

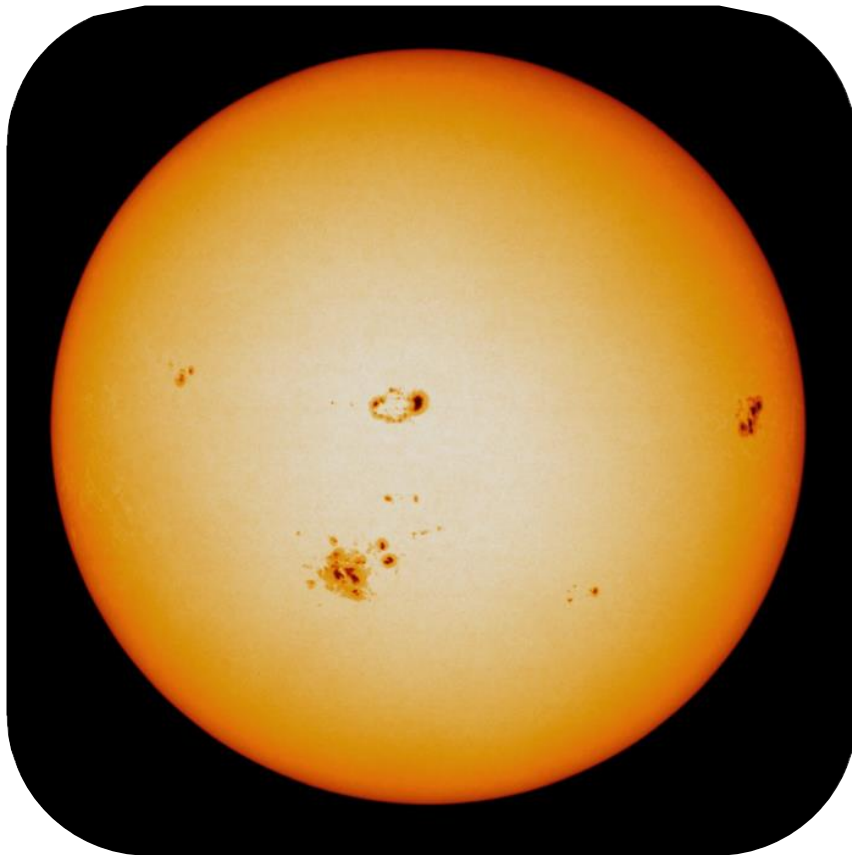


Reto Científico CESAR

# Siguiendo las manchas solares

*(Calcula la rotación del Sol con el telescopio HELIOS)*

Guía del estudiante





## Tabla de Contenidos

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Tu Reto Científico .....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>Siguiendo las manchas solares.....</b>   | <b>4</b>  |
| <b>Fase 1 .....</b>   | <b>6</b>  |
| Actividad 1: Repasa conceptos .....   | 7         |
| Actividad 2: Compara el Sol con la Tierra .....   | 8         |
| Actividad 3: El Sol.....  | 9         |
| Actividad 4: La actividad magnética del Sol.....  | 15        |
| Actividad 5: La Exploración Espacial del Sol por la Agencia Espacial Europea (ESA). ..... | 22        |
| <b>Enlaces.....</b>   | <b>25</b> |
| <b>Créditos:.....</b>   | <b>29</b> |



# 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.

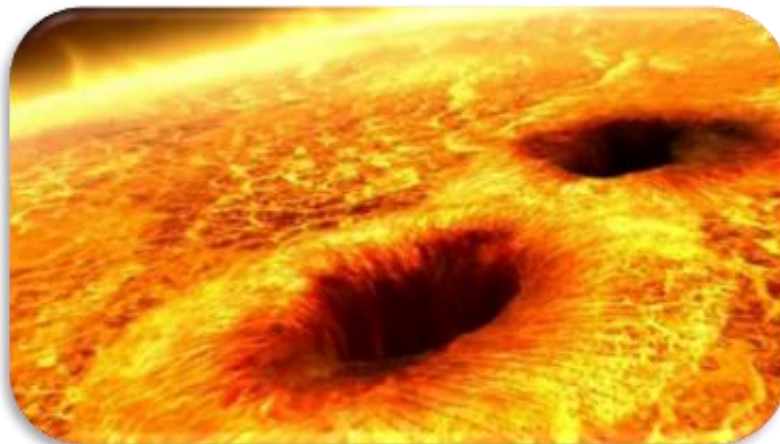










Figura 2: Manchas solares (Créditos: <http://newsmobile.in/>)

**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):  |   |   |   |
|--------------------------------------|---|---|---|---|
| <b>Nombre de Miembros del Equipo</b> |   |   |   |   |
| <b>Profesiones</b>                   | Matemátic@/<br>Ingenier@ de software  | Astrofísic@   | Ingenier@   | Químic@/Físic@  |
| <b>Roles</b>                         | 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. |
| <b>Referencia</b>                    | <a href="#">Katherine Johnson</a>   | <a href="#">Vera Rubin</a>  | <a href="#">Samantha Cristoforetti</a>  | <a href="#">Marie Curie</a>   |
| <b>(femenina)</b>                    |   |   |                           |                                      |
| <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:** 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 1

## Actividad 1: Repasa conceptos

Podéis refrescar estos conceptos antes de comenzar el Reto Científico. Cada uno de los links a un video o web será información útil para ello.

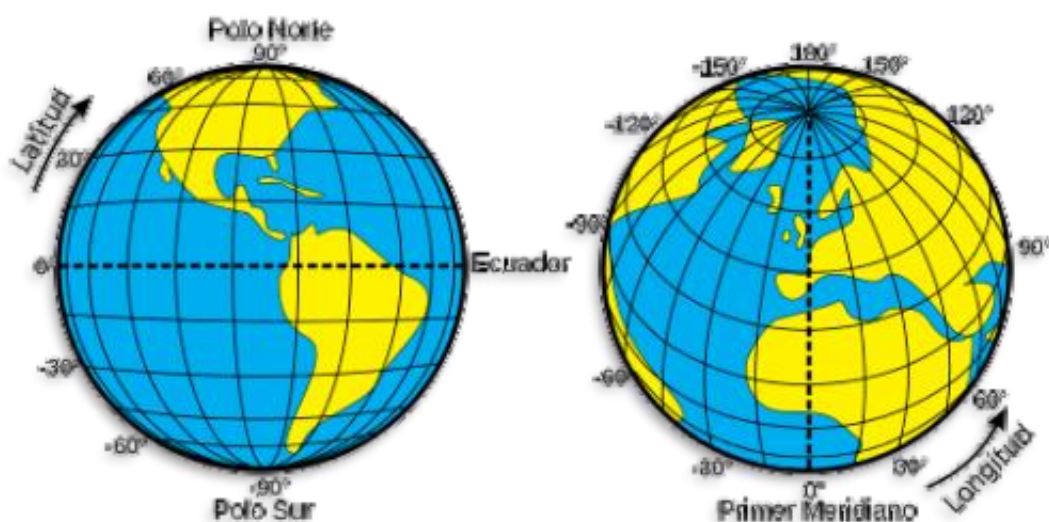
|  |  |  |
|--|--|--|
| <a href="#"><u>10 curiosidades del sistema solar</u></a> | <a href="#"><u>Estados de la materia (TED-Ed en inglés con subtítulos)</u></a> | <a href="#"><u>Latitud, Longitud</u></a>                         |
| <a href="#"><u>Velocidad de rotación y periodo</u></a>   | <a href="#"><u>Descubriendo el electromagnetismo</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.*

En esta actividad vamos a estudiar la superficie del Sol. De la misma manera que podemos saber el tiempo que tarda una bola en dar vueltas sobre sí misma mirando algunos de los detalles (colores, letras, manchas) de su superficie, vamos a hacerlo con el Sol. En este caso veremos lo que llamamos sus manchas solares, que explicaremos más adelante.

Es importante tener en cuenta los conceptos de latitud y longitud cuando se identifican las posiciones de las manchas, de la misma manera que se usan las coordenadas para expresar en qué posición de la Tierra se encuentra. La latitud es positiva para el hemisferio norte y negativa en el sur. La longitud toma un meridiano (Greenwich) como referencia y es positiva para el este y negativa para el oeste.

Por ejemplo, si estás en Madrid, te encontrarás en algunas coordenadas (Latitud:  $40^{\circ} 25' 0''$ , Longitud:  $3^{\circ} 42' 12''$ ), sin embargo, alguien que esté en Santiago de Chile, se encontrará en algunas coordenadas cercanas a (Latitud:  $-33^{\circ} 26' 14''$ , Longitud:  $-70^{\circ} 39' 2''$ )



*Figura 3: Conceptos de latitud y longitud (Créditos: Wikipedia)*

## Actividad 2: Compara el Sol con la Tierra

Rellena la siguiente tabla comparando entre el Sol y la Tierra:

| Propiedad                           | Valor en el Sol                     | Valor en la Tierra | Comparación Sol/Tierra |
|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------|------------------------|
| Tipo de objeto                      | Estrella                            | Planeta            |                        |
| Estado de la mayoría de la materia  | Plasma                              |                    |                        |
| Radio (km)                          |                                     |                    | ~ 110                  |
| Masa (kg)                           |                                     |                    | ~ 33 333               |
| Densidad media (kg/m <sup>3</sup> ) | 1 400                               |                    |                        |
| Temperatura superficial (°C)        | ~ 5 500                             | 17                 | ~ 20                   |
| Elementos más abundantes            | H <sub>2</sub> , He, O <sub>2</sub> |                    |                        |
| Edad (años)                         |                                     | 4 550 000 000      |                        |

**Tabla 2:** Comparación de algunas de las características del Sol y de la Tierra.

- ¿Cuántas Tierras caben en el Sol? (Pista: volumen de una esfera,  $V$ , es  $4/3 \pi R^3$ )



## Actividad 3: El Sol

### Introducción

El Sol es nuestra estrella más cercana. Es una estrella de gas caliente ionizado o “plasma”. Este genera energía por medio de reacciones nucleares en su interior, consumiendo alrededor de cuatro millones de toneladas de combustible de hidrógeno cada segundo. La Figura 4 muestra algunas de las propiedades del Sol.

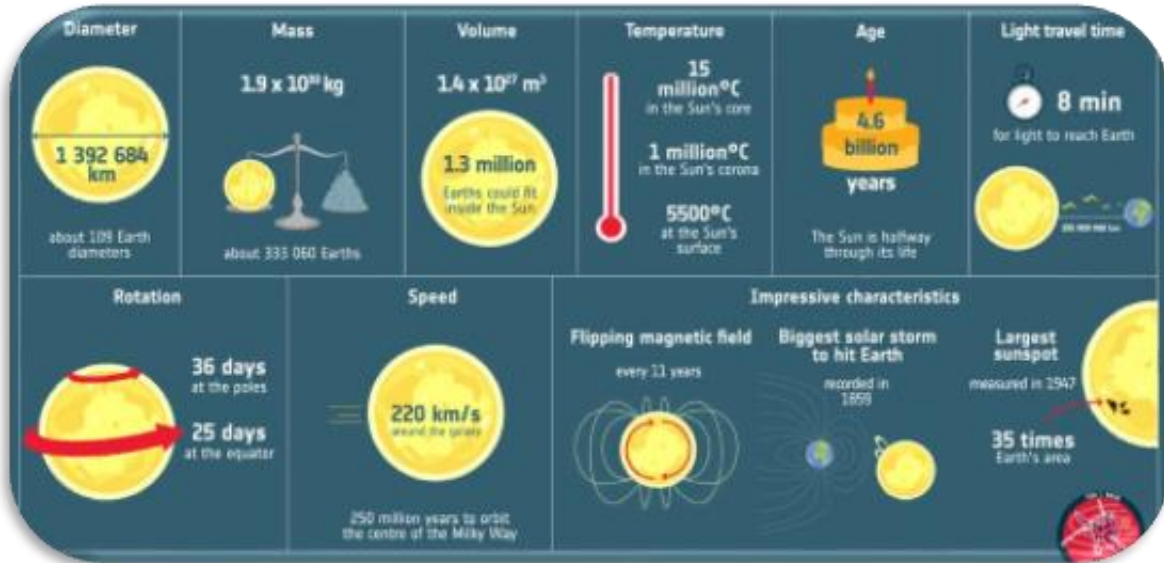


Figura 4: Conoce el Sol (Créditos: ESA)

Pese a su edad, se espera que brille durante otros cinco mil millones de años. Aunque, para entonces, se habrá convertido en una gigante roja. En la Figura 5 podemos observar las diferentes fases que recorrerá el Sol durante su vida. Para más información sobre el Sol cómo evolucionan las estrellas acceder al [cuadernillo CESAR sobre el Sol](#) y [cuadernillo CESAR de evolución estelar](#).



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

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

### Actividad 3.1: La estructura del Sol

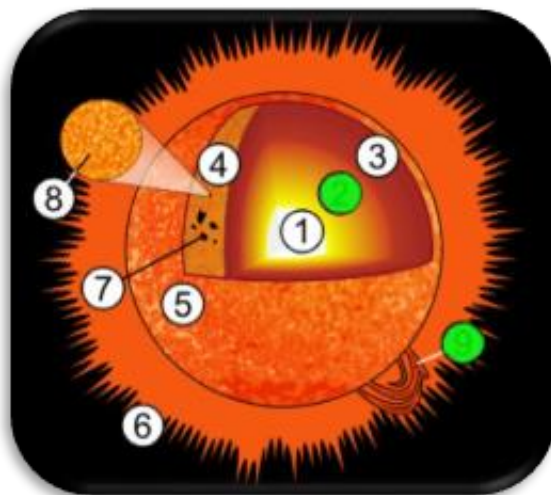
1. Dibuja cómo crees que es la estructura del Sol.

2. Comprueba lo aprendido en este juego. Para ello
  - a. Pincha en este [Link](#)
  - b. Presiona el “play” o el botón superior derecho “Again” si no es la primera vez que juegas
  - c. 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 el número se pondrá en verde. Si fallas el número se pondrá en rojo

Piensa bien cuál es la zona y ten en cuenta el tiempo que se muestra en la parte superior derecha.

**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), gránules (granulos), sunspot (mancha solar), prominence (prominencia), cromosphere (cromosfera), corona (corona).



**Figura 6a:** Pantallazo del juego de adivina la capa del Sol. (Créditos: <https://www.purposegames.com/game/layers-of-the-sun-game>)



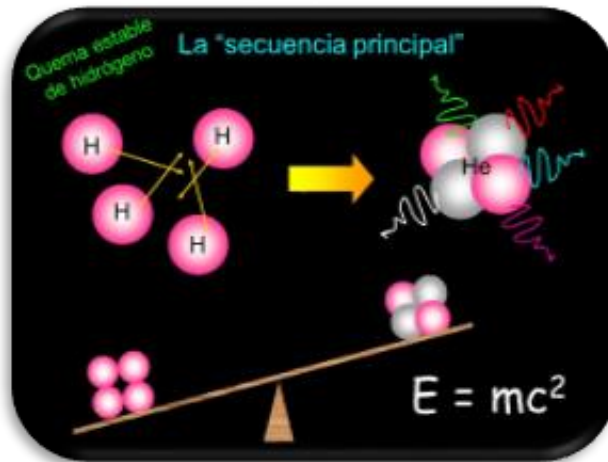
3. Escribe aquí las capas que recuerdas por orden desde el interior al exterior del Sol.

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

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

### Actividad 3.2: La química del Sol

Las reacciones nucleares que se produce en el Sol genera la energía que hace posible la vida en nuestro Planeta. Durante la fase más estable de las estrellas, tienen lugar en su núcleo reacciones químicas que transforman 4 átomos de hidrógeno en uno de helio, como muestra la Figura 6.

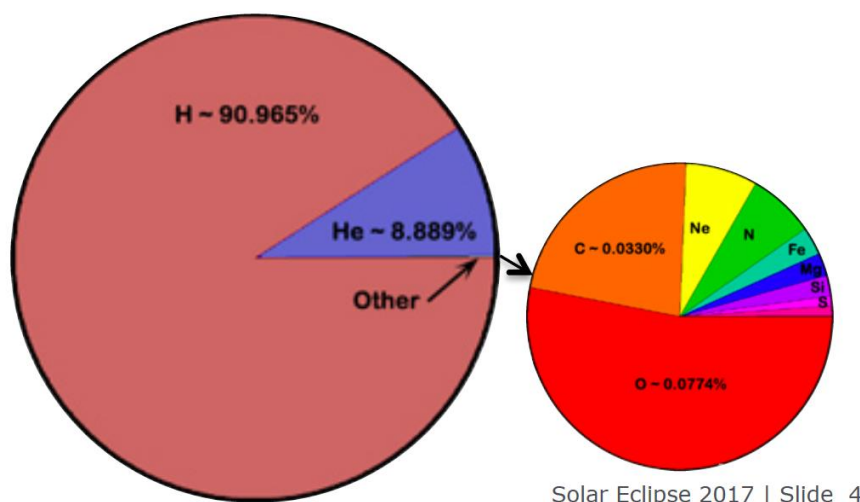


**Figura 6:** Reacción nuclear de las estrellas en su fase más estable. (Créditos: Charla del Dr. Benjamín Montesinos Comino en curso de profesores CESAR e Junio 2018).

**Nota 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.

**Nota 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.

Como muestra la Figura 7, 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



Solar Eclipse 2017 | Slide 4

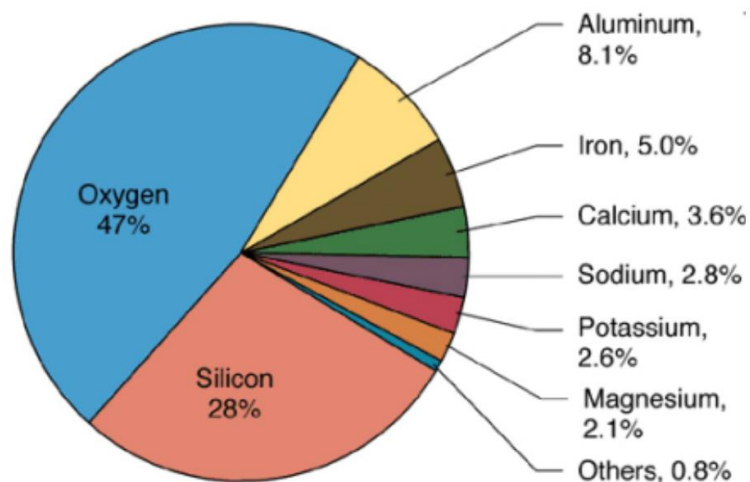
**Figura 7:** Elementos del Sol (Créditos: Presentación de Dra. Anik De Groof, en curso de profesores CESARr)

1. Identifica a qué grupo pertenece cada uno de estos elementos químicos revisando la [Tabla Periódica Dinámica](#) y rellena la Tabla 3.

| Proporción de ese elemento (%) | Nomenclatura | Elemento químico | Grupo en la Tabla Periódica | Número atómico |
|--------------------------------|--------------|------------------|-----------------------------|----------------|
| 90.96                          | H            | Hidrógeno        | No metales                  | 1              |
| 8.89                           | He           |                  |                             |                |
| 0.07                           | O            |                  |                             |                |
| 0.03                           | C            |                  |                             |                |
| < 0.1                          | Ne           |                  |                             |                |
| < 0.1                          | N            |                  |                             |                |
| < 0.1                          | Fe           |                  |                             |                |
| < 0.1                          | Mg           |                  |                             |                |
| < 0.1                          | Si           |                  |                             |                |
| < 0.1                          | S            |                  |                             |                |

Tabla 3: Composición química del Sol.

2. Repite la actividad anterior para el caso de la Tierra. Mira la Figura 8 para ello.



© John Wiley & Sons, Inc.

Figura 8: Elementos de la Tierra (Créditos: Presentación de Dra. Anik De Groof, en curso de profesores CESARr).

| Proporción de ese elemento (%) | Nomenclatura | Elemento químico | Grupo en la Tabla Periódica | Número atómico |
|--------------------------------|--------------|------------------|-----------------------------|----------------|
| 47                             | O            | Oxígeno          | No metales                  | 8              |
| 28                             | Si           |                  |                             |                |
| 8.1                            | Al           |                  |                             |                |
| 5.0                            | Fe           |                  |                             |                |
| 3.6                            | Ca           |                  |                             |                |
| 2.8                            | Na           |                  |                             |                |
| 2.6                            | K            |                  |                             |                |
| 2.1                            | Mg           |                  |                             |                |
| 0.8                            | Otros        |                  |                             |                |

Tabla 4: Composición química de la Tierra

3. Compara la composición del Sol y de la Tierra.

La Figura 9 muestra las posiciones en el espectro electromagnético que ocupan las transiciones de los distintos elementos que se encuentran en el Sol.

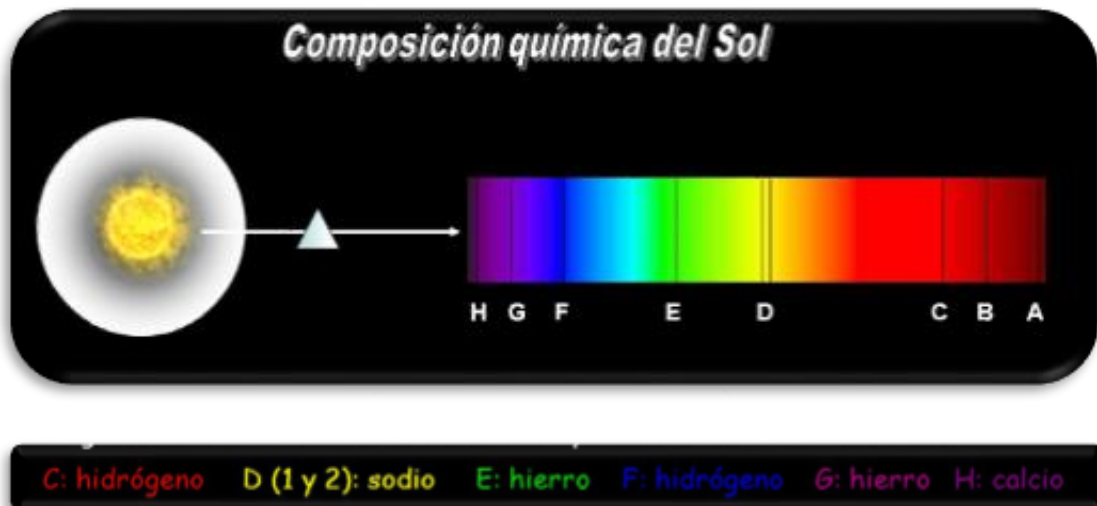
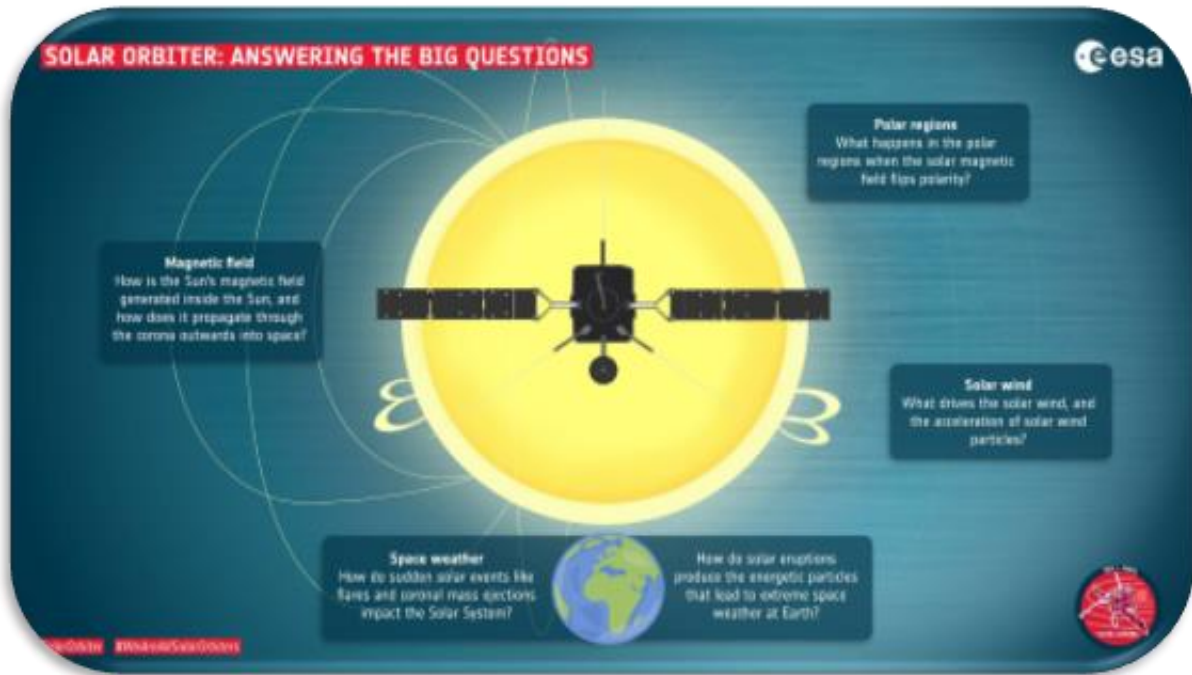


Figura 9: Composición química del Sol (Créditos: <https://slideplayer.es/>)

4. Realiza la actividad [CESAR "¿De qué están hechas las estrellas?"](https://spectralworkbench.org/) usando la aplicación <https://spectralworkbench.org/>

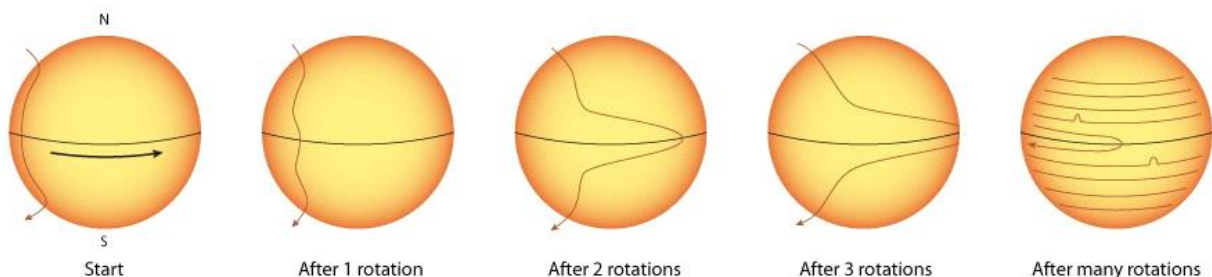
## Actividad 4: La actividad magnética del Sol

El Sol es una gran bola de gas a temperaturas muy elevadas que en estado de **plasma**.



*Figura 10: Estudio de la actividad magnética del Sol por Solar Orbiter*

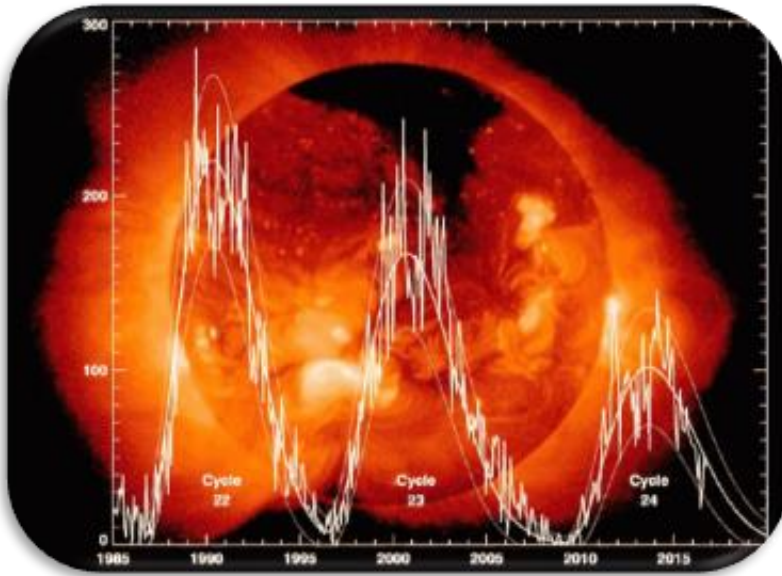
Este hecho hace que el material ionizado gaseoso circule por sus campos magnéticos que salen del interior atravesando la superficie del sol. Debido este estado, al girar el Sol sobre sí mismo, la zona del ecuador y de los polos giren a distintas velocidades, retorciendo sus campos magnéticos y causando las variaciones en su campo magnético, como muestra la Figura 11.



*Figura 11: Explicación de cómo se genera la rotación diferencial del Sol a lo largo de varios días. (Créditos: NASA / IBEX)*

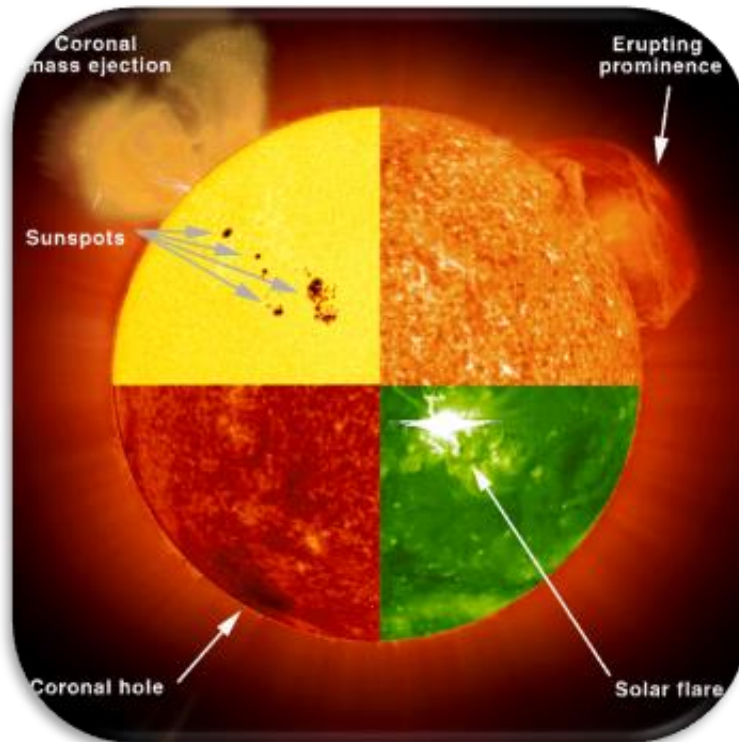
Nuestra estrella es muy activa magnéticamente hablando, pues tiene un campo magnético muy intenso y variable, que va cambiando año a año. La orientación de sus polos magnéticos cambia cada vez que alcanza su máximo de actividad, lo cual ocurre una vez por ciclo (cada 11 años aproximadamente), como muestran los datos registrados en la Figura 12.





*Figura 12: 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 13 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 diferencias en el **material eyectado desde la corona (coronal mass ejections en inglés) al viento solar**, entre otros.



*Figura 13: Conexión entre los distintos efectos de la actividad solar. (Créditos: [geomag](#))*

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





1. ¿Qué crees que son las manchas solares y qué las origina?

2. ¿Crees que las manchas solares guardan relación con el campo magnético solar?

3. ¿En qué capas del Sol son visibles las manchas solares? Dibuja un esquema.

**Manchas solares:** Las “manchas solares” son un resultado de la actividad magnética de Sol, siendo regiones donde los campos magnéticos del Sol salen (o entran) atravesando la superficie del Sol (fotosfera). A menudo aparecen en parejas, siendo una de las manchas creada por la línea de campo magnético que sale de la fotosfera y la otra por la línea de campo magnético que entra. Por ello a menudo tienen polos magnéticos (o polaridad), pareciéndose al polo norte y polo sur de un imán.

Aparecen como parches oscuros sobre la superficie del Sol (conocida como **fotosfera**) porque se encuentran unos 1 000 K más frías que su entorno y pueden variar su tamaño, pudiendo llegar a ser tan grandes como la Tierra o Júpiter (ver imagen izquierda de la Figura 14)

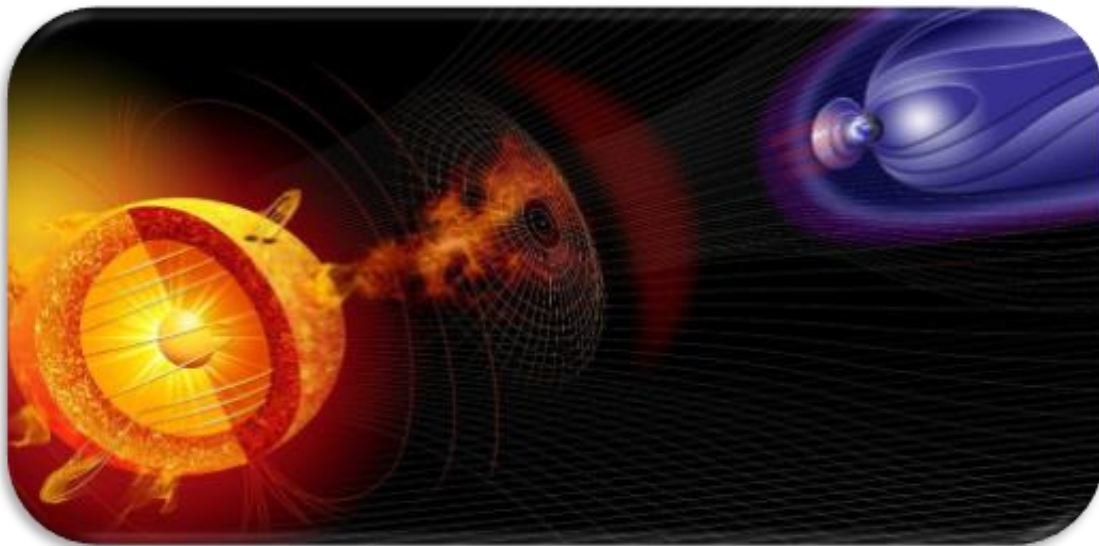


**Figura 14:** (Imagen izq.) Comparación tamaños manchas solares. (Imagen der.) Comparación de manchas solares con un imán (Créditos: Solar Orbiter de la ESA)

#### Actividad 4.1: La influencia del Sol sobre la Tierra

El Sol es la estrella que permite la **existencia de vida** (zona de habitabilidad), tal y como la conocemos en la Tierra, y las variaciones en su actividad impactan en la Tierra a muchos niveles.

1. Para más detalles sobre zonas de habitabilidad<sup>1</sup> entorno a una estrella, te animamos a descubrir esta [actividad de GoLabz](#)



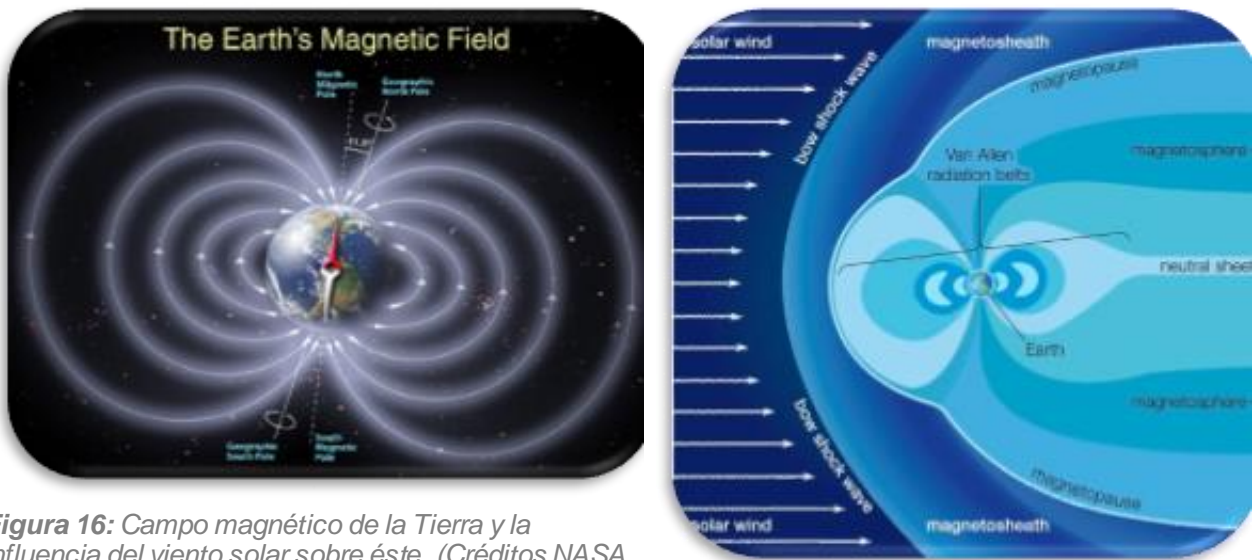
**Figura 15:** Diagrama de la actividad magnética del Sol (Créditos: [www.vozpopuli.com](http://www.vozpopuli.com))

---

<sup>1</sup> Zona de habitabilidad: [https://es.wikipedia.org/wiki/Zona\\_de\\_habitabilidad](https://es.wikipedia.org/wiki/Zona_de_habitabilidad)

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. Estas magnetosferas forman las mayores estructuras del Sistema Solar, llegando ser entre 10 y 100 veces más grandes que el propio planeta.

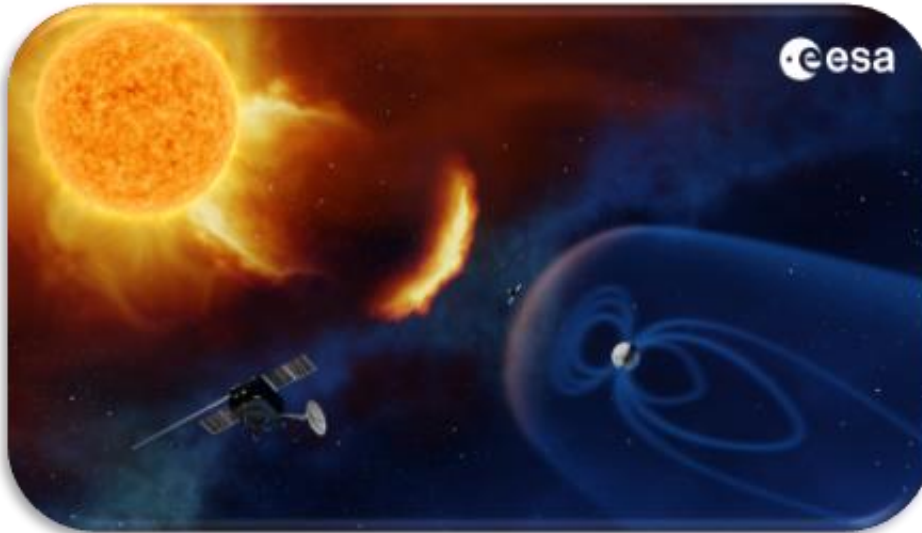
El viento solar interacciona con estas “burbujas magnéticas” pudiendo moverlas y deformarlas. Pueden ser por tanto inducidas por esta interacción con el viento solar con su ionosfera (Venus y cometas) o por un proceso de dinamo magnética (como ocurre en Mercurio, la Tierra o planetas gigantes).



**Figura 16:** Campo magnético de la Tierra y la influencia del viento solar sobre éste. (Créditos NASA, ESA)

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. Mira este [TED-ED video](#) para ver el efecto del Sol sobre las personas y la necesidad de usar crema solar.

1. Dibuja cómo crees que puede afectar la actividad magnética del Sol sobre la Tierra.



**Figure 17:** Campo magnético de la Tierra y su efecto sobre el Sol y los satélites. (Créditos: ESA)

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



**Figura 18:** Formación Auroras Boreales (Créditos: [www.meteorologiaenred.com](http://www.meteorologiaenred.com))

- El siguiente [video](#) explica la aparición de las Auroras Boreales como causa de la influencia del Sol sobre el campo magnético de la Tierra [video](#)

5. ¿Qué otra influencia puede causar la actividad solar sobre la Tierra?



Figura S.: La influencia del Sol sobre el campo magnético de la Tierra. (Créditos: [www.capasdelatierra.org](http://www.capasdelatierra.org))



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

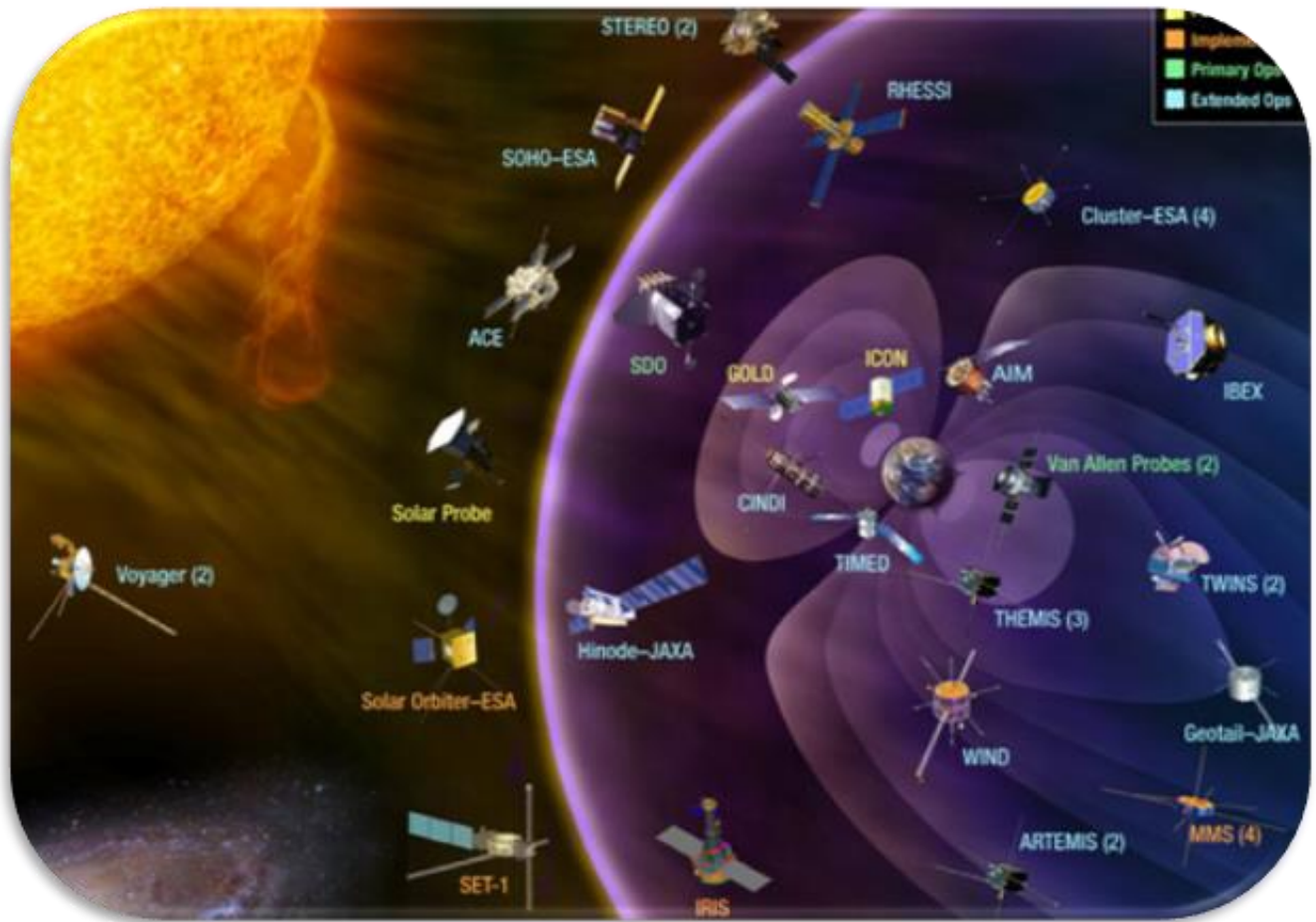


Figura 19: Flota de misiones de la Agencia Espacial Europea. (Créditos: [www.fidefundacion.es](http://www.fidefundacion.es))

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 15 muestra todas ellas y la Figura 16 aquellas con una alta contribución Europea ([PROBA-2](#), [SOHO](#) y [Solar Orbiter](#)). El campo de la física que estudia el Sol se llama **Heliofísica**.

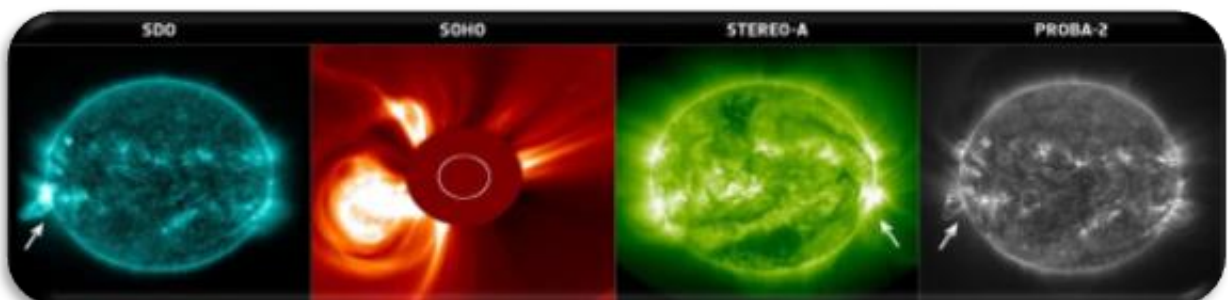


Figura 20: El Sol observado en diferentes filtros (Créditos: [kiri2ll.livejournal.com](http://kiri2ll.livejournal.com))

## Solar Orbiter. SOLO

La misión Solar Orbiter de la ESA fue enviada en el 2020, con el principal objetivo de estudiar de cerca el Sol, sus polos y en particular para analizar el comportamiento de sus campos magnéticos, y así predecir, el comportamiento de la estrella de la cual dependen nuestras vidas.



Figura 21: Simulación SOLO, ESA. (Créditos [www.esa.int](http://www.esa.int))

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

- [Misiones de ESA al Sol](#) (~3min, en inglés),
- Simuladores 3D de la [Flota de naves de la Agencia Espacial Europea](#)
- Solar Orbiter launch highlights [video](#)
- Solar Orbiter's first close approach to the Sun [video](#)
- La misión Solar Orbiter [link](#)
- Qué diferencia al Solar Orbiter de otras misiones [imagen](#)
- [La misión ESA SWARM estudia las variaciones de los campos magnéticos de la Tierra.](#)



## Telescopio Solar CESAR (HELIOS)

El telescopio HELIOS, pertenece al Equipo CESAR y está instalado en ESAC desde el 2012. Su objetivo fundamental es observar el disco del Sol cada día (en el rango visible y H-alpha)

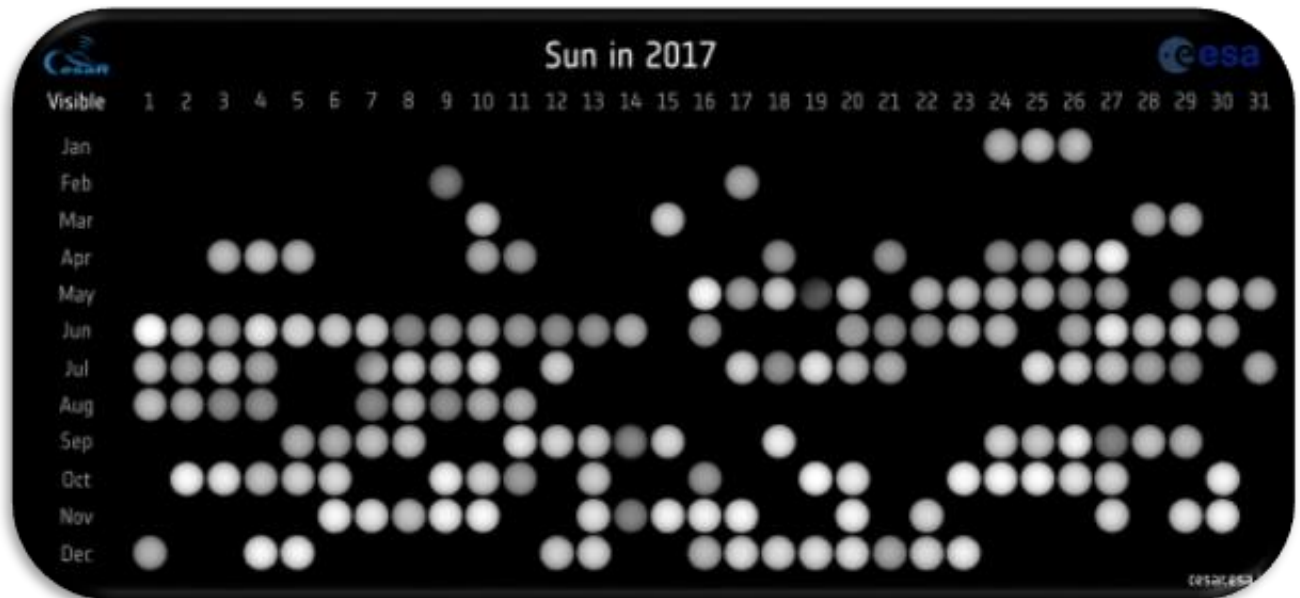


Figura 22: ESA solar observatory (Créditos [www.esa.int](http://www.esa.int))

A partir de estos datos científicos el Equipo CESAR crea material educativo como “El Estudio de la Rotación del Sol”.

Si quieres ver la última imagen tomada por este telescopio accede [“El Sol en directo”](#). Para más información sobre este telescopio de Tierra accede a [ESAC SOLAR OBSERVATORY](#), en el siguiente [link](#).





# 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=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](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://d1multimedia.esa.int/download/public/videos/2013/07/020/1307\\_020\\_AR\\_ES.mp4](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](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/>
- 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](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:**

## **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/1Zn410gfmI9IYnehhDtWypS0LV4CxCkC1t/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:**

### **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](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](http://cesar.esa.int/index.php?Section=Differential_Rotation_of_the_Sun)