

Spain



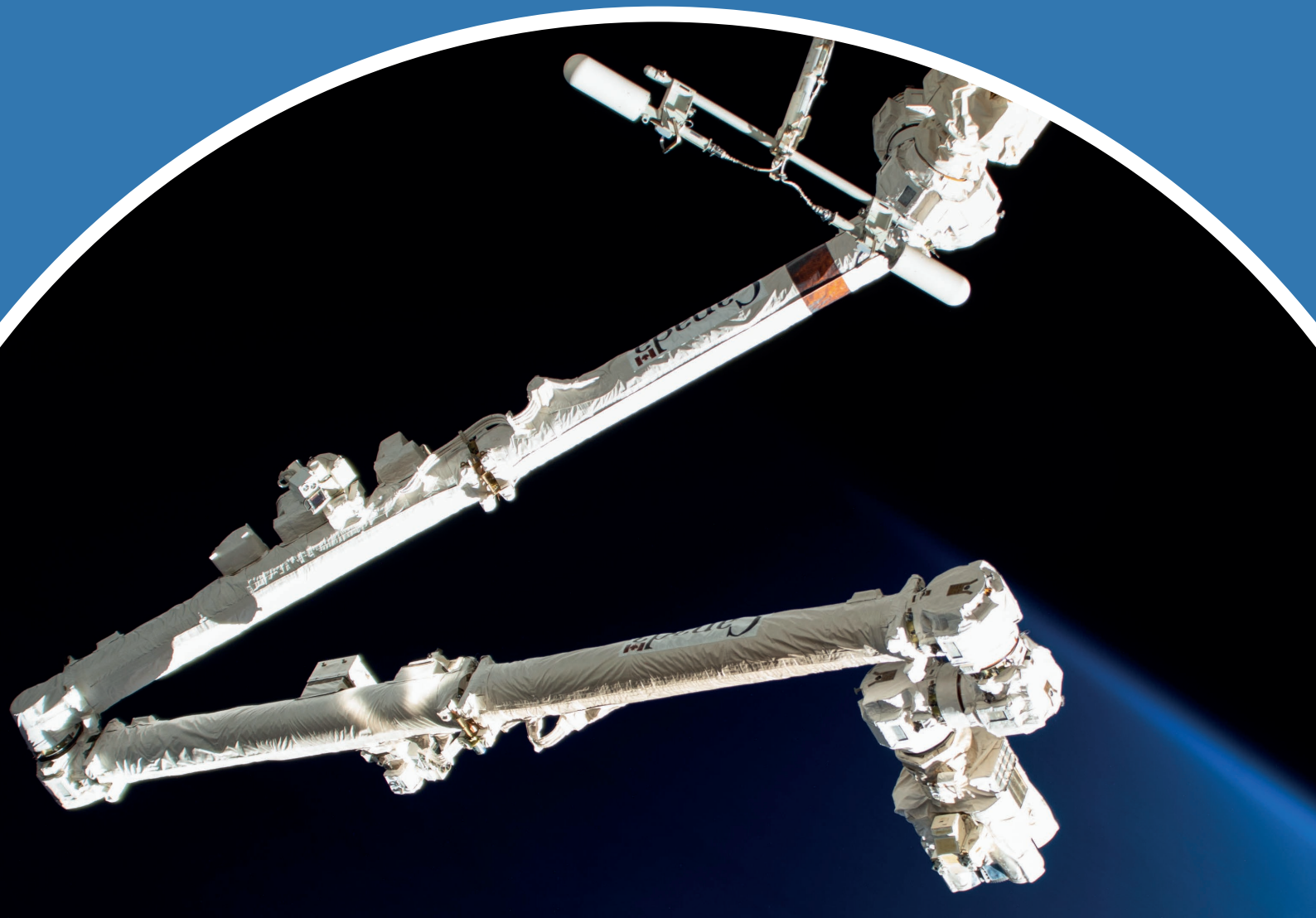
EXPLORACIÓN ESPACIAL  
Primeros pasos en la Luna

EE-P-06



# Brazo robótico

Ingenieros espaciales por un día





## SUMARIO

- 3** Datos básicos
- 4** Introducción
- 5** Resumen de las actividades
- 6** Actividad 1. ¿Cómo funciona el brazo humano?
- 7** Actividad 2. Construye un brazo robótico
- 10** Fichas de trabajo para el alumnado
- 15** Enlaces de interés

EE-P-06

### Brazo robótico

Ingenieros espaciales por un día

1ª Edición. Junio 2020

Guía para el profesorado

Ciclo  
Primaria

Edita  
ESERO Spain, 2020 ©  
Parque de las Ciencias. Granada

Traducción  
Dulcinea Otero Piñeiro

Dirección  
Parque de las Ciencias, Granada.

Créditos de la imagen de portada:  
Brazo robótico Canadarm2  
NASA

Créditos de la imagen de la colección:  
RegoLight, visualisation:  
Liquifer Systems Group, 2018

Basado en la idea original:  
ROBOTIC ARM  
Become a space engineer for a day  
Colección "Teach with space"  
Una producción de ESA Education en colaboración con ESERO Poland



## Objetivos didácticos



- Aprender las distintas funciones de huesos y músculos.
- Saber cómo funciona el brazo humano.
- Descubrir qué es un brazo robótico.
- Entender por qué los brazos robóticos son herramientas útiles, sobre todo en el espacio.
- Estudiar y poner a prueba ideas para construir una máquina (un brazo robótico) en grupo.



**60 min.**

### **Materia**

Ciencias, artes plásticas

### **Intervalo de edades**

De 8 a 12 años

### **Tipo de actividad**

Actividad para el alumnado

### **Dificultad**

Fácil-media

### **Coste**

Bajo

### **Lugar para realizar la actividad**

El aula

### **Términos clave**

Ciencia, plástica, ingeniería, brazo robótico, cuerpo humano, brazo, músculos, huesos

### **Incluye el empleo de**

Material de manualidades

**E**n esta actividad el alumnado aprenderá cómo funciona el brazo humano. Entenderá las diferentes funciones de los huesos y músculos. Construirá y probará un modelo de brazo robótico y descubrirá por qué es una herramienta tan importante en el espacio.



# Brazo robótico

## Introducción

- Los brazos robóticos son máquinas inspiradas en el brazo humano que se pueden emplear para mover objetos. En el espacio, los brazos robóticos ofrecen la posibilidad de manipular y transportar equipos grandes, como el telescopio espacial Hubble, además de servir de ayuda a los astronautas durante los paseos espaciales fuera de la Estación Espacial Internacional.

Los brazos robóticos tienen diversos tamaños y usos. Pueden realizar trabajos de mantenimiento y estar equipados con instrumental para la realización de experimentos científicos, como tomar muestras.

La ESA está trabajando con las agencias espaciales de Canadá y Japón en misiones robotizadas a la Luna que usarán vehículos todoterreno autónomos con brazos robóticos para tomar muestras de la superficie lunar. Los contenedores de muestras se transportarán entonces a una estación espacial futura cercana a la Luna. Esta estación lunar orbital contará con un brazo robótico avanzado que se encargará de interceptar y almacenar los contenedores con las muestras, los cuales viajarán hasta la Tierra con los astronautas que regresen a ella.

En el futuro los astronautas podrán controlar vehículos sobre la superficie lunar de manera remota y ayudar a los robots de la superficie a tomar muestras y acceder a terrenos difíciles. La próxima misión de la ESA que se enviará a la superficie de la Luna, llamada HERACLES (de Human-Enhanced Robotic Architecture and Capability for Lunar Exploration and Science, algo así como «Arquitectura y capacidades robóticas con apoyo humano para exploración y ciencia lunar»), probará esta nueva tecnología y tomará muestras de suelo de la superficie con brazos robóticos.

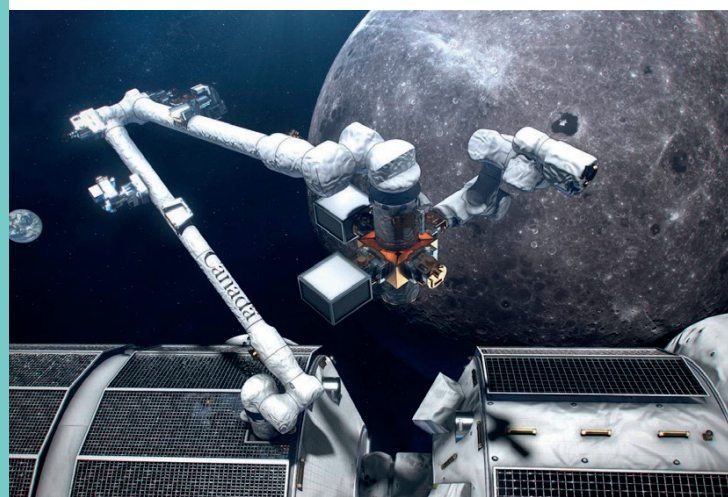
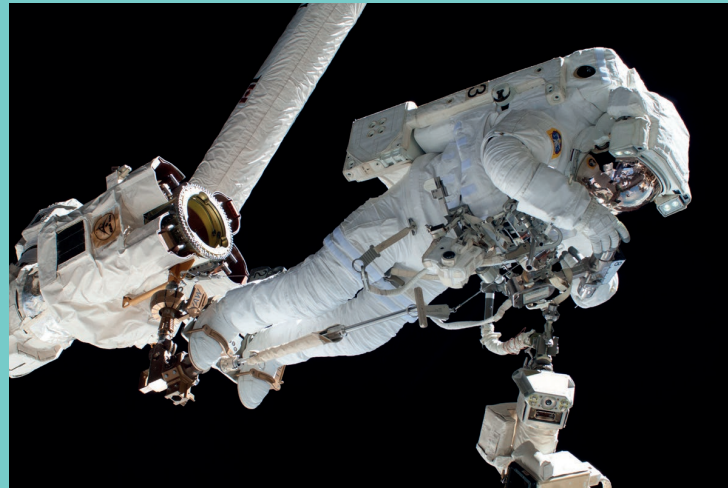
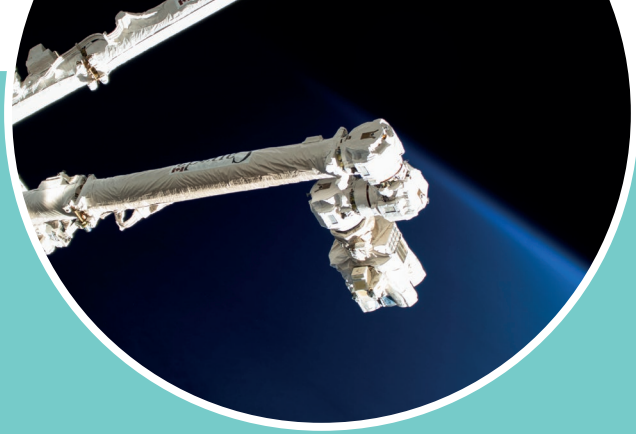
**De arriba a abajo:** El astronauta de la ESA Luca Parmitano enganchado al brazo robótico Canadarm 2 durante un paseo espacial fuera de la Estación Espacial Internacional.

...

Representación artística del brazo robótico en la futura estación espacial en órbita alrededor de la Luna.

...

Representación artística de la misión Heracles sobre la superficie lunar.





## ACTIVIDADES

### 01

#### ¿CÓMO FUNCIONA EL BRAZO HUMANO?

##### Descripción

El alumnado aprenderá cómo funciona el brazo humano y se planteará por qué los brazos robóticos pueden ser herramientas útiles.

##### Resultado

Aprender qué elementos conforman el brazo humano y qué función desempeñan los huesos y los músculos.

##### Requisitos

Ninguno

##### Tiempo

20 minutos

### 02

#### CONSTRUYE UN BRAZO ROBÓTICO

##### Descripción

El alumnado construirá un modelo sencillo de brazo robótico.

##### Resultado

Construir un brazo robótico simple y relacionar su funcionamiento con el del brazo humano.

##### Requisitos

Haber realizado la actividad 1.

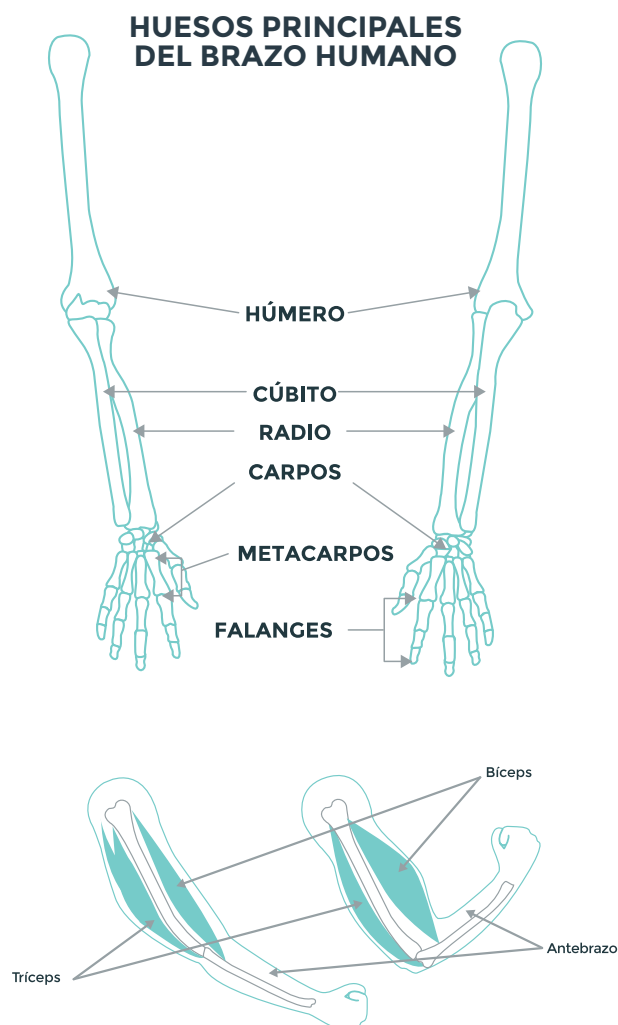
##### Tiempo

40 minutos

## EL BRAZO HUMANO

Los brazos humanos están formados por huesos y músculos. Estos trabajan juntos para permitir que los brazos se doblen, roten, pendulen delante y detrás y se muevan de un lado a otro.

El brazo humano está formado por tres huesos: el húmero, el cúbito y el radio. Un par de músculos se unen al húmero para mover el brazo: el bíceps y el tríceps. El bíceps permite doblar el brazo, mientras que el tríceps lo estira. Los músculos siempre funcionan en pareja y cada músculo solo es capaz de tirar (mediante flexión), no de empujar. •



## ACTIVIDAD 1

# ¿Cómo funciona el brazo humano?



20 min.

Ejercicios

1

En esta actividad el alumnado aprenderá cómo funciona el brazo y por qué los brazos robóticos son herramientas útiles.

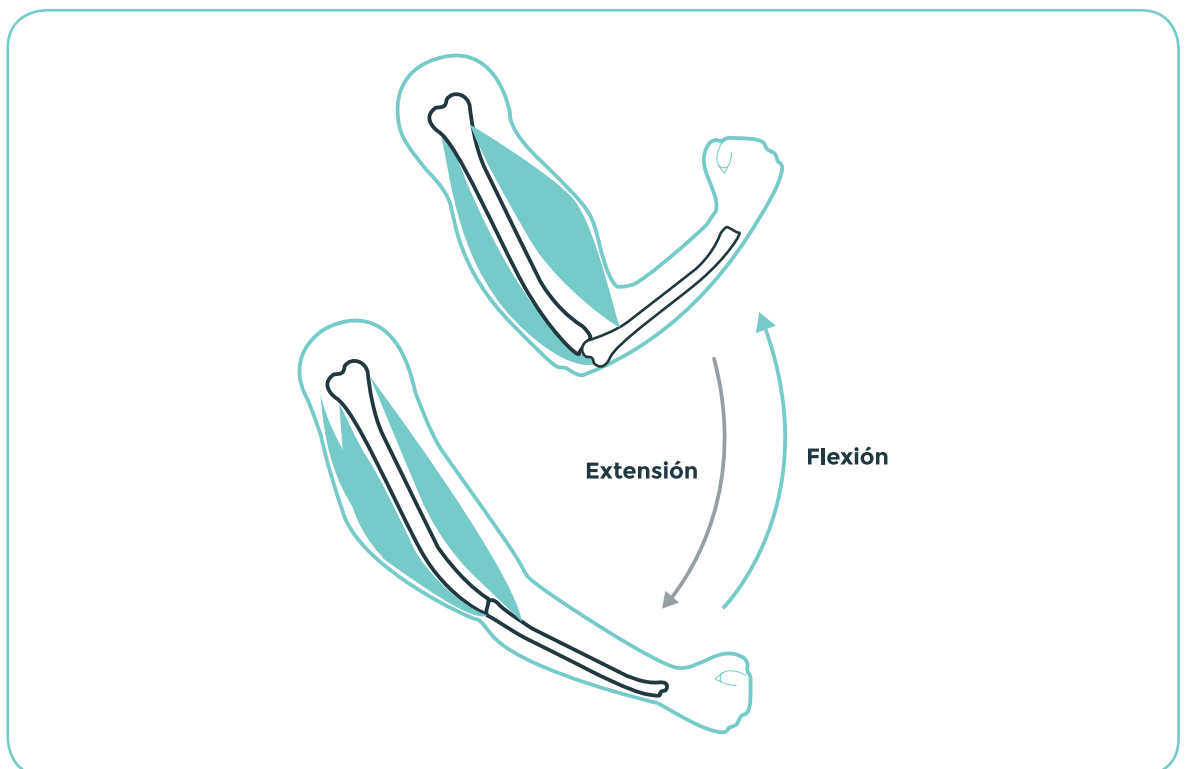
## MATERIAL NECESARIO

- Una copia en papel de la ficha de trabajo del alumnado para cada alumno

## e1

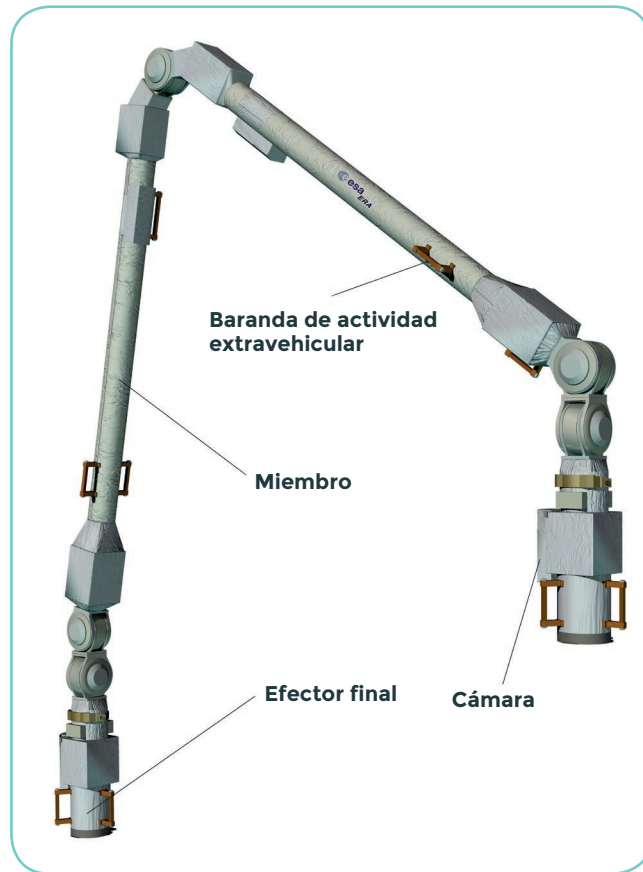
## EJERCICIO

En el ejercicio 1 de la actividad 1 se pide al alumnado que rellene los huecos en blanco que hay en un párrafo. Para que entiendan mejor cómo funcionan los brazos amplía esta actividad pidiéndoles que realicen una serie de ejercicios adicionales breves.



1 Diles que flexionen un **brazo** mientras tocan los músculos de la parte superior del brazo con la mano contraria. Deberían notar que el brazo se dobla usando un par de **músculos** (el bíceps y el tríceps) que trabajan a la vez. Cuando el brazo está extendido, el bíceps está estirado y el tríceps está flexionado. Por el contrario, cuando el brazo está doblado, el bíceps está flexionado y el tríceps está desplegado.

2 Pide que cada alumno de la clase sostenga un libro con los brazos extendidos hacia delante y que permanezcan así, sin moverse, durante un minuto. Pregúntales cómo se sienten al cabo de un poco de tiempo. Pregúntales si podrían seguir sosteniendo el libro así durante mucho tiempo. Deberían notar que los brazos empiezan a temblar y a moverse. Esto supone un problema si hay que hacer un trabajo muy preciso con objetos pesados y se puede resolver usando brazos robóticos.



Introduce el concepto de los brazos robóticos. Muestra en clase ejemplos de brazos robóticos usados en la Tierra y en el espacio. Pregunta por qué se necesitan brazos robóticos para la exploración espacial. Pide que hagan una lista con tres actividades que podrían realizarse con brazos robóticos en el espacio o en la Luna.

## RESULTADOS

- 1 ¿Te has preguntado alguna vez cómo funcionan tus brazos? Los brazos están recubiertos de **piel** como protección, pero debajo de ella hay **músculos** y **huesos**. Los huesos son duros y rígidos para darles estructura, mientras que los músculos aportan fuerza para mover el brazo. El brazo está formado por tres huesos principales: el **húmero**, el **cúbito** y el **radio**. El **húmero** está unido a un par de músculos: el **bíceps** y el **tríceps**. El **codo** une la parte superior del brazo con la parte inferior.
- 2 Ejemplos de respuestas:
- Construir o montar una base antes de la llegada de personas allí.
  - Trasladar objetos desde una nave espacial a la base.
  - Tomar muestras con fines científicos.

## ACTIVIDAD 2

# Construye un brazo robótico



40 min.

Ejercicios

1

En esta actividad el alumnado construirá un brazo robótico y lo usará para realizar diferentes tareas y para probar su funcionalidad en distintas situaciones.

## MATERIAL NECESARIO

- 10 palitos de helado (de unos 10 cm × 2 cm)
- 2 rectángulos de cartón firme o algo similar (de unos 10 cm × 2 cm)
- Adhesivo térmico o termocola
- 2 tapones de botella o gomas de borrar
- 12 sujetadores de papel de cabeza redondeada
- Tijeras
- Una copia en papel de la ficha de actividades del alumnado

## SEGURIDAD

Es necesario que el alumnado esté supervisado por un adulto al agujerear los palitos de helado. Los docentes deben ayudar al alumnado durante el empleo del adhesivo térmico, ya que puede dañar la piel y causar quemaduras.

## e1

## EJERCICIO

Divide la clase en grupos de 2 o 3 alumnos y entrega a cada grupo los materiales necesarios para construir un modelo de brazo robótico.

Enséñales imágenes de un brazo robótico terminado y explícales brevemente cómo se construye. Las instrucciones detalladas sobre cómo hacerlo se dan en la ficha de actividades del alumnado.

Después usarán el brazo robótico para probar a sujetar varios objetos y para reflexionar sobre qué aspectos facilitan o dificultan la tarea. Deberían pensar en los objetos que sujetaron con él y cómo se adapta el brazo robótico a cada uno de ellos. A lo largo de esta actividad pensarán también qué cambios podrían introducir para facilitar las tareas que realicen con él.

El alumnado añadirá más palos al brazo robótico para darle más longitud, y concluirá si es más fácil usar un brazo largo o uno corto. Diles que comparen el brazo robótico con su propio brazo. ¿En qué se diferencian? ¿Se les ocurre algún elemento del brazo humano que pudiera añadirse al brazo robótico para mejorarlo?



Deberán relacionar la estructura del brazo robótico con la estructura de su propio brazo. En el brazo humano, los huesos tienen una importancia capital para dar estructura, mientras que los músculos permiten que el brazo realice varios movimientos.

## RESULTADOS

El alumnado debería extraer conclusiones sobre qué parámetros afectan al rendimiento del brazo robótico (por ejemplo, la longitud del brazo, los materiales utilizados, la clase de «agarradores» empleados).

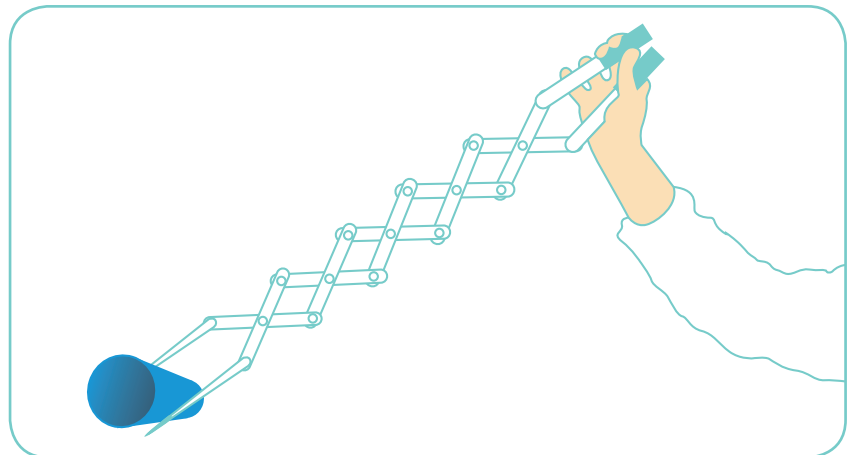
- 1 **A** La mayoría responderá que la goma fue más fácil de agarrar debido a la fricción y la forma de la superficie.
  - B** El brazo tendrá dificultades, por ejemplo, para sostener objetos pesados y/o grandes.
  - C** Un brazo más corto ofrecerá más control y estabilidad, pero no conseguirá sujetar objetos situados lejos.
  - D** Es posible que se les ocurran ideas como añadir un pulgar, articular el brazo para poder doblarlo o cualquier otra igual de relevante.
- 2 En la Luna los objetos pesan menos que en la Tierra, de modo que los brazos robóticos podrán levantar objetos más pesados.

## CONCLUSIONES

Comenta en clase la eficacia de los brazos que se han construido. ¿Creen que estos brazos son herramientas útiles o deberían mejorarse? Deberían darse cuenta de que los brazos robóticos que han hecho son muy básicos y que es muy complicado construir los brazos robóticos que se usan en el espacio y en la industria y las fábricas. Debate en clase qué parámetros creen que afectan a la funcionalidad del brazo robótico que han confeccionado en clase. Si es demasiado largo es difícil de controlar, pero si es demasiado corto tendrá una movilidad y un uso limitados. Se pueden emplear distintos materiales en diferentes partes del brazo para mejorarlo. El mejor material para la estructura principal sería uno robusto y ligero.

Cuando las agencias espaciales diseñan herramientas nuevas, suelen fijarse en la naturaleza en busca de inspiración. Comenta en clase si les parece una buena idea. ¿Es mejor fabricar brazos robóticos como los brazos humanos o sería más útil un brazo robótico que emule los brazos de un pulpo? Esta actividad se puede ampliar introduciendo en clase conceptos como la diferencia entre masa y peso, y con una introducción a las fuerzas.

El cuerpo humano está formado por huesos y músculos que actúan juntos para aportarnos una estructura y para permitirnos mover y realizar las tareas que ejecutamos en la vida diaria. Las personas tenemos limitaciones, así que a menudo usamos robots para que nos ayuden a realizar trabajos que a nosotros nos resultarían difíciles, peligrosos o imposibles. La naturaleza es muy buena resolviendo problemas, de modo que nos inspiramos en ella para desarrollar nuestros diseños y procuramos basar los modelos de muchos robots en lo que observamos a nuestro alrededor. Hay muchas similitudes entre los brazos robóticos y los brazos humanos.



## ACTIVIDAD 1

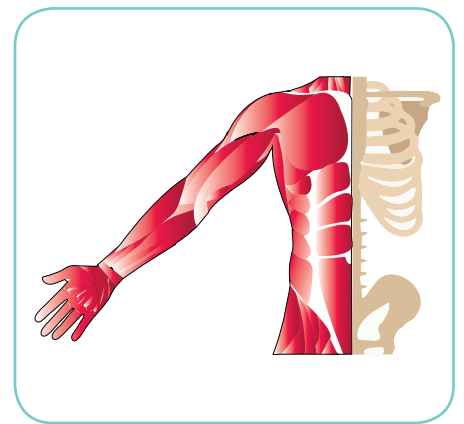
## ¿Cómo funciona el brazo humano?

e1

## EJERCICIO 1

- 1 Rellena los huecos en blanco del siguiente párrafo usando las siguientes palabras (*usa cada una de ellas solo una vez*):

**músculos**  
**codo**  
**piel**  
**bíceps**  
**huesos**  
**radio**



## ¿Te has preguntado alguna vez cómo funcionan tus brazos?

Los brazos están recubiertos de \_\_\_\_\_ como protección, pero debajo de ella hay músculos y \_\_\_\_\_. Los huesos son duros y rígidos para darles estructura, mientras que los \_\_\_\_\_ aportan fuerza para mover el brazo. El brazo está formado por tres huesos principales: el húmero, el cúbito y el \_\_\_\_\_. El húmero está unido a un par de músculos: el \_\_\_\_\_ y el tríceps. El \_\_\_\_\_ une

## SABÍAS QUE...



El astronauta de la ESA Thomas Pesquet tomó esta fotografía desde la Estación Espacial Internacional y dijo que «el brazo robótico es una parte esencial de esta nave y se usa para la captura y el atraque de naves de suministros que la visitan».

la parte superior del brazo con la parte inferior.

- 2 Los brazos robóticos también pueden ser muy útiles para explorar otros mundos como, por ejemplo, la Luna. Imagina que eres un astronauta que trabaja en el espacio o en la Luna. Haz una lista de tres cosas para las que creas que podría servirte de ayuda un brazo robótico:

.....

.....

.....

.....

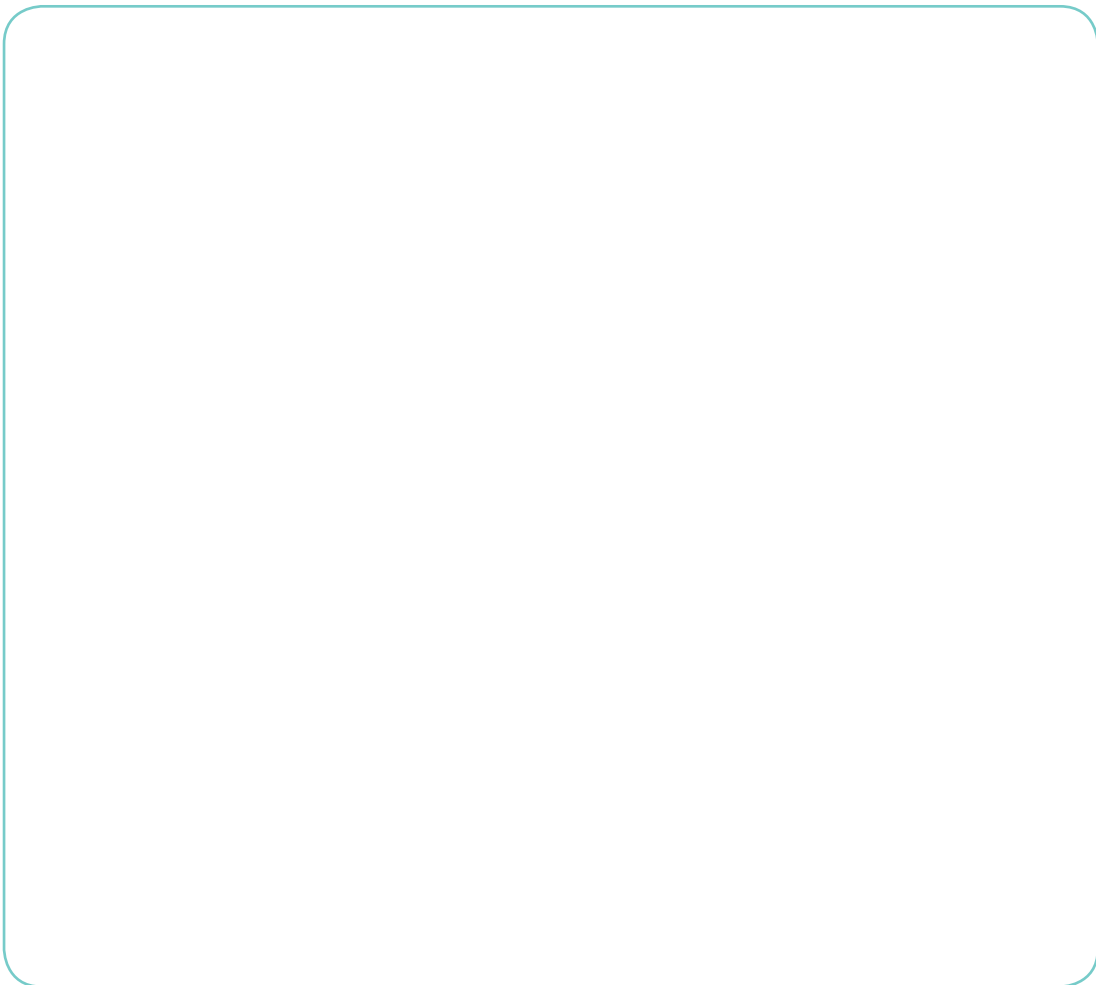
- 3 Comenta con los miembros de tu equipo cuál es la mejor manera de construir un brazo robótico. ¿Qué harías para que agarrara mejor las cosas? Dibuja un modelo.

.....

.....

.....

.....



## ACTIVIDAD 2

# Construye un brazo robótico

e1

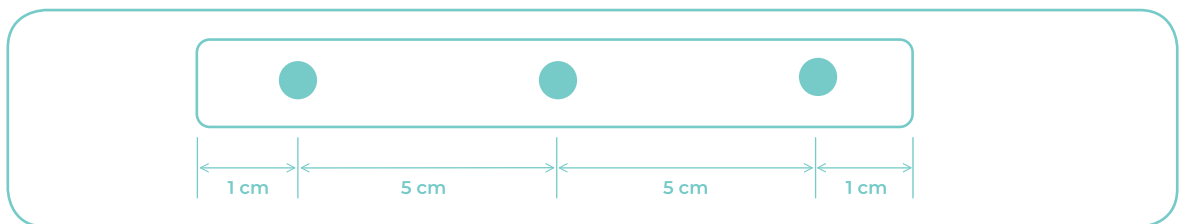
El brazo robótico europeo moverá pequeñas cargas útiles directamente desde el interior al exterior de la Estación Espacial Internacional. También desplazará a astronautas hasta una posición en la que puedan trabajar en el exterior de la Estación Espacial o desde un lugar en el exterior a otro. Esto ahorra tiempo y esfuerzo durante los paseos espaciales.

**¡Construyamos ahora tu versión particular de un brazo robótico!**

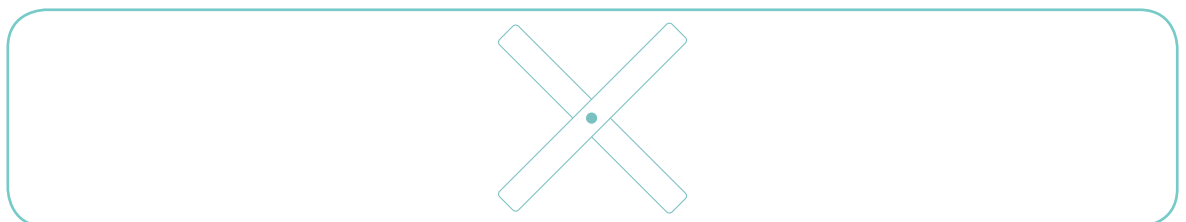
**EJERCICIO**

Reúne todos los materiales necesarios que te ha entregado tu profesor y sigue las instrucciones que te damos a continuación:

- 1 Practica tres orificios en los palos de helado usando una perforadora manual de papel. Observa la imagen para realizar los orificios.

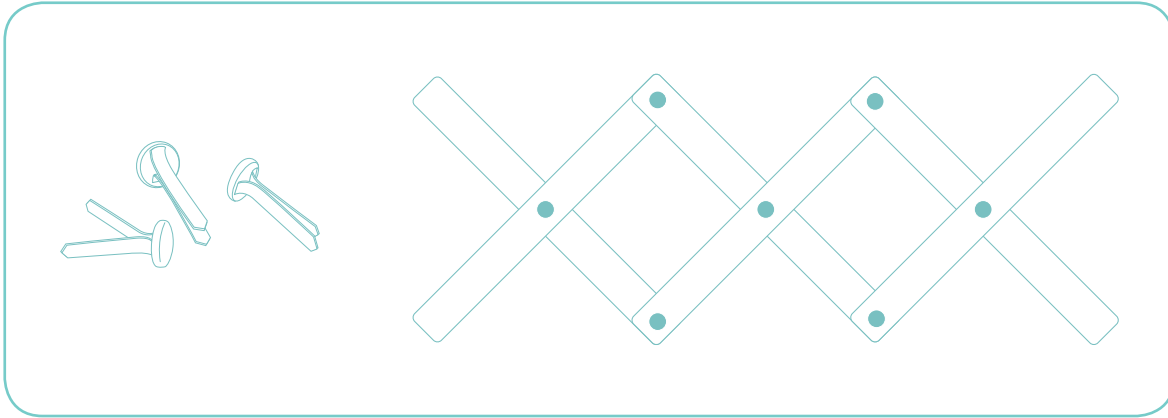


- 2 Usa los sujetadores de papel para unir dos palos de helado entre sí por el centro formando una cruz, tal como se muestra en la figura. Repite el mismo procedimiento dos veces más.

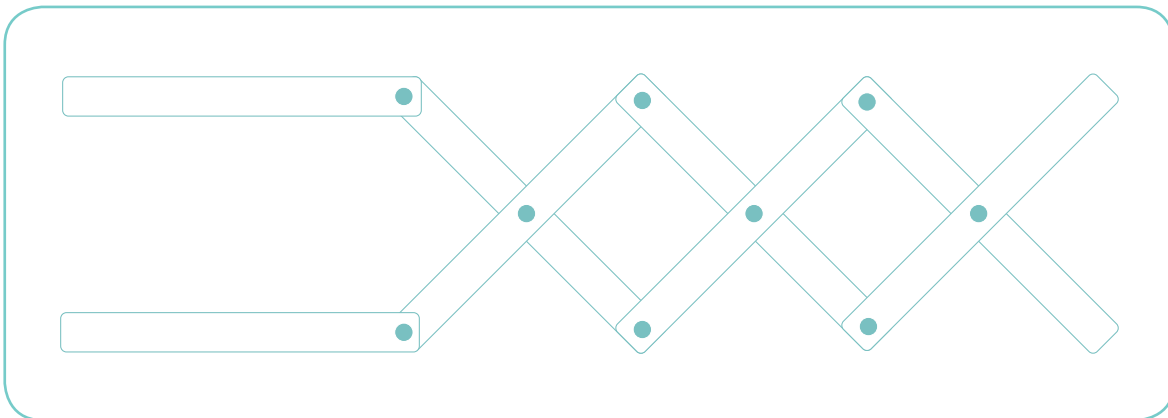


- 3 Utiliza los sujetadores de papel para unir los extremos de cada cruz que acabas de hacer y formar una cadena larga, tal como se muestra aquí.

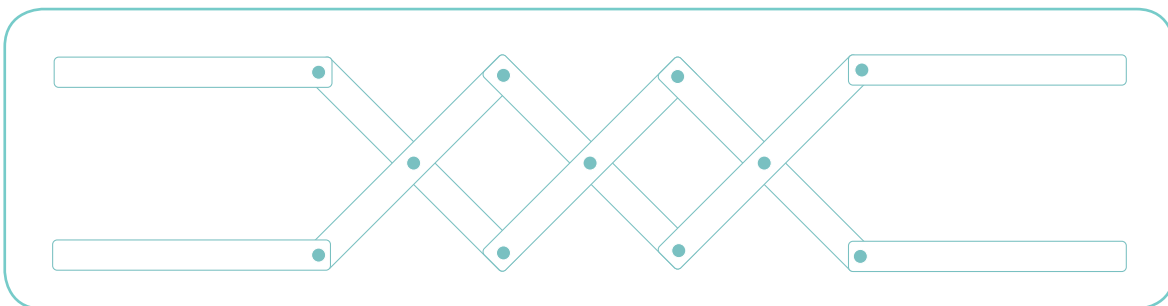




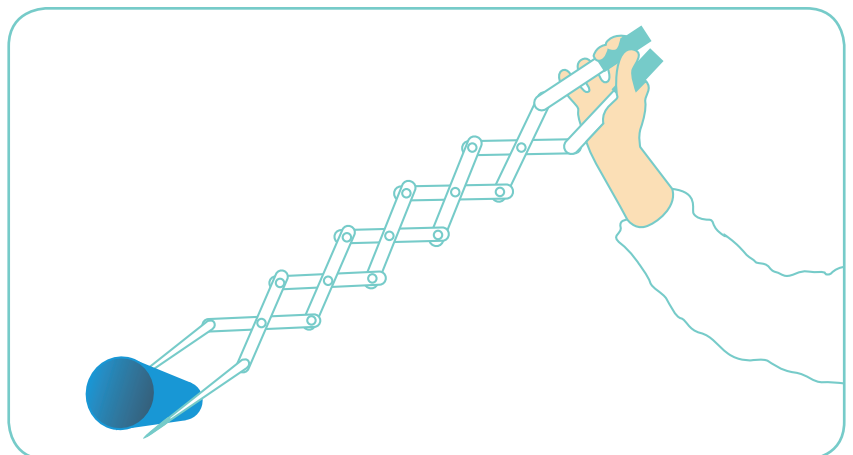
- 4 Usa adhesivo térmico para unir dos palos a uno de los dos extremos que sirvan a modo de mango.



- 5 Usa adhesivo térmico para unir los dos rectángulos de cartón al extremo opuesto para que hagan las veces de «dedos» para agarrar objetos.



- 6 Une cinta adhesiva o tapones de botella a los dos extremos para sujetar objetos. Esto mejorará el agarre del brazo robótico. Con esto ya deberías tener un brazo robótico similar al de esta imagen:



A2

r

**RESULTADOS**

**1** Prueba a usar el brazo robótico que acabas de construir para agarrar diferentes objetos, como una goma de borrar, una pelota de pin pon y un vaso de papel o de plástico.

**A** ¿Qué objeto fue más fácil de sujetar?

.....

.....

.....

**B** ¿Qué objetos serán más difíciles de pescar con el brazo robótico?

.....

.....

.....

**C** Ahora prueba a alargar o acortar el brazo que habías construido. ¿Es más fácil manejar un brazo largo o uno corto?

.....

.....

.....

**D** Compara el brazo robótico con tu brazo. ¿Qué cambios introducirías para mejorar el brazo robótico?

.....

.....

.....

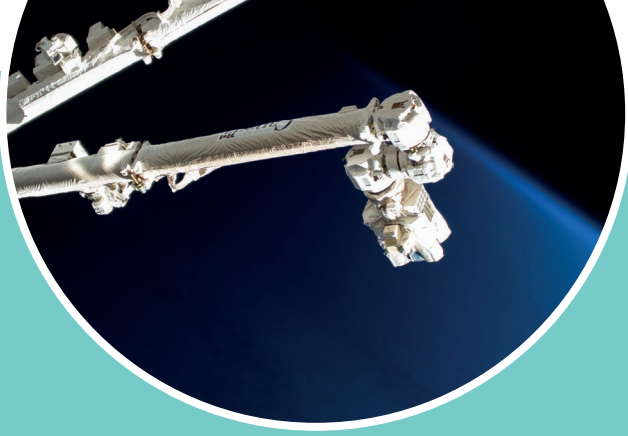
**2** En la actividad 1 hiciste una lista con algunas de las tareas para las que podría resultar de ayuda el empleo de un brazo robótico para montar una base lunar. La gravedad en la Luna asciende a la sexta parte de la que hay en la Tierra. ¿Crees que esto repercutirá en el peso que es capaz de levantar el brazo?

.....

.....

.....

.....



# Enlaces de interés

## RECURSOS DE LA ESA

### Desafío Base Lunar

[https://www.esa.int/Education/Moon\\_Camp](https://www.esa.int/Education/Moon_Camp)

### Recursos de clase de la ESA

[https://www.esa.int/Education/Teachers\\_Corner/Teach\\_with\\_space3](https://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Teach_with_space3)

### Recursos ESA Kids (para alumnado de enseñanza primaria)

<https://www.esa.int/kids/en/home>

## PROYECTOS ESPACIALES DE LA ESA

### Brazo robótico europeo (ERA)

[https://www.esa.int/Our\\_Activities/Human\\_Spaceflight/International\\_Space\\_Station/European\\_Robotic\\_Arm](https://www.esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/International_Space_Station/European_Robotic_Arm)

### Estación espacial circunlunar Gateway:

[https://www.esa.int/Our\\_Activities/Human\\_and\\_Robotic\\_Exploration/Exploration/Space\\_gateway](https://www.esa.int/Our_Activities/Human_and_Robotic_Exploration/Exploration/Space_gateway)

### Aterrizaje en la Luna y regreso a casa: misión robótica Heracles

[https://www.esa.int/Science\\_Exploration/Human\\_and\\_Robotic\\_Exploration/Exploration/Landing\\_on\\_the\\_Moon\\_and\\_returning\\_home\\_Heracles](https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Exploration/Landing_on_the_Moon_and_returning_home_Heracles)

### Operaciones en la superficie lunar: Heracles

<http://lunarexploration.esa.int/library?a=419>

## INFORMACIÓN ADICIONAL

### Brazo robótico de la ISS (Canadarm 2)

<http://www.asc-csa.gc.ca/eng/iss/canadarm2/Default.asp>

### ESA, Entrenamiento en el manejo del brazo robótico:

Parte 1: <https://youtu.be/xHmN1p7-n7o>

Parte 2: <https://youtu.be/6YFQf1-7T7s>

### Agencia Espacial Canadiense, Hadfield a los mandos del Canadarm 2:

<https://youtu.be/K7NvsxcoDKo>

### Cómo los músculos mueven los huesos:

<https://youtu.be/FVlpeUlpFf0>



Spain



EUROPEAN SPACE EDUCATION RESOURCE OFFICE  
A collaboration between ESA & national partners



La **Oficina Europea de Recursos para la Educación Espacial en España (ESERO Spain)**, con el lema «Del espacio al aula» y aprovechando la fascinación que el alumnado siente por el espacio, tiene como objetivo principal proporcionar recursos a docentes de primaria y secundaria para mejorar su alfabetización y competencias en materias CTIM (Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas).

Este proyecto educativo de la **Agencia Espacial Europea** está liderado en España por el **Parque de las Ciencias de Granada** y cuenta con la colaboración de instituciones educativas tanto nacionales como de ámbito regional en las distintas Comunidades Autónomas.

## Exploración Espacial

COLECCIÓN  
PRIMEROS PASOS EN LA LUNA

### Incluye, entre otros:

- Refugio lunar
- Mano biónica
- Misión en la Luna
- Encuentra agua en la Luna
- La constitución lunar
- Brazo robótico**
- Todoterreno lunar
- Aterrizaje en la Luna
- El poder de la luz del Sol
- Extrae agua del suelo lunar
- Aprovecha la energía del agua
- ¿Podría sobrevivir la vida en entornos extraterrestres?

#### ESERO SPAIN

Parque de las Ciencias  
Avda. de la Ciencia s/n.  
18006 Granada (España)  
T: 958 131 900

info@esero.es  
www.esero.es



1ª edición, Junio 2020

EE-P-06