov/pdf/663094main_Bag_of_Bones_Activity.pdf)

### Recursos

*The Human Body in Space*. [www.nasa.gov/hrp/bodyinspace](http://www.nasa.gov/hrp/bodyinspace)

*Bone and Muscle Loss in Microgravity*. [www.nasa.gov/mission\\_pages/station/research/station-science-101/bone-muscle-loss-in-microgravity/#:~:text=In%20the%20microgravity%20environment%20aboard,during%20their%20stays%20in%20space.](http://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/station-science-101/bone-muscle-loss-in-microgravity/#:~:text=In%20the%20microgravity%20environment%20aboard,during%20their%20stays%20in%20space.)

## Peligros para los astronautas del espacio profundo

*Houston, We Have a Podcast. Hazard 4: Gravity.* [www.nasa.gov/johnson/HWHAP/hazard-4-gravity](http://www.nasa.gov/johnson/HWHAP/hazard-4-gravity)

*Exercise Countermeasures Lab at NASA Glenn (video).* [www.youtube.com/watch?v=W8G07FG1g8I](http://www.youtube.com/watch?v=W8G07FG1g8I)

*Microgravity Educator Guide.* [www.nasa.gov/audience/foreducators/topnav/materials/listbytype/Microgravity\\_Teachers\\_Guide.html](http://www.nasa.gov/audience/foreducators/topnav/materials/listbytype/Microgravity_Teachers_Guide.html)

## Actividad cuatro: Gravedad

### Folleto para el estudiante

#### Su Desafío

Diseñará un dispositivo de ejercicio funcional que ayudará a mitigar el daño de la pérdida y la atrofia ósea. Utilizará su conocimiento del sistema óseo, la osteoporosis y el equipo de ejercicio actual en la Estación Espacial Internacional para diseñar un nuevo dispositivo de ejercicio que sea compatible con el ambiente de los vuelos espaciales (es decir, compacto). También creará una presentación diseñada para mostrarle a la NASA los beneficios del dispositivo.

Criterios	Restricciones
El dispositivo de ejercicio debe ser funcional para fortalecer la región esquelética de la parte inferior del cuerpo (fémur, pelvis y cadera).	Solo puede usar suministros diarios y fácilmente disponibles.
El dispositivo de ejercicio debe ser compacto, con una altura máxima de 42,4 cm, un ancho máximo de 33 cm y un diámetro máximo de 21,6 cm (el tamaño de una mochila o una caja de zapatos estándar).	No puede usar ningún tipo de pesas libres.
La fuerza total del dispositivo no debe ser inferior a 3 kg ni superior a 13 kg.	
El prototipo debe funcionar durante un mínimo de 1 minuto.	

#### ? Preguntar

- Analice las siguientes preguntas después de ver los videos que se le mostrarán:
  - ¿Qué desafíos causados por la gravedad enfrentan los astronautas?
  - ¿Cómo compararían la pérdida de densidad ósea en la Tierra con la pérdida de densidad ósea de los astronautas en el espacio?
  - ¿Por qué la investigación sobre la pérdida de densidad ósea es tan importante para las personas en la Tierra?
  - ¿Cómo evitarían la pérdida ósea y muscular en el espacio?
- Complete la hoja de trabajo "Masa ósea de un astronauta".

#### 💡 Imaginar

- Examine los tres tipos de equipos de ejercicio utilizados en la Estación Espacial Internacional utilizando las imágenes proporcionadas. Compare las similitudes y las diferencias de cada máquina. ¿Cómo pueden estas máquinas ayudar a fortalecer la parte inferior del cuerpo?
- Investigue los tres campos gravitatorios (Luna, en tránsito y Marte) que experimentarán los astronautas mientras viajan por el espacio profundo. ¿Cómo afectarán los campos gravitatorios la forma en que los astronautas se ejercitan? ¿Por qué es importante que el dispositivo de ejercicio fortalezca la parte inferior del cuerpo?
- Use el debate para decidir para qué campos gravitatorios es más adecuado su dispositivo. Además, piense en qué tipo de ejercicio ofrece el dispositivo. ¿Ejercicio aeróbico? ¿Entrenamiento con pesas o de resistencia? ¿Una combinación de ambos?
- Dibuje un diseño de cómo se verá su dispositivo de ejercicio.

#### 🧐 Dato curioso

¿Sabía que los investigadores usan ratones para investigar los efectos de la microgravedad en los astronautas? Puede haber una proteína que pueda ayudar a desarrollar músculo y prevenir la pérdida ósea. Los investigadores enviaron 40 ratones a vivir a la Estación Espacial Internacional y estudiaron otros 40 ratones aquí en la Tierra. Esperan que sus súper ratones y estas proteínas puedan beneficiar a los astronautas en el espacio.

Obtenga más información:

[www.nasa.gov/mission\\_pages/station/research/news/rodents-and-a-rocket-carried-researchers-dreams-into-space-rodent-research-19](http://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/news/rodents-and-a-rocket-carried-researchers-dreams-into-space-rodent-research-19)

#### 🎓 Esquina profesional

Un fisiólogo del ejercicio analiza el estado físico de los pacientes para ayudarlos a mejorar su salud o mantener una buena salud. Esto es exactamente lo que hace un fisiólogo del ejercicio en la NASA, pero estos científicos están mejorando la salud de los astronautas y ayudan a encontrar soluciones a los problemas de salud que los astronautas pueden desarrollar en el espacio profundo.

Obtenga más información:

[www.nasa.gov/hhp/physiology](http://www.nasa.gov/hhp/physiology)

## Peligros para los astronautas del espacio profundo

- Examine los materiales de construcción o la lista de materiales disponibles para su equipo. Haga una lluvia de ideas con su equipo sobre cómo se pueden usar los materiales en su dispositivo.

### Planificar

- En equipo, esboce un diseño de su dispositivo de ejercicio. Su boceto debe incluir al menos una idea de diseño de cada miembro del equipo.
- Rotule cada parte principal con su nombre y propósito y anote cómo optimizó su diseño para el ambiente de los vuelos espaciales.
- Asegúrese de explicar cómo su dispositivo está diseñado exclusivamente para el campo gravitatorio que eligió su equipo.

### Crear (Solo si está construyendo su dispositivo; si no está construyendo el dispositivo, vaya a la fase **Compartir**).

- Construya su dispositivo de ejercicio si su instructor le ha pedido un prototipo.
- Use lentes de seguridad con protectores faciales cuando manipule o extienda resortes, elásticos, cuerdas, tubos o bandas elásticas. Tenga mucho cuidado para asegurarse de que cualquier liberación repentina de energía se desvíe de usted y de los demás.
- Mida las dimensiones del dispositivo de ejercicio para asegurarse de que cumpla con los criterios de diseño.
- Asegúrese de que no haya puntos de pellizco o bordes que puedan causar daño.

### Probar (Solo si está construyendo su dispositivo; si no está construyendo el dispositivo, vaya a la fase **Compartir**).

- Si ha construido su diseño, haga que al menos dos miembros del equipo prueben el dispositivo de ejercicio para asegurarse de que funciona.
- Los miembros del equipo que realizan la prueba deben usar lentes de seguridad con protectores faciales durante la prueba. Todos los demás en el área deben hacer lo mismo.
- El dispositivo de ejercicio debe ser funcional para completar al menos diez repeticiones.
- Asegúrese de que el dispositivo no provoque ningún peligro para la seguridad (puntas afiladas, puntos de pellizco, liberación repentina de energía de extremos sueltos, resortes, tubos elásticos, etc.). Además, recuerde que todo en el espacio flota, por lo que las piezas pequeñas pueden ser un problema.

### Mejorar (Solo si está construyendo su dispositivo; si no está construyendo el dispositivo, vaya a la fase **Compartir**).

- Identifique dos áreas en las que se podría mejorar el dispositivo.
- Incorpore los cambios a su dispositivo.
- Haga que al menos dos miembros del equipo (diferentes de la primera prueba) usen el dispositivo durante al menos 1 minuto.
- Cada miembro del equipo completará la hoja de trabajo “¡Más trabajo!”.

### Compartir

- Presentará el dispositivo a todos usando un formato designado.
- Analice las siguientes preguntas en equipo:
  - ¿Cómo puede su dispositivo crear resistencia? ¿Por qué es tan importante para fortalecer los músculos?
  - Identifique para qué campos gravitatorios es más adecuado su dispositivo y explique por qué.
  - ¿De qué manera podría adaptarse su dispositivo para que funcione mejor en diferentes campos gravitatorios?
  - ¿Qué fallas identificó su equipo en el primer diseño? ¿Cómo se mejoraron?
  - Si pudiera tener todos los materiales que necesita, ¿cómo podría optimizar su diseño para hacerlo lo más pequeño y liviano posible? ¿Hay otros materiales que sean más ligeros que se puedan utilizar?

# Hoja de trabajo “Astronauta en movimiento”

Los astronautas deben hacer ejercicio para mantener sus huesos fuertes.

Cada astronauta está formado por 206 huesos. Los huesos dan estructura al cuerpo, protegen los órganos y mucho más.

El **cráneo** protege la parte más importante de todas: el cerebro. El cráneo está conectado a las **vértebras** que forman la espalda. El corazón, los pulmones y el hígado están protegidos por **costillas**. Hay doce conjuntos de costillas que se extienden desde la columna vertebral hasta el **esternón** (un hueso fuerte en el centro del pecho que mantiene las costillas en su lugar).

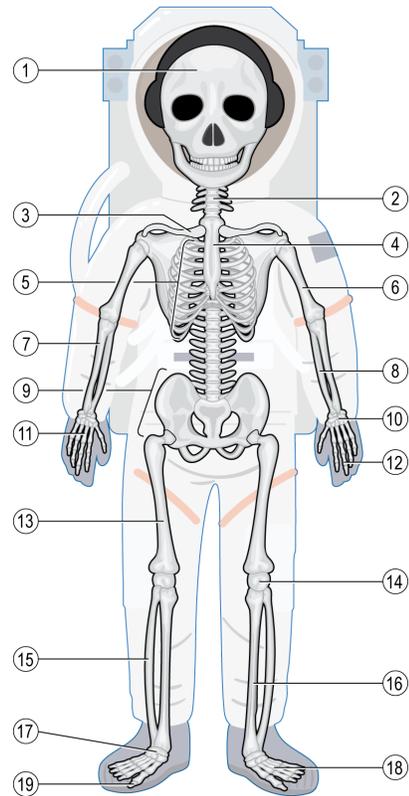
La **clavícula** tiene un **húmero**, que forma parte del hueso del hombro. Debajo del codo, están el **radio** y el **cúbito**. ¿Cómo puede saber cuál es cuál? El **radio** está en el lado del pulgar y el **cúbito** está en el lado del meñique. La mano está construida en tres secciones: **falanges (dedos)**, **metacarpos** y **carpos**.

El **fémur** se conecta con la **pelvis** (huesos de la cadera) y la rodilla. ¿Por qué es importante la rodilla? La rodilla es la articulación más grande del cuerpo y permite que la pierna se estire y se doble, por lo que debe protegerse. La **rótula** protege la parte delantera de la rodilla.

Debajo de la rodilla hay dos huesos: la **tibia** y el **peroné**. La **tibia** (espinilla) es el hueso más grande y conecta la rodilla y el tobillo. El **peroné** soporta una cantidad significativa del peso corporal del astronauta, pero recuerde que esto no sucede en el espacio.

Una cuarta parte de los huesos de un astronauta se encuentran en los pies. Hay 52 huesos en el pie. Los pies tienen **tarsos** (tobillos), **metatarsos** (cinco huesos largos en el medio del pie) y más **falanges** (dedos).

Entonces, ¿cómo se mueve un astronauta? Los huesos se unen en las articulaciones que conectan los músculos y los huesos. Las articulaciones mantienen unido el esqueleto y permiten el movimiento. Los músculos funcionan contrayéndose voluntariamente para hacer que los huesos se muevan. Los huesos, los músculos y las articulaciones trabajan juntos para que el astronauta se mueva, incluso en el espacio.

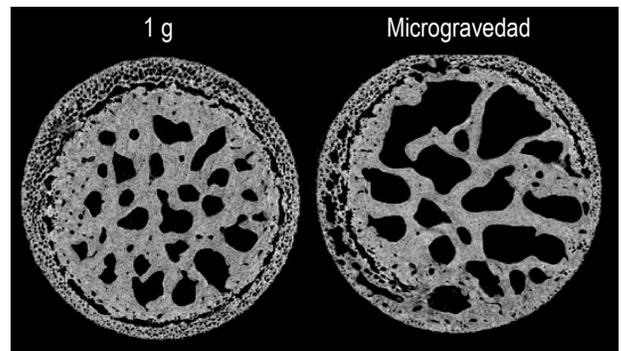


1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_

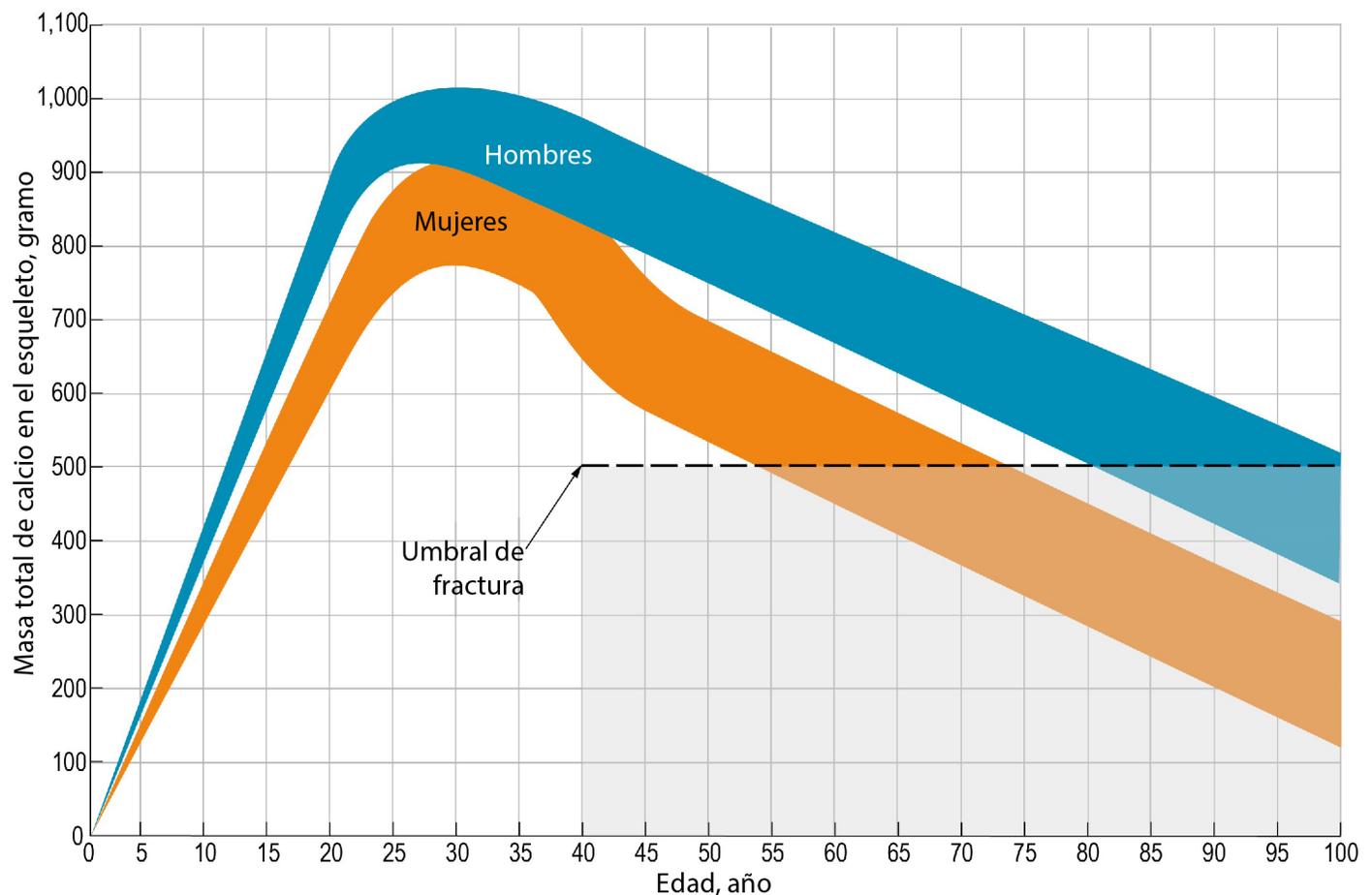
5. \_\_\_\_\_
6. \_\_\_\_\_
7. \_\_\_\_\_
8. \_\_\_\_\_
9. \_\_\_\_\_
10. \_\_\_\_\_
11. \_\_\_\_\_
12. \_\_\_\_\_
13. \_\_\_\_\_
14. \_\_\_\_\_
15. \_\_\_\_\_
16. \_\_\_\_\_
17. \_\_\_\_\_
18. \_\_\_\_\_
19. \_\_\_\_\_

## Masa ósea de un astronauta

Romperse un hueso es una lesión bastante común, pero con la medicina moderna, un hueso roto suele ser poco más que un inconveniente doloroso. Desafortunadamente, es posible que los astronautas no siempre tengan un médico con ellos (aislamiento), y el hospital más cercano está a millones de millas (distancia). Para empeorar las cosas, las superficies de la Luna y Marte son ásperas y están llenas de peligros de tropezos (ambiente). Quizás lo peor de todo, en lo que respecta a los huesos rotos, es que la exposición reducida a la fuerza de la gravedad durante los vuelos espaciales provocará la pérdida de masa ósea, como se muestra en las secciones transversales de la derecha.



Así como una ramita delgada es más fácil de romper que una rama gruesa, cuanto menos masa tengan los huesos de un astronauta, más fáciles serán de romper. Parte de la pérdida ósea es natural con la edad, como se muestra en el siguiente gráfico. El ancho de cada banda muestra el rango típico de masa ósea para cada sexo en cada edad.



En microgravedad, la pérdida de minerales óseos ocurre más rápidamente porque los huesos no necesitan resistir la fuerza de gravedad de la Tierra. Esta pérdida ósea ocurre a una tasa promedio de aproximadamente 1 por ciento por mes. Todavía no sabemos si la gravedad fraccionaria, presente en la Luna y Marte, será suficiente para reducir o prevenir esa pérdida ósea. En el gráfico anterior, la línea marcada como “umbral de fractura” separa lo que los médicos consideran un riesgo normal de fracturarse un hueso frente a un alto riesgo de fracturarse un hueso.

**Instrucciones:** complete la siguiente tabla para realizar un seguimiento de la pérdida de masa ósea de cada uno de los ocho astronautas hipotéticos en una misión a Marte. A los efectos de esta actividad, el umbral de fractura para cualquier persona con edad suficiente para ser astronauta se considera de 500 gramos de masa ósea. Además, supondremos que las personas pierden tanta masa ósea en gravedad fraccionaria como en microgravedad (aunque la NASA aún no sabe si ese es realmente el caso).

**Ejemplo:**

- Un astronauta con una masa ósea inicial de 510 gramos (g) perderá un promedio del 1 por ciento de su masa ósea en el primer mes.
- Dado que el 1 por ciento de 510 g es 5,1 g (calcule  $0,01 \times 510$  g para obtener esto), este astronauta tendría 504,9 g de masa ósea (calcule  $510 - 5,1$  g para obtener esto) después del primer mes.
- Una forma más rápida de hacer este cálculo es darse cuenta de que si pierde el 1 por ciento de la masa ósea, le queda el 99 por ciento. Entonces, después del segundo mes, este astronauta tendría 499,85 g de masa ósea (calcule  $0,99 \times 504,9$  g para obtener esto).
- ¡Este astronauta correría un alto riesgo de fracturarse un hueso en tan solo 2 meses de vuelo espacial! Una caída que habría causado poco más que un hematoma en la Tierra podría resultar en un hueso roto para cuando el astronauta aterrice en Marte, y mucho más para cuando regrese a la Tierra.

Masa ósea inicial, g	Masa ósea después de 1 mes	Masa ósea después de 6 meses (viaje aproximado a Marte)	Masa ósea después de 9 meses (después de una estadía de 3 meses en Marte)	Masa ósea después de 15 meses (viaje aproximado a la Tierra)	¿El astronauta tuvo alguna vez un alto riesgo de fracturas de huesos? ¿Desde cuándo?
1000					
950					
910					
865					
812					
739					
621					
567					

**Preguntas de extensión:**

1. ¿Un astronauta pierde tanta masa ósea en el primer mes como en el segundo mes? ¿Qué pasa en el mes 15? ¿Por qué?
2. Si traza la masa ósea de cada astronauta a lo largo del tiempo en un diagrama de dispersión, ¿el patrón sigue una línea recta?
3. ¿Cuántos meses podría sobrevivir el típico hombre o mujer de 40 años en gravedad reducida sin correr un alto riesgo de fracturas óseas?
4. Una persona con más masa ósea inicial puede soportar los efectos de la reducción de la gravedad durante más tiempo sin un alto riesgo de fracturas. ¿Debería la NASA contratar solo a personas con una masa ósea inicial alta? ¿Por qué sí o por qué no?
5. ¿Cómo podría cambiar la tabla anterior si la gravedad fraccionaria de Marte redujera la pérdida ósea a solo un 0,5 por ciento por mes? ¿Qué pasaría si los astronautas se quedaran un año entero en Marte en lugar de solo 3 meses?

## Equipo de ejercicio en la Estación Espacial Internacional

### Cinta de correr T2



[www.nasa.gov/image-feature/exercising-on-the-t2-treadmill](http://www.nasa.gov/image-feature/exercising-on-the-t2-treadmill)

### Dispositivo de ejercicio de resistencia de avanzada (ARED, por sus siglas en inglés)



[www.nasa.gov/content/chris-cassidy-exercises-on-the-ared](http://www.nasa.gov/content/chris-cassidy-exercises-on-the-ared)

## Cicloergómetro con sistema de aislamiento de vibraciones (CEVIS, por sus siglas en inglés)



[www.nasa.gov/content/steve-swanson-works-out-on-the-cevis](http://www.nasa.gov/content/steve-swanson-works-out-on-the-cevis)

# ¡Más trabajo!

Cada vez que hace ejercicio, está haciendo trabajo. El trabajo que realiza es igual a la fuerza que ejerce multiplicada por la distancia que ejerce la fuerza (Trabajo = Fuerza  $\times$  Distancia). En esta actividad utilizará distancias, fuerzas y tiempos para calcular el trabajo de sus músculos. Recuerde que uno de los problemas de la microgravedad es que los astronautas pierden hasta un 20 por ciento de masa muscular en vuelos espaciales que duran de 5 a 11 días.

## Instrucciones

1. Busque un área despejada libre de obstrucciones y peligros. Los demás deben mantener la distancia mientras usted hace ejercicio. Utilice lentes de seguridad y un protector facial.
2. Usando su dispositivo de ejercicio en equipo, realice su ejercicio durante 1 minuto para determinar la fuerza y la distancia.
  - Estime la fuerza que está ejerciendo. Pista: en la superficie de la Tierra, 1 kilo = 9,80 newtons (aproximadamente).
  - Pida a un miembro del equipo que mida la distancia a la que ejerció la fuerza.
  - Introduzca las medidas en su propia tabla de datos.
3. Ahora, realice varias repeticiones con su dispositivo de ejercicio durante al menos 1 minuto.
4. Calcule el trabajo total realizado por cada miembro del equipo que usa el dispositivo de ejercicio.

## Cálculos

Como ejemplo, suponga que su compañero de equipo pesa unos 59 kilos, empuja el dispositivo 1 metro y repite el ejercicio 10 veces.

- Peso del compañero de equipo = 59 kilos  $\times$  9,80 newtons = 578,20 newtons
- Trabajo en 1 repetición = Fuerza  $\times$  distancia = 578,20 newtons  $\times$  1 metro = 578,20 julios
- Trabajo total realizado = Trabajo en 1 repetición  $\times$  cantidad de repeticiones = 578,20 julios  $\times$  10 = 5782 julios

## Análisis

1. ¿Cómo se compara el rendimiento de su trabajo con el rendimiento de sus compañeros de equipo? Explique por qué hay una diferencia.
2. ¿Cómo podría ser útil para la NASA el trabajo total realizado?
3. Si pudo mejorar su dispositivo, ¿qué patrones vio antes y después de la etapa “Mejorar”?
4. Usando la información que calculó, defienda la capacidad de su dispositivo de ejercicio para prevenir la pérdida de masa muscular.

## Actividad cinco: Ambiente

### Notas para el educador

#### Objetivos de aprendizaje

Los estudiantes podrán hacer lo siguiente:

- Compararán los ambientes de la Tierra, la Luna y Marte.
- Diseñarán a escala un hábitat cerrado y autosostenible para astronautas en una misión en el espacio profundo.
- Crearán gráficos o diagramas de los sistemas o los ciclos de soporte vital dentro del hábitat y explicarán cómo funcionan.

#### Descripción general del desafío

Tiempo sugerido

Después de ver un video sobre el quinto peligro para los astronautas del espacio profundo, Ambientes hostiles/cerrados, los estudiantes examinarán varios cuerpos celestes para comparar los ambientes. Los estudiantes trabajarán en equipos para diseñar formas de mitigar los peligros de un ambiente hostil. Luego se los desafiará a crear un hábitat conceptual e identificar formas de hacerlo autosuficiente.

120 a 180 minutos

#### Estándares Nacionales STEM

Ciencias e Ingeniería (NGSS)	
<p><i>Ideas básicas disciplinarias</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• LS2.A. Relaciones de interdependencia en los ecosistemas: las interacciones depredadoras pueden reducir el número de organismos o eliminar poblaciones enteras de organismos. Las interacciones mutuamente beneficiosas, por el contrario, pueden volverse tan interdependientes que cada organismo requiera del otro para sobrevivir. Aunque las especies involucradas en estas interacciones competitivas, depredadoras y mutuamente beneficiosas varían entre ecosistemas, los patrones de interacción de los organismos con sus ambientes, tanto vivos como no vivos, son compartidos.</li> <li>• LS2.B. Ciclo de transferencia de materia y energía en ecosistemas: las redes alimentarias son modelos que demuestran cómo se transfieren la materia y la energía entre productores, consumidores y descomponedores a medida que los tres grupos interactúan dentro de un ecosistema. Las transferencias de materia hacia y desde el ambiente físico ocurren en todos los niveles. Los descomponedores reciclan los nutrientes de la materia vegetal o animal muerta de regreso al suelo en ambientes terrestres o al agua en ambientes acuáticos. Los átomos que componen los organismos en un ecosistema se reciclan repetidamente entre las partes vivas y no vivas del ecosistema.</li> </ul> <p><i>Prácticas de ciencia e ingeniería</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo y uso de modelos: la representación en 6–8 se basa en las experiencias de K–5 y avanza hacia el desarrollo, el uso y la revisión de modelos para describir, probar y predecir fenómenos y sistemas de diseño más abstractos.</li> <li>• Construir explicaciones y diseñar soluciones: la construcción de explicaciones y el diseño de soluciones en 6–8 se basa en las experiencias de K–5 y avanza hacia la inclusión de explicaciones de construcción y soluciones de diseño respaldadas por múltiples fuentes de evidencia coherentes con ideas, principios y teorías científicas.</li> </ul>	<p><i>Prácticas de ciencia e ingeniería (continuación)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MS-ESS1-3: analizar e interpretar datos para determinar las propiedades de escala de los objetos en el sistema solar. [Aclaración: el énfasis está en el análisis de datos de instrumentos terrestres, telescopios espaciales y naves espaciales para determinar similitudes y diferencias entre los objetos del sistema solar. Los ejemplos de propiedades de escala incluyen los tamaños de las capas de un objeto (como la corteza y la atmósfera), las características de la superficie (como los volcanes) y el radio orbital. Los ejemplos de datos incluyen información estadística, dibujos y fotografías y modelos].</li> <li>• MS-LS2-2: construir una explicación que prediga patrones de interacciones entre organismos a través de múltiples ecosistemas. [Aclaración: el énfasis está en predecir patrones coherentes de interacciones en diferentes ecosistemas en términos de las relaciones entre los organismos y los componentes abióticos de los ecosistemas. Los ejemplos de tipos de interacciones podrían incluir competitivas, depredadoras y mutuamente beneficiosas].</li> <li>• MS-LS2-3: desarrollar un modelo para describir el ciclo de la materia y el flujo de energía entre las partes vivas y no vivas de un ecosistema. [Aclaración: el énfasis está en describir la conservación de la materia y el flujo de energía hacia y desde varios ecosistemas, y en definir los límites del sistema]. [Límite de la evaluación: la evaluación no incluye el uso de reacciones químicas para describir los procesos].</li> </ul>
Matemáticas (CCSS)	
<p><i>Prácticas matemáticas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CCSS.MATH.CONTENT.6.RP.A.1: comprender el concepto de proporción y usar el lenguaje de proporción para describir una relación de proporción entre dos cantidades.</li> </ul>	

#### Preparación del desafío

El educador debe hacer lo siguiente:

- Leer la información en la sección “Introducción y antecedentes” y las Notas para el educador.
- Determinar si los estudiantes completarán el folleto Comparación de la Tierra, la Luna y Marte o usarán la versión completa; hacer copias según sea necesario. (Ambas versiones del folleto se encuentran después del Folleto para el estudiante).
- Proporcionar enlaces de lectura y video a los estudiantes para ahorrar tiempo durante la actividad y preparar a los estudiantes para el análisis.
  - “Growing Plants in Space”. [www.nasa.gov/content/growing-plants-in-space](http://www.nasa.gov/content/growing-plants-in-space)
  - “Can Space Gardening Help Astronauts Cope With Isolation?” [www.nasa.gov/feature/can-space-gardening-help-astronauts-cope-with-isolation](http://www.nasa.gov/feature/can-space-gardening-help-astronauts-cope-with-isolation)

## Peligros para los astronautas del espacio profundo

- *Hazards of Human Spaceflight: Hazard 5: Hostile Closed Environments.* (3:05) [www.youtube.com/watch?v=LgGt03MjHfA&feature=youtu.be](http://www.youtube.com/watch?v=LgGt03MjHfA&feature=youtu.be)
  - Apollo 13: 'Houston, We've Had a Problem.' (7:00) [www.youtube.com/watch?v=MdvoA-sjs0A&pbjreload=101](http://www.youtube.com/watch?v=MdvoA-sjs0A&pbjreload=101)
  - *Real World. The Carbon Cycle – Essential for Life on Earth.* (5:43) [nasaclips.arc.nasa.gov/video/realworld/real-world-the-carbon-cycle-essential-for-life-on-earth](http://nasaclips.arc.nasa.gov/video/realworld/real-world-the-carbon-cycle-essential-for-life-on-earth)
  - *Real World. Control ambiental en la Estación Espacial Internacional.* (5:07) [nasaclips.arc.nasa.gov/video/realworld/real-world-environmental-control-on-the-international-space-station](http://nasaclips.arc.nasa.gov/video/realworld/real-world-environmental-control-on-the-international-space-station)
  - *Real World. Lunar Power Plant.* (6:28) [nasaclips.arc.nasa.gov/video/realworld/real-world-lunar-power-plant](http://nasaclips.arc.nasa.gov/video/realworld/real-world-lunar-power-plant)
- Precargar videos para la presentación.

### Materiales

- Papel
- Papel cuadriculado
- Lápiz
- Marcadores
- Tijeras (opcional)

### ⚠ Seguridad

- Los estudiantes deben ser conscientes de su entorno y moverse con cuidado por la sala cuando vean el trabajo de otros equipos.
- Los estudiantes deben seguir el protocolo seguro de tijeras cuando las usen.

### Presente el desafío

- Explique a los estudiantes que la vida tal como la conocemos se ha adaptado a las condiciones de la Tierra. Hay muchos sistemas naturales que trabajan juntos para mantener reguladas las condiciones en la Tierra para que podamos continuar manteniendo la vida. La Luna, Marte y otros lugares del sistema solar tienen diferentes condiciones a las que los humanos no pueden adaptarse sin protección. Los astronautas que viajan más allá de la Tierra están dejando su sistema natural de soporte vital. Tanto la nave espacial como su eventual base deben diseñarse para mantenerlos con vida, porque su destino tendrá un ambiente que no es propicio para la vida tal como la conocemos.
- Pida a los estudiantes que vean y analicen el video *“Hazards of Human Spaceflight: Hazard 5: Hostile/Closed Environments”*. Explique que la mejor posibilidad de supervivencia a largo plazo, ya sea en una nave espacial o en un cuerpo celeste, será mantener el ambiente lo más parecido posible a la Tierra. Pida a los estudiantes que analicen las siguientes preguntas:
  - ¿Cuáles son las características importantes de la supervivencia a largo plazo en la Tierra?
  - ¿Qué modificaciones se necesitan para sobrevivir en otro cuerpo celeste como la Luna o Marte?
- Comparta el video *“Apollo 13: ‘Houston, We’ve Had a Problem’”* y pida a los estudiantes que analicen las siguientes preguntas:

### Estimulante cerebral

Aquaponics es una cámara de crecimiento autónoma de plantas lunares que puede proporcionar proteínas y vegetación a los astronautas. Los peces que viven en el fondo proporcionan nitrógeno y fósforo para las plantas, mientras que las plantas proporcionan bacterias beneficiosas para convertir el amoníaco y filtrar el agua.

Obtenga más información: [spacescience.arc.nasa.gov/microecobiogeo/research/space-exploration-technologies/biology-is-the-technology-microbial-ecology-of-space-food-production/](http://spacescience.arc.nasa.gov/microecobiogeo/research/space-exploration-technologies/biology-is-the-technology-microbial-ecology-of-space-food-production/)



### En el lugar

Growing Beyond Earth es un programa de divulgación educativa y ciencia ciudadana que llega a más de 170 escuelas intermedias y secundarias de Florida, Colorado y Puerto Rico. Los científicos de producción de plantas del Centro Espacial Kennedy de la NASA, Gioia Massa y Trent Smith, capacitan a maestros que luego reciben cámaras de crecimiento de plantas que imitan a Veggie, el jardín espacial que reside en la Estación Espacial Internacional.

Obtenga más información: [blogs.nasa.gov/kennedy/2019/05/09/students-show-off-plant-research-at-symposium-in-miami/](http://blogs.nasa.gov/kennedy/2019/05/09/students-show-off-plant-research-at-symposium-in-miami/)

- ¿Qué elemento esencial se les está acabando rápidamente a los astronautas en esta situación?
- ¿Cómo podría evitarse esta situación en el futuro?
- ¿Por qué es importante que un ambiente sea autosuficiente?
- ¿Es posible ser completamente autosuficiente?
- Explique que en esta actividad los estudiantes se enfrentarán a un ambiente hostil. Tendrán que diseñar estrategias para hacer que el ambiente sea menos hostil y utilizar recursos renovables para crear un hábitat autosuficiente en ese nuevo ambiente. Los estudiantes demostrarán su idea mediante el diseño de un hábitat conceptual autosuficiente y explicarán cómo se renovararán, se reciclarán o se crearán los elementos necesarios para la vida.
- Repase los siguientes criterios y restricciones de la actividad con los estudiantes:

Criterios	Restricciones
Dibuje los ciclos que planea integrar en su hábitat y ecosistema.	Mantenga el diseño de su hábitat al tamaño de la escala, no mayor de 4,5 por 4,5 metros.
El hábitat debe dibujarse a escala.	
Debe tener todas las partes necesarias de los módulos habitacionales, incluso la cámara de aire, en su presentación final.	
El hábitat puede tener más de un nivel.	

### Facilitar el desafío

#### ? Preguntar

- Muestre una imagen de una persona, un reptil, una planta, un pez u otro ser vivo y pregunte a los estudiantes qué se necesita para que este organismo vivo sobreviva (por ejemplo, alimento, agua y aire).
- Analice con los estudiantes: todos tenemos diferentes hábitats en los que vivimos. Podemos y hemos aprendido a adaptarnos a los cambios dentro de nuestro ambiente.
  - Muestre imágenes de diferentes ecosistemas y analice qué vive allí. Analice los factores bióticos y abióticos.
  - Puede ser útil que los estudiantes observen los ecosistemas autosuficientes y los organismos y los ciclos dentro de ellos.
  - Pregunte a los estudiantes:
    - ¿Podrían los seres vivos del ecosistema adaptarse a una latitud diferente? Por ejemplo, ¿desde el ecuador a 0 grados hasta la Antártida a 82 grados sur?
    - ¿Qué sucede con el oxígeno después de que lo usamos? ¿Con el agua? ¿Con los nutrientes? (Haga que los estudiantes expliquen los ciclos completos).
- Haga una revisión rápida de los ciclos **si es necesario** (agua, oxígeno, nutrientes, nitrógeno y carbono).
  - En sus mesas, asigne a cada mesa un “ciclo” diferente para dibujar y rotular con tantas partes como puedan sin investigar (por ejemplo, ciclo del agua, oxígeno/dióxido de carbono, nutrientes, nitrógeno, carbono, etc.). Nota: El plan de estudios de los ciclos ya debería haber sido cubierto con los estudiantes antes de esta actividad.
  - Los equipos pueden asociarse para compartir información del ciclo y ver si otros equipos pueden agregar información al ciclo que el grupo creó originalmente.
  - Pida a los estudiantes que usen recursos para investigar los ciclos y agregarlos a su dibujo inicial. Si el tiempo lo permite, haga que los estudiantes presenten sus ciclos o exhibalos en el salón para que todos los grupos tengan acceso a la información.
  - Referencias, si es necesario:
    - El ciclo del agua. [gpm.nasa.gov/education/water-cycle](http://gpm.nasa.gov/education/water-cycle)
    - El ciclo del carbono. [svs.gsfc.nasa.gov/10494](http://svs.gsfc.nasa.gov/10494)

## Peligros para los astronautas del espacio profundo

- ¿Por qué es importante el carbono? [climatekids.nasa.gov/carbon/](https://climatekids.nasa.gov/carbon/)
- ¿Qué es el ciclo del agua? [climatekids.nasa.gov/water-cycle/](https://climatekids.nasa.gov/water-cycle/)

### Imaginar

- Pida a los alumnos que imaginen que van a ir a un cuerpo celeste diferente. ¿Es posible adaptarse y sobrevivir?
- Pida a los estudiantes que analicen con su mesa o vecino si podrían sobrevivir en otro planeta o cuerpo celeste.
- Escuche algunas de sus ideas (sin comentar, para no restringir la creatividad de los estudiantes).

### Planificar

- Diga a los estudiantes que para decidir si (y cómo) podemos adaptarnos, primero debemos examinar las características de los cuerpos celestes. Presente el folleto Comparación de la Tierra, la Luna y las estrellas. Dependiendo del tiempo disponible y la capacidad de los estudiantes:
  - pida a los estudiantes que usen recursos científicos para completar el gráfico (individualmente, en equipo o con todo el grupo); o
  - proporcione a los estudiantes el gráfico completo. Agrúpelos en pequeños equipos para repasar las diferencias entre los tres cuerpos celestes.
- Reagrúpelos y pregunte a los estudiantes si creen que sus ideas originales de la fase **Imaginar** los habrían mantenido con vida, ahora que se han hecho algunas investigaciones.
- Analice las diferencias entre la Tierra, la Luna, Marte y los otros cuerpos celestes seleccionados.
- Haga a los estudiantes las siguientes preguntas:
  - ¿Qué hace que el ambiente sea hostil?
  - ¿Podríamos cultivar alimentos sin intervención? Explique.
  - ¿Hay algunos elementos o características que pueden ser útiles? Si es así, ¿cuáles?
- Pida a los alumnos que lean los siguientes artículos:
  - “Growing Plants in Space”. [www.nasa.gov/content/growing-plants-in-space](https://www.nasa.gov/content/growing-plants-in-space)
  - “Can Space Gardening Help Astronauts Cope With Isolation?” [www.nasa.gov/feature/can-space-gardening-help-astronauts-cope-with-isolation](https://www.nasa.gov/feature/can-space-gardening-help-astronauts-cope-with-isolation)
- Comparta todo o parte del video NASA STEM Stars: Veggie. [www.youtube.com/watch?v=7ukuCm7xrVY&t=44s](https://www.youtube.com/watch?v=7ukuCm7xrVY&t=44s)  
Nota: El extracto que va desde la marca de tiempo de 11:45 a 15:50 es más importante para que lo vean los estudiantes.
- Pida a los estudiantes que expliquen por qué creen que es importante poder cultivar vegetación en el espacio.
- Pida a los estudiantes que se reúnan en equipos pequeños para analizar los elementos necesarios en un hábitat para que sea autosuficiente.
- Reúnanse y analicen como un grupo completo. Asegúrese de analizar lo que se necesita.

### Crear

- Recuerde a los estudiantes que los seres humanos se han adaptado a la vida en la Tierra, pero los ambientes de otros cuerpos celestes no son propicios para la vida tal como la conocemos. Para mantener saludables a los astronautas, los estudiantes deben crear un hábitat que se adapte al ambiente.
- Mirando el gráfico, pida a los estudiantes que elijan un cuerpo celeste en el que quieran crear un hábitat que sea autosostenible.
- Recuerde a los estudiantes que verifiquen los criterios y las restricciones.
- Los estudiantes trabajarán en equipos de no más de tres y se les pedirá que hagan lo siguiente:
  1. Diseñar y dibujar un hábitat a escala que sustentará la vida en el cuerpo celeste de su elección.
  2. Explicar y diagramar los sistemas de soporte vital dentro del hábitat.

3. Crear un diagrama de cómo se renovará, se creará o se reciclará cada uno de los siguientes elementos:
  - Oxígeno
  - Agua
  - Residuos y basura
  - Comida
  - Fuente de energía
- Pida a los estudiantes que revisen su diseño con todo el grupo y analicen las cosas para asegurarse de que el hábitat sea autosostenible. Anímelos a revisarlo con otro educador o adulto para que puedan obtener el punto de vista de otra persona y luego hacer las mejoras necesarias.
  - Recurso del ecosistema si es necesario: [climatekids.nasa.gov/10-things-ecosystems/](https://climatekids.nasa.gov/10-things-ecosystems/)

### Probar

- Pida a los estudiantes que se reúnan con el instructor para analizar cómo el hábitat será autosuficiente. Asegúrese de que los equipos puedan explicar cómo se cumplen todos los elementos esenciales para la vida, cómo se producen los alimentos, cuál es la fuente de energía y adónde van los residuos y la basura.
- Haga sugerencias o señale áreas de mejora.

### Mejorar

- Haga que los estudiantes regresen a sus equipos y ajusten su hábitat para abordar las sugerencias de mejora o los objetivos perdidos.
- Pida a los estudiantes que actualicen sus dibujos y explicaciones según sea necesario.

### Compartir

- Haga que cada equipo presente su diseño a todo el grupo y explique cómo establecerán el hábitat para que sea autosostenible.
- Opcional: comparta los resultados de los estudiantes en las redes sociales usando #NextGenSTEM. Asegúrese de incluir el módulo y el nombre de la actividad.

### Extensiones

- Pida a los estudiantes que prueben sus ideas para el hábitat en un ecosistema cerrado y traten de mantener la vida de una planta espacial. Pídales que creen un ecosistema sellado del tamaño de una mesa para probar sus ideas. Ponga una planta en el ecosistema y pruebe la sostenibilidad de su hábitat.
- Pida a los estudiantes que agreguen niveles adicionales al ecosistema para su planta espacial.
- Haga que todo el grupo colabore tomando las mejores partes de cada hábitat para diseñar un Súper hábitat.

### Referencias

*Life Support Systems*

[www.nasa.gov/stem-ed-resources/life-support.html](https://www.nasa.gov/stem-ed-resources/life-support.html)

*Living and Working in Space: Habitat*

[www.nasa.gov/pdf/176994main\\_plugin-176994main\\_HSE\\_TG2-1.pdf](https://www.nasa.gov/pdf/176994main_plugin-176994main_HSE_TG2-1.pdf)

# Actividad cinco: Ambiente

## Folleto para el estudiante

### Su Desafío

Comparará entornos de diferentes cuerpos celestes y decidirá qué cuerpo celeste tiene las mejores condiciones para sustentar un hábitat autosuficiente para los astronautas. Diseñará o dibujará a escala un hábitat conceptual cerrado y autosostenible para astronautas en una misión en el espacio profundo. Dibujará diagramas que muestren cómo renueva y recicla los elementos necesarios para mantener la vida.

Criterios	Restricciones
Dibuje los ciclos que planea integrar en su hábitat y ecosistema.	Mantenga el diseño de su hábitat en un tamaño que no supere los 4,5 por 4,5 metros.
El hábitat debe dibujarse a escala.	
Debe tener todas las partes necesarias de los módulos habitacionales, incluso la cámara de aire, en su presentación final.	
El hábitat puede tener más de un nivel.	

### ? Preguntar

- Mire las imágenes que se muestran. ¿Qué se necesita para que cada uno de estos seres sobreviva?
  - Persona
  - Reptil
  - Planta
  - Pez
  - Anfibio
- Mire las imágenes de los diferentes ecosistemas proporcionados y analice con su vecino lo que ve. Hable sobre los factores bióticos y abióticos.
- Mientras examina cada imagen, analice las siguientes preguntas:
  - ¿Qué se necesita para que todos los seres vivos representados se adapten a vivir en una latitud diferente?
  - ¿Cómo podría el organismo adaptarse a vivir en la Antártida si fuera de un ambiente tropical?
  - ¿Qué sucede con el oxígeno después de que los animales lo usan?
  - ¿Qué sucede con el agua después de ser consumida?
  - ¿Qué sucede con los nutrientes que se ingirieron?
- Como equipo, dibuje el ciclo que su instructor le ha asignado y rotule tantas partes como sea posible sin investigar.
- Asíciense y comparta la información del ciclo con otro equipo y vea si pueden contribuir al trabajo de los demás.
- Investigue su ciclo, utilizando un recurso científico creíble. Fijese si falta algún dato y complételo.
- Comparta su información como lo indique su instructor.

### Dato curioso

La luz ultravioleta (UV) tiene longitudes de onda más cortas que la luz visible. Aunque las ondas UV son invisibles para el ojo humano, algunos insectos, como los abejorros, pueden verlas. Esto es similar a cómo un perro puede escuchar un silbido fuera del rango de audición de los humanos.



Obtenga más información: [science.nasa.gov/ems/10\\_ultraviolsetwaves](https://science.nasa.gov/ems/10_ultraviolsetwaves)

### Esquina profesional

La Dra. Gioia Massa trabaja en la producción de cultivos espaciales para la Estación Espacial Internacional y futuras misiones en el Centro Espacial Kennedy de la NASA. Dirigió el equipo científico para la validación en el espacio de las herramientas del experimento Veggie y ahora dirige un grupo interdisciplinario que estudia cómo los fertilizantes y la luz afectan el sabor de los cultivos cultivados en Veggie.

Obtenga más información: [www.nasa.gov/content/veggie-plant-growth-system-activated-on-international-space-station](https://www.nasa.gov/content/veggie-plant-growth-system-activated-on-international-space-station)

### Imaginar

- Imagine que va a ir a un cuerpo celeste diferente. ¿Es posible adaptarse y sobrevivir?
- Analice con su mesa o vecino si cree que podría sobrevivir en otro planeta o cuerpo celeste y cómo.

### Planificar

- Para decidir si podría adaptarse y cómo, primero debe examinar las características de otros posibles mundos. Se le proporcionará un gráfico de características de la Tierra, la Luna y Marte.
- Después de completar o mirar los datos con su equipo, responda las siguientes preguntas:
  - ¿Qué hace que los entornos sean hostiles?
  - ¿Podríamos cultivar alimentos sin intervención? Explique.
  - ¿Hay algunos elementos o características que podrían ser útiles? Si es así, ¿cuáles?
- Lea los siguientes artículos:
  - *Growing Plants in Space*. [www.nasa.gov/content/growing-plants-in-space](http://www.nasa.gov/content/growing-plants-in-space)
  - *Can Space Gardening Help Astronauts Cope With Isolation?* [www.nasa.gov/feature/can-space-gardening-help-astronauts-cope-with-isolation](http://www.nasa.gov/feature/can-space-gardening-help-astronauts-cope-with-isolation)
- Mire el extracto de “NASA STEM Stars: Veggie” (11:45 a 15:50). [www.youtube.com/watch?v=7ukuCm7xrVY&t=44s](http://www.youtube.com/watch?v=7ukuCm7xrVY&t=44s)
- ¿Por qué cree que es importante tener los programas de los que se habló en el artículo y en el video?
- ¿Cómo pueden estos programas beneficiar al programa espacial y a las futuras misiones?
- En su equipo, analice y escriba sus ideas sobre qué elementos ambientales y otros elementos se necesitan en un hábitat para que sea autosuficiente.

### Crear

- Los seres humanos se han adaptado a vivir en la Tierra. Los ambientes de otros cuerpos celestes no son propicios para la vida tal como la conocemos. Para mantener saludables a los astronautas, usted debe crear un hábitat que sea adaptable y autosostenible.
- Elija un cuerpo celeste del gráfico que cree que será el mejor para la adaptación. Usará este cuerpo para crear un hábitat que sea autosostenible.
- Compruebe las restricciones y los criterios.
- Trabaje en equipos para hacer lo siguiente:
  1. Diseñar y dibujar un hábitat a escala que sustentará la vida en el cuerpo celeste de su elección.
  2. Explicar y diagramar los sistemas de soporte vital dentro del hábitat.
  3. Crear un diagrama de cómo se renovará, se creará o se reciclará cada uno de los siguientes elementos:
    - Oxígeno
    - Agua
    - Residuos y basura
    - Comida
    - Fuente de energía
- Revise su diseño con el equipo y analice las cosas para asegurarse de que el hábitat sea autosostenible. Practique explicando su diseño a otro adulto o maestro y pídale que le den su opinión.
- Revise los comentarios que recibió y realice mejoras según sea necesario.

## Peligros para los astronautas del espacio profundo

### Probar

- Reúnase con el instructor para analizar cómo el hábitat será autosuficiente. Asegúrese de poder explicar cómo se cumplen todos los elementos esenciales para la vida (por ejemplo, cómo se producen los alimentos, cuál es la fuente de energía, adónde van los residuos y la basura, etc.).

### Mejorar

- Regrese a su equipo y ajuste su hábitat para abordar las sugerencias de mejora o los objetivos perdidos.
- Actualice sus dibujos y explicaciones según sea necesario.

### Compartir

- Presente su diseño a todos y explique cómo establecerá el hábitat para que sea autosostenible.

## Comparación de la Tierra, la Luna y Marte (gráfico rellenable)

**Instrucciones:** usando recursos científicos, complete el gráfico para comparar las características de la Tierra, la Luna, Marte y (opcional) otro cuerpo celeste de su elección. Enlaces opcionales para usar en el gráfico:

- Programa de exploración de Marte: [mars.nasa.gov/all-about-mars/facts/](https://mars.nasa.gov/all-about-mars/facts/)
- Datos planetarios: [nssdc.gsfc.nasa.gov/](https://nssdc.gsfc.nasa.gov/)
- Variaciones de temperatura y habitabilidad: [icp.giss.nasa.gov/education/modules/eccm/eccm\\_student\\_1.pdf#page=3](https://icp.giss.nasa.gov/education/modules/eccm/eccm_student_1.pdf#page=3)

	Tierra	Luna	Marte	Otro _____
Composición de la atmósfera				
Distancia de la Tierra al punto más cercano, km	N/C			
Distancia de la Tierra al punto más lejano, km				
Presión de aire, mb (milibares)				
Composición del terreno				
Textura del terreno				
Duración del día				
Gravedad superficial, m/s <sup>2</sup>				
Rango de temperatura, °C				
Radiación o protección contra la radiación				
Agua (evidencia o estados del agua)				
Señales de vida				
Actividad volcánica				
Otras tormentas o peligros				
Características especiales o áreas para colocar su hábitat	----			

## Comparación de la Tierra, la Luna y Marte (gráfico completo)

Enlaces de recursos para usar con el gráfico:

- Programa de exploración de Marte: [mars.nasa.gov/all-about-mars/facts/](https://mars.nasa.gov/all-about-mars/facts/)
- Datos planetarios: [nssdc.gsfc.nasa.gov/](https://nssdc.gsfc.nasa.gov/)
- Variaciones de temperatura y habitabilidad: [icp.giss.nasa.gov/education/modules/eccm/eccm\\_student\\_1.pdf#page=3](https://icp.giss.nasa.gov/education/modules/eccm/eccm_student_1.pdf#page=3)

	Tierra	Luna	Marte
<b>Composición de la atmósfera</b>	78 por ciento de nitrógeno 21 por ciento de oxígeno	Básicamente ninguna. Algunos gases de carbono (CO <sub>2</sub> , CO y metano), pero muy pocos. La presión es aproximadamente una billonésima parte de la presión atmosférica de la Tierra.	95 por ciento de CO <sub>2</sub> 2 por ciento de nitrógeno 2 por ciento de argón 1 por ciento de oxígeno
<b>Distancia de la Tierra al punto más cercano, km</b>	N/C	357 000	54,6 millones
<b>Distancia de la Tierra al punto más lejano, km</b>	N/C	407 000	401 millones
<b>Presión del aire en la superficie, mb (milibares)</b>	1014	>1	4 a 9, dependiendo de la estación del año
<b>Composición del terreno</b>	La corteza está compuesta por oxígeno, silicio, aluminio y hierro.  El terreno incluye material de corteza erosionado, material orgánico y humedad.	Silicio y oxígeno unidos en minerales, vidrio producido por impactos de meteoritos y pequeñas cantidades de gases (por ejemplo, hidrógeno) implantados por el viento solar.	Silicio y oxígeno, hierro, magnesio, aluminio, calcio y potasio.
<b>Duración del día</b>	24 horas	27,3 días terrestres	24,7 horas
<b>Gravedad superficial, m/s<sup>2</sup></b>	9,8	1,62	3,71
<b>Rango de temperatura, °C</b>	10 a 20	-233 a 123	-60 a -125
<b>Radiación o protección contra la radiación</b>	La atmósfera y un campo magnético bloquean la mayor parte de la radiación.	Rayos cósmicos, erupciones solares, la propia superficie lunar es radiactiva.	Radiación solar y radiación cósmica galáctica, sin protección
<b>Agua (evidencia o estados del agua)</b>	Agua en todos los estados	Hielo de agua	Rastros de agua, evidencia de un pasado acuoso
<b>Señales de vida</b>	¡Vida!	No	
<b>Actividad volcánica</b>	Sí	Sí	Sí, el volcán más grande del sistema solar, Olympus Mons, es tres veces más grande que el Monte Everest.
<b>Otras tormentas o peligros</b>	Terremotos, inundaciones, etc.	Golpes de meteorito, hielo de agua en el Polo Sur	Tormentas de polvo, tornados
<b>Características especiales o áreas para colocar su hábitat</b>	N/C	Las respuestas pueden variar.	Tubos de lava bajo tierra. Las respuestas pueden variar.

## Anexo A—Rúbricas

### A.1 Proceso de diseño de ingeniería (EDP, por sus siglas en inglés)

Paso del EDP	Principiante (0)	Aprendiz (1)	Calificado (2)	Experto (3)	Nivel de conocimiento del estudiante (Puntaje)
 <b>Identificar el problema (Preguntar)</b>	El estudiante no identifica el problema.	El estudiante identifica incorrectamente el problema.	El estudiante identifica parte del problema.	El estudiante identifica completa y correctamente el problema.	
 <b>Lluvia de ideas para encontrar una solución (Imaginar)</b>	El estudiante no hace una lluvia de ideas.	El estudiante genera una solución posible.	El estudiante proporciona dos soluciones.	El estudiante proporciona tres o más soluciones posibles.	
 <b>Desarrollar una solución (Planificar)</b>	El estudiante no selecciona ni presenta una solución, o la solución está fuera de lugar.	El estudiante presenta una solución que está incompleta o le faltan detalles.	El estudiante selecciona una solución pero no considera todos los criterios y las restricciones.	El estudiante selecciona una solución que considera todos los criterios y las restricciones.	
 <b>Crear un prototipo (Crear)</b>	El estudiante no contribuye directamente a la creación de un prototipo.	El estudiante crea un prototipo que no cumple con los criterios y las restricciones del problema.	El prototipo del estudiante cumple con la mayoría de los criterios y las restricciones del problema.	El estudiante crea un prototipo que cumple con todos los criterios y las restricciones del problema.	
 <b>Probar un prototipo (Probar)</b>	El estudiante no contribuye a la prueba del prototipo.	El estudiante realiza pruebas que son irrelevantes para el problema o no evalúan con precisión las fortalezas y las debilidades del prototipo.	El estudiante realiza pruebas cuidadosas que consideran una o dos fortalezas y debilidades del prototipo.	El estudiante realiza pruebas pertinentes y cuidadosas que consideran tres o más fortalezas y debilidades del prototipo.	
 <b>Rediseño basado en datos y pruebas (Mejorar)</b>	El estudiante no contribuye al rediseño.	El estudiante no mejora el diseño ni aborda las inquietudes.	El estudiante aborda un problema para mejorar el diseño.	El estudiante aborda dos o más problemas basados en pruebas para mejorar el diseño.	
 <b>Comunicar los resultados de las pruebas (Compartir)</b>	El estudiante no comunica los resultados.	Estudiante comparte resultados aleatorios.	El estudiante comparte resultados organizados, pero los resultados están incompletos.	El estudiante comparte resultados detallados y organizados con el grupo.	
<b>Total</b>					

## A.2 Proceso de aprendizaje basado en problemas (PBL, por sus siglas en inglés)

Paso PBL	Principiante (0)	Aprendiz (1)	Calificado (2)	Experto (3)	Nivel de conocimiento del estudiante (Puntaje)
 <p><b>Identificar el problema</b></p>	El estudiante no identifica el problema.	El estudiante identifica incorrectamente el problema.	El estudiante identifica parte del problema.	El estudiante identifica completa y correctamente el problema.	
 <p><b>Explorar los conocimientos y las incógnitas</b></p>	El estudiante no identifica los conocimientos y las incógnitas.	El estudiante identifica de manera incompleta los conocimientos y las incógnitas.	El estudiante identifica los conocimientos y las incógnitas utilizando la experiencia, pero no utiliza recursos.	El estudiante identifica por completo los conocimientos y las incógnitas utilizando la experiencia y los recursos.	
 <p><b>Generar posibles soluciones.</b></p>	El estudiante no hace una lluvia de ideas.	El estudiante genera una solución posible.	El estudiante proporciona dos soluciones.	El estudiante proporciona tres o más soluciones posibles.	
 <p><b>Considerar las consecuencias</b></p>	El estudiante no identifica ninguna consecuencia.	El estudiante determina consecuencias inexactas o irrelevantes.	El estudiante identifica las consecuencias con precisión.	El estudiante identifica las consecuencias con precisión y proporciona una justificación.	
 <p><b>Presentar los hallazgos</b></p>	El estudiante no comunica los resultados.	Estudiante comparte resultados aleatorios.	El estudiante comparte resultados organizados, pero los resultados están incompletos.	El estudiante comparte resultados detallados y organizados con el grupo más grande.	
<b>Total</b>					

## Anexo B—Glosario de términos clave

**Aislamiento.** El estado de estar apartado de los demás.

**Análogo.** Situación en la Tierra que produce efectos físicos, mentales o emocionales en el cuerpo similares a los experimentados en el espacio; los estudios análogos ayudan a prepararse para misiones de larga duración.

**Articulación.** El lugar donde se unen dos huesos.

**Atrofia.** Adelgazamiento o pérdida de tejido muscular.

**Cartílago.** Tejido fuerte que amortigua entre los huesos.

**Confinamiento.** El estado de estar encerrado (como estar confinado dentro de fronteras o paredes).

**CONNECT.** El acrónimo que usa la NASA para los puntos de enfoque de mitigación para prevenir los efectos secundarios del aislamiento y el confinamiento: comunidad, amplitud, redes, necesidades, mentalidad expedicionaria, contramedidas y capacitación, por sus siglas en inglés.

**Contramedida.** Una acción o un dispositivo diseñados para prevenir un peligro.

**Cuerpo celeste.** Un objeto natural fuera de la atmósfera terrestre, como la Luna, el Sol, un planeta o una estrella.

**Efectos secundarios.** Un efecto colateral y generalmente adverso (como el de un fármaco).

**Eyección de masa coronal (CME, por sus siglas en inglés).** Una liberación violenta de gas y campos magnéticos de la corona solar.

**Factores abióticos.** Los componentes no vivos que influyen en un ecosistema.

**Factores bióticos.** Los componentes vivos que influyen en un ecosistema.

**Fémur.** Hueso más largo del cuerpo humano, que se extiende desde la cadera hasta la rodilla.

**Húmero.** Hueso largo en la parte superior del brazo que va desde el hombro hasta el codo.

**Ligamento.** Tejido fuerte que conecta hueso con hueso.

**Magnetosfera.** Área del espacio alrededor de un planeta que está controlada por el campo magnético del planeta; proporciona seguridad contra la mayoría de las formas de radiación provenientes del espacio.

**Mitigación.** El proceso o el resultado de hacer algo menos grave, peligroso, doloroso, duro o dañino.

**Osteoporosis.** Enfermedad de los huesos que ocurre cuando el cuerpo pierde demasiado hueso, produce muy poco hueso o ambas cosas.

**Pandemia.** Brote de enfermedad que ocurre en un área geográfica amplia (como varios países o continentes) y que generalmente afecta a una proporción significativa de la población.

**Partículas energéticas solares (SEP, por sus siglas en inglés).** Partículas con carga energética (como electrones y protones) que viajan mucho más rápido que las partículas ambientales en el plasma espacial, a una fracción de la velocidad de la luz.

**Pelvis.** Estructura del cuerpo en forma de cuenco que conecta el tronco y las piernas.

**Programa de Investigación Humana (HRP, por sus siglas en inglés).** Un programa de la NASA en el que los científicos e ingenieros del HRP trabajan juntos para descubrir los mejores métodos y tecnologías para apoyar viajes espaciales tripulados seguros y productivos.

**Radiación cósmica galáctica (GCR, por sus siglas en inglés).** Una fuente dominante de radiación que se debe tratar a bordo de las naves espaciales actuales y futuras misiones espaciales dentro de nuestro sistema solar; los rayos cósmicos galácticos se originan fuera del sistema solar y probablemente se forman por eventos explosivos como una supernova.

**Sievert.** La unidad estándar de radiación en el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**Vértebras.** Huesos pequeños que forman la columna vertebral y protegen la médula espinal.





**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-2021-08-2975-HQ