



Reto Científico CESAR

Siguiendo las manchas solares

(Calcula la rotación del Sol con el telescopio HELIOS)

Guía del estudiante

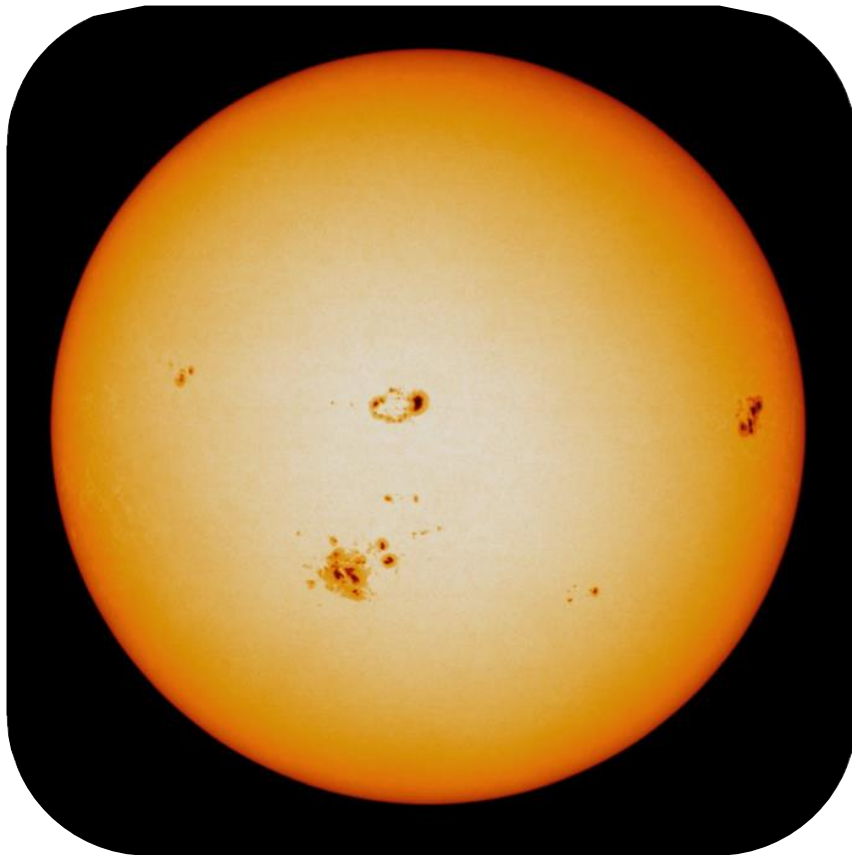




Tabla de Contenidos

Tu Reto Científico	3
Siguiendo las manchas solares.....	4
Fase 3.....	6
Actividad 7: Cálculo de la rotación del Sol.....	7
Enlaces.....	14
Créditos:.....	17



Tu Reto Científico

Siguiendo las manchas solares

Hemos recibido un mensaje:

"¡Tormenta solar hacia la Tierra detectada! ¡Pónganse a cubierto! "



Figura 1: Eyección de masa coronal (CME) (Créditos: <https://www.libertaddigital.>)

Además, el [Observatorio Solar HELIOS](#) en ESAC, que estaba observando el Sol, ha detectado manchas en la superficie del Sol donde el satélite SOHO detectó la eyección de masa coronal.

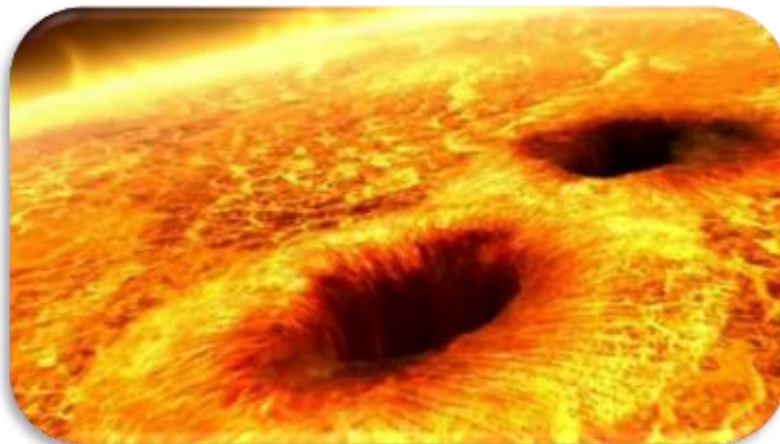


Figura 2: Manchas solares (Créditos: <http://newsmobile.in/>)

Necesitamos tu ayuda para proteger a la Humanidad. ¿Contamos contigo?

En este reto científico, vamos a seguir el rastro de las manchas solares, para poder contestar a las siguientes preguntas:

¿Se mueven las manchas solares? ¿Rota el Sol? ¿Y si es así, lo hace igual en toda su superficie?

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.









Identificador del Reto	Número del Equipo (1-6):			
Nombre de Miembros del Equipo				
Profesiones	Matemátic@/ Ingenier@ de software	Astrofísic@	Ingenier@	Químic@/Físic@
Roles	Lidera la correcta ejecución de los cálculos	Controla y trabaja con los datos del telescopio solar	Encargada de encontrar la mejor 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.
Referencia	Katherine Johnson	Vera Rubin	Samantha Cristoforetti	Marie Curie
(femenina)				
(masculina)	Steve Wozniak	Matt Taylor	Pedro Duque	Albert Einstein
				

Tabla 0: Escribe el Identificador del Reto (único), el número de tu Equipo (1-6) y el nombre de los componentes del Equipo, cada uno de ellos con un rol (y tareas asignadas), todas ellas necesarias.

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



Fase 3



Actividad 7: Cálculo de la rotación del Sol

En esta actividad, utilizareis imágenes del Sol tomadas por el [Observatorio Solar HELIOS](#), para así medir el movimiento de una mancha solar a lo largo de varios días y calcular la rotación del Sol.

Esta actividad está estructurada de manera que llevéis a cabo **el método científico**. Para primero haréis una **hipótesis**, después un **experimento (procedimiento)** y finalmente llegareis a sus propias **conclusiones**.

Hipótesis

1. ¿Cuánto tiempo crees que tarda el Sol en completar una rotación?

2. ¿En qué dirección, crees que una mancha solar se mueve sobre la superficie del Sol? Dibuja un esquema que ilustre tu respuesta.

Actividad 7.1: Versión on-line

- **Datos:** Imágenes tomados por el telescopios solar HELIOS de la fotosfera del Sol.
- **Herramientas:**
 - [Herramienta web diseñada por el Equipo CESAR de "Estudio de la Rotación Diferencial del Sol"](#)
 - calculadora .
- **Video tutorial:** <https://youtu.be/rTDkPCDggGo>

Mira el video tutorial y repite el ejercicio para el conjunto de imágenes elegidas en la Opción 3 de la herramienta, tomadas por el telescopio HELIOS, siguiendo el Procedimiento

Procedimiento

- Accede a la herramienta web diseñada por el Equipo CESAR de ["Estudio de la Rotación Diferencial del Sol"](#)
- **Paso 1/4: Elige un conjunto de imágenes** (por ejemplo, la Opción 3). Estas son imágenes consecutivas lo que nos permite estudiar la evolución de manchas solares.



Figura 23: Paso 1 de la herramienta web para el cálculo del periodo de rotación del Sol. (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 el extremo del disco. Esto permitirá internamente a la herramienta hacer la conversión de pixeles a kilómetros.

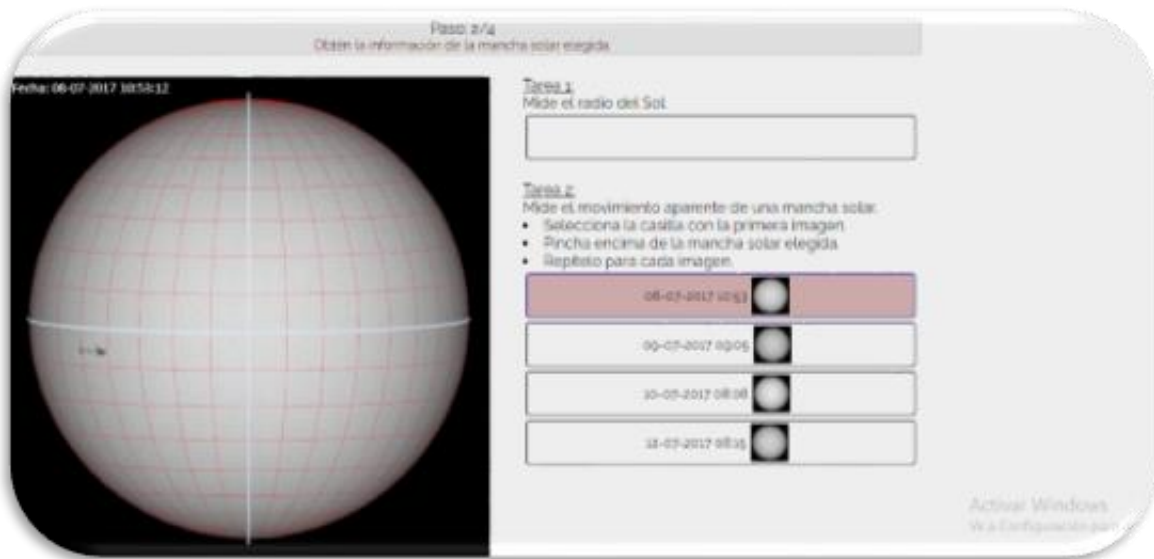


Figura 24: Paso 2 de la herramienta web para el cálculo del periodo de rotación del Sol. (Créditos: CESAR)

- **Paso 2/4 (II):** Para cada imagen selecciona la posición en la que se encuentra la mancha.
- **Paso 3 de 4 (I): Calcula el periodo de rotación del Sol:**
 - Rellena en el numerador la diferencia de tiempos entre la imagen (N) e imagen(N-1), **en días** (por ejemplo, X.Y días). (Nota: El tiempo en que las imágenes fueron tomadas viene dado como DD-MM-YYYY hh:mm, siendo *DD* del día, del mes *MM* del año *YYYY* a la hora *hh* y minutos *mm*.)
 - Rellena en el denominador la **diferencia de longitud** entre la imagen(N) e imagen(N-1), **en grados**. (Nota: En función de si la mancha se encuentra en una zona u otra tendrá un valor positivo o negativo. Lo que necesita la herramienta es el ángulo en valor absoluto).

Nota: Los cálculos deben realizarse usando medios externos que puede ser [calculadora](#), papel o cálculo mentalmente

Para cada par de imágenes elegidas, introduce la variación en tiempo y posición (longitud) de la mancha solar.

Imagen 1
Fecha: 05-09-2017 10:34
Latitud: 10.96 degrees
Longitud: 14.17 degrees

Imagen 2
Fecha: 06-09-2017 07:20
Latitud: 10.96 degrees
Longitud: 25.92 degrees

Imagen 3
Fecha: 07-09-2017 07:48
Latitud: 10.75 degrees
Longitud: 39.95 degrees

Imagen 4
Fecha: 08-09-2017 08:37
Latitud: 11.2 degrees
Longitud: 54.04 degrees

$$T_{\text{total } 2-1} = \frac{360 \text{ grados} \cdot \text{[días]}}{\text{[grados]}} = \text{[días]}$$

$$T_{\text{total } 3-2} = \frac{360 \text{ grados} \cdot \text{[días]}}{\text{[grados]}} = \text{[días]}$$

$$T_{\text{total } 4-3} = \frac{360 \text{ grados} \cdot \text{[días]}}{\text{[grados]}} = \text{[días]}$$

Valor medio de la rotación solar
[días]

Valor medio de latitud de la mancha solar
[grados]

Figura 25: Paso 3 de la herramienta web para el cálculo del periodo de rotación del Sol. (Créditos: CESAR)

- **Paso 3/4 (II): Calcula el valor medio del periodo de rotación:**
 - Emplea los valores de los tres periodos de rotación instantáneos (calculadas entre pares de imágenes) en el Paso 3 y calcula el valor medio. (Nota: Este valor debe calcularse usando medios externos que puede ser [calculadora](#), papel o cálculo mentalmente).
- **Paso 3/4 (III): Calcula el valor medio de la latitud de la mancha:**
 - Introduce la latitud media de la mancha a partir de la latitud de las cuatro imágenes.
- **Paso 4/4: Compara tu resultado del periodo de rotación con el de los planetas del Sistema Solar:**

Objeto	Periodo de rotación
Mercurio	58.64 días
Venus	243.02 días
Tierra	1 día
Marte	1.03 días
Jupiter	0.41 días
Saturno	0.44 días
Urano	-0.71 días
Neptuno	0.67 días

Figura 26: Paso 4 de la herramienta web para el cálculo del periodo de rotación del Sol. (Créditos: CESAR)

En la Figura 26 damos los periodos de rotación de los planetas del sistema solar, teniendo en cuenta que para los gigantes gaseosos el valor es un valor promedio ([link](#)).

1. A partir de tus observaciones, ¿crees que las manchas solares se mueven en alguna dirección en particular? Dibuja un esquema y explica tu respuesta.

2. Si hay un movimiento predominante, ¿es éste en longitud o en latitud?



Actividad 7.2: Versión impresa

- **Datos:** Imágenes tomadas por el telescopios solar HELIOS de la fotosfera del Sol, con fechas y distribución de paralelos y meridianos sobre ésta.

Sigue este **Procedimiento:**

- **Paso 1 /4:** Descarga e imprime las imágenes del disco del sol tomada por el telescopio HELIOS. Existen dos grupos de imágenes tomadas en dos fechas diferentes, con manchas a diferentes latitudes:
 - **Opción 1:** Tres imágenes tomadas entre el 29/03/2001 y el 02/04/2001 ([link](#))
 - **Opción 2:** Tres imágenes tomadas entre el 31/12/2010 y el 11/01/2011 ([link](#))
- **Paso 2/4 (I): Mide cuánto se ha desplazado tu mancha solar favorita en longitud**
 - Rellena la Tabla 4 con la información de fecha, latitud y longitud de tu mancha.

Repite el ejercicio para la misma mancha en las otras imágenes.

Imagen	Fecha y hora (DD-MM-YYYY hh:mm)	Latitud (grados)	Longitud (grados)
1			
2			
3			

Tabla 4: Tabla para la identificación de la posición y fecha de las manchas solares en las imágenes de estudio. (Créditos: CESAR)

- **Paso 3 de 4 (I): Calcula el periodo de rotación del Sol:**
 - Rellena la Tabla 5 con **la diferencia de tiempos** entre la imagen_(N) e imagen_(N-1), **en días** (por ejemplo, X.Y días). (Nota: El tiempo en que las imágenes fueron tomadas viene dado como YYYY/MM/DD hh:mm, siendo *DD* el día, del mes *MM* del año *YYYY* a la hora *hh* y minutos *mm*).
 - Rellena la Tabla 5 con **la diferencia en longitud** entre la imagen_(N) e imagen_(N-1), **en grados**. (Nota: En función de si la mancha se encuentra en una zona u otra tendrá un valor positivo o negativo. Lo que necesita la herramienta es el ángulo en valor absoluto).
- **Paso 3/4 (II): Calcula la valor medio del periodo de rotación:**
 - Emplea los valores de los dos periodos de rotación instantáneos (calculadas entre pares de imágenes) calcula el valor medio. (Nota: Este valor debe calcularse usando medios externos que puede ser [calculadora](#), papel o cálculo mentalmente).

• **Paso 3/4 (III): Calcula el valor medio de la latitud de la mancha:**

- Introduce la latitud media de la mancha a partir de la latitud de las tres imágenes.

Nota: Los cálculos deben realizarse usando medios externos que puede ser [calculadora](#), papel o cálculo mentalmente.

Par de imágenes	Variación en tiempo (días)	Variación en longitud (grados)	Periodo de rotación (días)
1 y 2			
2 y 3			
Valor promedio del periodo de rotación (días)			
Latitud promedio (grados)			

Tabla 5: Tabla de variación del movimiento de la mancha solar. (Créditos: CESAR)

• **Paso 4/4: Compara tu resultado del periodo de rotación con el de los planetas del Sistema Solar:**

	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Objeto</th> <th>Periodo de rotación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mercurio</td> <td>58.64 días</td> </tr> <tr> <td>Venus</td> <td>243.02 días</td> </tr> <tr> <td>Tierra</td> <td>1 día</td> </tr> <tr> <td>Marte</td> <td>1.03 días</td> </tr> <tr> <td>Jupiter</td> <td>0.41 días</td> </tr> <tr> <td>Saturno</td> <td>0.44 días</td> </tr> <tr> <td>Urano</td> <td>-0.71 días</td> </tr> <tr> <td>Neptuno</td> <td>0.67 días</td> </tr> </tbody> </table>	Objeto	Periodo de rotación	Mercurio	58.64 días	Venus	243.02 días	Tierra	1 día	Marte	1.03 días	Jupiter	0.41 días	Saturno	0.44 días	Urano	-0.71 días	Neptuno	0.67 días
Objeto	Periodo de rotación																		
Mercurio	58.64 días																		
Venus	243.02 días																		
Tierra	1 día																		
Marte	1.03 días																		
Jupiter	0.41 días																		
Saturno	0.44 días																		
Urano	-0.71 días																		
Neptuno	0.67 días																		

Conclusiones

1. A partir de tus observaciones, ¿crees que las manchas solares se mueven en alguna dirección en particular? Dibuja un esquema y explica tu respuesta.



2. Si hay un movimiento predominante, ¿es éste en longitud o en latitud?

3. ¿Es el valor del periodo de rotación del Sol el que esperabas? Compara tus resultados con los de otros compañeros, ¿son parecidos? Si no, ¿cuál crees que es la razón de dichas diferencias?

4. ¿Esperabas que el Sol rotara más o menos rápido que la Luna? ¿Y más o menos rápido que la Tierra?

5. Afectan los siguientes factores a cómo rota la mancha solar (y por lo tanto el Sol): ¿el hemisferio que miremos?, b) ¿la fecha?, c) ¿el valor en latitud? Explica el razonamiento detrás de tus respuestas.

6. Teniendo en cuenta las latitudes de las manchas solares, ¿a qué latitud rota el Sol más rápido? En otras palabras, ¿para qué latitud el periodo de rotación del Sol es menor?



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
- 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
- Video inspiracional en educación: 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
- 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
- Albert Einstein: https://es.wikipedia.org/wiki/Albert_Einstein
- 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=p3EIdFAeR00>
- ¿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
- ¿Cómo funcionan las centrales nucleares?: 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
- 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
- El espectro electromagnético y su estudio por misiones ESA:
https://d1multimedia.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.ptable.com/?lang=es>
- ¿De qué están hechas las estrellas?:
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
- blog de viaje y actividades educativas: <https://www.solarorbiterforkids.com/>
- Cuestionario: <http://cesar.esa.int/form.php?Id=11&k=9gPSn9hqRN&ChangeLang=es>

WEBS:

- La estructura del Sol:
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
- La evolución de las estrellas:
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
- 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
- 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
- Observatorios solares CESAR:
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
- Misión ESA 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
- Misión ESA Solar Orbiter: <http://sci.esa.int/solar-orbiter/>

ENLACES DE LA FASE 2:

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/1Zn410gfm9IYnehhDtWypS0LV4CxC1t/view>

APP/JUEGO/CUESTIONARIO:

- Herramienta web:
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

ENLACES DE LA FASE 4:

APP/JUEGO/CUESTIONARIO:

- Cuestionario: <http://cesar.esa.int/form.php?ld=11&k=9gPSn9hqRN&ChangeLang=es>

WEBS:

- Bases del concurso SSE:
http://cesar.esa.int/upload/202001/bases_concurso_sse_final.pdf

Créditos:



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](#).

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

- previa guía:
http://cesar.esa.int/index.php?Section=Differential_Rotation_of_the_Sun