



**PLANET
CHANGE**

Peligros espaciales: Desechos espaciales

Manual del profesor
ECF nivel 2



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Planet change is the short name of an EU Erasmus+ project aimed at VET teachers and their students. With small activities, the idea is to create awareness about sustainability and acquire 21st century skills. All this is done in a technical context, mostly from space technology.

www.planetchange.eu



<https://www.planetchange.eu>

Contenido:

1. Información general	4
Tema	4
Actividad	4
2. Introducción.....	5
Descripción de la actividad	8
Parte 1: La ayuda de los satélites desde el espacio (15 minutos)	8
Parte 2: Núcleo central de la tarea propiamente dicha (25 minutos).....	8
Parte 3: Reflexión y próximos pasos (20 minutos)	8
Parte 4 (opcional): Un futuro posible en el sector espacial.....	8
Parte 5 (opcional): Excursión	9
3. Anexos	10
Información general	10
Información para los profesores.....	11



<https://www.planetchange.eu>

1. Información general

Grupo destinatario, edad: 16-18 años.

Nivel del Marco Europeo de Cualificaciones: 2

Duración: 60 minutos

Materiales: Ordenadores con conexión a Internet, hojas de trabajo, pizarra.

Software: Cualquier navegador y el sitio web: <https://sky.rogue.space>

Preparación del profesor: Conocimientos básicos del software <https://sky.rogue.space>; se recomienda a los profesores que completen la hoja de trabajo adjunta "Exploración de la contaminación espacial" como parte de la preparación de sus clases

Tema

Tema: Peligro espacial

Palabras clave: Basura espacial, efecto Kessler, satélite, limpieza del espacio, competencias del siglo XXI

Actividad

Objetivos:

El alumno obtendrá mejores conocimientos y formación sobre:

1. El problema de la basura espacial
 - a. ¿Qué implica este problema?
 - b. ¿Por qué es un problema la basura espacial?
2. ¿Qué ocurre cuando chocan desechos espaciales?
 - a. La colisión de 2009 entre Iridium 33 y COSMOS 2251
 - b. El efecto Kessler
3. Formación en competencias del siglo XXI:
 - a. Alfabetización mediática
 - b. Alfabetización informacional
 - c. Pensamiento crítico
 - d. Colaboración
 - e. Resumen de la comunicación

Durante esta lección, los alumnos debatirán sobre los tipos de basura espacial y conocerán el alcance de la contaminación mediante una herramienta que muestra la cartografía de los objetos espaciales actuales. Observando los desechos y anotando los datos, se formarán una comprensión básica de los peligros. Esta comprensión se utiliza para investigar lo que ocurre cuando dos trozos de basura chocan entre sí. Los alumnos estudiarán los peligros de la basura espacial y lo que podría ocurrir si no se hace nada para evitar la contaminación resultante. A continuación, los



<https://www.planetchange.eu>

alumnos debaten y evalúan lo que se está haciendo actualmente para prevenir y limpiar la basura y recomiendan soluciones. Como último paso, los alumnos estudian las recomendaciones de los legisladores para evitar el aumento de la basura espacial en los próximos años.

2. Introducción

Durante sus misiones, los satélites nos ayudan a comprender lo que ocurre en la Tierra. Podemos determinar nuestra ubicación con la ayuda de los satélites GPS, hacer transferencias bancarias gracias a la sincronización precisa de los satélites y controlar los patrones de viento desde arriba con los datos que proporcionan.

¿Qué le ocurre a un satélite que órbita alrededor de la Tierra cuando deja de funcionar? Si el satélite está lo suficientemente cerca del planeta, puede caer de nuevo a la Tierra en un plazo de 5 a 10 años tras sus últimos momentos. Si el satélite está más lejos, permanecerá en órbita y alcanzar la atmósfera terrestre podría llevar siglos.

Desde el lanzamiento del primer satélite, el Sputnik, en 1957, se han puesto en órbita más de 56.000 objetos rastreados. En noviembre de 2022, unos 36.500 objetos de más de 10 cm permanecen en el espacio, de los cuales una pequeña fracción de 6.800 satélites sigue operativa. Los objetos son vigilados por sensores en la Tierra y en el espacio. Sin embargo, no todos los objetos pueden rastrearse y catalogarse, en algunos casos porque son demasiado pequeños para detectarlos. Según la estimación de la Agencia Espacial Europea (ESA) de objetos de basura espacial, hay:

- 36.500 objetos de más de 10 cm.
- 1.000.000 de objetos mayores de 1 cm.
- Más de 130 millones de objetos mayores de 1 mm.

El origen de los objetos difiere. Una parte significativa de los desechos procede de satélites y partes desechadas de cohetes. En diciembre de 2020, las Naciones Unidas indicaron que alrededor del 14% de toda la basura espacial es de origen desconocido.

Peligros de la basura espacial

Los trozos de basura podrían ser muy peligrosos para la tecnología operativa en órbita alrededor de la Tierra. Estos trozos viajan a velocidades de unos 7 km/s, lo que significa que un trozo de basura espacial podría atravesar 70 campos de fútbol en un segundo. Si un trozo de basura espacial colisiona con otro objeto a esta velocidad, podría causar daños importantes. Una colisión con un objeto de 10 cm podría hacer añicos un satélite o un trozo de 1 cm podría penetrar los escudos de la ISS. Un ejemplo es el impacto de un trozo de desecho de tamaño milimétrico que colisionó con el satélite Sentinel 1A y creó una zona dañada de unos 40 cm de tamaño (véase más abajo).



<https://www.planetchange.eu>

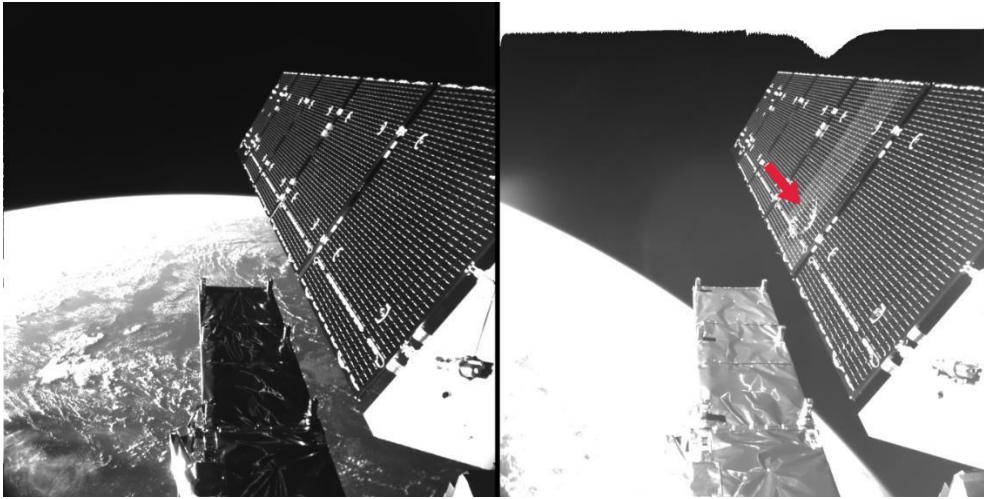


Figura 1: Antes y después del impacto de un objeto de 1 mm de tamaño en Sentinel-1 (Fuente: ESA)

El efecto Kessler

Si un trozo de escombros es lo suficientemente grande o rápido, puede hacer añicos otros trozos de escombros. Cuando chocan, se fragmentan en trozos más pequeños. Estos trozos más pequeños también pueden colisionar con nuevos objetos espaciales y hacerse añicos.

Tras varias colisiones, habrá más restos que antes de la primera. A continuación, más restos ocuparán el mismo espacio.

Cuando el número de objetos de objetos aumenta en la misma cantidad de espacio, hay más posibilidades de que las piezas choquen entre sí.

Para ilustrar este punto, imaginemos un tramo de autopista. En una mañana tranquila, dos coches chocan en la autopista. Como no hay más coches en la autopista que los dos que chocan, sólo hay una colisión.

Esta situación es diferente cuando dos coches chocan en un atasco. Durante el atasco, hay más coches ocupando el mismo espacio. Después de que los dos coches colisionen, pueden volver a colisionar con los coches cercanos. Provocan una reacción en cadena.

Esta reacción en cadena de colisiones también es posible con la basura espacial. Cuando el número de colisiones aumenta y se forma más basura espacial, lo llamamos efecto Kessler.

Con el tiempo, si las colisiones continúan, el efecto Kessler será tan grave que los desechos espaciales cubrirán toda la Tierra y será casi imposible salir de ella.

Limpiar el espacio que rodea la Tierra

Por suerte, hay esfuerzos para mitigar este escenario. Investigadores de todo el mundo trabajan para reducir la cantidad de basura espacial en órbita alrededor de la Tierra.

Uno de estos esfuerzos es la reentrada en la atmósfera terrestre. Un reingreso controlado consiste en que un equipo de científicos maniobra el satélite hasta una posición específica y lo ayuda a caer en la atmósfera. Desde esa posición, el satélite alcanzará la atmósfera y comenzará a arder. Los trozos que no se hayan quemado caerán en un



<https://www.planetchange.eu>

lugar seguro, como una gran zona abandonada en el mar. Desde la Tierra, un satélite que alcanza la atmósfera terrestre parece una estrella fugaz



Figura 2: Reentrada y combustión del satélite ATV Jules Verne en la atmósfera terrestre. 12 minutos después de entrar en la atmósfera, los fragmentos de escombros restantes cayeron en el Océano Pacífico (fuente: ESA/NASA). El combustible es una parte importante del ciclo de vida de un satélite. Le ayuda a maniobrar para mantenerse a la altitud correcta y puede ayudarle a evitar otros satélites en caso necesario. Para prolongar su vida en el espacio, necesita más combustible. En la actualidad se están realizando esfuerzos para repostar los satélites y mantenerlos en el espacio durante más tiempo del inicialmente previsto.

Pero el combustible también puede ser peligroso y provocar explosiones. Si el combustible explota, el satélite puede romperse en cientos de pedazos y dañar otros objetos en el espacio. Por eso también se intenta eliminar el combustible inestable del satélite, para que no cause más daños.

También hay otros esfuerzos para evitar más basura espacial que se centran más en el proceso de diseño y su vida útil.

Los diseñadores intentan tener en cuenta el final del ciclo de vida. Para ello, planifican cómo deshacerse del satélite de forma sostenible. Por ejemplo, si quieren que el satélite se quemara completamente al entrar en la atmósfera, utilizarán materiales que lo garanticen.

Durante su vida útil, el satélite es vigilado por sensores situados en la Tierra y en el espacio. Sin embargo, estos sensores no son capaces de detectarlo todo, simplemente porque los objetos que detectan están muy lejos. Si se colocan más sensores en el espacio capaces de detectar escombros, los satélites pueden desplazarse para evitar una colisión con los escombros.



<https://www.planetchange.eu>

Descripción de la actividad.

Parte 1: La ayuda de los satélites desde el espacio (15 minutos)

El profesor comienza la lección planteando la pregunta a los alumnos: "¿Hay residuos en el espacio? Si es así, ¿qué tipo de residuos?". La clase elabora una red de palabras con objetos que podrían considerarse residuos espaciales (por ejemplo, satélites inactivos, partes desechadas de cohetes, residuos relacionados con misiones como cámaras o cables).

La clase analiza los tipos de basura espacial.

Para la siguiente tarea, los alumnos necesitan un ordenador portátil. Observan los objetos que rodean la Tierra en <https://sky.rogue.space> y responden a las preguntas de la ficha de trabajo.

Parte 2: Núcleo central de la tarea propiamente dicha (25 minutos)

El profesor pregunta a los alumnos sobre sus respuestas a la última pregunta "*¿Crees que el número de piezas de basura espacial aumentará con el paso de los años? ¿Por qué o por qué no?*"

Tras un debate, los alumnos forman **grupos de dos** e investigan la colisión de 2009 entre el Iridium 33 y el Cosmos 2251. Buscan en internet información sobre la colisión y debaten las siguientes preguntas:

- *¿Cuántos restos se registraron? ○ ¿Cuánto pesaban ambos satélites?*
- *¿Qué efecto pudo tener su masa en la colisión?*
- *¿Qué crees que ocurre si uno de los restos choca con otro satélite? Pista: mira la velocidad de uno de los trozos en*

La clase debate la última pregunta: "*¿Qué crees que pasaría si uno de los restos chocara con otro satélite? Pista: mira la velocidad de uno de los trozos en <https://sky.rogue.space>*". Después, la clase discute los peligros de la basura espacial y el escenario del efecto Kessler.

Parte 3: Reflexión y próximos pasos (20 minutos)

Los alumnos ven el vídeo sobre la reentrada de Eolo en la atmósfera terrestre y responden a las preguntas de la ficha.

Cuando hayan respondido a las preguntas de la ficha, comentarán sus respuestas con el alumno sentado a su lado explicándole qué métodos han elegido y por qué.

Vuelven a evaluar sus respuestas y las ponen en común en un debate en clase.

Parte 4 (opcional): Un futuro posible en el sector espacial

Las agencias espaciales de todo el mundo utilizan telescopios, radares y láseres para rastrear objetos en el espacio. Sólo en Europa hay más de 50 sistemas capaces de rastrear basura espacial. Uno de estos sistemas es el radar TIRA, cerca de Bonn (Alemania). Este radar puede detectar objetos del tamaño de una moneda de 1 euro a 1.000



<https://www.planetchange.eu>

kilómetros de distancia en la LEO. Su capacidad para detectar estos objetos se debe a sus precisos sensores de radar. Los sensores del radar pueden detectar la velocidad de un objeto y la distancia entre dicho objeto y la posición del propio radar. La tecnología de radar tiene muchas aplicaciones. Los pilotos la utilizan para detectar obstáculos; los barcos, para detectar otros barcos; los policías, para detectar la velocidad de los conductores que se cruzan; e incluso se utiliza para predecir el tiempo.

También puede utilizarse otra tecnología para detectar objetos a gran distancia. La Estación Óptica Terrestre del Observatorio del Teide en Izaña, Tenerife, utiliza una cámara óptica para detectar objetos en el GEO. Con un diámetro de 1 metro, la lente puede detectar objetos de 10 cm de diámetro a 36.000 km de distancia.

Parte 5 (opcional): Excursión

Es posible visitar tanto el telescopio radar TIRA como la Estación Óptica Terrestre. Estos dos telescopios son los que más se centran en la basura espacial, pero también es posible visitar otros telescopios. Aparte de Alemania y las Islas Canarias, también hay varios telescopios en la España peninsular, Bélgica, Alemania, Francia, Italia, Suiza y el Reino Unido. Aunque estos telescopios tienen otras misiones aparte del seguimiento de la basura espacial, una visita permite comprender qué se necesita para que estos telescopios funcionen y cómo lo hacen.



<https://www.planetchange.eu>

3. Anexos

Información general

Proyecto Espacio Limpio

Uno de los esfuerzos para reducir la basura espacial es el proyecto Clean Space. Este proyecto pretende reducir la basura espacial de tres maneras.

El primer método consiste en diseñar misiones espaciales que sean sostenibles desde el punto de vista medioambiental. El satélite se controla desde su diseño hasta su eliminación y se analiza en función de sus emisiones, los recursos utilizados y su impacto en la salud y el medio ambiente. El impacto negativo se evaluará y reducirá en cada etapa entre el diseño de un satélite y su eliminación sin aumentar el impacto de otras etapas. Más información en: https://www.esa.int/Space_Safety/Clean_Space/ecodesign

El segundo método consiste en reducir la creación de más basura espacial evitando que el satélite se rompa. Una solución podría ser que un satélite pueda abastecer de combustible, reparar y empujar a otro satélite. En 2018, se propuso la misión del satélite reparador para el proyecto Clean Space. El satélite propuesto podría capturar el otro satélite y proporcionar reparaciones o incluso empujar el satélite defectuoso fuera de órbita para su reentrada en la atmósfera si no es reparable. Este satélite también podría tomar el combustible del satélite averiado para evitar que el contenedor reviente y genere más desechos. Más información en: https://www.esa.int/Space_Safety/Clean_Space/cleansat

El tercer método se centra en la retirada activa de la basura espacial, lo que tiene mucho en común con el segundo método. Sin embargo, este tercer método no se centra en mantener en órbita los desechos afectados, sino en eliminarlos activamente. Uno de los métodos propuestos consiste en empujar los desechos fuera de órbita, ya sea hacia la atmósfera terrestre o hacia la llamada órbita cementerio, donde los desechos espaciales se recogerían de forma segura lejos de los sistemas en funcionamiento. En 2025 se lanzará un sistema capaz de capturar diversos objetos y ponerlos fuera de órbita de forma segura. Este satélite puede capturar objetos con una garra gigante, pero también son posibles otros métodos para capturar desechos. Otros métodos propuestos son el uso de una gran red, un arpón y un brazo robótico. Más información en: https://www.esa.int/Space_Safety/Clean_Space/in_orbit_servicing_active_debris_removal

https://www.esa.int/Space_Safety/Clean_Space/ESA_commissions_world_s_first_space_debris_removal

Recomendaciones para minimizar la basura espacial:

En 2010, un comité asesor de las Naciones Unidas publicó siete directrices para minimizar la basura espacial y las perturbaciones causadas por ella. Estas recomendaciones son:

1. Limitar los residuos liberados durante las operaciones normales
2. Minimizar el potencial de ruptura durante las fases operativas
3. Limitar la probabilidad de colisión accidental en órbita
4. Evitar la destrucción intencionada y otras actividades perjudiciales
5. Minimizar el potencial de ruptura tras la misión como consecuencia de la energía almacenada.



<https://www.planetchange.eu>

6. Limitar la presencia a largo plazo de naves espaciales y etapas orbitales de vehículos de lanzamiento en la región de la órbita terrestre baja una vez finalizada su misión.
7. Limitar la interferencia a largo plazo de las naves espaciales y las etapas orbitales de los vehículos de lanzamiento con la región de la órbita terrestre geosíncrona una vez finalizada su misión Enlaces útiles:

Número actual de desechos espaciales:

https://www.esa.int/Space_Safety/Space_Debris/Space_debris_by_the_numbers

Información para los profesores

Para facilitar el debate, se recomienda colocar las mesas de la clase en forma de "U". En esta formación, los alumnos podrán mirarse unos a otros durante las discusiones que tengan lugar durante la actividad y reaccionar más fácilmente a los comentarios que se hagan.

El debate final puede hacerse en forma de discurso de ascensor. Pida a los alumnos que presenten su solución y expliquen por qué la han elegido en 1 o 2 minutos. Recuérdeles que mencionen brevemente los objetivos elegidos, el problema y la fase de diseño en su justificación. Tenga preparado un cronómetro durante los discursos y acorte la presentación si no se respeta el límite de tiempo.

Centros de FP

Esta lección podría aplicarse a todos los centros de FP.

La hoja de ejercicios se encuentra en la página siguiente

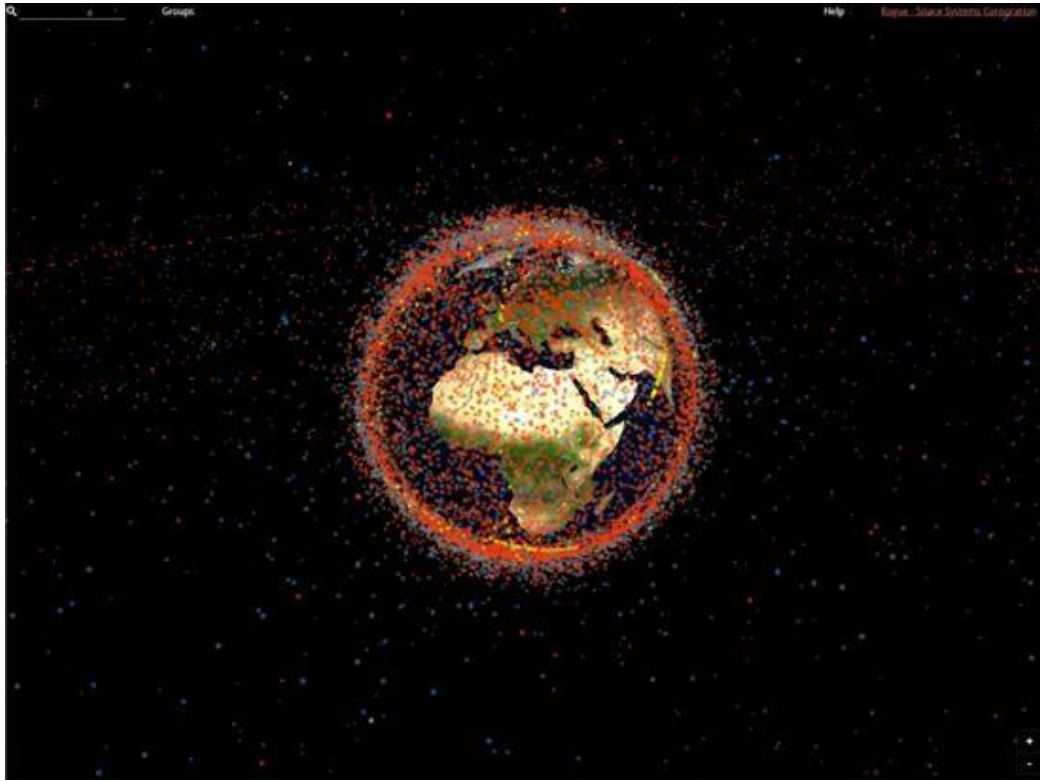


<https://www.planetchange.eu>

Exploración de la contaminación espacial

Visite el sitio web: <https://sky.rogue.space>

Este sitio web visualiza todos los objetos detectables que se encuentran actualmente en el espacio. Cada objeto está representado por su propio punto con un color que significa su categoría.



1. ¿Qué colores tienen los objetos? Nombra los cuatro colores en la siguiente tabla.
2. ¿A qué categoría corresponde cada color? Añade las categorías en la siguiente tabla.

Color	Categoría

3. ¿Cree que los objetos de la categoría "cuerpo de cohete" son también basura espacial? ¿Por qué?
 - a. No, porque los cuerpos de los cohetes que se desechan durante las misiones espaciales siempre vuelven a caer a la Tierra.

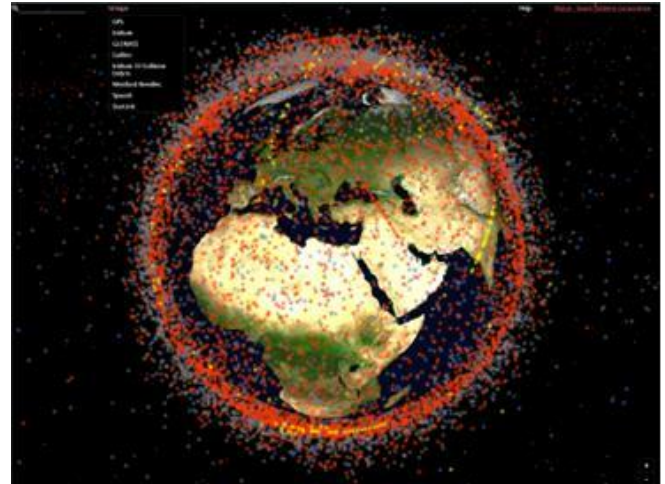


<https://www.planetchange.eu>

- b. No, porque los cuerpos de los cohetes son de cohetes activos
- c. Sí, porque los cuerpos de los cohetes son satélites desaparecidos...
- d. Sí, porque los cuerpos de los cohetes se desechan durante las misiones espaciales en el espacio y permanecen en órbita hasta que pueden caer de nuevo a la Tierra

Pasa el ratón por encima de "Grupos" en la esquina superior izquierda de la pantalla y haz clic en "GPS".

- 4. ¿Qué representan las líneas azules?
 - a. El número de satélites en la misma órbita
 - b. La trayectoria del satélite
 - c. La altitud del satélite



Haz clic en el fondo negro para volver a ver todos los objetos. Amplía el país en el que vives.

- 5. Durante los próximos 30 segundos, cuenta los objetos que sobrevuelan el espacio aéreo directamente por encima del país. ¿Cuántos objetos han pasado?
- 6. Haz clic en uno de los objetos y rellena la siguiente tabla.

Nombre del objeto	
Tipo de objeto	
Velocidad	
Altitud	

En la actualidad hay unos 36.500 desechos espaciales de más de 10 cm en órbita alrededor de la Tierra. Esta cifra aumentará con los años.

- 7. ¿Por qué aumentará esta cifra con el tiempo?
 - a. La humanidad seguirá enviando cosas al espacio



<https://www.planetchange.eu>

- b. Durante las misiones espaciales, pueden perderse partes de los sistemas intencionadamente o por accidente
- c. Los objetos en el espacio pueden chocar entre sí y hacerse añicos
- d. Todas las respuestas anteriores

Colisiones en

Investigar la colisión en 2009 entre dos satélites, Iridium 33 y Kosmos 2251.

Puedes buscar en Internet las respuestas a las preguntas que figuran a continuación.

1. ¿Cuántos restos de tamaño superior a 10 cm produjo la colisión?
 - a. 700
 - b. 1000
 - c. 2000

Los satélites llevan mucho equipo y pueden llegar a ser bastante pesados. El Iridium 33 pesaba 689 kg cuando chocó con el Kosmos 2251, que pesaba 900 kg. Pero la masa no es el único factor que influye en una colisión.

2. Rodee con un círculo todos los factores que también influyen en la colisión:
 - a. Velocidad
 - b. Corriente eléctrica
 - c. Temperatura
 - d. Tamaño de los objetos

3. ¿Qué cree que ocurriría si un gran trozo de los restos de esta colisión chocara con otro satélite?

Pista: Mira la velocidad de una de las piezas en <https://sky.rogue.space>

- a. La colisión hará añicos el satélite, debido a la gran velocidad de ambos objetos.
- b. El trozo de escombros rebotará en el satélite, ya que éste está hecho de un material resistente.
- c. El trozo de escombros hará una pequeña abolladura en el satélite, pero no causará más daños.



<https://www.planetchange.eu>

Basura espacial cerca de

Vea el siguiente vídeo: [Viaje de regreso a la Tierra | El histórico reingreso de Eolo](#)

Responda a las preguntas siguientes.

¿Qué método de los mencionados en el vídeo te gustaría utilizar? Rodea con un círculo el método que elijas y explica por qué

Reabastecimiento en órbita,

Reentrada controlada,

¿Qué dos métodos de los siguientes NO utilizarías? Encierra en un círculo los dos métodos

Utilizar un satélite para capturar restos y desorbitar el satélite y los restos.

Vuela el satélite en pedazos más pequeños con láseres.

Reforzar el material del satélite para evitar roturas.

Utilizar potentes imanes para atrapar la basura espacial.



<https://www.planetchange.eu>

¿Qué método le gustaría introducir? Marque con un círculo el método elegido

Hacer que la eliminación por satélite sea una parte obligatoria de la producción

Eliminar el combustible inestable del satélite para evitar explosiones

Emplear más sensores para vigilar el tráfico de basura espacial

Ahora, comenta con la persona sentada a tu lado por qué has elegido tus respuestas.

¿Cambiarías tu decisión después de esta discusión? Escribe tu respuesta al dorso.

