

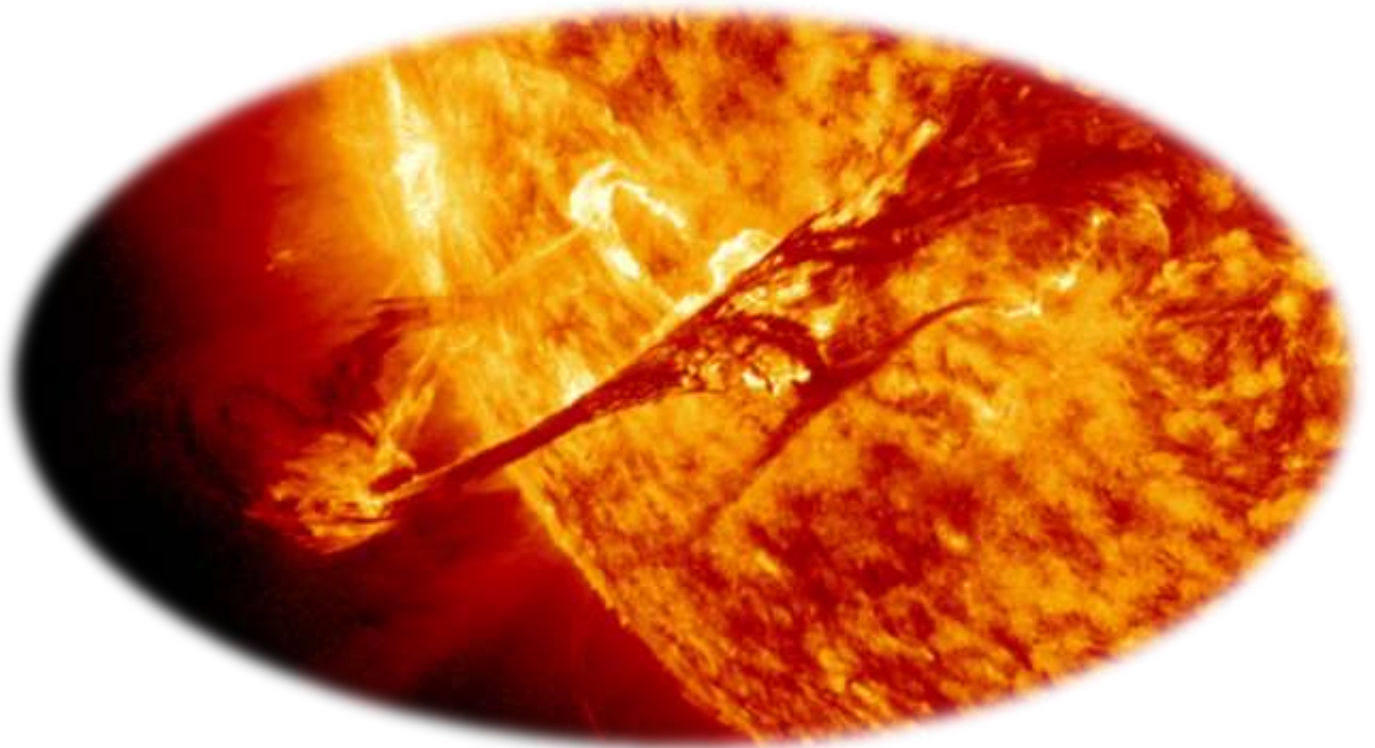


Reto Científico CESAR

# Tormenta solar a la Tierra

*Estudia la actividad magnética del Sol con SOHO*

Guía del Profesor





## Tabla de contenidos

<b>Didáctica</b> .....	<b>3</b>
<b>Tu Reto Científico</b> .....	<b>15</b>
<b>Fase 0</b> .....	<b>17</b>
<b>Fase 1</b> .....	<b>19</b>
Actividad 1: Repasa conceptos .....	20
Actividad 2: Compara la velocidad y el tiempo que tardan varios vehículos en recorrer la distancia Tierra-Sol.....	21
Actividad 3: El Sol.....	22
Actividad 4: La actividad magnética del Sol.....	29
Actividad 5: La Exploración Espacial del Sol por la Agencia Espacial Europea (ESA). .....	36
Actividad 6: Evalúa lo que has aprendido hasta ahora .....	39
<b>Fase 2</b> .....	<b>40</b>
Actividad 7: Pide una video-llamada con el equipo CESAR si es necesario.....	41
<b>Fase 3</b> .....	<b>42</b>
Actividad 8: ¿Cuánto tiempo tardaría en llegar una tormenta solar a la Tierra?.....	43
Actividad 9: La eyección coronal evoluciona siguiendo MRUA: .....	50
<b>Fase 4</b> .....	<b>53</b>
Actividad 10: Auto y co-evaluación .....	54
Actividad 11: Cuéntanos tu Aventura .....	55
<b>Enlaces</b> .....	<b>56</b>
<b>Créditos:</b> .....	<b>60</b>



# Didáctica

## Objetivos didácticos

### Las 10 habilidades principales

#### en 2020

1. Solución a problemas complejos
2. Pensamiento crítico
3. Creatividad
4. Gestión de Personas
5. Trabajo en equipo
6. Inteligencia emocional
7. Criterio y Toma de Decisiones
8. Orientación al Servicio
9. Capacidad de negociación
10. Flexibilidad cognitiva

#### en 2015

1. Solución a problemas complejos
2. Trabajo en equipo
3. Gestión de Personas
4. Pensamiento crítico
5. Capacidad de negociación
6. Control de calidad
7. Orientación al Servicio
8. Criterio y Toma de Decisiones
9. Capacidad de escuchar
10. Creatividad

Figura I: Las 10 habilidades requeridas en el 2020 frente a las del 2015. (Créditos: World Economic Forum).

El Equipo CESAR genera actividades para que los estudiantes puedan desarrollar diez de las habilidades que se han considerado necesarias para realizar un trabajo eficaz en el siglo XXI, como por ejemplo la resolución de problemas con un un pensamiento crítico y creativo.

Los retos científicos CESAR están diseñados para desarrollar las habilidades de pensamiento establecido por el **diagrama de la taxonomía de Bloom**, yendo desde un orden inferior de pensamiento (*recordar, comprender*) a un orden superior (*evaluar, crear*), desarrollando habilidades de órdenes intermedios (como *aplicar métodos y conceptos para analizar eventos*).



Figura II: Modificación del diagrama de Taxonomía de Bloom. (Créditos: Material educativo UNIR)



## Metodología Educativa:

Con el fin de alcanzar los [Objetivos de Aprendizaje](#) mencionados anteriormente, el Equipo CESAR recomienda usar algunas técnicas de enseñanza activas como, **la clase invertida (flipped classroom), la resolución de problemas de la vida diaria (o retos) empleando el método científico) así como el trabajo colaborativo.**

En este Reto Científico, los estudiantes emplearán *la clase invertida* en las Fases 0 y 1 para prepararse para la *resolución de problemas* en la Fase 3. La Fase 2 es opcional y consiste en un video llamada con el Equipo CESAR. En la Fase 4 los alumnos evaluarán su experiencia compartiéndola con la Comunidad Científica (el resto de la clase/centro y nosotros, Equipo CESAR).

Recomendamos que todas estas fases se ejecuten como trabajo colaborativo (haciendo uso de **foros y blogs**). Aquí detallamos los contenidos generales de cada una de las Fases:

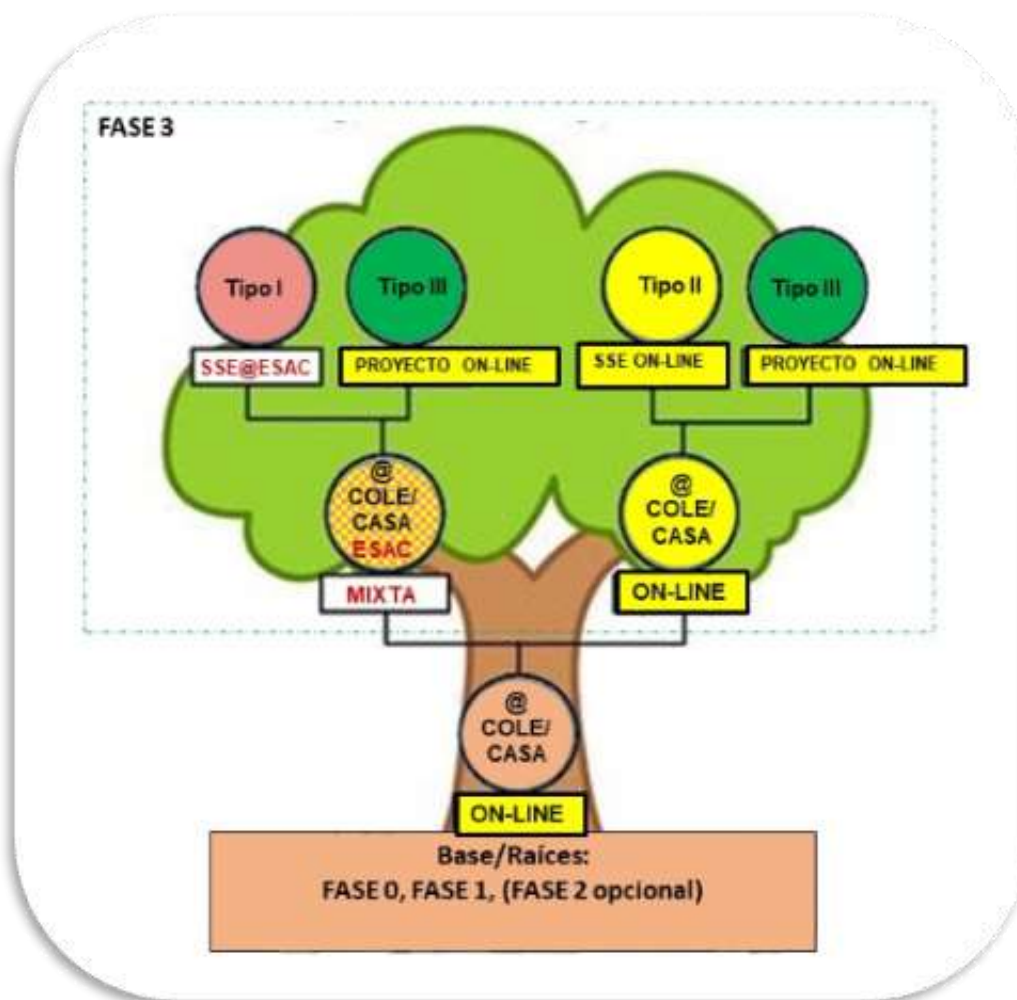
- **Tu Reto Científico:** Presentamos el Reto a los estudiantes y les pedimos su ayuda.
- **Fase 0: Poniendo las cosas en contexto**
  - El papel de la **Agencia Espacial Europea**, su centro de Astronomía Espacial en España (ESAC) y El Equipo CESAR (en videos).
  - **Modelos (roles) de profesiones científicas actualmente** para que los alumnos puedan elegir una de ellas y construir sus Equipos. Recomendamos que los Equipos estén formados por 4-6 personas, cada uno de ellos con unas tareas bien definidas. Cuando sea posible, intentad equipos equilibrados en género y capacidades.
- **Fase 1 y Fase 2: recordar y entender** por medio de diferentes tipos de fuentes:
  - **Fase 1:** material de cv escolar & nuevos conceptos (videos, documentos, juegos,...)
  - **Fase 2 (opcional):** aprende de un experto
    - Para los profesores: charlas dadas por expertos en la materia en previous cursos de profesores CESAR.
    - Para la clase: Una video llamada con el Equipo CESAR para resolver dudas que hayan surgido hasta el momento en lo aprendido. En esta etapa, los estudiantes se han convertido ya en “expertos” del tema del Reto.
- **Fase 3: aplicando** los conceptos recién aprendidos siguiendo una metodología (procedimientos) para el **análisis y la solución de problemas de nuestro día a día** (su Reto).
- **Fase 4:**
  - **evaluando** su proceso de aprendizaje durante el Reto Científico (co-evaluación)
  - **creando** un producto final que muestre a la Comunidad (clase/colegio/nosotros) el proceso de aprendizaje. Con ello participaréis en el **concurso de Retos CESAR**.

**Como muestra la Figura III, Los Retos Científicos CESAR deben ejecutar todas las Fases mencionadas.** Fase 0 y 1, son las raíces para poder desarrollar los Retos Científicos, y se ejecutan siempre en clase/casa. La Fase 2 (que se ejecuta por video llamada desde clase) es opcional.

**En función del tipo de Fase 3, tenemos varios Tipos de Experiencias CESAR:**

- **Tipo I: Space Science Experience(s) @ESAC:** En ESAC, (como se han ejecutado hasta el 2020), completamente ejecutadas por el Equipo CESAR. Duración total 1.5 horas, con 45 minutos para la Actividad y otros 45 min para el tour por los modelos de las misiones ESA.
- **Tipo II : Space Science Experience(s) On-line:** En clase/casa (Tipo I pero guiado por el/la profe). Duración total de 1 hora (MIXTA cuando se combine con Tipo I/III)
- **Tipo III: Research Project On-line:** En la clase/casa, completamente guiado por el/la profe. Duración total de varios días (Tipo II con más o todas las Actividades de la Guía).

La Fase 4 siempre se ejecuta en clase/a para evaluar el proceso total de aprendizaje por Equipo.



**Figura III:** *Árbol de los Tipos de Experiencias CESAR. Vemos que la diferencia principal entre estas está en la Fase (Tipo I @ESAC, Tipo II y III en el cole/cason-line). En amarillo indicamos las ramas que pueden ejecutarse completamente on-line.(Créditos: teacherspayteachers.com)*

Los profes son los que mejor pueden juzgar el Tipo de Experiencia (Reto) para su clase y curso escolar. **Por cada Tipo de Experiencia, te proponemos varias Aventura. El profesor decide si cada Equipo de su clase realiza una Aventura y la ponen en común una vez finalizada o todos los Equipos realizan la misma Aventura(s) al tiempo (ver Tablas I,II y III).** También puedes decidir realizar algunas de estas Actividades on-line, y cuando sea posible, solicitar las SSE en ESAC (Tipo I), ya bien conocidas, para el mismo Reto y diferente Aventura u otro Reto (mira la Figura III).

El Equipo CESAR recomienda seguir las fases en orden (para un proceso de aprendizaje más significativo) y no comenzar otra fase antes de completar la anterior. La Tabla de "[Resumen de Actividades](#)" mencionará si alguna de las Actividades previas es necesaria para realizar otra, **jéchale un vistazo!**

Os ofrecemos que nos contactéis, si lo veis necesario durante un Reto Científico en dos únicas ocasiones: en la fase 2 (con la clase) y en la fase 3 (sólo por el profe). Queremos prestaros apoyo a todos los centros así que la duración máxima es de 30 minutos.



- Para ver el contenido educativo y edades/cursos recomendados para cada Reto Científico id a la sección de [Ficha Didáctica](#). Para ver de un vistazo los contenidos de cada Fase/Actividad id a la Tabla de “[Resúmen de Actividades](#)”. Cada Tipo de Experiencia contiene varias Aventuras, como se muestra en las Tablas I, II y III.

□ **Tabla I: Space Science Experience @ESAC (SSE @ESAC):**

FASES	<u>0</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u> (@ESAC)	<u>3</u> (@clase/casa)	<u>4</u>	Duración mínima
ACTIVIDADES (Aventura 1)	3 videos	<a href="#">1,2,3,4,5</a>	<a href="#">7</a>	<a href="#">8.1</a>		<a href="#">9 y10</a>	3,40h
ACTIVIDADES (Aventura 2)	3 videos	<a href="#">1,2,3,4,5</a>	<a href="#">7</a>	<a href="#">8.2</a>		<a href="#">9 y10</a>	3,40h
ACTIVIDADES (Aventura 3)	3 videos	<a href="#">1,2,3,4,5</a>	( <a href="#">7</a> )	<a href="#">8.2</a>	<a href="#">8.1</a>	<a href="#">9 y10</a>	3,55h
ACTIVIDADES (Aventura 4)	3 videos	<a href="#">1,2,3,4,5</a>	( <a href="#">7</a> )	<a href="#">8.1</a>	<a href="#">8.2</a>	<a href="#">9 y10</a>	3,55h

□ **Tabla II: Space Science Experience on-line (SSE on-line):**

FASES	<u>0</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u> (@clase/casa)	<u>4</u>	Duración mínima
ACTIVIDADES (Aventura 1)	3 videos	<a href="#">1,2,3,4,5</a>	( <a href="#">7</a> )	<a href="#">8.1</a>	<a href="#">9 y10</a>	3,40h
ACTIVIDADES (Aventura 2)	3 videos	<a href="#">1,2,3,4,5</a>	( <a href="#">7</a> )	<a href="#">8.2</a>	<a href="#">9 y10</a>	3,40h

□ **Tabla III: Proyecto de Investigación: Todas las Actividades**

FASES	<u>0</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u> (@clase/casa)	<u>4</u>	Duración mínima
ACTIVIDADES	<a href="#">videos</a>	<a href="#">1,2,3,4,5 Y 6</a>	( <a href="#">7</a> )	<a href="#">8</a>	<a href="#">9 y 10</a>	4,45h

**REALMENTE IMPORTANTE:**

- ✓ Como profe, **regístrate en la Comunidad CESAR [aquí](#)** (si nos descubres ahora, puede llevar un poco de tiempo – no es un proceso automático – pero no te arrepentirás :))
- ✓ **Una vez que eres parte de la Comunidad CESAR, pide las Experiencias Científicas del CESAR para vivir con tu clase y serás guiado en el proceso:**
  - Pincha [aquí](#) para solicitar una Experiencia on-line – Tipo II & III
  - Pincha [aquí](#) para solicitar una Experiencia combinada -Tipo I (Por ahora, sólo disponible en la provincia de Madrid)
- ✓ **Las Guías son muy extensas (con muchas herramientas)/flexibles para construir tu mejor Experiencia con tu clase.**

**¡Es tu momento! ¡Elige tu Aventura!**

## Ficha Didáctica

**Rango de edades recomendadas:** (14-16) años

**Cursos académicos recomendados:** (3-4) ESO

**Tipo:** Práctica , **Complejidad:** Media

**Tiempo de preparación del profesor:** (2+) horas, en función de las actividades elegidas a realizar.

**Tiempo lectivo requerido:** (4 horas - varios días), en función de las actividades elegidas a realizar.

**Localización:** Interior

**Incluye el uso de:** Ordenadores, internet

### Currículum

#### Física y Química

- El método científico. Utilización de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación. Proyecto de investigación. Errores en la medida
- Movimiento rectilíneo uniforme y uniformemente acelerado.
- El sistema periódico de los elementos. La reacción química

#### Matemáticas

- Planificación del proceso de resolución de problemas. Utilización de medios tecnológicos en el proceso de aprendizaje
- Interpretación de un fenómeno mediante un enunciado, tabla, gráfica o expresión analítica.

#### Cultura científica

- Estudio y exploración del Universo.
- El sistema solar. La evolución de las estrellas y el origen de los elementos.

### Necesitarás...

- Herramienta web CESAR: [http://cesar.esa.int/tools/15.coronal\\_mass\\_ejections/index.php?](http://cesar.esa.int/tools/15.coronal_mass_ejections/index.php?)
- Imágenes impresas de SOHO

### Resumen

En esta actividad, los alumnos aprenderán sobre el Sol, el magnetismo solar y sus eventos. En particular sobre las eyecciones de masa coronal (CME).

Empleando tres conjuntos de imágenes científicas reales, tomadas por la misión espacial ESA/SOHO, los estudiantes analizarán la evolución de una eyección (CME). Asumiendo que la eyección avanza siguiendo un MRU, podrán determinar cuánto tardará en llegar ésta a la Tierra. Como ampliación, si los estudiantes consideran que el avance sigue un MRUA (que es el caso) podrán obtener la(s) aceleración(es) del movimiento, pintando la evolución en una gráfica.

### Los alumnos deben conocer...

- Los conceptos de velocidad y aceleración .La ecuación del movimiento rectilíneo uniforme (MRU) y del movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA).
- Conversión de unidades de tiempo.

### Los alumnos aprenderán...

- Algunas ideas básicas sobre la actividad solar.
- A calcular velocidades identificando variaciones de posición en imágenes separadas en tiempo.
- La información que puede obtenerse de una imagen astronómica.

### Los alumnos mejorarán

- Su comprensión del pensamiento científico.
- Sus estrategias para trabajar según el método científico.
- Sus competencias de trabajo en grupo y de comunicación.
- Sus competencias de evaluación.
- Su habilidad de aplicar conocimiento teórico a situaciones reales.
- Sus competencias en el uso de las TIC





## Resumen de Actividades

Fases	Actividad	Material	Resultados	Requerimientos	Tiempo
Fase 0	Poniendo las cosas en contexto	VIDEOS: a) <a href="#">This is ESA</a> b) <a href="#">ESAC: La ventana de ESA al Universo</a> c) <a href="#">Presentation to ESA/ESAC/CESAR by Dr. Javier Ventura</a> d) <a href="#">Otros videos inspiracionales sobre Espacio</a> e) <a href="#">Video inspiracional en educación</a>	Los estudiantes se familiarizarán con <ul style="list-style-type: none"> <li>• ESA</li> <li>• ESAC</li> <li>• El Equipo CESAR</li> </ul>	Ninguno	30 min -1 hora
Fase 1	1. Refresca conceptos	VIDEOS a) <a href="#">Velocidad y aceleración</a> b) <a href="#">¿Qué es el plasma?</a> c) <a href="#">10 curiosidades del Sistema solar</a> d) <a href="#">Descubriendo el electromagnetismo</a> e) <a href="#">Cuál crees que es la fuerza mayor del Universo?</a> f) <a href="#">¿Cómo funcionan las centrales nucleares?</a>	Los estudiantes repasarán conceptos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad y aceleración</li> <li>• ¿Qué es el plasma?</li> <li>• 10 curiosidades del sistema solar</li> <li>• Descubrimiento del electromagnetismo</li> <li>• ¿Cuál crees que es la mayor fuerza del Universo?</li> <li>• Cómo funcionan las reacciones nucleares?</li> </ul>	Ninguno	30 min -1 hora
Fase 1	2. Compara la velocidad y el tiempo, para varios vehículos, en recorrer la distancia Tierra-Sol.	Blog o Foro	Los estudiantes mejorarán: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sus habilidades para trabajar en equipo y comunicarse.</li> <li>• Su conocimiento del Sol y su actividad magnética.</li> </ul>	Es necesario haber realizado la Actividad 1.	30 min



Fases	Actividad	Material	Resultados	Requerimientos	Tiempo
Fase 1	3. El Sol 3.1. La estructura del Sol 3.2. La química del Sol	Dependiendo del tiempo disponible  VIDEO: a) <a href="#">El Sol nuestra estrella local</a> (ESA video)  PDF: b) <a href="#">El Sol</a> c) <a href="#">La estructura del Sol</a> d) <a href="#">El Sistema Solar</a> (en inglés) e) <a href="#">La evolución de las estrellas</a>	Los estudiantes mejorarán:  <ul style="list-style-type: none"> <li>Su conocimiento del Sol como una estrella y su estado evolutivo</li> <li>Su conocimiento sobre las capas del Sol (<a href="#">Juego</a>)</li> <li>Su conocimiento sobre la química del Sol (<a href="#">Tabla Periódica Dinámica</a>)</li> </ul>	Ninguno	30 min- 1 hora
Fase 1	4. La actividad d magnética del Sol 4.1. CME 4.2. La influencia del Sol sobre la Tierra	Dependiendo del tiempo disponible  VIDEO: a) <a href="#">El Sol nuestra estrella local</a> (ESA video)  PDF: b) <a href="#">El Sol</a> c) <a href="#">La estructura del Sol</a> d) <a href="#">El Sistema Solar</a> (en inglés) e) <a href="#">La evolución de las estrellas</a> f) <a href="#">El Sol magnético</a>	Los estudiantes mejorarán: <ul style="list-style-type: none"> <li>Su conocimiento sobre la actividad magnética del Sol.</li> <li>Su conocimiento sobre los efectos del campo magnético del Sol, en particular las eyecciones de masa coronal.</li> <li>Su capacidad evaluativa sobre el impacto del Sol en la Tierra.</li> </ul>	Es necesario haber realizado la Actividad 3.	30 min – 1 hora



Fases	Actividad	Material	Resultados	Requerimientos	Tiempo
Fase 1	5. La Exploración del Sol por la Agencia Espacial Europea 5.1. SOLO 5.2. HELIOS	<p>Dependiendo del tiempo disponible</p> <p>VIDEOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Solar Orbiter (varios)</a></li> <li>• <a href="#">Misiones de ESA al Sol</a></li> <li>• <a href="#">La misión ESA SWARM</a></li> <li>• <a href="#">El espectro electromagnético y su estudio por misiones ESA</a></li> <li>• COSMOGRA PHIA: (30 min <a href="#">demo video</a>, en inglés)</li> </ul> <p>MODELO 3D:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Flota de naves de la Agencia Espacial Europea.</a></li> <li>• <a href="#">El Sol</a></li> <li>• <a href="#">SOHO</a></li> <li>• <a href="#">SOLO</a></li> </ul> <p>JUEGOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">blog de viaje y actividades educativas</a></li> </ul> <p>WEB:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Explorando el Sol</a></li> <li>• <a href="#">El Sol en el 2018</a></li> <li>• <a href="#">El estudio del Sol por el Equipo CESAR</a></li> </ul>	<p>Los estudiantes aprenderán:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cómo se trabaja en la Agencia Espacial Europea.</li> <li>• Tipos de satélites de la Agencia Espacial Europea en la exploración espacial.</li> <li>• Cómo obtienen la información I@s científic@s del Sol.</li> <li>• Telescopios espaciales y terrestres que estudian el Sol.</li> </ul>	Es recomendable haber realizado Actividades 3 y 4.	30 min – 2 horas
Fase 1	6. Evalúa lo que has aprendido hasta ahora	<a href="#">cuestionario</a>	Los estudiantes evaluarán de un modo divertido lo aprendido hasta el momento	Haber realizado Actividades 1 a 5	10 min
Fase 2	7. Pide una video-llamada con el equipo CESA si es necesario	<a href="http://cesar.esa.int/index.php?Section=Scientific_Cases&amp;Id=21&amp;ChannelLang=es">http://cesar.esa.int/index.php?Section=Scientific_Cases&amp;Id=21&amp;ChannelLang=es</a>	<p><b>Los profesores</b> tendrán información de primera mano de expertos en la materia, accediendo a las charlas de cursos de profesores CESAR</p> <p><b>La clase</b> podrá realizar una video llamada astrónomo del Equipo CESAR</p>	Conveniente haber realizado Actividades 1 a 6	30-40 min



Fases	Actividad	Material	Resultados	Requerimientos	Tiempo
Fase 3	<p>8. Calcula el tiempo que tardaría una eyección de masa coronal (CME) en llegar a la Tierra, si ésta siguiera un MRU.</p> <p>8.1. Versión on-line</p> <p>8.2. Versión con fichas</p>	<p>Explicación de la herramienta <a href="#">video</a></p>	<p>Los estudiantes aprenderán:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cómo son las imágenes astronómicas.</li> <li>• Cómo identificar patrones en imágenes reales (eyección).</li> <li>• Cómo analizar variaciones en patrones de imágenes reales (evolución de la eyección).</li> <li>• Cómo calcular la velocidad media de una eyección.</li> <li>• Cómo calcular el tiempo en llegar una eyección (CME) a la Tierra.</li> </ul> <p>Los estudiantes mejorarán:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sus capacidades de usar las TIC.</li> <li>• Su conocimiento sobre las MRU.</li> <li>• Su pensamiento científico y crítico.</li> </ul>	<p>Es recomendable que hayan ejecutado las Actividades 1, 3, 4, 5 y 6</p>	<p>30 min – 1 hora</p>

Fases	Actividad	Material	Resultados	Requerimientos	Tiempo
Fase 3	9. Calcula la aceleración de una eyección de masa coronal (CME), si ésta siguiera un MRUA.		<p>Los estudiantes aprenderán:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cómo extrapolan la información los científicos.</li> <li>• Identificar diferencias en velocidades calculadas de distintos pares de imágenes.</li> <li>• Las distintas interacciones con las que se encuentra la eyección y su impacto en el movimiento.</li> </ul> <p>Los estudiantes mejorarán:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Su entendimiento del método científico y pensamiento crítico.</li> <li>• Sus estrategias para trabajar como científic@s.</li> <li>• Su habilidad evaluativa.</li> <li>• Su habilidad para aplicar conocimientos teóricos a situaciones de la vida real.</li> <li>• A representar los resultados en gráficas.</li> </ul>	Es necesario haber completado la Actividad 8 (emplea estos valores de velocidades y tiempos)	20 min
Fase 4	10. <a href="#">Evaluación</a>	<a href="#">cuestionario</a>	<p>Los estudiantes comprobarán si han interiorizado los conceptos.</p> <p>Los estudiantes mejorarán:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Su entendimiento del método científico y pensamiento crítico.</li> <li>• Sus estrategias para trabajar como científic@s.</li> <li>• Su habilidad evaluativa.</li> <li>• Su habilidad para aplicar conocimientos teóricos a situaciones de la vida real.</li> </ul>	Necesario haber realizado al menos las Actividades 1,3,4,5,6,8 y 9.	15 min – 1 hora



Fases	Actividad	Material	Resultados	Requerimientos	Tiempo
Fase 4	11. Presenta tus resultados	Formato libre de los estudiantes (ppt, youtube, Word)	<p>Los estudiantes mejorarán:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sus habilidades para trabajar en equipo y comunicarse.</li> <li>• Su conocimiento del Sol, su actividad solar y su impacto sobre el clima de la Tierra.</li> </ul>	Necesario haber realizado al menos las Actividades 1,3,4,5,6,8, 9 y 10.	30 min – 2h



# Tu Reto Científico

## ¡S.O.S! Tormenta solar a la Tierra

Mensaje de las misiones de la Agencia Espacial Europea que vigilan el Sol:

**"¡S.O.S!. STOP. ¡S.O.S! STOP. SOHO ha detectado una tormenta solar hacia la Tierra. STOP. ¡Pónganse a cubierto! STOP. "**

Solar Orbiter nos ha confirmado que la tormenta viene hacia la Tierra ¿Cuánto tiempo tenemos para ponernos a cubierto? **¡Ayúdanos!**

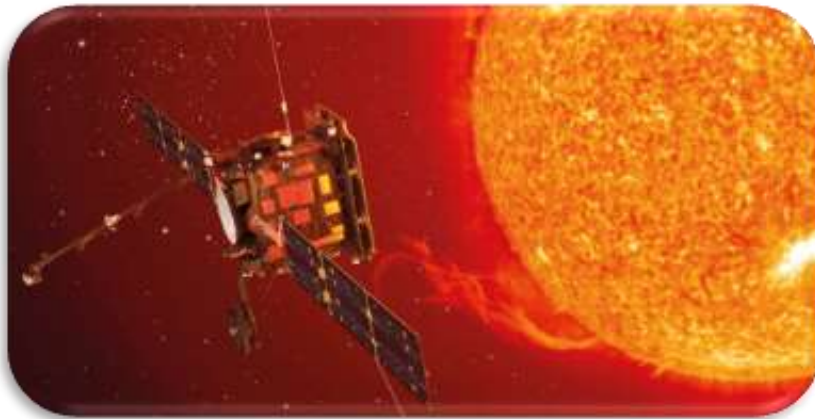


Figura 1: Satélite Solar Orbiter (Créditos: [www.agenciasinc.es](http://www.agenciasinc.es))



Figura 2. Eyección de masa coronal (CME). (Créditos: <https://www.quo.es/explosion-solar/>)

En este reto científico descubrirás qué tipo de material está enviando el Sol al Espacio y el impacto que tiene sobre la Tierra. Además, observando las imágenes del satélite SOHO obtendremos información sobre las eyecciones solares, para así conocer cuándo llegarán a la Tierra. **¿Contamos contigo?**













# Fase 0



Para ponernos en contexto os recomendamos ver estos videos:

- [Esto es ESA](#)
- [ESAC: La ventana de la ESA al Universo](#)
- [Presentación a ESA/ESAC/CESAR por Dr. Javier Ventura](#)
- Otros [videos](#) complementario sobre Espacio.

Trabajareis en **equipos** de (4-6) personas, teniendo cada uno un papel específico. Rellena la Tabla 0 con el nombre del equipo y de los miembros del equipo asociados a varias profesiones Relacionadas con el espacio.

<b>Identificador del Reto</b>				Número del Equipo (1-6):	
<b>Nombre de Miembros del Equipo</b>					
<b>Profesiones</b>	<b>Matemátic@/ Ingenier@ de software</b>	<b>Astrofísic@</b>	<b>Ingenier@</b>	<b>Químic@/Físic@</b>	
<b>Roles</b>	Lidera la correcta ejecución de los cálculos	Controla y trabaja con los datos del telescopio solar	Encargada de encontrar la mejora estrategia acordada entre los miembros del Equipo y de su correcta ejecución.	Encargada de liderar investigaciones más detalladas sobre los procesos energéticos y composición de los objetos celestes.	
<b>Referencia (femenina)</b>	<a href="#">Katherine Johnson</a> 	<a href="#">Vera Rubin</a> 	<a href="#">Samantha Cristoforetti</a> 	<a href="#">Marie Curie</a> 	
<b>(masculina)</b>	<a href="#">Steve Wozniak</a> 	<a href="#">Matt Taylor</a> 	<a href="#">Pedro Duque</a> 	<a href="#">Albert Einstein</a> 	

**Tabla 0:** Define el identificador de tu reto (un número único), el Número de tu Equipo (1-6) y el nombre de los miembros del Equipo, cada uno de ellos con unas tareas definidas dentro del Equipo.

**Nota:** El documento hace uso de las [Unidades del Sistema Internacional](#).



# Fase 1



## Actividad 1: Repasa conceptos

Podéis refrescar conceptos necesarios para el Reto Científico pinchando en los links de la Tabla 1. Estos corresponden a contenidos del currículum escolar.

<a href="#"><u>Velocidad y aceleración</u></a>	<a href="#"><u>¿Qué es el plasma?</u></a>	<a href="#"><u>10 curiosidades del sistema solar</u></a>
<a href="#"><u>Descubriendo el electromagnetismo</u></a>	<a href="#"><u>¿Cuál crees que es la mayor fuerza del Universo?</u></a>	<a href="#"><u>¿cómo funcionan las reacciones nucleares?</u></a>

*Tabla 1: Conceptos que deben ser refrescados antes de enfrentar este desafío científico.*

### Movimiento rectilíneo uniforme y uniformemente acelerado:

- El movimiento rectilíneo uniforme (MRU), como su nombre indica, es aquel que se realiza en una dimensión (línea recta) y que no sufre cambios en su velocidad. Su ecuación es:

$$v = \frac{s}{t} \qquad t = \frac{s}{v} \quad (\text{Ecuación 1})$$

donde  $v$  es la velocidad,  $s$  es el espacio recorrido y  $t$  el tiempo.

- El movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA), es aquel que se realiza en una dimensión (línea recta) pero su velocidad varía con el tiempo. Su ecuación es:

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (\text{Ecuación 2})$$

donde  $v$  es la velocidad,  $s$  es el espacio recorrido,  $t$  el tiempo,  $a$  la aceleración y  $v_0$  es velocidad inicial, que será igual a  $v$  en caso de MRU y distinta en caso de MRUA.

- Para comprender mejor los conceptos de MRU y MRUA accede a la siguiente [simulación](#). En ella se representan con ejemplos las Ecuaciones 1 y 2.

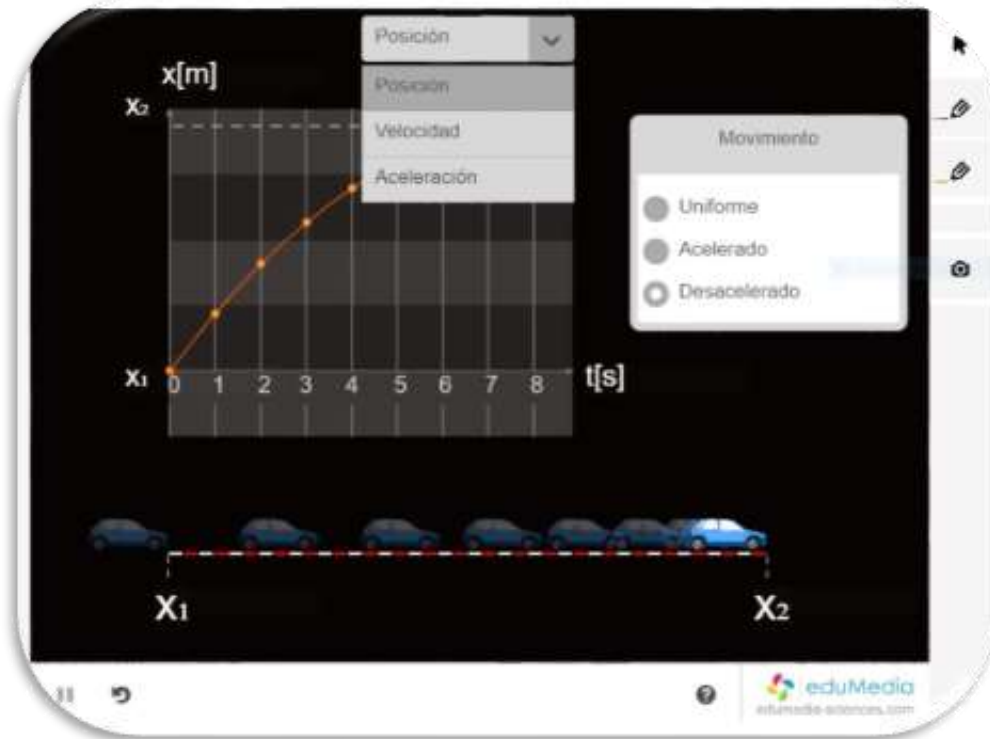


Figura 3: Simulador de MRU y MRUA (Créditos: EduMedia)

Actividad 2: Compara la velocidad y el tiempo que tardan varios vehículos en recorrer la distancia Tierra-Sol.

El principal objetivo de esta actividad es que los estudiantes se den cuenta de lo lejos que está el Sol de nuestro planeta (**distancia Sol-Tierra= 150 000 000 km**)

1. Completa la Tabla 2 con los valores velocidad o tiempo. Los valores dados están en morado.

Vehículo	Velocidad	Tiempo
Luz	$3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$	8 minutos 30 segundos
Nave Espacial más rápida	30 000 km/h	6 meses
Avión	1000 km/h	17 años
Coche	120 km/h	142 años
Bicicleta	25 km/h	683 años

Tabla 2: Valores de velocidad y tiempo de cada vehículo con respecto al Sol



2. A partir de la Tabla 2, estima cuánto tiempo crees que tardaría una eyección de masa coronal en llegar desde la Tierra al Sol.

Una eyección tarda de 2 a 5 días en llegar del Sol a la Tierra.

3. ¿Crees que todas estas Eyecciones de masa coronal tardarán el mismo tiempo en llegar a la Tierra? Razona tu respuesta

No todas tardan el mismo tiempo, depende de su masa, de la energía que se haya liberado en su explosión y de si se ha producido más de una eyección al mismo tiempo.

### Actividad 3: El Sol

El Sol, nuestra estrella más cercana, es una gran bola gas caliente ionizado o “plasma”. Este genera energía por medio de reacciones nucleares en su interior, manteniendo así el equilibrio frente a las fuerzas de colapso gravitatorio, debidas a su masa. La Figura 4 muestra algunas de las propiedades del Sol.

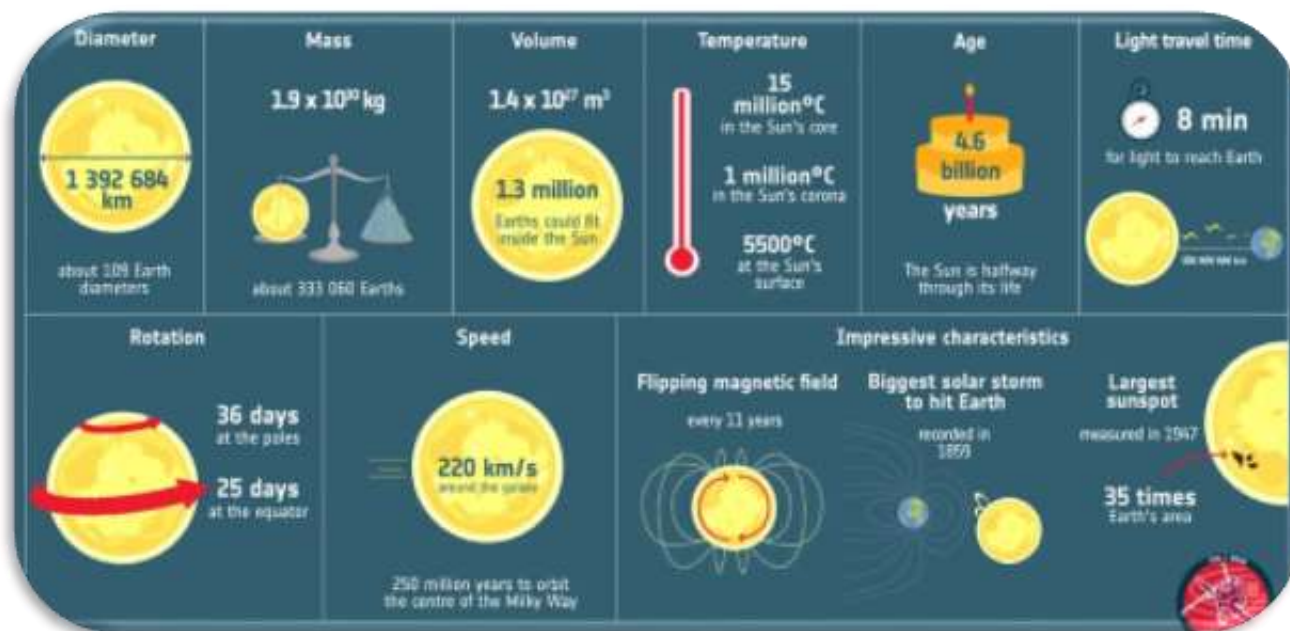


Figura 4: Conoce el Sol (Créditos: ESA)

La Figura 5 nos muestra que la edad que creemos que tiene actualmente el Sol es de casi unos 5 000 millones de años y se espera que permanezca así durante otros 5 000 millones de años antes de convertirse en una gigante roja.

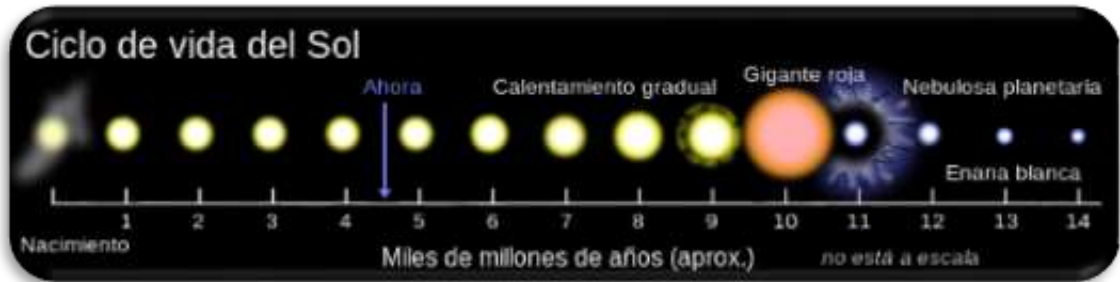


Figura 5: Ciclo de vida del Sol (Créditos: [Wikipedia](#))

1. Mira este video de [El Sol](#) y cuéntanos qué has aprendido del Sol.

Para más información sobre el Sol cómo evolucionan las estrellas acceder al [cuadernillo CESAR sobre el Sol y cuadernillo CESAR de evolución estelar](#).

### Actividad 3.1: La estructura del Sol

1. Dibuja cómo crees que es la estructura del Sol.

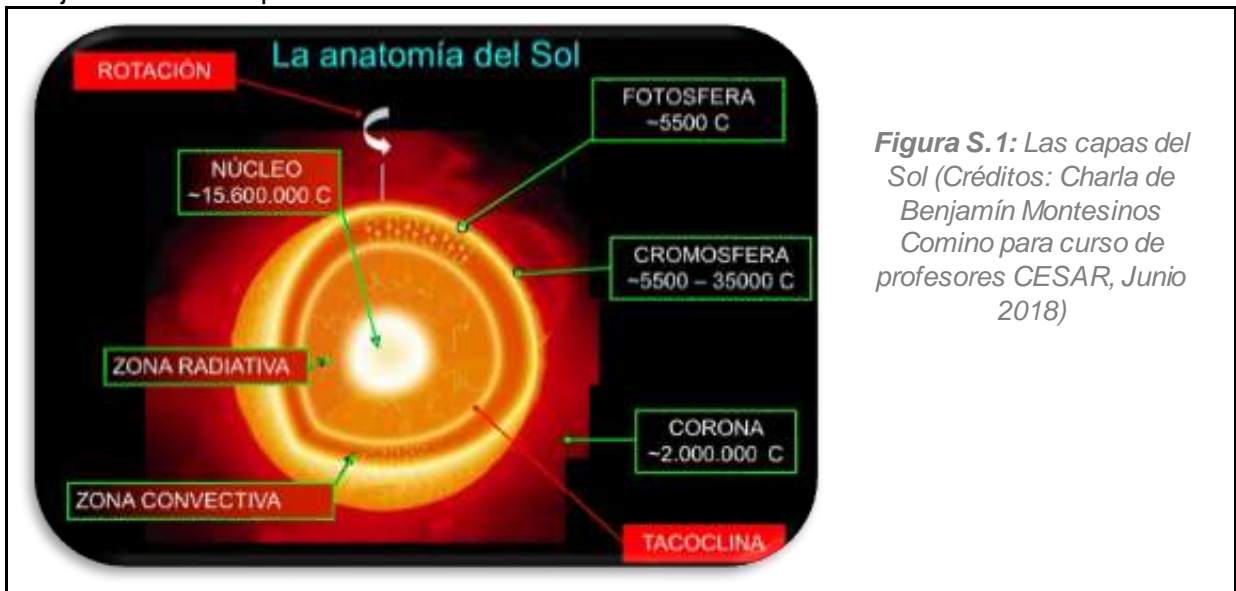


Figura S.1: Las capas del Sol (Créditos: Charla de Benjamín Montesinos Comino para curso de profesores CESAR, Junio 2018)

2. Comprueba lo aprendido en el siguiente Juego.

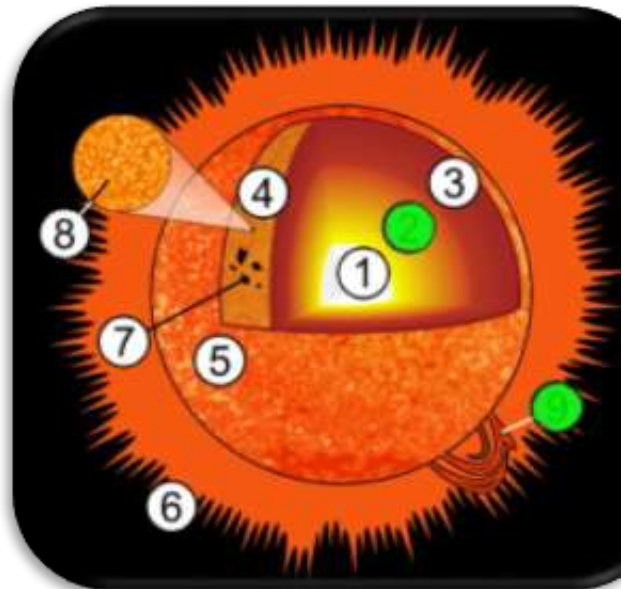
**Instrucciones básicas:**

- Presiona en el botón de “play” o el de “Again”, si no es la primera vez que juegas.
- En la parte superior se te mostrará el nombre de una zona del Sol, tu misión será pinchar en el número que crees que corresponde con esa zona.
- Los resultados aparecen en la parte superior izquierda
  - Si aciertas la respuesta el número se pondrá en verde.
  - Si fallas la respuesta el número se pondrá en rojo

Ten cuenta el tiempo. Puedes repetirlo hasta que aciertes todas **¡Ánimo, tú puedes conseguirlo!**

**Nota:** La información de las capas aparecen en inglés, por lo que os mostramos la traducción al castellano, que es cómo lo habéis aprendido:

**Core** (núcleo), **radiative zone** (zona radiativa), **convective zone** (zona convectiva), **photosphere** (fotosfera), **granules** (gránulos), **sunspot** (mancha solar), **prominence** (prominencia), **cromosphere** (cromosfera), **corona** (corona).



**Figura 6:** Pantallazo del juego de adivina la capa del

Sol. (Créditos: <https://www.purposegames.com/game/layers-of-the-sun-game>)

3. Escribe aquí las capas que recuerdas, por orden, desde el interior al exterior del Sol.

*Core (núcleo), radiative zone (zona radiativa), convective zone (zona convectiva), photosphere (fotosfera), granules (gránulos), sunspot (mancha solar), prominence (prominencia), cromosphere (cromosfera), corona (corona).*



4. ¿Qué capa(s) del Sol vemos desde la Tierra?

**ADVERTENCIA–Nunca mires directamente al Sol, puede causar daños serios en tus ojos.**

Cuando miramos al Sol desde la Tierra (con telescopios solares) vemos lo que llamamos fotosfera o disco solar. Mira la tabla para entender las propiedades de las distintas capas externas del Sol

Tipo radiación	Temperatura	Grosor de la capa	Densidad
Fotosfera	8000 – 4500 K	500 km	$\sim 10^{-4}$ kg/ m <sup>3</sup>
Cromosfera	4500 - 20000 K	1600 km	$\sim 10^{-4}$ kg/ m <sup>3</sup>
Zona de transición	20000 – $10^6$ K	100 km	$\sim 10^{-10}$ kg/ m <sup>3</sup>
Corona	$10^6$ - $3 \times 10^6$ K	$> 10^7$ km	$\sim 10^{-13}$ kg/ m <sup>3</sup>

Las capas más externas (corona) sólo se pueden ver desde la Tierra **con gafas especiales** durante los [eclipses solares](#).



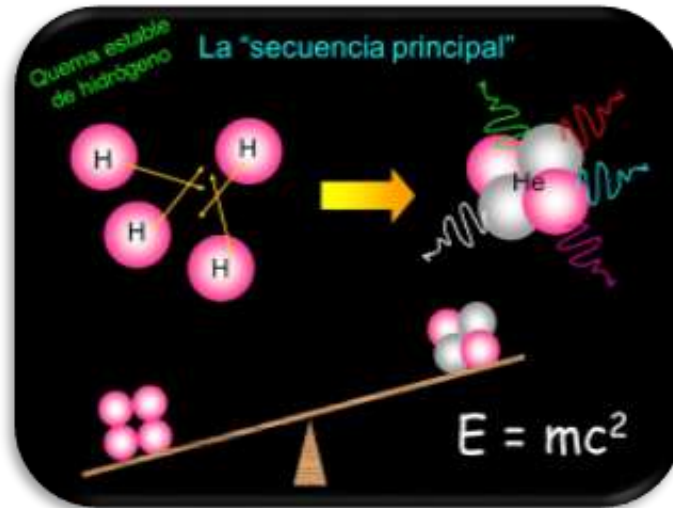
*Figura S.2: Eclipse solar (Créditos: ESA Kids)*

**Actividad 3.2: La química del Sol**

Las reacciones nucleares que se produce en el Sol generan la energía que hace posible su brillo y la vida en nuestro Planeta. Durante la fase más estable de las estrellas, como en la que actualmente disfruta el Sol (“secuencia principal”), tienen lugar en su núcleo reacciones químicas que transforman 4 átomos de hidrógeno en uno de helio, como muestra la Figura 7.

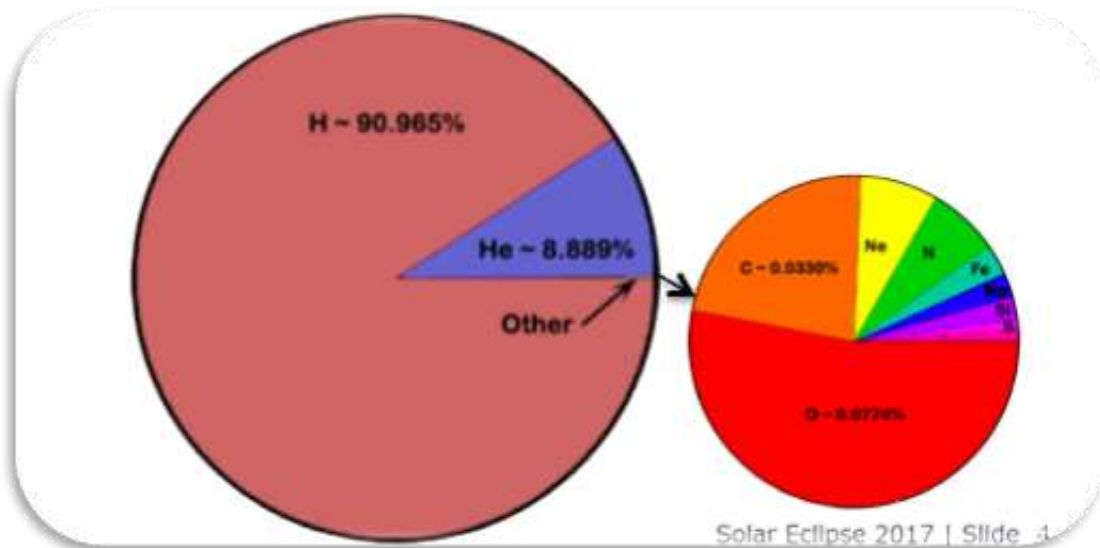
**Curiosidad 1:** En concreto 92 sextillones (92 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000) de reacciones nucleares ocurren cada segundo en el Sol.

**Curiosidad 2:** Cada segundo 4 260 000 toneladas de materia se convierten en energía, la cual es capaz de proveer un hogar (estándar) de electricidad durante 9 500 billones de años.



*Figura 7: Reacción nuclear de las estrellas en su fase más estable. (Créditos: Charla del Dr. Benjamín Montesinos Comino en cursos de profesores CESAR).*

Como muestra la Figura 8, el Sol está compuesto principalmente de hidrógeno (H ~91%) y de helio (He ~8.8%), además de otros elementos químicos en un porcentaje mucho menor



*Figura 8: Elementos del Sol (Créditos: Presentación de Dra. Anik De Groof en curso de profesores CESAR).*

1. Rellena la Tabla 4 con los elementos más abundantes en el Sol:
  - 1.1. El porcentaje de estos elementos puede obtenerse de la Figura 8
  - 1.2. La identificación de los elementos químicos puede obtenerse de la [Tabla Periódica Dinámica](#) (Figura 9) .



Figura 9: Tabla Periódica Dinámica (Créditos: PTable).

Proporción de ese elemento (%)	Nomenclatura	Elemento químico	Grupo en la Tabla Periódica	Número atómico
90.96	H	Hidrógeno	No metales	1
8.89	He	Helio	Gases nobles	2
0.07	O	Oxígeno	No metales	8
0.03	C	Carbono	No metales	6
< 0.1	Ne	Neon	Gas noble	10
< 0.1	N	Nitrógeno	No metales	7
< 0.1	Fe	Hierro	Metales	26
< 0.1	Mg	Magnesio	Metales	12
< 0.1	Si	Silicio	Metaloides	14
< 0.1	S	Azufre	No metales	16

Tabla 4: Composición química del Sol.

2. Repite la actividad anterior para el caso de la Tierra y rellena la Tabla 5.

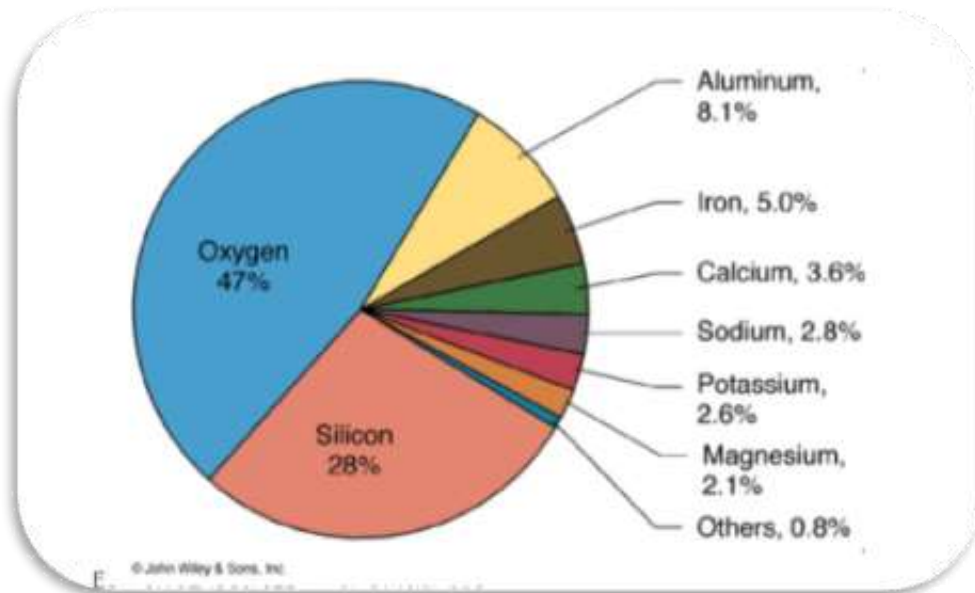


Figura 10: Elementos de la Tierra (Créditos: Presentación de Dra. Anik De Groof en cursos de profesores CESAR).

Proporción de ese elemento (%)	Nomenclatura	Elemento químico	Grupo en la Tabla Periódica	Número atómico
47	O	Oxígeno	No metales	8
28	Si	Silicio	Metaloides	14
8.1	Al	Aluminio	Metales	13
5.0	Fe	Hierro	Metales	26
3.6	Ca	Calcio	Metales	20
2.8	Na	Sodio	Metales	11
2.6	K	Potasio	Metales	19
2.1	Mg	Magnesio	Metales	12
0.8	Otros			

Tabla 5: Composición química de la Tierra

3. ¿Qué elementos son más abundante en el Sol y cuales en la Tierra?

La Figura 11 muestra las posiciones en el espectro electromagnético que ocupan las transiciones de los distintos elementos que se encuentran en el Sol.



Figura 11: Composición química del Sol (Créditos: <https://slideplayer.es>)

Puedes realizar la actividad [CESAR](https://spectralworkbench.org/) “¿De qué están hechas las estrellas?” usando la aplicación <https://spectralworkbench.org/>

#### Actividad 4: La actividad magnética del Sol

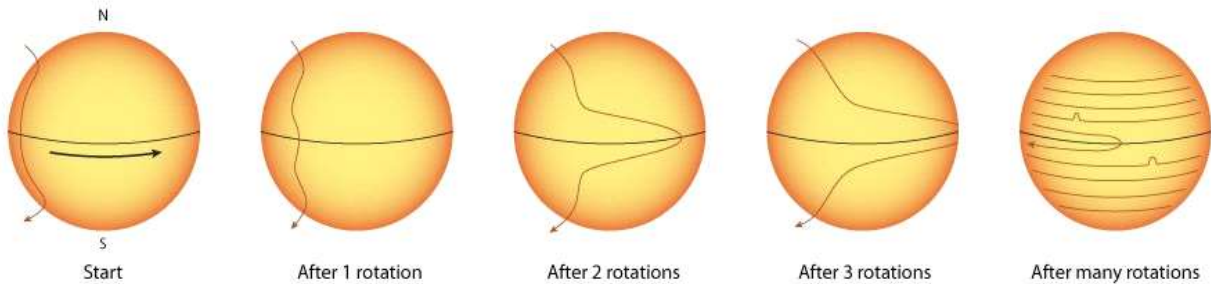
Como ya comentamos en [la Actividad 3](#), el sol es una gran bola de gas a temperaturas muy elevadas que se encuentra en estado de [plasma](#), como se ve en la Figura 12.





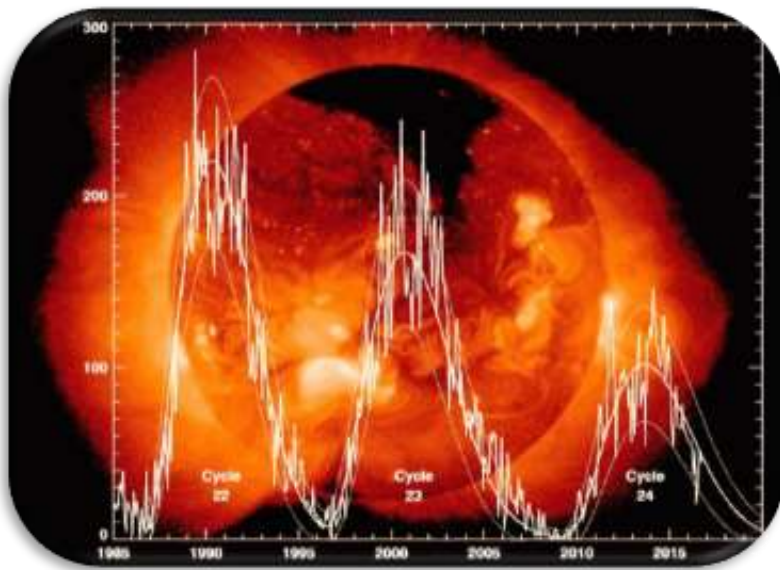
**Figura 12:** Imagen del Sol (Créditos: Presentación del Dr. Benjamín Montesinos Comino para el curso de profesores CESAR)

Debido a que el Sol está en estado de plasma, al girar el Sol sobre sí mismo, la zona del ecuador y de los polos giren a distintas velocidades, retorciendo sus líneas de campo magnético y causando las variaciones en el campo magnético del Sol, como muestra la Figura 13.



**Figura 13:** Explicación de cómo se genera la rotación diferencial del Sol a lo largo de varios días. (Créditos: NASA / IBEX)

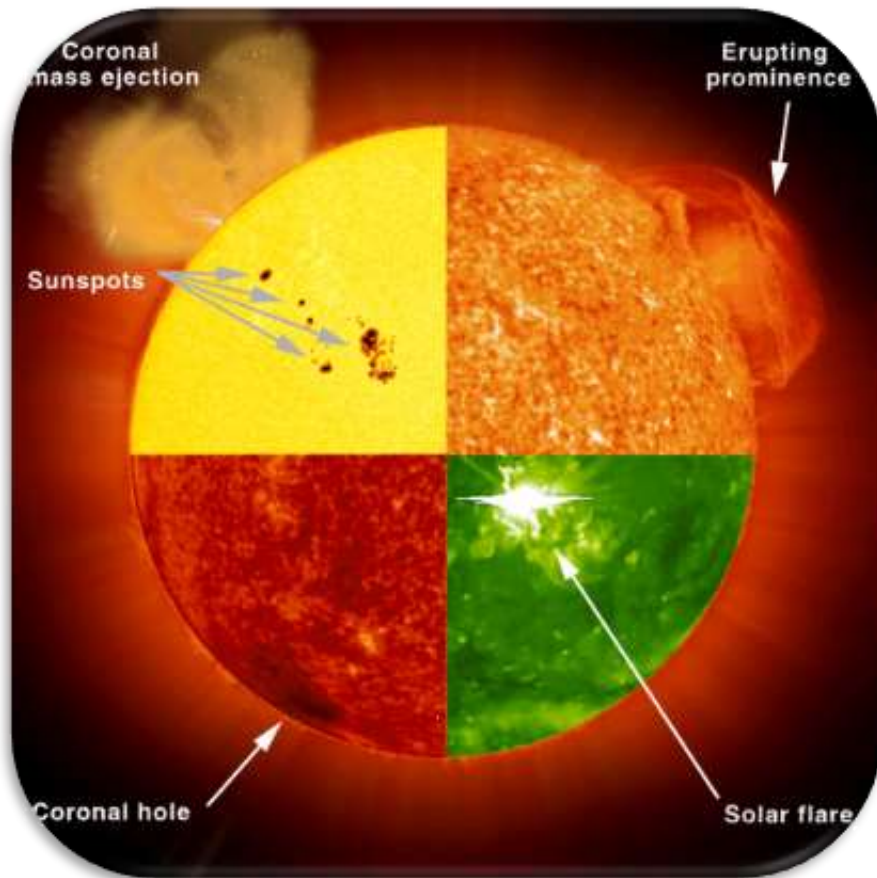
Nuestra estrella es muy activa, magnéticamente hablando, pues tiene un campo magnético muy intenso y variable, que cambia de año a año. La orientación de sus polos magnéticos cambia cada vez que alcanza su máximo de actividad, (lo cual ocurre una vez por ciclo o cada 11 años aproximadamente), como muestran los datos registrados en la Figura 14.



**Figura 14:** Ciclos de actividad del Sol. (Créditos <https://ciencia.>)

La actividad magnética del Sol produce numerosos efectos, que todos juntos se conocen como **actividad solar**. La Figura 15 muestra algunos de ellos como las **llamaradas** (solar flares en inglés), **prominencias** (erupting prominence en inglés), **manchas** en su superficie (conocidas como sunspots en inglés) y **eyecciones de masa coronal** (coronal mass ejections en inglés) de varios tipos que se envían al **viento solar**, entre otros.

Para más información sobre los distintos efectos causados por el campo magnético, os invitamos a visitar el [cuadernillo de CESAR sobre el Sol](#).



*Figura 15: Conexión entre los distintos efectos de la actividad solar. (Créditos: [geomag](#))*

#### Actividad 4.1: Las eyecciones de masa coronal (Coronal Mass Ejections en inglés o CME):

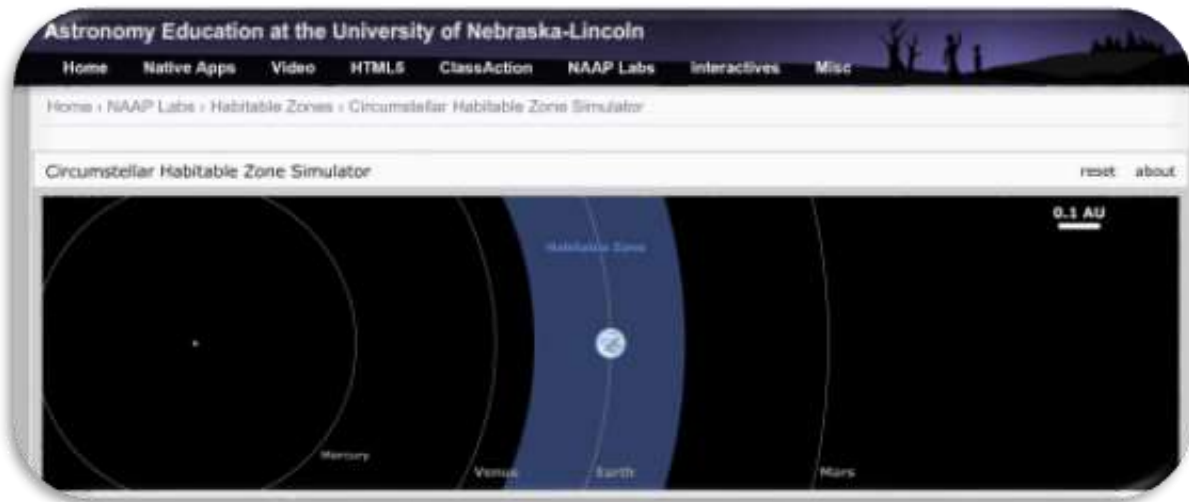
Las eyecciones de masa coronal, también llamadas CME por ser las siglas en inglés de Coronal Mass Ejections, son nubes de material solar (plasma) emitidas desde el Sol. Tienden a aparecer cuando los haces de líneas de campo magnético, que contienen plasma solar, se entrelazan y se reconectan, lo que hace que el material se escape a gran velocidad. A menudo son una consecuencia de la erupción de la prominencia solar. Cuando esto sucede se rompen de manera muy repentina eyectando parte del material del Sol y alcanzado unas velocidades de unos 1 000 km/s, recombinándose rápidamente entre sí de nuevo. A veces ocurren a la vez que las **llamaradas**, pero mientras que las primeras sólo emiten luz, las eyecciones de masa coronal envían materia hacia el Sistema Solar, en el viento solar, pudiendo alcanzar la Tierra.

1. ¿En qué capas del Sol crees que se encuentran las eyecciones de masa coronal?

Las eyecciones de masa coronal, como su nombre indica provienen de la corona, que es la capa más externa del Sol.

## Actividad 4.2: La influencia del Sol sobre la Tierra

El Sol permite la **existencia de vida** (Figura 17, zona de habitabilidad<sup>1</sup>), tal y como la conocemos en la Tierra, y sus variaciones en su actividad impactan en nosotros a muchos niveles.



*Figura 16: Zona de habitabilidad entorno al Sol donde la Tierra. (Creditos: Astronomy Education at the University of Nebraska-Lincoln)*

La mayor parte de los planetas del Sistema Solar, se encuentran rodeados por unas envolturas magnéticas de gran tamaño. Se conocen como magnetosferas y son producidas por la actividad en el interior del planeta. Éstas forman las mayores estructuras del Sistema Solar, llegando a ser entre 10 y 100 veces más grandes que el propio planeta.

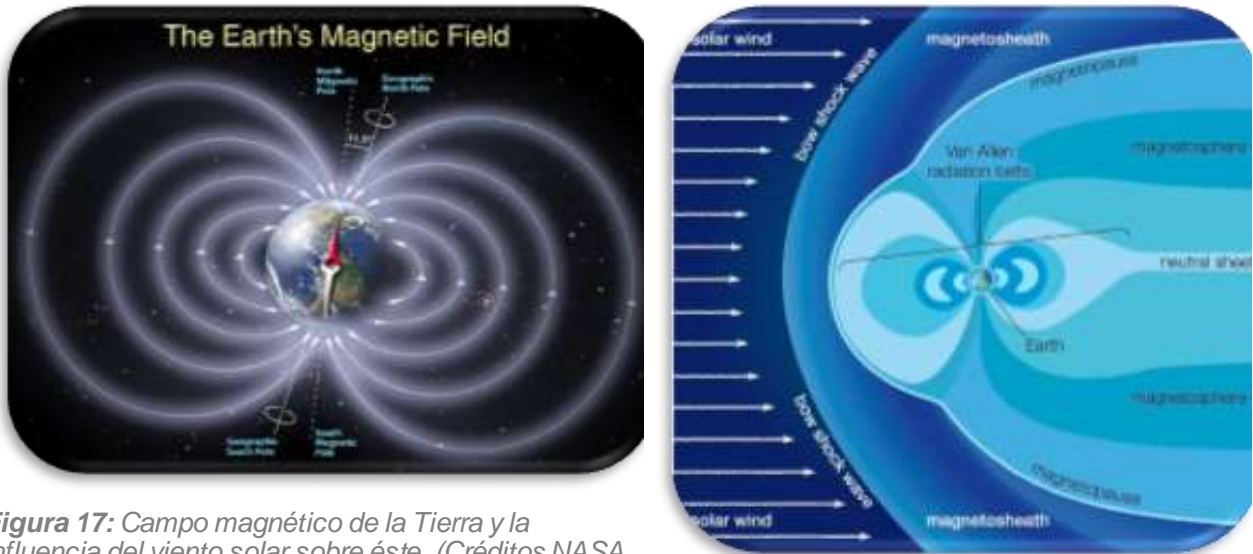
El viento solar interacciona con estas “burbujas magnéticas” pudiendo moverlas y deformarlas. Pueden ser por tanto inducidas por esta interacción con el viento solar con su ionosfera (Venus y cometas) o por un proceso de dinamo magnética (como ocurre en Mercurio, la Tierra o planetas gigantes).

---

<sup>1</sup> Zona de habitabilidad: [https://es.wikipedia.org/wiki/Zona\\_de\\_habitabilidad](https://es.wikipedia.org/wiki/Zona_de_habitabilidad). Para más detalles sobre zonas de habitabilidad entorno a una estrella, te animamos a descubrir esta [actividad de GoLabz](#).



El campo magnético de la Tierra es muy estable y no cambia mucho a lo largo del tiempo, a diferencia del campo magnético solar. Sin embargo, parte de la radiación ultravioleta consigue atravesar la atmósfera y por ello debemos protegernos.



**Figura 17:** Campo magnético de la Tierra y la influencia del viento solar sobre éste. (Créditos NASA, ESA)

1. Mira este [video TED-ED](#) para ver el efecto del Sol sobre las personas y la necesidad de usar crem solar. Escribe los motivos aquí:

2. Dibuja cómo crees que podría afectar a la actividad magnética del Sol en la Tierra.





**Figure 18:** Campo magnético de la Tierra y su efecto sobre el Sol y los satélites. (Créditos: ESA)

3. ¿Crees que existe alguna relación entre el Sol y las Auroras Boreales?



**Figura 19:** Formación Auroras Boreales (Créditos: [www.meteorologiaenred.com](http://www.meteorologiaenred.com))

La Tierra está protegida por un campo magnético, que es el punto de unión entre la Tierra y el Espacio, y las partículas cargadas, emitidas por el Sol, pueden llegar a producir efectos muy impresionantes visualmente, como las Auroras Boreales.

4. Mira el siguiente [video](#) explica la aparición de las Auroras Boreales como causa de la influencia del Sol sobre el campo magnético de la Tierra. ¿Qué otras influencias crees que puede causar la actividad solar sobre la Tierra?

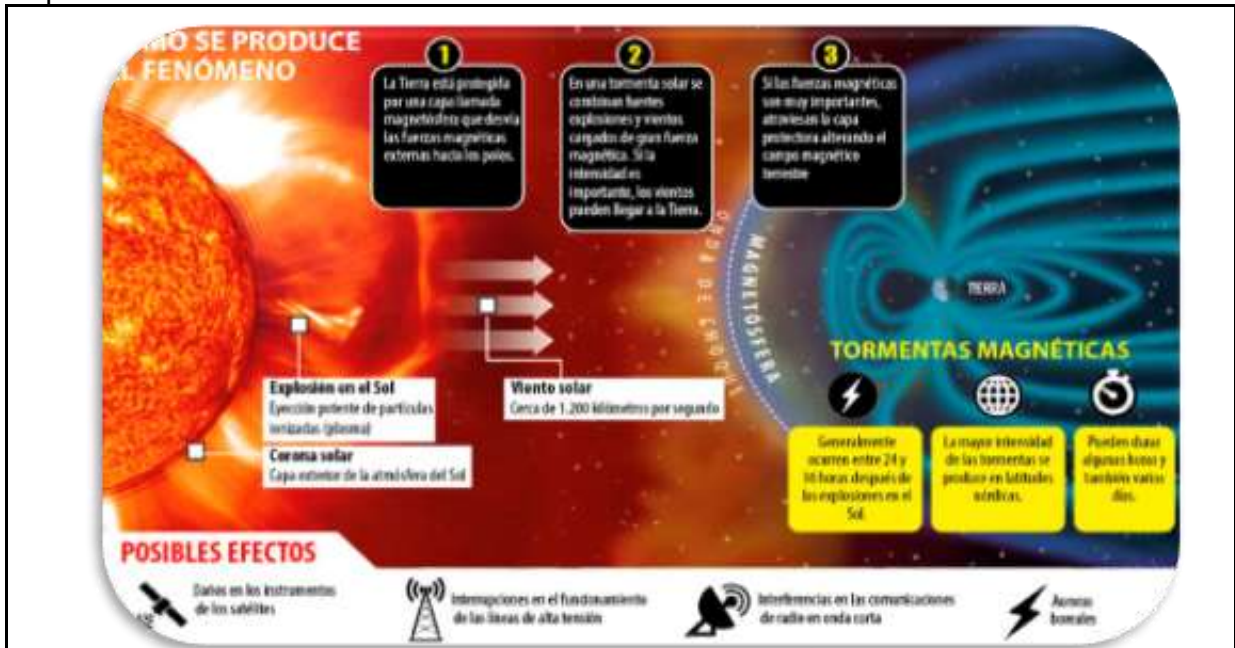


Figure S.4: The influence of the Sun on the Earth's magnetic field (Credits: [www.capasdelatierra.org](http://www.capasdelatierra.org))

Es importante que los científicos realicen seguimientos de la Actividad Solar, pues si la eyección es lo suficientemente potente, cuando llegue a la Tierra, podrá dañar los satélites de telecomunicaciones e incluso instalaciones eléctricas de la superficie.

Otro efecto importante de la Actividad Solar puede ser también su impacto en el histórico del **clima de la Tierra**. Aunque a día de hoy no hay estudios concluyentes. Sólo se ha detectado variaciones en el clima, como muestra la Figura S.5, cuando por varios años seguidos y ciclos



Figura S.5: La pequeña Edad de Hielo

Actividad 5: La Exploración Espacial del Sol por la Agencia Espacial Europea (ESA).

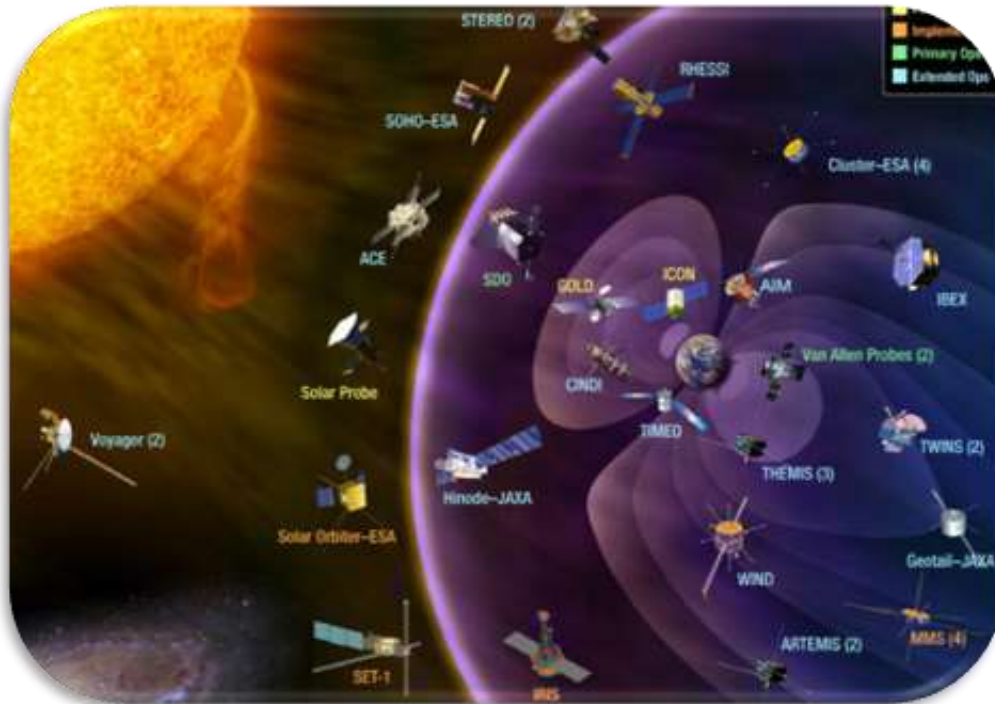


Figura 20: Flota de misiones de la Agencia Espacial Europea. (Créditos: [www.fidefundacion.es](http://www.fidefundacion.es))

Desde hace más de dos décadas, la Agencia Espacial Europea, junto con la Agencia Espacial Norteamericana estudian el Sol, pues sus variaciones pueden afectar de manera importante a la Tierra. La Figura 20 muestra todas ellas y la Figura 21 aquellas con una alta contribución Europea ([PROBA-2](#), [SOHO](#) y [Solar Orbiter](#)). El campo de la física que estudia el Sol se llama **Heliofísica**.

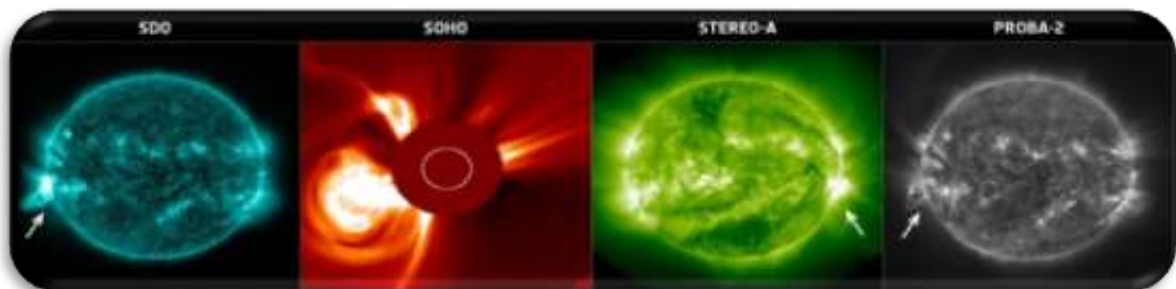


Figura 21: El Sol observado en diferentes filtros (Créditos: [kiri2ll.livejournal.com](http://kiri2ll.livejournal.com))

### Actividad 5.1: Solar Orbiter (SOLO)



*Figura 22: Simulación SOLO, ESA. (Créditos [www.esa.int](http://www.esa.int))*

La misión Solar Orbiter es una misión dirigida por ESA con fuerte colaboración de NASA, enviada al Sol en febrero del 2020, con el principal objetivo de estudiar de cerca el Sol, sus polos. En particular analizará el comportamiento de sus campos magnéticos para predecir el comportamiento de la estrella de la cual dependen nuestras vidas.



*Figura 23: Lanzamiento de SOLO, ESA. (Créditos: ESA-S. Corvaja)*



Descubre el [blog de viaje y actividades educativas](#) (en inglés) creadas por la científica de la misión SOLO, Dra. Anik de Groof, para relatar su viaje a ver el lanzamiento de la misión en Febrero del 2020. Aquí un [video del lanzamiento de la misión SOLO](#).

Los siguientes links son recursos extra para conocer las misiones encargadas del estudio del Sol:

- [Misiones de ESA al Sol](#)
- [Simuladores 3D de la Flota de naves de la Agencia Espacial Europea](#)
- [La misión ESA SWARM](#) estudia las variaciones de los campos magnéticos de la Tierra.

### Actividad 5.2: El Telescopio Solar CESAR (HELIOS)

El telescopio HELIOS, como muestra la Figura 24, es un telescopio solar que pertenece al Equipo CESAR y se encuentra instalado en ESAC desde el 2012. Su objetivo fundamental es observar el disco del Sol cada día (en el rango visible y H-alpha) como muestra el calendario creado con las imágenes del Sol tomadas en el 2017 en la Figura 25.



Figura 24: Observatorio solar HELIOS (Créditos: CESAR)

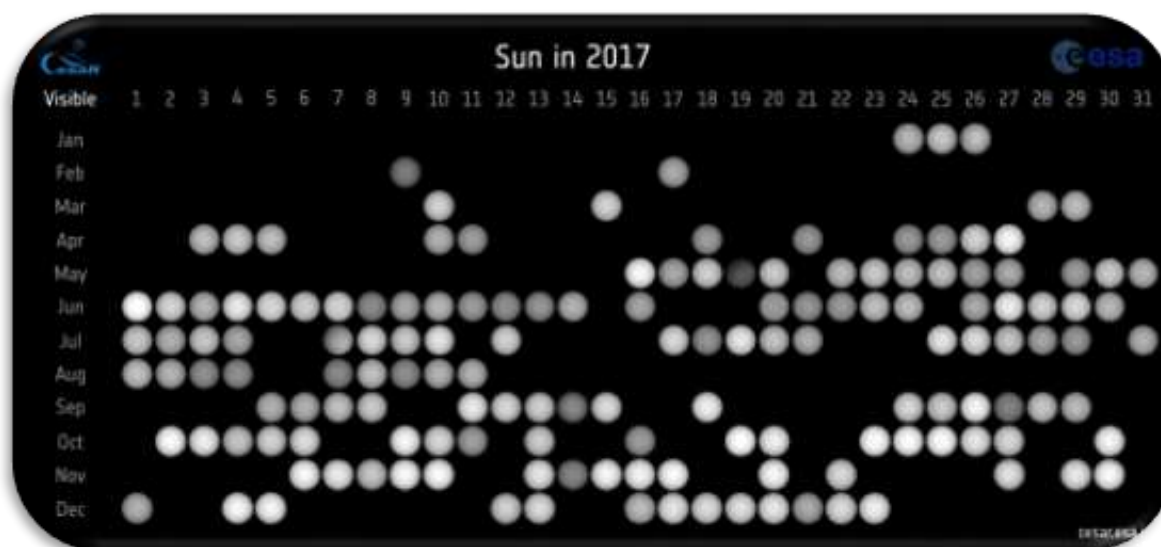


Figura 25: Calendario de 2017, creado con las imágenes del disco del Sol este año. (Créditos: CESAR)



De los datos científicos, el Equipo CESAR crea material educativo como el de este Reto Científico. Para más información sobre telescopio CESAR, acceder al siguiente [link](#).

**Curiosidad:** Para ver la última imagen del telescopio HELIOS accede a [“El Sol en directo”](#)

Actividad 6: **Evalúa lo que has aprendido hasta ahora**

Comprueba lo aprendido hasta ahora con este [cuestionario](#)



# Fase 2





La forma de proceder en esta fase depende de los resultados obtenidos en la última actividad de la fase 1 (cuestionario).

- **Caso 1:** Sus estudiantes respondieron bastante bien al cuestionario  
→ **Pasa a la FASE 3**
- **Caso 2:** Sus estudiantes no respondieron muy bien al cuestionario o tienen muchas preguntas relacionadas con el tema del Desafío Científico  
→ **Revisión de la FASE 1** (ver abajo) con este **material complementario**

[http://cesar.esa.int/index.php?Section=Scientific\\_Cases&Id=21&ChangeLang=es](http://cesar.esa.int/index.php?Section=Scientific_Cases&Id=21&ChangeLang=es)

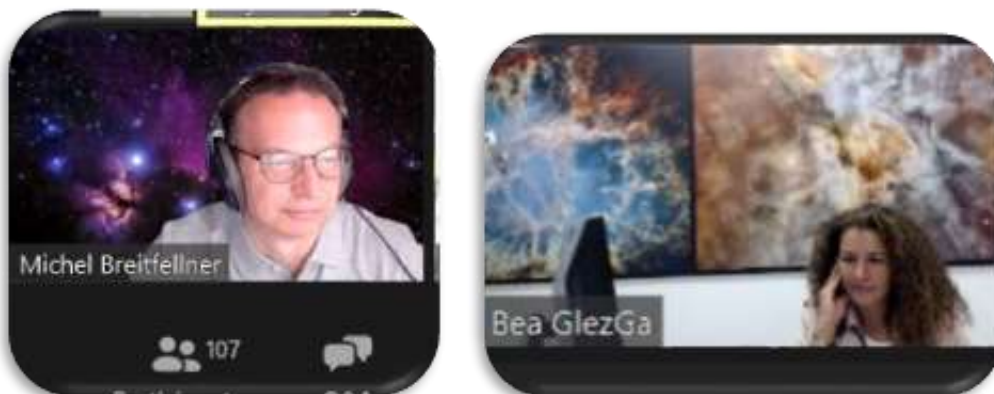
- Charlas de expertos dadas en los talleres de CESAR (pdf y/o videos)
- Vídeos dedicados de la ESA
- Monografías del CESAR (folletos)
- Simuladores/sitios web



→ **Pasa a la FASE 3**

- **Caso 3:** No puedes hacerlo solo y necesitas interactuar con el equipo de CESAR

Actividad 7: Pide una video-llamada con el equipo CESAR si es necesario.



*Figura 27: Imagen del Equipo CESAR haciendo video llamada. (Créditos: ESA)*

**Nota:** Por cada reto científico tienes la oportunidad de pedir una video llamada de 30 min

- con su clase (en la FASE 2) para aclarar conceptos
- sólo profesores (en la FASE 3) en caso de que te quedes atascado con el software/respuestas



# Fase 3



Esta fase está estructurada según **el método científico**. Para ello, primero haréis una **hipótesis**<sup>2</sup> sobre el tema a descubrir (el de vuestro Reto), después haréis un **experimento** (procedimiento) con datos reales sobre la cuestión y finalmente llegareis a vuestras propias **conclusiones** (y chequearéis vuestras hipótesis).

¿Estas preparad@ para trabajar como un/a científic@? ¡Adelante!

## Actividad 8: ¿Cuánto tiempo tardaría en llegar una tormenta solar a la Tierra?

A partir de datos reales de la misión científica ESA/NASA SOHO, puedes estudiar la evolución de una eyección de masa coronal (CME) y así calcular el tiempo que dicha CME tardaría en llegar a la Tierra, desde que es detectada por el satélite.

En esta Actividad consideramos **un escenario en el que la eyección avanza siguiendo un MRU** y os proponemos dos tipos de Experimentos:

- **Experimento 1:** empleando una herramienta on-line ([Actividad 8.1](#))
- **Experimento 2:** empleando imágenes impresas ([Actividad 8.2](#))

### Hipótesis:

Revisa tus respuestas de la Actividad 2

1. ¿Cuánto tiempo crees que tardaría una CME en llegar desde la Tierra al Sol, sabiendo que la distancia Tierra-Sol es de unos 150 000 000 km

2. ¿Crees que todas estas erupciones solares tardarán lo mismo en llegar a la Tierra?

---

<sup>2</sup> Una hipótesis se puede usar como una propuesta provisional que no se pretende demostrar estrictamente, o puede ser una **predicción** que se debe verificar por el **método científico**.

[https://es.wikipedia.org/wiki/Hip%C3%B3tesis\\_\(m%C3%A9todo\\_cient%C3%ADfico\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Hip%C3%B3tesis_(m%C3%A9todo_cient%C3%ADfico))

## Experimento 1

### Actividad 8.1: Versión on-line

#### Vista general:

- **Datos:** Imágenes tomados por [el instrumento LASCO](#) a bordo del satélite SOHO. En ellas vemos un disco bloqueando la luz del Sol, llamado [coronógrafo](#). Sólo podemos ver las partes externas del Sol donde suceden las eyecciones de masa coronal. El círculo blanco representa la superficie del Sol o fotosfera.
- **Herramientas:**
  - [Herramienta web diseñada por el Equipo CESAR](#)
  - Calculadora
- **Video tutorial:** <https://youtu.be/SR1qIKo2ao8>

#### Preparación:

- Mira el [video tutorial](#) y repite el ejercicio para CME captada por SOHO el día 13-05-2013.
- **Accede a la herramienta web CESAR [“Estudio de Eyecciones de Masa Coronal”](#)**
- **Recomendaciones:**
  - Puedes hacer las mediciones tantas veces como quieras (pinchar en el centro del Sol y en un extremo) hasta que la medición sea la válida para tí.
  - La nomenclatura empleada en las medidas contiene espacios para indicar kilómetros, sin embargo, **la herramienta requiere que no haya espacios entre los números para realizar los cálculos.**

#### Procedimiento

- **Paso 1/4: Elige un conjunto de imágenes** en la herramienta web (por ejemplo, la Opción 3). Cada uno de estos conjuntos corresponde a cuatro imágenes consecutivas de una eyección.

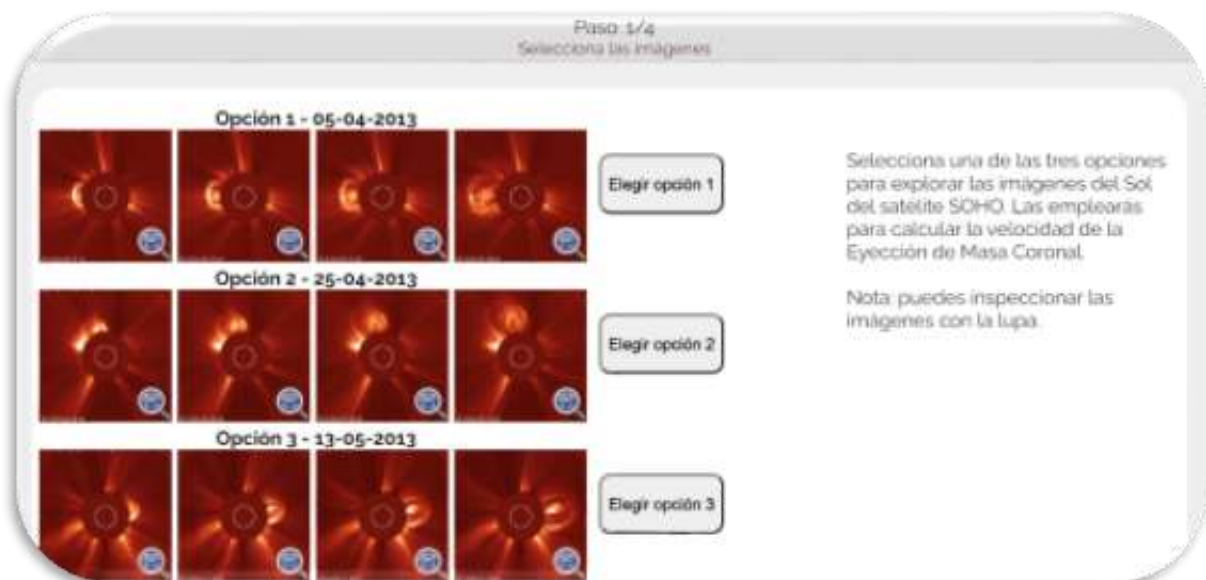


Figura 28: Paso 1 de 4 de la herramienta web. (Créditos: CESAR)

- **Paso 2/4 (I): Calcula el radio del Sol** para conocer la escala de la imagen.
  - Pincha con el ratón en el centro del Sol (cruz negra) y después en cualquier parte del círculo blanco (Nota: El círculo blanco indica el tamaño real del Sol).

Esto permitirá internamente a la herramienta hacer la conversión de cuántos kilómetros del Sol son representados por cada píxel de la imagen.  
El resultado está en torno a que 39 pixeles representan 695 842 km.
- **Paso 2/4 (II): Para cada imagen mide la longitud de la eyección de masa coronal.**
  - Pincha en el centro del Sol y en el extremo de la eyección.
  - Repite esta acción para las otras tres imágenes.

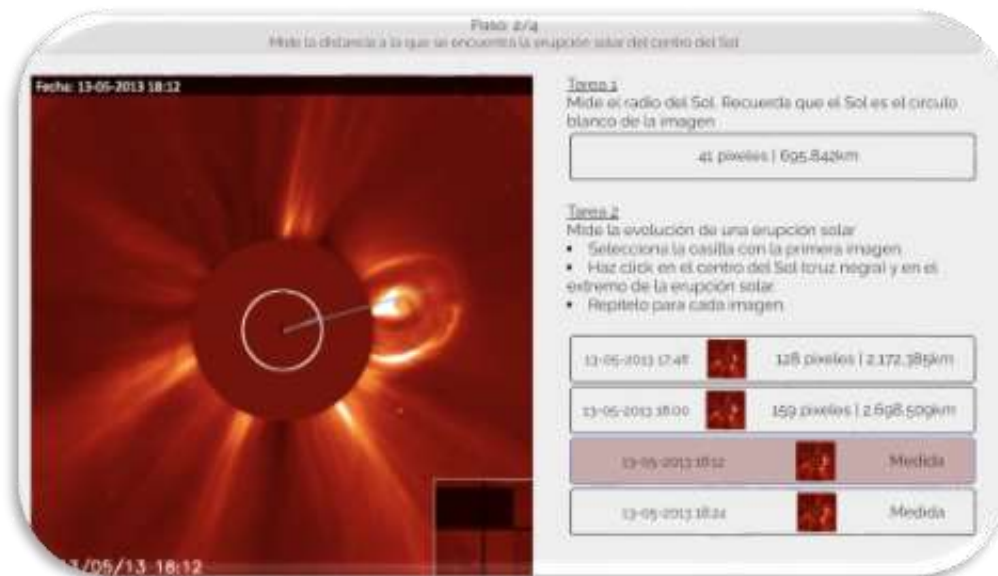


Figura 29: Paso 2 de 4 de la herramienta web. (Créditos: CESAR)

- **Paso 3/4: Calcula la velocidad de la eyección entre imágenes.**
  - Rellena en el numerador la longitud de la eyección en la imagen  $(N)$  y en la imagen  $(N-1)$  **en kilómetros, para poder medir el avance de la CME.**
  - Rellena en el denominador la **diferencia de tiempos** entre la imagen  $(N)$  y la imagen  $(N-1)$ , **en segundos.** (Nota: El tiempo en que las imágenes fueron tomadas viene dado como DD/MM/YYYY hh:mm, siendo *DD* el día, del mes *MM* del año *YYYY* a la hora *hh* y minutos *mm*. La herramienta web los muestra como DD-MM-YYYY).

Paso 3/4  
Calcula la velocidad

**Imagen 1**  
Distancia: 2 240 272 km  
Fecha: 05-04-2013 07:12

**Imagen 2**  
Distancia: 2 511 820 km  
Fecha: 05-04-2013 07:24

**Imagen 3**  
Distancia: 2 851 255 km  
Fecha: 05-04-2013 07:36

**Imagen 4**  
Distancia: 3 479 210 km  
Fecha: 05-04-2013 08:00

**Calcula la velocidad de la erupción solar**

$V_{1-2} = \frac{2511820 - 2240272 \text{ km}}{720 \text{ s}} = 377.16 \text{ km/s}$

$V_{2-3} = \frac{2851255 - 2511820 \text{ km}}{720 \text{ s}} = 471.44 \text{ km/s}$

$V_{3-4} = \frac{3479210 - 2851255 \text{ km}}{1440 \text{ s}} = 436.08 \text{ km/s}$

Introduce la variación de tiempo y posición de la eyección entre pares de imágenes. Pulsa el botón de calcular.

Figura 30: Paso 3 de 4 de la herramienta web. (Créditos: CESAR)

- **Paso 4/4 (I): Calcula la velocidad media de la eyección.**
  - Emplea los valores de las tres velocidades (calculadas entre pares de imágenes) en el Paso 3 para obtener la velocidad media
- **Paso 4/4 (II): Calcula el tiempo que tardaría la eyección en recorrer la distancia Sol-Tierra.**
  - Introduce la velocidad media que has calculado en la herramienta (consideramos MRU).
  - Introduce la distancia Sol-Tierra, que es 150 000 000 km .

Paso 4/4  
Calcula el tiempo que la erupción solar tarda en llegar a la Tierra

**Velocidad de cada par de imágenes:**

$V_{1-2} = 377.16 \text{ km/s}$   
 $V_{2-3} = 471.44 \text{ km/s}$   
 $V_{3-4} = 436.08 \text{ km/s}$

**Calcula la velocidad media**

Toma las velocidades de la erupción solar y calcula la velocidad media.

$V_m = 469.08 \text{ km/s}$

**Calcula el tiempo**

Con la velocidad media calcula el tiempo

$t_{ST} = \frac{150000000 \text{ km}}{469.08 \text{ km/s}} = 324188.44 \text{ s}$

Ayuda: Distancia Tierra-Sol = 150 000 000 km

Atrás Empezar de nuevo

Figura 31: Paso 4 de 4 de la herramienta web. (Créditos: CESAR)



## Experimento 2:

### Actividad 8.2: Versión usando imágenes impresas

#### Vista general:

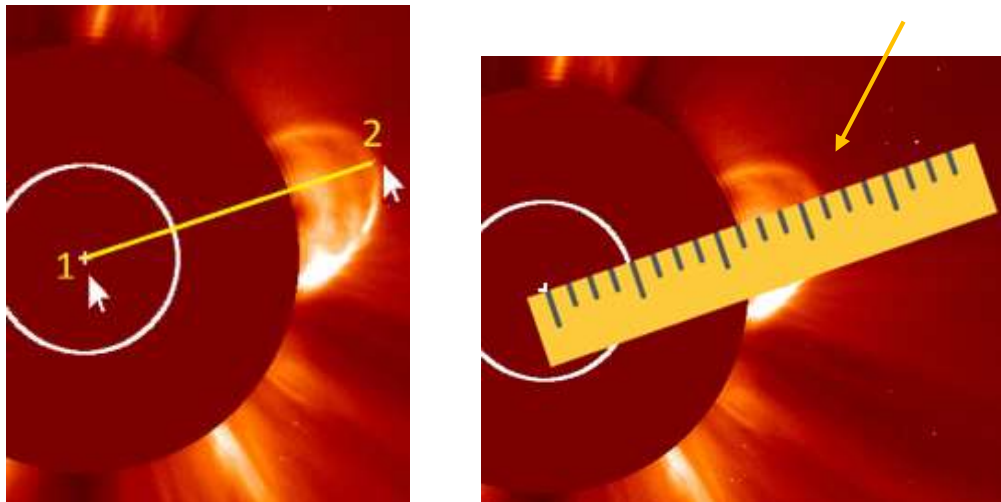
- **Datos:** Imágenes tomados por [el instrumento LASCO](#) a bordo del satélite SOHO. En ellas vemos un disco bloqueando la luz del Sol llamado [coronógrafo](#). Sólo podemos ver las partes externas del Sol donde suceden las eyecciones de masa coronal. El círculo blanco representa la superficie del Sol o fotosfera.
- **Herramientas:**
  - Regla
  - Calculadora

#### Preparación:

- Descarga e imprime las imágenes en este [link](#).
- **Recomendaciones:** Presta a atención a la **dirección predominante de la eyección para las medidas**.
- **Posibles soluciones:** presentamos una posible solución que puede corresponder o no con el calculado por los alumnos.

#### Procedimiento:

- **Paso 1 /4:** Inspecciona las imágenes de SOHO.
- **Paso 2/4 (I): Calcula el radio del Sol** para conocer la escala de la imagen.
  - Mide con la regla desde el centro del Sol (cruz amarilla) hasta cualquier parte del círculo blanco (Nota: El círculo blanco indica el tamaño real del Sol).  
El resultado está en torno a que 4 milímetros (milímetros) representan 695 842 km, por lo que el factor de escala es del orden de 1:174 000 000 000 (pues un milímetro en la imagen representa 174 000 km o lo que es lo mismo 174 000 000 000 milímetros).
- **Paso 2/4 (II):** Para cada imagen **mide la longitud de la CME y el tiempo**.
  - Mide con la regla la distancia desde el centro del Sol al extremo de la eyección.
  - **Rellena la Tabla 4 con:**
    - **la fecha** en la que la imagen<sub>N</sub> fue tomada (Nota: Ésta se puede encontrar en el formato DD/MM/YYYY hh:mm, siendo *DD* el día, del mes *MM* del año *YYYY* a la hora *hh* y minutos *mm*).
    - **La longitud de la eyección de masa coronal**
  - Repite esta acción para las otras tres imágenes.



**Figura 30:** Cómo realizar las medidas en ambas versiones: Online (izquierda) e Impresa (derecha).  
(Créditos: CESAR)

Imagen	Fecha y hora (DD/MM/YYYY hh:mm)	Longitud de la CME (en milímetros)
1	25/04/2013 09:24	17 mm = 2 958 000 km
2	25/04/2013 09:36	20 mm = 3 480 000 km
3	25/04/2013 10:00	23 mm = 4 176 000 km
4	25/04/2013 10:24	26 mm = 4 524 000 km

**Tabla 4:** Longitud de la eyección para un conjunto de imágenes

• **Paso 3/4: Calcula la velocidad de la CME entre imágenes**

○ Rellena la **Tabla 5** con:

- **La diferencia de tiempo** entre la imagen<sub>(N)</sub> e imagen<sub>(N-1)</sub>, **en segundos** . (Nota: El tiempo en que las imágenes fueron tomadas viene dado como DD/MM/YYYY hh:mm, siendo *DD* el día, del mes *MM* del año *YYYY* a la hora *hh* y minutos *mm*).
- **La diferencia de longitud** (avance de la eyección) de la CME entre la imagen<sub>(N)</sub> e imagen<sub>(N-1)</sub>, **en kilómetros**.

Par de imágenes	Diferencia de tiempo entre imágenes (s)	La distancia que la CME ha recorrido entre ambas imágenes (km)	Velocidades de CME (km/s)
(1,2)	12 x 60 = 720	522 000	725.00
(2,3)	24 x 60 = 1440	696 000	497.142
(3,4)	24 x 60 = 1440	348 000	241.666

**Tabla 5:** Evolución de la eyección para un conjunto de imágenes





- **Paso 4/4 (I): Calcula la velocidad media de la eyección.**

- Emplea los valores de las tres velocidades (calculadas entre pares de imágenes) en la Tabla 5 para obtener la velocidad media.

A partir de los datos tomados en este ejemplo, la velocidad media sería 497.936 km/s. (Nota: Este ejemplo pretende ejercitar el cálculo de la media de un valor y la ecuación de MRU. Sin embargo, en este ejemplo se ve claramente una deceleración (MRUA) en la velocidad de la eyección).

- **Paso 4/4 (II): Calcula el tiempo que tardaría la eyección en recorrer la distancia Sol-Tierra.**

- Considerando que la eyección avanza siguiendo un MRU, calcula el tiempo que tardaría esta eyección en llegar a la Tierra usando la Ecuación 1 de la [Actividad 1](#):

$$v = \frac{s}{t} \Rightarrow t = \frac{s}{v}$$

- $v$  es la velocidad media que has calculado en el paso anterior (consideramos MRU).
- $s$  es la distancia Sol-Tierra, que es 150 000 000 km.

## Conclusiones

1. A partir de tus observaciones ¿A qué velocidad media viaja la CME?

Los valores aceptados para la velocidad están entre ( $v_{min} = 350 \text{ km/s}$ ,  $v_{max} = 875 \text{ km/s}$ ).

2. ¿Cuánto tiempo tarda una erupción solar en llegar desde la Tierra al Sol, sabiendo que la distancia Tierra-Sol es de unos 150 000 000 km?

Los valores aceptados de tiempo aceptados son entre 2-5 días en llegar.

3. ¿Crees que todas estas erupciones solares tardarán lo mismo en llegar a la Tierra?

Compara tus resultados con los de tus compañeros de clase. Para los conjuntos de imágenes que os hemos propuesto en esta actividad todos los grupos deberían obtener un valor de que la eyección de masa coronal tarda entre (2-5) días en llegar a la Tierra Pero ...

- No todas las eyecciones llegarán a la Tierra porque pueden apuntar en otra dirección.
- Algunas eyecciones nunca escapan de la gravedad del Sol por lo que se consideran fallidas, en el sentido que el material vuelve a caer al Sol.
- Algunas eyecciones pueden ser frenadas en su camino hacia la Tierra porque interfieren con otras eyecciones o con una corriente de viento solar más densa.



## Actividad 9: La eyección coronal evoluciona siguiendo MRUA:

### Hipótesis

¿Se moverá la eyección a velocidad constante? Y si no fuera así, crees que experimentan algún tipo de aceleración?

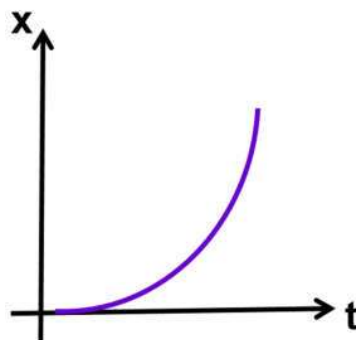
### Experimento

En esta Actividad consideramos la diferencia de velocidades entre los pares de imágenes, pues en realidad el movimiento de la eyección sufre una aceleración. De nuevo, por simplicidad consideramos que el movimiento de la eyección es lineal y uniformemente acelerado.

1. Comenzamos esta Actividad retomando las velocidades calculadas en la [Actividad 8](#):
  - **Extensión de Actividad 8.1:** A partir de los datos del Paso 3 de 4 (Tabla 4)
  - **Extensión de Actividad 8.2:** A partir de los datos del Paso 3 de 4 (Tabla 4)
2. Haz una gráfica representando:
  - En el eje Y: la **diferencia entre las longitudes** ( $s_n - s_{(n-1)}$ ), en kilómetros, obtenidas a partir de las imágenes  $n$  y  $(n-1)$ .
  - En el eje X: la **diferencia de tiempos** ( $t_n - t_{(n-1)}$ ), en segundos, obtenidas a partir de las imágenes  $n$  y  $(n-1)$ .

### Conclusiones

Los estudiantes deberían obtener algo similar a una parábola, ya que la posición depende de  $t^2$  (ver Figura 31). Estos deben ser capaces también de reconocer que corresponde a la gráfica de un movimiento acelerado.



*Figura 31: Gráfica que los estudiantes deben obtener al representar la posición frente al tiempo*



Los estudiantes deberán haberse dado cuenta que las velocidades de la eyección entre las distintas imágenes no son las mismas para los tres pares de imágenes. No sólo se debe a errores en la medición, sino también a que la eyección no sigue un movimiento con velocidad constante – tiene una aceleración,

Posibles resultados son los presentados en la Figura 31.

Nota 1: para  $t=0$ , la distancia de la eyección (entre la imagen 1 y la 2) no es cero.

Nota 2: Los resultados variarán según el conjunto de imágenes elegidas y el error en la medida.

El resultado de la aceleración puede estar entorno a  $(0.1 - 0.4) \text{ km/s}^2$ .

1. ¿Qué tipo de movimiento sigue la eyección? ¿A qué crees que se debe?

Una vez que los estudiantes hayan obtenido la aceleración, podrán realizar un cálculo más preciso del tiempo que tarda la eyección de masa coronal en llegar a la Tierra siguiendo un Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA).

2. Calcula el tiempo de llegada de la eyección a la Tierra utilizando la Ecuación 3. Nota: Si el profesor lo desea puede pedir a los alumnos que desarrollen la Ecuación 3.

$$v = v_0 + a t$$

$$s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \Rightarrow$$

$$t = \frac{(v - v_0)}{a}$$

$$\Delta s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \Rightarrow$$

$$\Delta s = v_0 \frac{(v - v_0)}{a} + \frac{1}{2} a \left[ \frac{v - v_0}{a} \right]^2$$

$$2 a \Delta s = (v^2 - v_0^2)$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2 a \Delta s} \Rightarrow$$

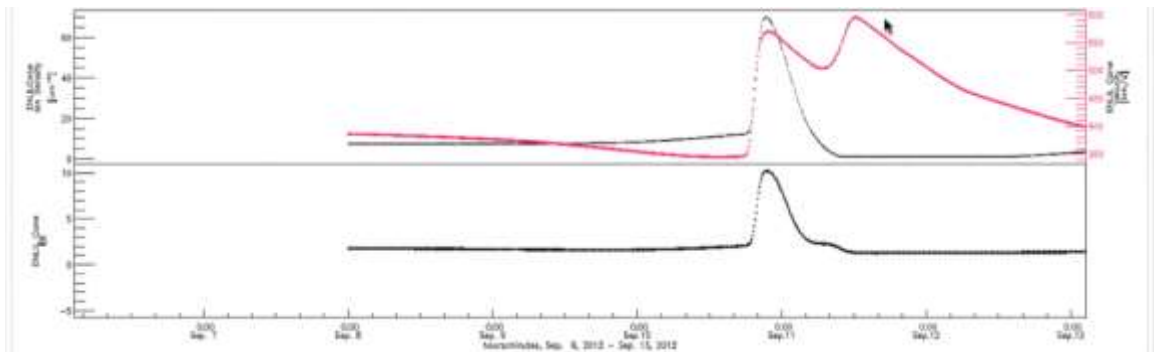
$$t = \frac{(v - v_0)}{a} = \frac{(\sqrt{v_0^2 + 2 a \Delta s} - v_0)}{a} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde

- $\Delta s$ : la distancia máxima del centro del Sol al extremo de la eyección (medida en la última imagen),  $v_0$ : la velocidad del primer par de imágenes ( $v_{1-2}$ ) y  $a$ : la aceleración

**Nota:** El tiempo que la CME tarda en realizar el camino Sol-Tierra obtenido por los alumnos en la Actividad 7.2 será muy diferente al obtenido en la Actividad 7.1, pudiendo ser de hasta unas 10 veces menor. Asumiendo que el movimiento de la eyección tiene aceleración constante, por ejemplo, de  $0.25 \text{ km/s}^2$ , cada 4 segundos se mueve 1 km/s más rápido, así que la velocidad que adquiriría al llegar a la Tierra sería enorme.

**Curiosidad:** El movimiento real de la eyección no tiene esta aceleración constante, sino que ésta va disminuyendo debido a la fricción con el medio interplanetario, especialmente con el viento solar que se encuentra a su paso. En la Figura 0000 podemos ver la densidad de este material, y también la distribución de velocidades según las eyecciones se alejan del Sol.



**Figura 32: Gráfica velocidad-distancia al Sol.** (Créditos: SpaceWeather)



# Fase 4



¡ Enhorabuena !  
¡ Has completado tu Reto Científico !  
¡ Cuéntanos tu historia !

Párate a pensar en la Experiencia con tu Equipo y profes y completa estas Actividades.

### Actividad 10: Auto y co-evaluación

- **En Equipos:** Rellenad este [cuestionario](#) para que comprobéis lo aprendido en el Reto.
- **Con vuestro@ profe:** Rellenad estos [mentimeter](#) (código QR) para evaluar algunas de las capacidades desarrolladas durante vuestro Reto.



### NOTAS IMPORTANTES

- Los profesores se asegurarán que cada Equipo realiza las evaluaciones (quizz)
- Ella/El pueden decir a los estudiantes cuál es su correo (del profesor/a) donde los estudiantes pueden enviar los resultados del Mentimeter (format pdf)
- Crea un drive en google y sube los resultados de cada Equipo. Si quieres compártelo con nosotros ([cesaronlineadventures@gmail.com](mailto:cesaronlineadventures@gmail.com))**





## Actividad 11: Cuéntanos tu Aventura

Students will have to create a final product (an A0 poster in pdf format, using power point, for example) showing what they have learned in the different phases of the Scientific Challenge.

This poster is the ticket to participate in the CESAR international adventure competition .

### IMPORTANT NOTES:

- It would be very interesting if you could present it to your schoolmates on a certain date, simulating a congress of scientists.
- Together with the poster, we encourage you to share the drive already created in Activity 4 (Kahoot) (Challenge\_Id) with your results and the pdfs of Activity 14. Do not attach files directly to our platform.
- Any document involving photos of your students can be published on the CESAR website or social networks. Therefore, please only attach those images for which you have explicit permission for publication, intellectual property and image. The CESAR Team is not responsible for their intellectual property and image.

**Congratulations teacher!**  
**Thanks to your dedication your class will receive a**  
**CESAR Team Super Diploma**



# Enlaces





## □ ENLACES DE LA FASE 0:

### □ VIDEOS:

- This is ESA: <https://www.youtube.com/watch?v=9wdbNU7Pu8U&feature=youtu.be>
- ESAC: La ventana de ESA al Universo: [http://www.esa.int/ESA\\_Multimedia/Videos/2015/01/ESAC\\_ESA\\_s\\_Window\\_on\\_the\\_Universe](http://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2015/01/ESAC_ESA_s_Window_on_the_Universe)
- Presentation to ESA/ESAC/CESAR by Dr. Javier Ventura: <http://cesar.esa.int/index.php?Section=Multimedia&Id=63>
- Otros videos inspiracionales sobre Espacio: [http://cesar.esa.int/index.php?Section=SSE\\_Videos\\_NEW&ChangeLang=es](http://cesar.esa.int/index.php?Section=SSE_Videos_NEW&ChangeLang=es)
- Video inspiracional en educación: [https://www.youtube.com/watch?v=\\_qgVKmOsqV8&t=36s](https://www.youtube.com/watch?v=_qgVKmOsqV8&t=36s)

### □ APP/JUEGO/CUESTIONARIO:

- Simulación de cinemática: <https://www.edumedia-sciences.com/es/media/112-cinematica>

### □ WEBS:

- Katherine Johnson: <https://kids.britannica.com/kids/article/Katherine-Johnson/628677>
- Vera Rubin: <https://www.nytimes.com/2016/12/27/science/vera-rubin-astronomist-who-made-the-case-for-dark-matter-dies-at-88.html>
- Samantha Cristoforetti: <https://www.nytimes.com/2016/12/27/science/vera-rubin-astronomist-who-made-the-case-for-dark-matter-dies-at-88.html>
- Marie Curie: [https://es.wikipedia.org/wiki/Marie\\_Curie](https://es.wikipedia.org/wiki/Marie_Curie)
- Steve Wozniak: [https://es.wikipedia.org/wiki/Steve\\_Wozniak](https://es.wikipedia.org/wiki/Steve_Wozniak)
- Matt Taylor: <https://www.famousbirthdays.com/people/matt-taylor-scientist.html>
- Pedro Duque: [https://www.esa.int/Science\\_Exploration/Human\\_and\\_Robotic\\_Exploration/Astronauts/Pedro\\_Duque](https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Astronauts/Pedro_Duque)
- Albert Einstein: [https://es.wikipedia.org/wiki/Albert\\_Einstein](https://es.wikipedia.org/wiki/Albert_Einstein)
- Sistema Internacional de Unidades: [https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_Internacional\\_de\\_Unidades](https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_Internacional_de_Unidades)

## □ ENLACES DE LA FASE 1:

### □ VIDEOS:

- Velocidad y aceleración: <https://www.youtube.com/watch?v=p3EldFAeR00>
- ¿Qué es el plasma?: <https://www.youtube.com/watch?v=2Ht-DHIAd08>
- 10 curiosidades del Sistema solar: <https://www.youtube.com/watch?v=XaEsvetxAL0>
- Descubriendo el electromagnetismo: <https://www.youtube.com/watch?v=FN-tnH36ojY>
- ¿Cuál crees que es la fuerza mayor del Universo?: [https://www.youtube.com/watch?v=AQnkWw\\_IQ8g](https://www.youtube.com/watch?v=AQnkWw_IQ8g)
- ¿Cómo funcionan las centrales nucleares?: [https://www.youtube.com/watch?v=\\_qgVKmOsqV8&t=36s](https://www.youtube.com/watch?v=_qgVKmOsqV8&t=36s)



- El Sol nuestra estrella local  
[http://www.esa.int/ESA\\_Multimedia/Videos/2013/07/Science\\_ESA\\_Episode\\_8\\_The\\_Sun\\_our\\_local\\_star/\(lang\)/es](http://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2013/07/Science_ESA_Episode_8_The_Sun_our_local_star/(lang)/es)
- Las radiaciones dañinas del Sol: <https://www.youtube.com/watch?v=ZSJITdsTze0>
- Auroras Boreales: <https://www.youtube.com/watch?v=1DXHE4kt3Fw>
  
- Solar Orbiter (varios):  
[https://www.esa.int/ESA\\_Multimedia/Missions/Solar\\_Orbiter/\(result\\_type\)/videos](https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Missions/Solar_Orbiter/(result_type)/videos)
- Lanzamiento de SOLO:  
[https://www.esa.int/ESA\\_Multimedia/Videos/2020/02/Solar\\_Orbiter\\_launch\\_highlights](https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2020/02/Solar_Orbiter_launch_highlights)
- Misiones de ESA al Sol:  
[https://www.esa.int/ESA\\_Multimedia/Missions/Solar\\_Orbiter/\(result\\_type\)/videos](https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Missions/Solar_Orbiter/(result_type)/videos)
- La misión ESA SWARM:  
[https://www.esa.int/Applications/Observing\\_the\\_Earth/Swarm/Highlights/Earth\\_s\\_magnetic\\_field](https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Swarm/Highlights/Earth_s_magnetic_field)
- El espectro electromagnético y su estudio por misiones ESA:  
[https://dlmultimedia.esa.int/download/public/videos/2013/07/020/1307\\_020\\_AR\\_ES.mp4](https://dlmultimedia.esa.int/download/public/videos/2013/07/020/1307_020_AR_ES.mp4)
- COSMOGRAPHIA: <https://www.youtube.com/watch?v=VBO9MDt8Gvs>
  
- APP/JUEGO/CUESTIONARIO:**
  - Juego del Sol: <https://www.purposegames.com/game/layers-of-the-sun-game>
  - Tabla periódica: <https://www.phtable.com/?lang=es>
  - ¿De qué qué están hechas las estrellas?:  
[http://cesar.esa.int/index.php?Section=SSE\\_Composicion\\_de\\_las\\_estrellas\\_portada](http://cesar.esa.int/index.php?Section=SSE_Composicion_de_las_estrellas_portada)
  - Analiza el espectro de estrellas: <https://spectralworkbench.org/>
  - Flota de naves de la Agencia Espacial Europea : <http://scifleet.esa.int/#/>.
  - El Sol: <http://scifleet.esa.int/#/model/sun>
  - SOHO: <http://scifleet.esa.int/#/model/soho>
  - SOLO: [http://scifleet.esa.int/#/model/solar\\_orbiter](http://scifleet.esa.int/#/model/solar_orbiter)
  - blog de viaje y actividades educativas: <https://www.solarorbiterforkids.com/>
  
  - Mentimeter El Sol: <https://www.menti.com/vq55wxdyr>
  - Mentimeter sobre CME: <http://menti.com/xugf6i7vex>
  
- WEBS:**
  - La estructura del Sol:  
[http://cesar.esa.int/upload/201809/la\\_estructura\\_del\\_sol\\_booklet.pdf](http://cesar.esa.int/upload/201809/la_estructura_del_sol_booklet.pdf)
  - El Sistema Solar (en inglés):  
[http://cesar.esa.int/upload/201905/jupiter\\_moons\\_booklet\\_pdf.pdf](http://cesar.esa.int/upload/201905/jupiter_moons_booklet_pdf.pdf)
  - La evolución de las estrellas:  
[http://cesar.esa.int/upload/201809/mod\\_evolucion\\_estelar\\_booklet.pdf](http://cesar.esa.int/upload/201809/mod_evolucion_estelar_booklet.pdf)
  - El Sol magnético: [http://cesar.esa.int/upload/201809/el\\_sol\\_magnetico\\_booklet\\_es.pdf](http://cesar.esa.int/upload/201809/el_sol_magnetico_booklet_es.pdf)
  - Explorando el Sol:  
[https://www.esa.int/Space\\_in\\_Member\\_States/Spain/Explorando\\_el\\_Sol](https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Spain/Explorando_el_Sol)
  - El Sol en el 2018:  
[https://www.esa.int/Space\\_in\\_Member\\_States/Spain/El\\_Sol\\_en\\_2018](https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Spain/El_Sol_en_2018)



- El estudio del Sol por el Equipo CESAR:  
<http://cesar.esa.int/index.php?Section=News&Id=183>
- El Sol en directo: [http://cesar.esa.int/index.php?Section=Live\\_Sun](http://cesar.esa.int/index.php?Section=Live_Sun)
- Observatorios solares CESAR:  
[http://cesar.esa.int/index.php?Section=Observatories\\_ESAC\\_Sun](http://cesar.esa.int/index.php?Section=Observatories_ESAC_Sun)
- Eclipses solares:  
[https://www.esa.int/kids/es/Aprende/Nuestro\\_Universo/EI\\_Sol/Eclipses\\_solares](https://www.esa.int/kids/es/Aprende/Nuestro_Universo/EI_Sol/Eclipses_solares)
- Misión ESA Proba-2:  
[http://www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Engineering\\_Technology/Proba\\_Missions/About\\_Proba-2](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Engineering_Technology/Proba_Missions/About_Proba-2)
- Misión ESA SOHO: [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Science/SOHO\\_overview2](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/SOHO_overview2)
- Misión ESA Solar Orbiter: <http://sci.esa.int/solar-orbiter/>

## ENLACES DE LA FASE 2:



### VIDEOS:

- “Hornos nucleares: El origen de casi todo” (Charla del Dr. Benjamín Montesinos Comino):  
<https://www.youtube.com/watch?v=Y-Kt6biXOY8>

### APP/JUEGO/CUESTIONARIO:

### WEBS:

- “El Sol” (Charla de la Dra. Anik de Groof & Dr. David Willians):  
<https://drive.google.com/file/d/1rE0DqQQCcWr18leTuVpyi6ib6-ysXRob/view?usp=sharing>
- “El Equipo CESAR estudia el Sol” (Charla del ingeniero Miguel Pérez-Ayúcar)  
<https://drive.google.com/file/d/1G5VlquJUDVh8lwK0Mnpy1huWJw1j4naE/view>
- Cursos de profesores CESAR:  
[http://cesar.esa.int/index.php?Section=Teacher\\_Training&ChangeLang=es](http://cesar.esa.int/index.php?Section=Teacher_Training&ChangeLang=es)

## ENLACES DE LA FASE 3:

### VIDEOS:

- Instrumento LASCO  
[https://www.esa.int/ESA\\_Multimedia/Keywords/System/SOHO\\_LASCO\\_coronograph/\(result\\_type\)/videos](https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Keywords/System/SOHO_LASCO_coronograph/(result_type)/videos)
- Video tutorial para Actividad 8:  
<https://drive.google.com/file/d/1Zn410gfmI9IYnehhDtWypS0LV4CxC1t/view>

### APP/JUEGO/CUESTIONARIO:

- Herramienta web:  
[http://cesar.esa.int/tools/15.coronal\\_mass\\_ejections/index.php?ChangeLang=es](http://cesar.esa.int/tools/15.coronal_mass_ejections/index.php?ChangeLang=es)



**WEBS:**

- Coronógrafo: <https://es.wikipedia.org/wiki/Coron%C3%B3grafo>
- Datos de la Actividad 8.2: [http://cesar.esa.int/upload/202009/ficha-motionmassejection\\_modbea\\_2013.pdf](http://cesar.esa.int/upload/202009/ficha-motionmassejection_modbea_2013.pdf)

**ENLACES DE LA FASE 4:**

**VIDEOS:**

**APP/JUEGO/CUESTIONARIO:**

- Cuestionario: <http://cesar.esa.int/form.php?ld=11&k=9gPSn9hqRN&ChangeLang=es>
- Mentimeter: <https://www.menti.com/m8846mzj2b>

**WEBS:**

- Bases del concurso SSE:  
[http://cesar.esa.int/upload/202001/bases\\_concurso\\_sse\\_final.pdf](http://cesar.esa.int/upload/202001/bases_concurso_sse_final.pdf)

## Créditos:

Agradecimiento a los científicos de la misión SOLO (Dr. David Willians y Dra. Anik de Groof) por sus comentarios.

Este Reto Científico contiene parte del material de actividades educativas generadas a través de colaboraciones entre CESAR y Planeta Ciencias.

El Equipo CESAR cuenta con el apoyo de [Young Graduate Trainee \(YGT\) Programme](#).