

Spain



INGENIERÍA DE ASTRONAVES
Naves espaciales
en órbita

IA-SB-03

PROYECTO:
GRAVEDAD CERO

Newton en el espacio

MISIÓN 1

ISAACVS NEWTONVS

SUMARIO

- 3 Un apunte sobre la ESA
- 4 Introducción al DVD · Cómo usar esta guía
- 5 Preguntas para pensar
- 6 Indicaciones para docentes
- 7 Esquema de contenidos
- 8 1ª Ley de la dinámica de Newton
- 11 2ª Ley de la dinámica de Newton
- 14 3ª Ley de la dinámica de Newton
- 17 Estudios avanzados
- 18 Información adicional
- 20 Datos relevantes
- 21 Formulario de valoración
- 22 Referencias digitales
- 23 Referencias bibliográficas

IA-SB-03

Proyecto: Gravedad cero
Newton en el espacio

Misión 1

1ª Edición. Abril 2020

Guía para el profesorado

Ciclo
Secundaria y bachillerato

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

Traducción
Dulcinea Otero Piñero

Dirección
Parque de las Ciencias, Granada.

Créditos de la imagen de portada:
Sir Isaac Newton. Mezzotint by T. O. Barlow, 1868, after Sir G. Kneller, 1689.
Wellcome Collection Gallery.

Créditos de la imagen de la colección:
NASA/ESA/ATG Medialab

Basado en la idea original:
ISS Education Programme. Space for learning
Project: Zero gravity. Mission 1: Newton in space

Tanto el tema como la guía de este DVD están libres de derechos para usarlos en contextos educativos y no comerciales únicamente dentro de los estados miembro de la ESA. El resto de países puede dirigirse a la ESA para informarse sobre la utilización de este material.



UN APUNTE SOBRE LA **ESA**

LA AGENCIA ESPACIAL EUROPEA (ESA)

La Agencia Espacial Europea (ESA, por su nombre en inglés: *European Space Agency*) es la puerta de Europa para acceder al espacio. Su misión consiste en configurar el desarrollo del potencial espacial europeo y garantizar que la inversión en el espacio siga aportando beneficios para la población de Europa. La ESA cuenta con veintidós estados miembro, que son Alemania, Austria, Bélgica, Chequia, Dinamarca, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, Rumanía, Suecia y Suiza. Además, Canadá, Eslovenia y Letonia participan en algunos proyectos con acuerdos de cooperación.

Los proyectos de la ESA se han diseñado para conocer mejor la Tierra, su vecindario cósmico más próximo, el Sistema Solar y el universo, así como para desarrollar tecnologías con satélites y apoyar las industrias europeas. La ESA también trabaja de cerca con otras organizaciones fuera de Europa para compartir los beneficios que aporta el espacio con el conjunto de la humanidad.

Aparte del resto de actividades, la ESA dirige un programa educativo con la finalidad de incrementar los conocimientos científicos y técnicos de la juventud europea, garantizar una mano de obra cualificada para el futuro, revertir la tendencia a la baja en la cantidad de alumnado que elige estudiar ciencia y tecnología, y fomentar una opinión positiva entre la juventud europea sobre los beneficios de la ciencia y la tecnología.

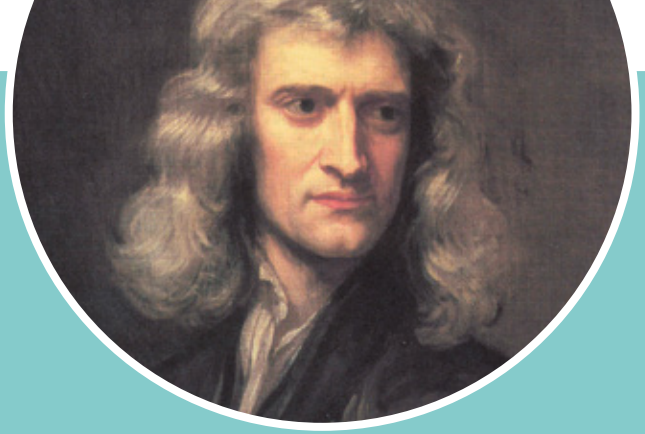
LA ESTACIÓN ESPACIAL INTERNACIONAL (ISS)

La estación espacial internacional (ISS, por su nombre en inglés: *International Space Station*) no solo es el mayor programa de cooperación internacional en ciencia y tecnología de toda la historia en el que participa la mayoría de los estados miembro de la ESA, además de Canadá, Japón, Rusia y EEUU. También es un laboratorio espacial polivalente, un entorno único para la realización de estudios a largo plazo en condiciones de ingravidez que tal vez permitan avanzar en conocimientos sobre fisiología humana, física y clima terrestre y aporten una base para exploraciones futuras. En este DVD la ISS se presenta como un entorno de aprendizaje novedoso que ofrece una visión complementaria de la física a la que se adquiere en un laboratorio tradicional o en el contexto de un aula. ●

MISIÓN 1

Newton en el espacio

Introducción al DVD



- Este tema en DVD titulado **Misión 1: Newton en el espacio** analiza las tres leyes de la dinámica de Newton en entornos nuevos que complementan los entornos tradicionales del laboratorio o el aula.

Experimentos prácticos realizados en el espacio y en la Tierra (¡como en una sala de billar, una pista de hielo y una piscina!) introducen y explican los principios básicos de las tres leyes de la dinámica de Newton abordando conceptos tales como fuerza, masa, peso, objetos, aceleración, inercia, rozamiento y gravedad.

El tema está pensado para estudiantes de todos los niveles de educación secundaria, pero hemos añadido un apartado de «Estudios avanzados» en esta guía para los grupos de más edad y para el alumnado que desee profundizar en los conceptos.

CÓMO USAR ESTA GUÍA

Esta guía está concebida como apoyo para el tema 1, titulado **Misión 1: Newton en el espacio**, de la serie de temas en DVD de la ISS. Pretende servir de ayuda a los docentes que utilicen el tema en DVD. Las páginas de esta guía también se pueden fotocopiar en papel de un tamaño A4 para que sirvan de apoyo al alumnado.

El apartado titulado **Indicaciones para docentes** ofrece instrucciones para la utilización del DVD dentro del aula. Asimismo brinda un **Esquema de contenidos** para que los docentes puedan insertar los conceptos tratados dentro de su propia programación curricular.

El apartado **Preguntas para pensar** contiene una lista de preguntas que pueden resultar de utilidad para plantearlas en clase antes de la proyección del DVD. A continuación, las tres leyes de la dinámica de Newton se desarrollan en apartados dedicados a cada una de ellas que incluyen resúmenes de los experimentos, preguntas para pensar, datos útiles para recordar y sugerencias para realizar indagaciones posteriores.

Experimentos prácticos realizados en el espacio y en la Tierra introducen y explican los principios básicos de las tres leyes de la dinámica de Newton abordando conceptos tales como fuerza, masa, peso, objetos, aceleración, inercia, rozamiento y gravedad

El apartado **Estudios avanzados** aborda temas relacionados que no aparecen en el DVD, pero que pueden aportar un estímulo adicional a aquellos estudiantes que deseen profundizar con más detalle en determinados conceptos.

El apartado **Información adicional** contiene información básica adicional sobre las tres leyes de la dinámica de Newton, sobre la ISS como plataforma de experimentación, la lógica que hay detrás de los experimentos propuestos en el tema, y sobre las personas y los centros educativos que aparecen en el tema.

También se incluye un apartado titulado **Datos relevantes**, acompañado de un glosario, así como referencias web y bibliográficas. La guía concluye con un **Formulario de valoración**. Por favor, haz una copia del formulario, rellénalo y envíalo de vuelta a la ESA. ●

Preguntas para pensar

Algunas de ellas aparecen en el tema y podrían servir para favorecer la reflexión antes de ver el DVD:

1 ¿QUÉ TIENEN EN COMÚN UN ASTRONAUTA Y UN SKATER/PATINADOR?

.....

2 ¿CÓMO SERÍA JUGAR AL FÚTBOL EN LA LUNA?

.....

3 ¿POR QUÉ USAMOS CINTURONES DE SEGURIDAD EN LOS COCHES?

.....

4 ¿POR QUÉ SE CAE UNA BOLA DEL ASIENTO CUANDO EL COCHE FRENA?

.....

.....

5 ¿POR QUÉ NO HAY QUE DISTRAER A LOS ASTRONAUTAS CUANDO COMEN?

.....

.....

6 ¿CUÁNTO PESAN LOS ASTRONAUTAS CUANDO ESTÁN EN LA ISS?

.....

7 ¿POR QUÉ EN EL TIRO CON ARCO HAY QUE APUNTAR UN POCO MÁS ARRIBA DEL BLANCO PARA DAR EN LA DIANA?

.....

8 EN UNA SALA DE BILLAR TE DAN A ELEGIR ENTRE DOS BOLAS. UNA TIENE EL DOBLE DE MASA QUE LA OTRA. SI GOLPEAS CADA UNA DE ELLAS CON LA MISMA FUERZA, CUÁL SE ACELERARÁ MÁS DEPRISA? Y ¿CUÁNTO MÁS?

.....

.....

Indicaciones para docentes

NEWTON EN EL ESPACIO

- A continuación figuran nuestras sugerencias para sacar el máximo provecho a este tema en DVD. Aun así, recomendamos un análisis previo y personal del tema en sí antes de utilizar esta herramienta docente para saber cómo encajar sus contenidos en la planificación particular de cada docente para trabajar el tema.

1. SUGERENCIAS DE UTILIZACIÓN Y VISIONADO

Este DVD está pensado para darle diversos usos:

- A** Para introducir las tres leyes de la dinámica de Newton.
- B** Para repasar el tema.
- C** Como herramienta auxiliar para estudiantes que ya hayan estudiado el tema y quieran profundizar en algunos conceptos.

El tema se puede:

- A** Ver de manera lineal poniendo en marcha el DVD de principio a fin.
- B** Ver de forma interactiva, es decir, por apartados (o sea, por leyes) individuales, dejando espacio para el debate o para la formulación de preguntas y su resolución antes y después de cada apartado. En esta guía hemos incluido algunas preguntas sencillas para pensar y algunos temas de debate para cada ley. Cada apartado se puede seleccionar de manera individual en el menú del DVD.

2. NIVEL DE LOS CONTENIDOS

El tema es una exposición de las tres leyes de la dinámica de Newton, tanto en la Tierra como en

el espacio, dirigida a alumnos de enseñanza secundaria de entre 12 y 18 años de toda Europa. Aunque es útil para todas esas edades, es posible que algunos estudiantes de los niveles más altos lo encuentren bastante básico. Por eso hemos incluido en esta guía un apartado titulado «Estudios avanzados» que incluye información y propuestas adicionales para ahondar en el tema de forma interesante para esos niveles.

El «Esquema de contenidos» ofrece un cuadro con los temas (por cada ley) que se ajustan a los que se enseñan en los planes de estudios oficiales de física en Europa.

3. CRITERIO PEDAGÓGICO

En este DVD hemos procurado usar una estrategia pedagógica que complemente la metodología ya existente. El objetivo consiste en presentar el tema de manera que el alumnado aprenda a estudiarlo desde una perspectiva novedosa. Tanto la ISS como los lugares que hemos elegido en la Tierra son muy distintos del laboratorio o el aula de un centro educativo. Hemos procurado utilizar analogías y experimentos basados en lo cotidiano para ilustrar la importancia fundamental de estas leyes en la vida diaria. Con esta estrategia confiamos en incentivar y desafiar al grupo para que proponga sus propios experimentos para comprobar las tres leyes de la dinámica de Newton o otros fenómenos físicos relacionados.

4. PREVENCIÓN DE RIESGOS

Si realizas alguno de los experimentos que aparecen en este DVD (o cualquier otro por iniciativa propia), por favor, asegúrate de consultar las regulaciones locales sobre prevención de riesgos y de tomar todas las precauciones necesarias antes de efectuar el experimento.



CORTES DVD

0' 00" • 0' 28"

CONCEPTO

Introducción general
Introducción a Newton

1' 49"

CONCEPTO

Ley 1

Experimentos en Tierra
Experimento en la ISS
Análisis

TEMAS DE LOS PLANES DE ESTUDIOS EUROPEOS

Velocidad
Aceleración
Inercia

1' 49"

CONCEPTO

Ley 2

Experimentos en Tierra
Experimento en la ISS
Análisis

TEMAS DE LOS PLANES DE ESTUDIOS EUROPEOS

Peso y masa
Fuerza, masa, aceleración
Rozamiento/resistencia al aire
Fuerza gravitatoria

11' 11"

CONCEPTO

Ley 3

Experimentos en Tierra
Experimento en la ISS
Análisis

TEMAS DE LOS PLANES DE ESTUDIOS EUROPEOS

Acción-reacción
Péndulo de Newton

14' 13"

CONCEPTO

Resumen de las leyes 1, 2 y 3

14' 43"

CONCEPTO

Mensaje de Claudie Haigneré

LEYES DE LA DINÁMICA DE NEWTON

1ª LEY



Corte del DVD

1' 49"



La primera ley de la dinámica de Newton dice que **todo objeto en un estado de movimiento constante tiende a permanecer en ese estado de movimiento a menos que se le aplique una fuerza externa.**

RECUERDA

- El estado en movimiento no se corresponde con la celeridad, sino con la velocidad; es decir, la celeridad y la dirección del movimiento (*estado del movimiento = velocidad = módulo de la velocidad y dirección*).
- Un objeto en reposo tiende a permanecer en reposo a menos que sobre él actúe una fuerza. A esta tendencia la llamamos inercia.
- Solo el objeto sobre el que actúa una fuerza cambiará su estado de movimiento.
- El ritmo al que cambia la velocidad de un objeto se denomina aceleración y se representa en términos matemáticos con la letra *a*.
- Las fuerzas (*F*) causan aceleración cuando actúan sobre objetos con libertad de movimiento.
- Un objeto en reposo tiene un estado de movimiento (velocidad) equivalente a cero (0).

X

EXPERIMENTOS DE LA VIDA COTIDIANA (COMO LOS DEL DVD)

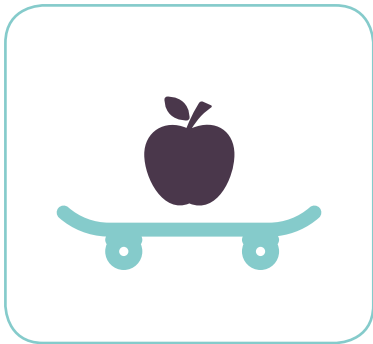
- 1 Busca un patín o monopatín y cualquier otro objeto (una manzana, un zapato, un lápiz). Coloca el objeto sobre el patín y hazlo rodar. Dirige el patín hacia un obstáculo que tenga su misma altura (por ejemplo, el bordillo de una acera) y observa los resultados.
- 2 Ponle unos patines a alguien y dale un vaso de precipitados con agua o zumo en su interior para que lo lleve en las manos. Haz que otra persona **guíe** a la que tiene puestos los patines empujándola para ponerla en marcha y sujetándola para detenerla. Observa el movimiento del líquido hacia delante o atrás dependiendo de si la persona con los patines se detiene o echa a andar.

¿SABÍAS QUE...



La regla del cinturón de seguridad es una aplicación directa de la primera ley de Newton?

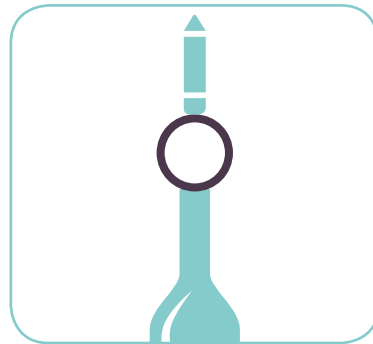
- 3 Pon un muñeco sobre un coche de juguete y empuja el coche. Páralo de golpe y observa cómo sale volando el muñeco hacia delante.
- 4 Pon un lápiz en equilibrio encima de una argolla colocada en vertical sobre una botella abierta. Desplaza la argolla de golpe y verás caer el lápiz dentro de la botella.
Atención: ¡esto requiere práctica!
- 5 Coloca a alguien con patines sobre una mesa con ruedas. Empuja la mesa para desplazarla bajo sus pies y observa qué ocurre.
Nota de seguridad: este experimento no debe realizarse sin supervisión y requiere asegurarse de que la persona que realiza el experimento es muy experimentada con los patines.
- 6 Coloca una manzana sobre una superficie plana y no apliques ninguna fuerza.
¡Espera a que se mueva!



Experimento 1.



Experimento 2.



Experimento 4.

INDAGACIONES ADICIONALES

Preguntas para pensar

En los experimentos realizados en el aula viste un muñeco sobre un coche en movimiento. Cuando el coche se detuvo, el muñeco se cayó al suelo. Pero ¿qué le pasaría al muñeco si el coche estuviera en un entorno sin gravedad, como la ISS?

Variaciones de los «Experimentos cotidianos» del DVD

Experimento 1

- A** Usa un patín de esquiar o un patín de ruedas en lugar de un monopatín.
- B** Corta el extremo del monopatín para que toda la superficie tenga el mismo nivel, y usa una esfera perfecta (por ejemplo, una pelota de tenis), en lugar de un objeto irregular. Observa qué diferencias se producen.



Experimento 2

Patinador que transporta un recipiente con agua.

- A** Pon también un trozo de manzana dentro del recipiente y observa cómo le afecta el movimiento.
- B** Fija un recipiente a un monopatín y empújalo. Asegúrate de que el recipiente no puede caerse; ¡observa el movimiento del líquido!

Actividades

- 1** Mira a tu alrededor y observa dónde está actuando la primera ley de Newton
- 2** Busca información sobre viajes espaciales y cohetes. ¿Funcionan a motor en todo momento?

Otros experimentos

- 1** Lanza una pelota de ping-pon en horizontal y luego intenta alterar su dirección soplando desde abajo. Comprueba lo difícil que es comparado con los intentos de Pedro en el espacio.
- 2** Crea pompas de jabón en un lugar al aire libre cuando la convección natural en el aire sea intensa. Intenta alterar la dirección de las burbujas soplándoles desde abajo. Repite esto mismo en un entorno cerrado. ¡Compara los resultados con el experimento que realiza Pedro en el espacio!

Preguntas avanzadas

- 1** Son ejemplos de fuerzas la fuerza gravitatoria (el peso debido a la gravedad terrestre); la magnética (o la fuerza debida al magnetismo), las fuerzas de contacto (como el contacto de un objeto con otro, como cuando un pie golpea un balón). ¿SE te ocurren otras fuerzas?
- 2** ¿Qué diferencia hay entre fuerza y energía?
- 3** ¿Sabías que la velocidad es un vector?
Pista: *Un vector siempre tiene dimensión y dirección.*
- 4** ¿Sabías que la relación entre fuerza y energía se puede representar mediante la fórmula $E = fd$?

Por último...

¡Idea tus propios experimentos cotidianos para demostrar la 1.ª ley de la dinámica de Newton!

LEYES DE LA DINÁMICA DE NEWTON

2ª LEY

La segunda ley de la dinámica de Newton dice que **existe una relación entre la fuerza, la masa y la aceleración de los objetos en movimiento. En otras palabras, la masa de un objeto repercute en cuánto se acelera cuando se ejerce sobre una fuerza.**

La segunda ley implica que si se aplica la misma fuerza en la misma dirección a objetos de distinta masa, el objeto con más masa se acelerará más despacio que el que tiene menos masa.



Corte del DVD

5' 57"



RECUERDA

- Masa no es igual a peso.
- La masa es la cantidad de materia que tiene un objeto. El peso, la percepción de lo pesado o ligero que es un objeto, se debe a la gravedad que actúa sobre el objeto. En un entorno de ingravidez como la ISS, la tripulación nota que no pesa nada, aunque su masa sigue siendo idéntica a la que tiene en la superficie de la Tierra.
- La segunda ley de la dinámica de Newton se puede complicar con el rozamiento. El rozamiento es la resistencia que oponen los objetos al desplazarse unos sobre otros, la cual los frena o los detiene por completo. Si el rozamiento no existiera seguirían moviéndose sin fin.
- Distintas superficies crean diferentes tipos de rozamiento. A bordo de la ISS el rozamiento no ejerce gran efecto, por eso se ve con más claridad cómo operan las leyes de la dinámica de Newton.
- Hasta el desplazamiento por el aire genera rozamiento.

EXPERIMENTOS DE LA VIDA COTIDIANA (COMO LOS DEL DVD)

- 1 Visita una piscina con una corriente uniforme. Pon cuatro personas a flotar juntas sobre un solo flotador de goma, y a una persona sola con un solo flotador. Suelta los flotadores y observa cuál se acelera más rápido.

Nota de seguridad: *no permitas la ejecución de este experimento sin supervisión y asegúrate de que todos los alumnos que participan en él saben nadar.*

- 2 Sobre una pista de hielo, aparta de a alguien que lleve puestos los patines y mide cuánta distancia recorre. Ahora dale una mochila con bastante peso a la persona que va en patines y vuelve a realizar el experimento. ¿Sabes a qué se debe la diferencia?
- 3 Busca tres esferas del mismo tamaño pero distintas masas (por ejemplo, una pelota de ping-pong y una bola de madera y otra de bronce de su mismo tamaño) y sopla contra ellas más o menos con la misma fuerza para que rueden por el suelo. Observa cuál se para antes.
- 4 Monta un par de imanes que se repelan sobre un par de monopatines. Observa cómo se separan ambos objetos por la acción de la fuerza magnética. Ahora repite el mismo pro-

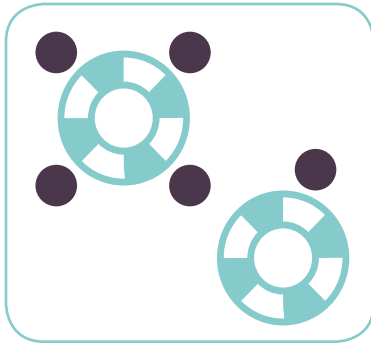


L2

X

cedimiento colocando sobre los monopatines objetos de diferentes masas. Observa qué monopatín experimenta un desplazamiento mayor.

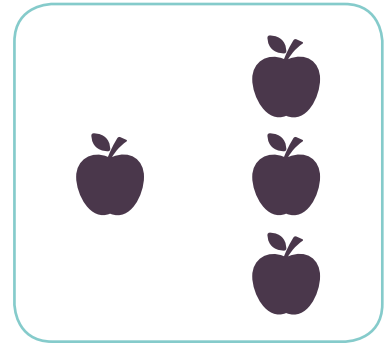
- 5 Deja caer un saco de manzanas y una sola manzana al mismo tiempo desde cierta altura y observa qué llega antes al suelo. ¿Llegarán al mismo tiempo? ¡Emite un pronóstico antes de realizar el experimento!
- 6 Deja caer dos trozos idénticos de papel desde la misma altura. Deja uno de los trozos tal como está y el otro arrúgalo para formar una bola con él. ¿Llegarán al suelo al mismo tiempo?



Experimento 1.



Experimento 3.



Experimento 5.

+

INDAGACIONES ADICIONALES

Preguntas para pensar

- 1 ¿Pesa lo mismo una persona en Marte y en la Tierra?
- 2 ¿Sabías que la única manera de alterar la masa de un objeto consiste en añadirle más o quitarle parte de la que tiene? ¿Cómo cambiarías la masa de una manzana?
- 3 ¿Qué relación existe entre conducir por una carretera mojada y las tres leyes de la dinámica de Newton?

Variaciones de los experimentos del DVD

Experimento 1

Prueba a realizar este experimento en una bañera con bolas de plástico. Une cinco entre sí y deja una suelta. ¿Hay alguna diferencia en los resultados?

Experimento 2

Rueda las bolas sobre distintas superficies (por ejemplo, un suelo de madera bien pulido, asfalto, tela).

¿Sabías que...

- A** La relación entre fuerza, masa y aceleración se puede expresar en términos matemáticos mediante la fórmula $F = ma$? (donde F representa la fuerza, m , la masa y a , la aceleración).
- B** La cantidad de resistencia al aire con la que se topa un objeto depende de su área de superficie? A mayor área de superficie, mayor resistencia, y más tiempo permanecerá en el aire el objeto. ¡Por eso el mismo trozo de papel cae más deprisa si se arruga en forma de bola!

Otros experimentos

- 1** Fija objetos de distinta masa a un par de monopatines iguales y hazlos rodar sobre una superficie lisa (un suelo con tarima de madera, por ejemplo). Observa cuál se para antes. Repite lo mismo sobre una superficie rugosa.
- 2** Deja caer pelotas de distintas clases (de tenis de mesa, de tenis, de baloncesto y de golf) desde la misma altura. Usa la segunda ley de Newton para predecir qué sucederá.

Preguntas avanzadas

- A** La relación entre masa y aceleración es inversamente proporcional; es decir, a mayor masa, menor aceleración. ¿Es también inversamente proporcional la relación entre fuerza y masa? ¿Y qué hay de la relación entre aceleración y fuerza?
- B** La fuerza de la gravedad siempre atrae o une los objetos entre sí. Un objeto más cercano ejerce más atracción sobre los demás, y un objeto más masivo también ejerce más atracción sobre los demás. Esta es la razón por la que un objeto con una masa diez veces mayor que la de otro será atraído por la Tierra con una fuerza diez veces mayor. La segunda ley de la dinámica de Newton establece que a mayor fuerza, más deprisa se acelerará un objeto. Pero cuanto mayor es la masa del objeto, más despacio se acelerará.

Por último...

¡Idea tus propios experimentos cotidianos para demostrar la 2.ª ley de la dinámica de Newton!

LEYES DE LA DINÁMICA DE NEWTON

3ª LEY



Corte del DVD

11' 11"



La tercera ley de la dinámica de Newton afirma que **para toda acción existe una reacción opuesta de la misma magnitud.**

Esto implica que cada vez que un objeto actúa sobre otro, él también recibe un efecto al mismo tiempo.

RECUERDA

- La reacción siempre se produce en la dirección opuesta a la acción. Si empujo un saco hacia arriba, él me empujará a mí hacia abajo.

X

EXPERIMENTOS DE LA VIDA COTIDIANA (COMO LOS DEL DVD)

- 1 Haz que dos personas con patines se empujen mutuamente para intentar desplazarse entre sí y observa lo que ocurre. Prueba a incorporar una tercera persona en patines a un lado de las otras dos y observa lo que sucede.
- 2 Haz que dos personas en patines se lancen una pelota entre sí varias veces. Observa la acción y la reacción.
- 3 Coloca a cuatro personas en patines en fila en un patio de manera que cada una de ellas le dé la espalda a la que tiene detrás. Cada una pondrá ambas manos sobre los hombros de la que tiene delante, pero sin empujar, simplemente tocándolos. Un quinto patinador se acercará a las otras cuatro personas por detrás a una velocidad constante con las manos preparadas para acoplarse a los hombros de la última persona de la fila. Anota los resultados a medida que esa persona se aproxima al grupo de cuatro.

¿SABÍAS QUE...



Qué es lo que nos mantiene sentados en una silla?

La gravedad nos empuja hacia la Tierra. Como reacción, nuestro cuerpo tira de la Tierra hacia arriba con la misma intensidad. Pero el contacto entre el cuerpo y la Tierra (la silla) hace que los objetos sólidos ejerzan fuerzas de resistencia a la penetración: nuestro cuerpo opone una fuerza hacia abajo contra el avance de la silla y, como reacción, la silla opone una fuerza hacia arriba contra el avance del cuerpo. La fuerza ejercida por la silla hacia arriba equilibra exactamente la atracción gravitatoria hacia abajo y por eso podemos permanecer sentados.

Nota de seguridad: *La disposición que mantienen las cuatro personas en fila se conoce como el «péndulo de Newton».*

La persona que rueda suelta establece contacto con la situada al final de la fila. Esta tiende a moverse, pero no consigue desplazarse mucho porque las otras de la fila se interponen en su camino. La fuerza de este movimiento desplaza entonces a la persona que sigue a la última de la fila, después a la siguiente, hasta que al final de la cadena ya no queda ninguna persona más que bloquee el paso, de modo que la quinta persona sí consigue moverse sin que nada se lo impida.

- 4 Monta un péndulo de Newton (mira arriba) con cinco bolas de billar sobre una mesa de billar. Golpea la bola blanca contra la cadena y observa el movimiento a través de la hilera de bolas.

Como alternativa, usa dos bolas en lugar de una para golpear la cadena.

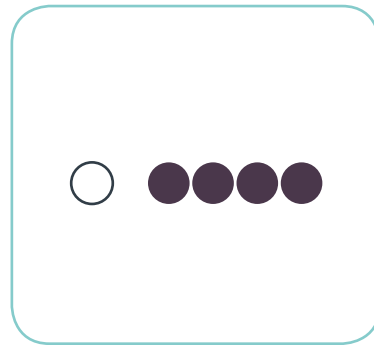
Nota de seguridad: *Para el resultado de este experimento ser crucial, por supuesto, la manera en que se golpee la bola blanca.*



Experimento 1.



Experimento 3.



Experimento 4.

EXPERIMENTOS DE LA VIDA COTIDIANA (COMO LOS DEL DVD)

Preguntas para pensar

- 1 ¿Se te ocurre alguna actividad de la vida cotidiana que implique una acción y una reacción?
- 2 ¿Se te ocurren otros ejemplos de péndulos de Newton o posibles usos prácticos de ellos?
- 3 Si un coche choca contra un muro, ¿qué objeto produce la acción y cuál la reacción?

L3



Variaciones de los «Experimentos cotidianos» del DVD

Experimento 3

¡Intenta crear un péndulo de Newton sobre una pista de hielo con varias personas que lleven puestos patines! O intenta construir un péndulo de Newton en tu clase con los materiales disponibles.

Otros experimentos

- 1 Realiza acciones tales como golpear una pelota de tenis con una raqueta, darle una patada a un balón de fútbol, jugar al billar, bailar hip-hop, o levantar una bolsa de la compra muy pesada. Pregúntate qué objetos actúan y cuáles reaccionan. Ahora cambia el peso de los objetos (por ejemplo, golpea un balón de fútbol con una raqueta de tenis, dale una patada a una pelota de tenis, juega al billar con canicas, ponte peso en los pies para bailar, levanta bolsas de la compra más ligeras) y ¡observa los resultados!
- 2 Coloca una plancha flotante o un pequeño bote en una piscina con una corriente uniforme. Pon un objeto sobre la plataforma y observa cómo reacciona.
- 3 Infla un globo y suéltalo. Explica qué ocurre.

Por último...

¡Idea tus propios experimentos cotidianos para demostrar la 3.ª ley de la dinámica de Newton!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Estudios avanzados

PONTE EN ÓRBITA

La fuerza de la gravedad actúa en toda la Tierra. Si subes hasta el último piso del rascacielos más alto del mundo y sueltas un monopatín desde ahí... caerá. Pero el influjo de la gravedad llega más allá de ese lugar incluso. Imagina que en lugar de limitarte a dejar caer el monopatín, lo lanzas. La fuerza del proyectil que lanzas hará que el monopatín viaje en horizontal de acuerdo con la primera ley de Newton. Sin embargo, al mismo tiempo la gravedad también actuará sobre el monopatín y lo acelerará hacia la Tierra.

Imagina ahora que imprimes más fuerza al monopatín con un lanzador de misiles, por ejemplo. La fuerza de la gravedad seguirá ejerciendo sus efectos, pero el monopatín tardará más tiempo en llegar al suelo porque a una distancia larga, la curvatura de la Tierra es considerable. Al final, si consigues lanzar el monopatín con la velocidad justa, usando, por ejemplo, un motor, entonces la curvatura de su caída será similar a la de la Tierra y el monopatín le dará toda la vuelta a la Tierra, así que se pondrá en órbita alrededor de ella. Como es natural, en la práctica nunca conseguirías situar un monopatín en órbita alrededor de la Tierra... ¡a menos que lo subieras a bordo de la ISS!

EJEMPLOS

- A Lanza una pelota de ping-pong directamente contra una mesa. Caerá de la misma manera que el monopatín del ejemplo anterior. La fuerza que aplicas sobre ella la desplaza en horizontal y la gravedad la acelera en vertical.
- B Observa las fuentes y la forma del agua al caer. La fuerza del chorro empuja el agua hacia arriba y/o hacia fuera mientras que la gravedad impulsa el agua hacia abajo. ¡Adopta la forma de un arco!

FUERZA CENTRÍPETA

Todos los objetos que viajan con un movimiento circular, como la ISS cuando está en órbita, experimentan una fuerza centrípeta, lo que significa que son empujados «hacia el centro». En el caso de la ISS, la gravedad ejerce sobre ella un empuje centrípeto hacia el centro de la Tierra (pero la velocidad de la ISS es tan elevada que la curvatura de su caída es similar a la curvatura de la superficie terrestre, de modo que se mantiene en órbita). La fuerza centrípeta es lo que nos mantiene dentro de una noria o de una montaña rusa. Normalmente nos preguntamos por qué no nos caemos de la noria cuando alcanzamos la parte más alta, pero tal vez fuera más riguroso plantearse por qué la cabina no sigue viajando hacia arriba.

EXPERIMENTACIÓN

- A Busca un cubo y llénalo de agua hasta dos tercios de su capacidad. Ponle una cuerda. Empieza a girar el cubo formando un círculo. Observa el comportamiento del agua.

Pregunta para pensar: *¿Qué impide que el agua caiga?*

Respuesta: *El cubo lleva una aceleración constante porque cambia de dirección siguiendo un movimiento circular. Sin embargo, es evidente que el agua no está unida a la cuerda y, por tanto, debería tender a seguir viajando en línea recta, pero el movimiento circular del cubo la obliga a cambiar de dirección.*

- B ¿Cómo actúa la fuerza centrípeta al practicar patinaje sobre hielo o *break dance*?
- C Busca dos sillas giratorias, sienta un estudiante en cada una de ellas y únelas entre sí con una tabla. Haz girar las sillas. Prueba a lanzar una pelota y observa qué sucede con su trayectoria.

Información adicional

NEWTON EN EL ESPACIO

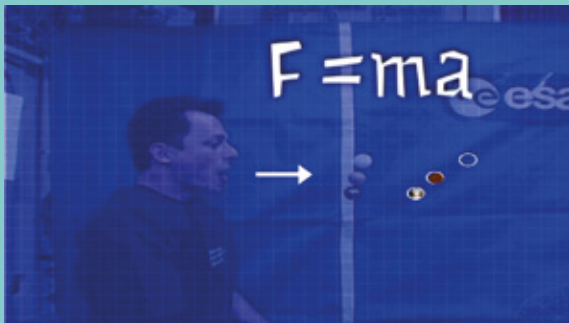
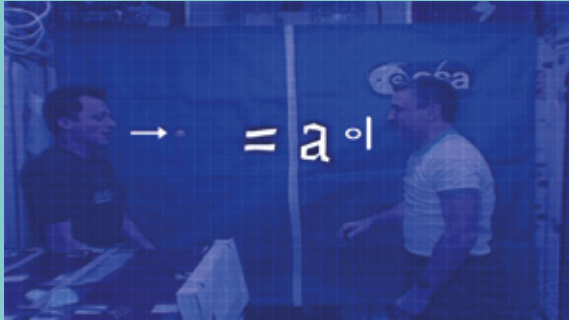
LAS TRES LEYES DE LA DINÁMICA DE NEWTON

Sir Isaac Newton (1642-1727) es uno de los padres fundadores de la física clásica. De hecho, la física clásica se denomina con frecuencia física newtoniana en su honor, y hasta el momento presente todas las fuerzas se miden en una unidad llamada newton (N). Las tres leyes de la dinámica de Newton explican los fundamentos de la mecánica (el movimiento de los objetos animados e inanimados). Sin estas leyes no habríamos podido inventar los coches, las máquinas de vapor ni, por supuesto, la ISS. Sin embargo, las tres leyes de la dinámica de Newton no solo se aplican a la tecnología: también nos ayudan a comprender algunos fundamentos de la propia vida.

Las tres leyes de la dinámica de Newton por qué los objetos no se mueven a menos que sobre ellos actúe una fuerza (antes se creía que todos los objetos portaban un movimiento intrínseco en sí mismos). También explican por qué los objetos con más masa se mueven más despacio que los que tienen menos masa al someterlos a la misma fuerza, y por qué un objeto no puede actuar sobre otro sin recibir otra acción como respuesta.

LA ISS COMO ENTORNO DE EXPERIMENTACIÓN

La ISS constituye un entorno único para comprobar las tres leyes de la dinámica de Newton y otros fenómenos científicos. Esto es así porque tanto la nave como todo lo que porta en su interior se encuentran en caída constante hacia la Tierra debido al tirón de la gravedad. En realidad, la tripulación a bordo de la ISS no nota ningún empuje en ninguna dirección, ni ve «caer» ningún objeto porque ¡todo está cayendo al mismo tiempo! Entonces se dice que la tripulación (y el resto de los objetos que hay a bordo) están en un entorno de «ingravidez». En un entorno de ingravidez como la ISS



resulta mucho más sencillo comprobar los efectos de las fuerzas aplicadas a objetos que en la superficie de la Tierra.

EXPERIMENTOS QUE APARECEN EN ESTE DVD

Los experimentos que aparecen en este DVD pretenden ser simplemente eso: demostraciones visuales claras que ilustren de manera inmediata y fácil de recordar cómo operan en la Tierra y en el espacio las tres leyes de la dinámica de Newton. El objetivo no es reproducir los experimentos de laboratorio cuantitativos y medibles que aparecen en numerosos libros de texto escolares, sino aportar una manera interesante y novedosa de ilustrar los conceptos físicos básicos. Asimismo se utilizan aplicaciones sencillas de las tres leyes de la dinámica de Newton (como un cinturón de seguridad) para mostrar su relevancia en la vida cotidiana.

En este tema en DVD aparecen el astronauta español Pedro Duque y el cosmonauta ruso Alexander Kaleri realizando experimentos relacionados con las tres leyes de la dinámica de Newton durante la misión «Cervantes» a bordo de la ISS en octubre de 2003. Asimismo aparece el exastronauta francés de la ESA Claudie Haigneré, actual Ministro de Asuntos Europeos en Francia, y los astronautas de la ESA Umberto Guidoni y Frank De Winne durante las misiones que realizaron a bordo de la ISS en 2001 y 2003 respectivamente.

Los centros educativos elegidos para aparecer en este tema en DVD son: Colaiste Dhulaigh, Dublín (Irlanda), IES Pompeu Fabra, Barcelona (España) y Albert-Schweitzer-Gymnasium, Erlangen (Alemania). Tal como se ve en este tema en DVD, la capacidad innovadora y el interés de estos estudiantes evidencian que los buenos científicos no siempre llevan puesta una bata blanca! ●

Datos relevantes

NEWTON EN EL ESPACIO

1.ª LEY : TODO OBJETO EN UN ESTADO DE MOVIMIENTO UNIFORME TIENDE A PERMANECER EN UN ESTADO DE MOVIMIENTO A MENOS QUE SE LE APLIQUE UNA FUERZA EXTERNA.

Glosario

Velocidad: el estado en movimiento de un objeto; tanto su celeridad como su dirección.

Aceleración: el ritmo al que cambia la velocidad de un objeto.

Fuerza: aquello que causa la aceleración al actuar sobre los objetos.

Inercia: la tendencia de un objeto en reposo (o en movimiento uniforme) a permanecer en reposo (o en movimiento uniforme) a menos que sobre él actúe una fuerza.

2.ª LEY: EXISTE UNA RELACIÓN ENTRE LA FUERZA, LA MASA Y LA ACELERACIÓN DE LOS OBJETOS EN MOVIMIENTO. LA FÓRMULA QUE EXPRESA ESTA RELACIÓN ES: **$F = MA$** .

Glosario

Masa: la cantidad de materia contenida en un objeto. Una pelota de bronce, por ejemplo, contiene más materia que una pelota de ping-pong del mismo tamaño.

Peso: la fuerza que produce un objeto debido a la gravedad. En un entorno de ingravidez nos parece que no pesamos nada aunque sigamos teniendo la misma masa que en la superficie de la Tierra.

Rozamiento: la resistencia que se produce entre un objeto y la superficie sobre la que se desplaza. Cuanto más lisa sea la superficie, menor será el rozamiento.

Resistencia del aire: la resistencia que se produce entre un objeto y el aire por el que se mueve. Cuanta mayor sea el área de superficie del objeto, mayor será la resistencia del aire y más se frenará el objeto.

3.ª LEY: PARA TODA ACCIÓN EXISTE UNA REACCIÓN OPUESTA DE LA MISMA MAGNITUD.

Glosario

Acción: la manera en que un objeto actúa sobre otro.

Reacción: la manera en que responde el objeto afectado por la acción del otro causando a su vez una acción sobre el primer objeto.

APARTADO DE ESTUDIOS AVANZADOS.

Glosario

Órbita: el recorrido de un objeto con una velocidad tal que su curvatura de caída es similar, en promedio, a la curvatura de la superficie terrestre, por lo que se moverá dando vueltas alrededor de la Tierra.

Fuerza centrípeta: el efecto que empuja hacia el centro implica que el objeto se encuentra en aceleración constante.

Formulario

Tu opinión es importante para nosotros. Con este formulario confiamos en atender mejor a la comunidad educativa de toda Europa mediante el desarrollo de una serie de bloques educativos en DVD que faciliten la labor de la enseñanza y acerquen el trabajo de la ESA al alumnado. Por favor, dedica unos instantes a responder estas preguntas y envía el formulario de vuelta a la dirección que figura al final de esta página.

NOMBRE DEL CENTRO EDUCATIVO		DOCENTE ENCARGADO	
DIRECCIÓN DEL CENTRO			CIUDAD
CÓDIGO POSTAL	PAÍS	TELÉFONO	
E-MAIL CENTRO		WEB	
E-MAIL DOCENTE			

FORMULARIO DE VALORACIÓN

	12-14	14-16	16-18
1. Cuál es la edad aproximada del curso que acaba de ver este DVD?			
2. Cuál es el porcentaje de género de la clase	Mayoría de niñas	50/50	Mayoría de niños
3. ¿Te resultó útil este bloque educativo en DVD?	No	Un poco	Mucho
4. ¿Te parece que los contenidos educativos se presentan de un modo claro y atractivo?		No	Sí
5. ¿Con qué finalidad principal has usado el bloque educativo en DVD?	Introducción	Revisión	Ambas
6. ¿Cómo abordaste los contenidos?		Por apartados	Todos de una vez
7. ¿Encontró el alumnado interesantes las imágenes de la ISS?	No	Un poco	Mucho
8. ¿Usarías el bloque educativo en DVD con otras clases en el futuro?	No	Sí	Tal vez
9. ¿Estaría tu centro educativo dispuesto a participar en proyectos educativos futuros de la ESA?		No	Sí
10. ¿Idearon tus alumnos sus propios experimentos cotidianos para comprobar las leyes de Newton?		No	Sí
11. ¿Cubrieron tus necesidades las opciones de idiomas disponibles en este DVD?	No	Un poco	Mucho
12. ¿Te resultó el DVD fácil de usar?	No	Un poco	Mucho
13. ¿Qué otros temas te gustaría que abordara la ESA en futuros bloques educativos en DVD para aprovechar las condiciones únicas de la ISS?			
14. ¿Qué te gustaría encontrar en el próximo bloque educativo de la ESA?			
15. ¿Otros comentarios?			



Referencias digitales



MISSION 1: NEWTON IN SPACE (ESPAÑOL)

https://esamultimedia.esa.int/multimedia/ESA_project_zero_gravity/ESA1_esp.mp4

MISSION 1: NEWTON IN SPACE (INGLÉS)

https://esamultimedia.esa.int/multimedia/ESA_project_zero_gravity/ESA1_eng.mp4

LAS TRES LEYES DE LA DINÁMICA DE NEWTON

<http://www.physics.org/>

<http://www.physconcepts.co.uk/>

<http://www.howstuffworks.com/>

WEBS DE LA ESA

www.esa.int

www.esa.int/education

[Human Spaceflight;](http://www.esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight)

http://www.esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/International_Space_Station/Europe_s_partners

http://www.esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/International_Space_Station/International_Space_Station_European_elements

http://www.esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/International_Space_Station/Building_the_International_Space_Station3

<http://www.esa.int/export/esaHS/astronauts.html>

https://www.esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/International_Space_Station

¿DÓNDE ESTÁ LA ISS?

http://www.esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/International_Space_Station/Where_is_the_International_Space_Station

https://www.esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/International_Space_Station/See_the_ISS_from_your_home_town

www.spaceflight.nasa.gov/realdata/tracking/index.html

www.spaceflight.nasa.gov/realdata/sightings/index.html

LA MISIÓN “CERVANTES”

http://www.esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/Cervantes_Mission

http://www.esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/Cervantes_Mission/Meet_Pedro_Duque

http://www.esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/Cervantes_Mission/Alexander_Yurievich_Kaleri



MÁS SOBRE LAS ÓRBITAS

www.esa.int/export/esaCP/ESA104MBAMC_FeatureWeek_0.html;

www.esa.int/export/esaLA/ASEHQOI4HNC_launchers_0.html;

<https://spaceplace.nasa.gov/how-orbits-work/sp/> Shoot a cannon ball into orbit (NASA);

LANZAMIENTOS

https://www.esa.int/Our_Activities/Space_Transportation/Launch_vehicles/Europe_s_launchers

http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Transportation

INGRAVIDEZ

<https://www.nasa.gov/audience/foreducators/microgravity/home/index.html>

www.spaceflight.esa.int/users/materials

Bibliografía

H. Bakalian, C. A. Caputo, E. M. Eiger et al. (eds.), *Exploring the Universe*, Prentice Hall, New Jersey 1993. ISBN 0-13-977331-2

P. E. Blackwood, J. A. Boeschen, A. A. Carin et al., *HBJ SCIENCE*, Harcourt Brace Jovanovich, in assoc with the Science Museum, Orlando 1985. ISBN 0-15-365494-5

Bloomfield, L. A. (1997) *How Things Work The Physics of Everyday Life*, New York, John Wiley & Sons Inc. ISBN 0-47-116517-4

K. Bradshaw, M. Crowley, C. Jenner et al. (eds.), *SCIENCE*, Dorling Kindersley, Verona 2002. ISBN 0-7513 39814

G. Caprara and G. Reibaldi, *SPAZIO Base Europa - Come Utilizzare Per La Terra La Stazione Spaziale Internazionale*, Istituto Geografico DeAGOSTINI S.p.A., In collaborazione con European Space Agency, Novara 2001. ISBN 88-415-9545-0 (Italian ed.).

G. Caprara and G. Reibaldi, *SPACE Base Europe - How the International Space Station is used to improve Life on Earth*, ESA, Noordwijk 2002. ISBN 92-9092-583-3

H. Cooper and N. Henbest, *Damm's store bok om universet - spennende oppgaver og forsøk som avslører universets hemmeligheter*, N.W. Damm & Søn A.S. 1995. ISBN 82-517-8045-4

M. J. Dyson, *Space Station Science - life in free fall*, Scholastic, New York 1999. ISBN 0-590-05889-

4 Gibbs, K. (1999) *The Resourceful Physics Teacher; 600 Ideas for Creative Teaching*, Bristol, Institute of Physics Publishing. ISBN 0-75-030581-9

Jargodski, C. P. and Potter. F. (2000) *Mad about Physics, Braintwisters, paradoxes and Curiosities*. New York, John Wiley & Sons Inc. ISBN 0-47-156961-5B.

Thode and T. Thode (Ed./Project Director: Valesy, Brigitte G.) *"Microgravity: Earth and Space- An Educator's Guide with Activities in Technology, Science, and Mathematics Education"*, produced by the International Technology Education Association under NASA Grant NAG8- 1546.



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.

Ingeniería de Astronaves

COLECCIÓN
NAVES ESPACIALES EN ÓRBITA

Incluye, entre otros:

La aleación perfecta
Lanzamiento de cohetes
Newton en el espacio
Orion. Fly me to the Moon (ESA Publication)

1ª edición, Abril 2020

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



IA-SB-03