



Reto Científico CESAR

¿Tiene Marte estaciones?

(Explorando Marte con *Mars Express* y *ExoMars*)

Guía del Profesor





Contenido

Didáctica	3
Ficha didáctica	8
Resumen de Actividades:	10
Tu Reto Científico	14
Fase 0	16
Fase 1	18
Actividad 1: Refresca conceptos	19
Actividad 2: ¿Qué sabes de Marte?	19
Actividad 2.1: Compara propiedades de Marte y la Tierra.	19
Actividad 2.2: Estructura de Marte y de la Tierra.	20
Actividad 2.3: Composición de la atmósfera de Marte y de la Tierra	20
Actividad 2.4: ¿Cuánto pesas en Marte y en la Tierra?	21
Actividad 3: Marte	22
Actividad 4: Las estaciones	24
Actividad 4.1: Las estaciones en la Tierra. ¿Por qué hay invierno y verano?	24
Actividad 4.2: ¿Crees que Marte tiene estaciones? ¿Serían como las de la Tierra? ..	25
Actividad 4.3: Las duración de las estaciones en Marte	28
Actividad 5: ¿Qué impacto tienen las estaciones en Marte?	29
Actividad 6: La exploración de Marte por la Agencia Espacial Europea	34
Los equipos de la Agencia Espacial Europea dedicados a la exploración de Marte ...	36
Actividad 7: ¿Qué has aprendido hasta ahora?	38
Fase 2	39
Actividad 8: Pide una video-llamada con el equipo de CESAR si es necesario.	40
Fase 3	41
Actividad 9: Las estaciones en Marte	42
Actividad 10: ¿Cuánto dura un año en Marte?	44
Actividad 11: Únete a ExoMars	47
Actividad 11.1: Equipo de Dinámica de Vuelo.	47
Actividad 11.2: Equipo de Planificación de las operaciones científicas de ExoMars ..	50
Actividad 11.3. Equipo de Expertos	53
Fase 4	54
Actividad 12: Evalúate	55
Actividad 13: Cuéntanos tu Aventura	55
Enlaces	56
Créditos:	59



Didáctica

Objetivos didácticos



Figura 1: 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 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 una 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 no sotros, 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

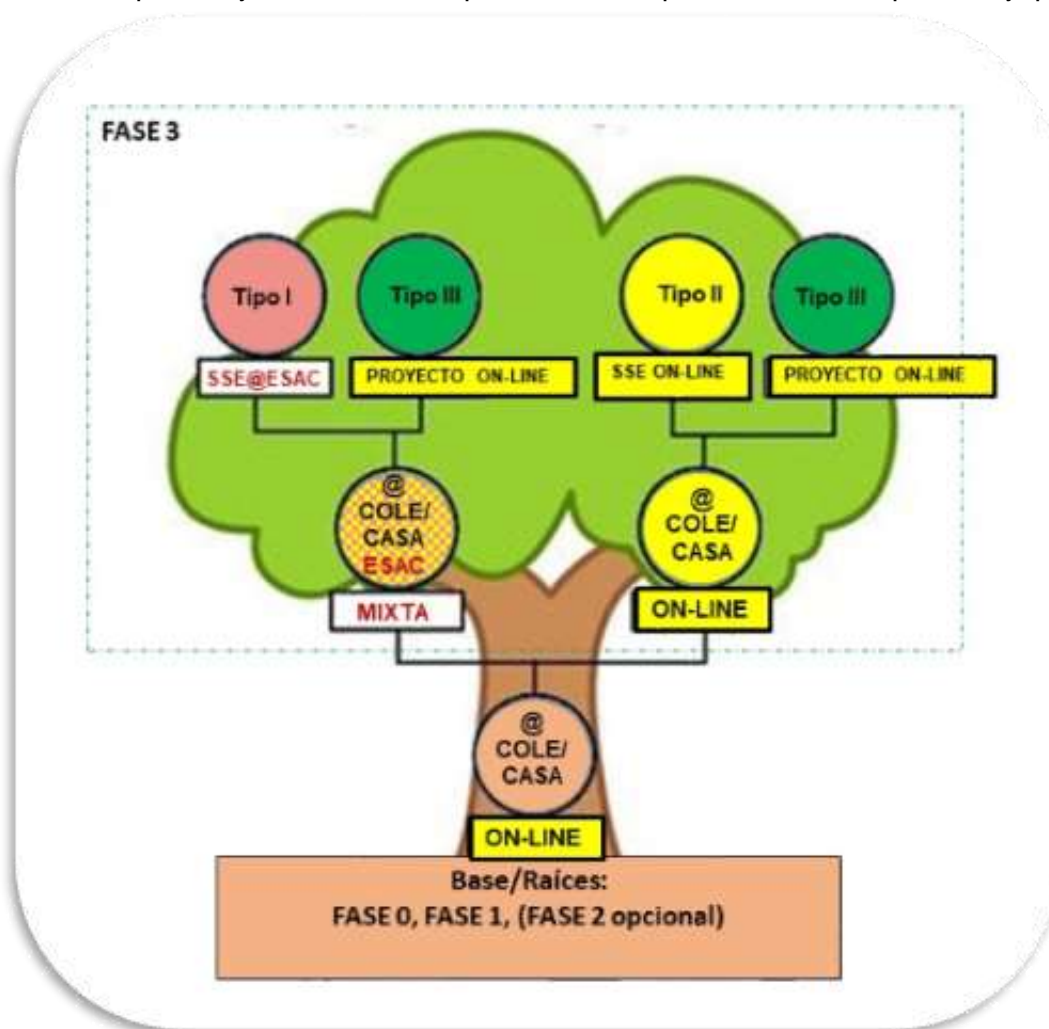




Figura III: Árbol de los Tipos de Experiencias CESAR. Vemos que la diferencia principal entre estas está en la Fase (Tipo I @ESAC, Tipo II y III en el cole/cason-line). En amarillo indicamos las ramas que pueden ejecutarse completamente on-line. (Créditos: teacherspayteachers.com)

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 Aventuras. 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, **¡échale 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 "[Resumen 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	0	1	2	3 (@ESAC)	3 (@clase/casa)	4	Duración mínima
ACTIVIDADES (Aventura 1)	3 videos	1,3,4,5,6	8*	9	10	13	3h, 20min
ACTIVIDADES (Aventura 2)	3 videos	1,3,4,5,6	8*	9	11.1	13	3h, 20min
ACTIVIDADES (Aventura 3)	3 videos	1,3,4,5,6	8*	9	11.2	13	3h, 20min
ACTIVIDADES (Aventura 4)	3 videos	1,3,4,5,6	8*	9	11.3	12	3h, 20min

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

FASES	0	1	2	3 (@clase/casa)	4	Duración mínima
ACTIVIDADES (Aventura 1)	3 videos	1,3,4,5,6	8*	9,10	12,13	3h, 45min
ACTIVIDADES (Aventura 2)	3 videos	1,3,4,5,6	8*	9,11.1	12,13	3h, 45min
ACTIVIDADES (Aventura 3)	3 videos	1,3,4,5,6	8*	9,11.2	12,13	3h, 45min
ACTIVIDADES (Aventura 4)	3 videos	1,3,4,5,6	8*	9,11.3	12,13	3h, 45min

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

FASES	0	1	2	3 (@clase/casa)	4	Duración mínima
ACTIVIDADES	3 videos	1,2,3,4,5,6,7	8*	9,10,11	12,13	4h 30 min



(Aventura complete)						
---------------------	--	--	--	--	--	--

(*) La videollamada es opcional, recomendamos ejecutar el mentimeter si esta no se realiza.

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



DATOS BÁSICOS	Resumen
Rango de edades: 12-16 años	En estas actividades, los estudiantes aprenderán sobre Marte y sus movimientos alrededor del Sol.
Tipo: Práctica	Usando imágenes reales tomadas por la cámara VMC a bordo de la misión Mars Express, podemos observar las diferentes estaciones de Marte.
Complejidad: media	El tamaño de los casquetes polares les dará la pista a los estudiantes de la estación en Marte. Con esta información los estudiantes serán capaces de estimar la duración de un año marciano.
Tiempo de preparación: 1-4h	Además aprenderán sobre el proceso de creación de misiones reales a Marte, formando parte de uno de los equipos de ESA para hacer posible la misión.
Tiempo requerido: 3h - días	
Ubicación: Interior	
Incluye el uso de: Ordenadores, internet	
Currículum	Los estudiantes deberán saber...
General	<ol style="list-style-type: none">1. Las bases de cómo funcionan las estaciones en la Tierra.2. Cómo identificar las características en las imágenes (por ejemplo, casquetes de hielo polar)3. La conexión entre el tamaño de los polos y los casquetes polares y las estaciones.4. Elementos matemáticos.
Física	
<ul style="list-style-type: none">• El método de la ciencia. El uso de las TIC	
Espacio/Astronomía	
<ul style="list-style-type: none">• Rotación de los planetas.• Investigación y exploración del Sistema Solar.• Las estaciones.	
Necesitarás...	Los estudiantes aprenderán...
<ul style="list-style-type: none">• Herramienta web CESAR: http://cesar.esa.int/tools/18.martian_year/	<ol style="list-style-type: none">1. Las propiedades básicas de Marte comparadas con las de la Tierra.2. ¿Cómo manejar imágenes astronómicas?3. ¿Cómo la información, extraída de las imágenes astronómicas, permite a los investigadores realizar sus estudios científicos.4. La duración del año marciano.5. Proceso de una misión espacial
Más información...	Los estudiantes mejorarán...
<ul style="list-style-type: none">• Cuadernillos CESAR:<ul style="list-style-type: none">- "Marte"- "El Sistema Solar"	<ul style="list-style-type: none">• Su comprensión del pensamiento científico.• Las estrategias del método científico.• Habilidades de trabajo en equipo y comunicativas.• Habilidades de evaluación.• Su habilidad en aplicar conocimiento teórico a situaciones reales.• Sus habilidades en el uso de las TIC.

Resumen de Actividades:

Fase	Actividad	Material	Resultados	Requerimientos	Tiempo
Fase 0	<i>Trabaja en Equipo</i>	Videos: <ul style="list-style-type: none"> • ESA • ESAC: La ventana al Universo • Dr. Javier Ventura 	Los estudiantes mejorarán: <ul style="list-style-type: none"> • Sus habilidades para trabajar en equipo Los estudiantes aprenderán: <ul style="list-style-type: none"> • Qué es la Agencia Espacial Europea 	Ninguno	25 min
Fase 1	1. <i>Refresca conceptos</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Latitud, Longitud • Excentricidad • Estaciones 	Los estudiantes repasarán conceptos: <ul style="list-style-type: none"> • De los sistemas de coordenadas. • Estaciones 	Ninguno	10 min
Fase 1	2. <i>¿Qué sabes de Marte?</i> 2.1 <i>Compara propiedades de Marte y la Tierra.</i> 2.2: <i>Estructura de Marte y de la Tierra.</i> 2.3: <i>Composición de la atmósfera de Marte y de la Tierra</i> 2.4: <i>¿Cuánto pesas en Marte y en la Tierra?</i>	Tabla 1 a rellenar	Los estudiantes mejorarán: <ul style="list-style-type: none"> • Su conocimiento de Marte. • Su entendimiento del método científico. • Sus estrategias sobre el trabajo científico. • Las semejanzas/diferencias entre las estaciones de Marte y la Tierra 	Ninguno	15-30min
Fase 1	3. <i>Marte</i>		Los estudiantes mejorarán: <ul style="list-style-type: none"> • Su habilidad evaluativa. • Las semejanzas/diferencias entre las estaciones de Marte y la Tierra 	Es necesario haber realizado la Actividad 1 y recomendable la Actividad 2.	10 min
Fase 1	4. <i>Las estaciones.</i> 4.1 <i>Las estaciones en la Tierra. ¿Por qué hay invierno y verano?</i> 4.2 <i>¿Crees que Marte tiene estaciones? ¿Serían como las de la Tierra?</i>		Los estudiantes mejorarán: <ul style="list-style-type: none"> • Su conocimiento sobre las estaciones de Marte. • Su entendimiento del método científico.. Los estudiantes compararán sus hipótesis (Actividades 2 y 3) con datos conocidos sobre Marte.	Es necesario haber realizado la Actividad 1 y recomendable las Actividades 2 y 3.	30 min

Fase	Actividad	Material	Resultados	Requerimientos	Tiempo
Fase 1	5. <i>¿Qué impacto tienen las estaciones en Marte?</i>		<p>Los estudiantes aprenderán:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La importancia práctica del estudio de las estaciones de un planeta para una misión y sus investigaciones • Factores que varían estacionalmente y su impacto en el planeta 	Es recomendable haber realizado Actividad 4.	20 min
Fase 1	6. <i>La exploración espacial de Marte por la Agencia Espacial Europea</i>	<p>Dependiendo del tiempo a invertir,</p> <p>WEB:</p> <ul style="list-style-type: none"> • misión Rosetta • Venus Express • blogs / • Logros de la misión Mars Express • Noticias de la misión Mars Express • La cámara VMC • Roscosmos, • Imágenes de la película "the Martian" • Equipo de MarsExpress • Equipo de ExoMars <p>VIDEOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mars Express • ExoMars • Misiones 2020-2030 	<p>Los estudiantes aprenderán:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cómo se trabaja en la Agencia Espacial Europea. • La exploración espacial. • A reconocer terrenos de Marte. • Cómo obtienen la información I@s científic@s. • Misiones de exploración de Marte • Instrumentos de observación y obtención de imágenes científicas • Equipos que forman una misión de exploración espacial. 	Es recomendable haber realizado Actividad 4 y 5	30-45 min
Fase 1	7. <i>¿Qué has aprendido hasta ahora?</i>	cuestionario	Los estudiantes repasarán los conceptos aprendidos hasta el momento por medio de un juego mentimeter	Es recomendable haber realizado las actividades 2,3,4,5,6	10 min



Fase	Actividad	Material	Resultados	Requerimientos	Tiempo
Fase 2	8. <i>Pide una video-llamada con el equipo CESAR si es necesario</i>	http://cesar.esa.int/index.php?Section=ScientificCases&id=15&ChangeLang=es	Los estudiantes tendrán información de primera mano de expertos <ul style="list-style-type: none"> • charla on-line de curso de profesores CESAR • video llamada con un experto. 	Conveniente haber realizado Actividades 1 a 7	30 min -1 h
Fase 3	9. <i>Las estaciones en Marte</i>	<u>Herramienta web diseñada por el Equipo CESAR</u> <u>Explicación de la herramienta</u>	Los estudiantes aprenderán: <ul style="list-style-type: none"> • Cómo son las imágenes astronómicas. • Cómo identificar patrones en imágenes reales (casquetes polares) • Cómo analizar variaciones en patrones de imágenes reales (tamaño de casquetes polares) Los estudiantes mejorarán: <ul style="list-style-type: none"> • Sus capacidades de usar las TIC. • Su conocimiento sobre las estaciones. • Su pensamiento científico y crítico. 	Es recomendable que hayan ejecutado las Actividades 1,2.1 y 4	20 min
Fase 3	10. <i>¿Cuánto dura un año en Marte?</i>	<u>Herramienta web diseñada por el Equipo CESAR</u> <u>Explicación de la herramienta</u>	Los estudiantes aprenderán: <ul style="list-style-type: none"> • Cómo extrapolan la información los científicos. • La duración de un año marciano. Los estudiantes mejorarán: <ul style="list-style-type: none"> • Sus capacidades de usar las TIC. • Su entendimiento del método científico y pensamiento crítico. • Sus estrategias para trabajar como científic@s. • Su habilidad evaluativa. • Su habilidad para aplicar conocimientos teóricos a situaciones de la vida real. 	Necesario completar la Actividad 9 y recomendable haber completado las anteriores.	20 min

Fase	Actividad	Material	Resultados	Requerimientos	Tiempo
Fase 3	11. <i>Unete a ExoMars</i> 11.1 <i>Equipo de Dinámica de Vuelo.</i> 11.2 <i>Equipo de Planificación de las operaciones científicas de ExoMars</i> 11.3. <i>Equipo de Expertos</i>	<ul style="list-style-type: none"> VIDEO trayectoria orbital para llegar a Marte 	Los estudiantes aprenderán: <ul style="list-style-type: none"> La importancia del estudio de las estaciones para una misión Cómo se trabaja ESA. A estudiar posibles terrenos de Marte. Misiones de exploración de Marte Equipos que forman una misión de exploración espacial. 	<ul style="list-style-type: none"> Es recomendable haber ejecutado las Actividades 4,5 y 6 Si se realiza la actividad 11.2, es necesario conocer los resultados de la actividad 11.1 para partir de ellos Si se realiza la actividad 11.3, es necesario conocer los resultados de la actividad 11.1 y 11.2 para partir de ellos. 	30 min
Fase 4	12. <i>Evalúate</i>	cuestionario	Los estudiantes comprobarán si han interiorizado los conceptos. Los estudiantes mejorarán: <ul style="list-style-type: none"> Su entendimiento del método científico y pensamiento crítico. Sus estrategias para trabajar como científic@s. Su habilidad evaluativa. Su habilidad para aplicar conocimientos teóricos a situaciones de la vida real. 	Necesario haber realizado al menos las Actividades 1,3,4,5, 6 ,9,10	10 min
Fase 4	13. <i>Presenta tus resultados</i>	Formato libre de los estudiantes (ppt, youtube, Word)	Los estudiantes mejorarán: <ul style="list-style-type: none"> Sus habilidades para trabajar en equipo y comunicarse. Su conocimiento de Marte y sus estaciones. 	Necesario haber realizado al menos las Actividades 1,3,4,5, 7,8 y 9..	30 min – 2h



Tu Reto Científico

¿Tiene Marte estaciones?

La cámara VMC, situada en el satélite científico de la Agencia Espacial Europea (ESA), Mars Express, nos está enviando imágenes de la superficie de Marte.

Los científicos e ingenieros de ESA quieren programar las observaciones de *Mars Express* para obtener información necesaria para la preparación de la misión futura *ExoMars 2022*.

¿Contamos contigo?



Figura 1: Marte (Créditos: <https://video.nationalgeographic.com>)

Si nos ayudas, primero, identificarás variaciones en las imágenes de Marte de la cámara VMC, a bordo de la nave Mars Express, en particular en la zona de los casquetes polares.

Analizaréis si estos cambios en el tamaño de los polos está relacionado con las estaciones en Marte, tal y como sucede con las estaciones de la Tierra. Si fuera así podrías deducir la duración de un año marciano.

Finalmente, calcularás en qué fecha podría llegar *ExoMars* a Marte, si el lanzamiento tuviera lugar en septiembre del 2022 y qué se encontraría a su llegada en distintas zonas de la superficie de Marte, en función de las estaciones.

Necesitamos ayuda para preparar la misión ExoMars, ¿Te unes a los expertos de Marte de ESA?



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](#)

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	Encargad@ de definir las observaciones científicas de las misiones de ESA que van a Marte	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 (femenina)	Katherine Johnson 	Vera Rubin 	Samantha Cristoforetti 	Marie Curie 
(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 1



Actividad 1: Refresca conceptos.

<u>Latitud & Longitud</u>	<u>excentricidad</u> <u>movimiento del Sistema Solar</u>	<u>simulador de las estaciones</u>
<u>Centígrados-Fahrenheit</u>	<u>Movimientos de la Tierra</u>	<u>Calor y Temperatura.</u>

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

Actividad 2: ¿Qué sabes de Marte?

Escribe aquí lo que conoces de Marte y si crees que tiene estaciones

Marte, también conocido como “el Planeta Rojo”, por su apariencia de color rojo-anaranjado, principalmente por el óxido de hierro de su superficie. Es el cuarto planeta respecto al Sol y el segundo planeta más pequeño del Sistema Solar después de Mercurio.

Las primeras observaciones de Marte, con telescopios, fueron hechas por Galileo Galilei en 1610. A día de hoy sabemos que Marte es un planeta rocoso con una atmósfera fina y con una superficie muy variada (cráteres, desiertos, valles, volcanes) El Marte se encuentra el volcán más grande del Sistema Solar, Monte Olympus, con 27 km de altura.

Marte también tiene casquetes polares, que varían con las estaciones. Marte tiene una atmósfera fría y fina, lo que implica que el agua líquida no puede existir en la mayoría de los lugares de su superficie.

Actividad 2.1: Compara propiedades de Marte y la Tierra.

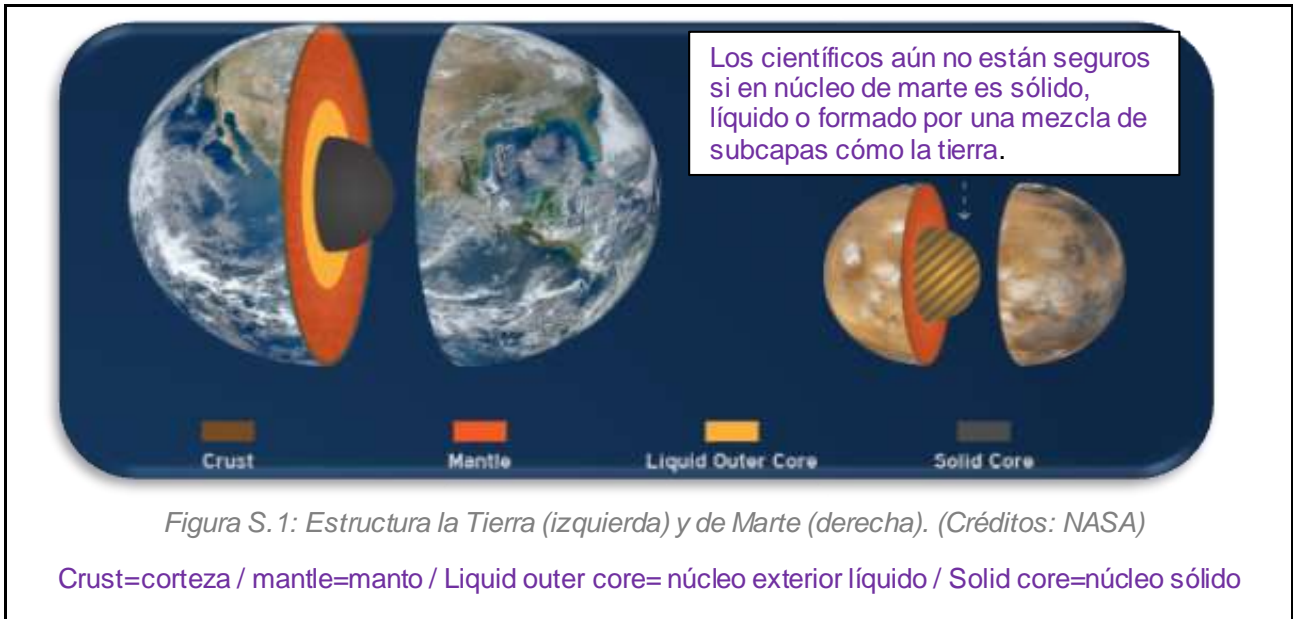
Completa la tabla y compara algunas propiedades de Marte con la Tierra.

	Tierra	Marte
Radio	6 371 km	3 389 km
Masa	~ 6 x 10 ²⁴ kg	~ 6 x 10 ²³ kg
Inclinación del eje	23.5 grados	25 grados
Atmósfera	Sí, muy densa	Sí, muy fina
Casquetes polares	Si	Si
Temperatura media	14°C	-63°C

Tabla 2: Comparación de algunas propiedades de Marte y la Tierra

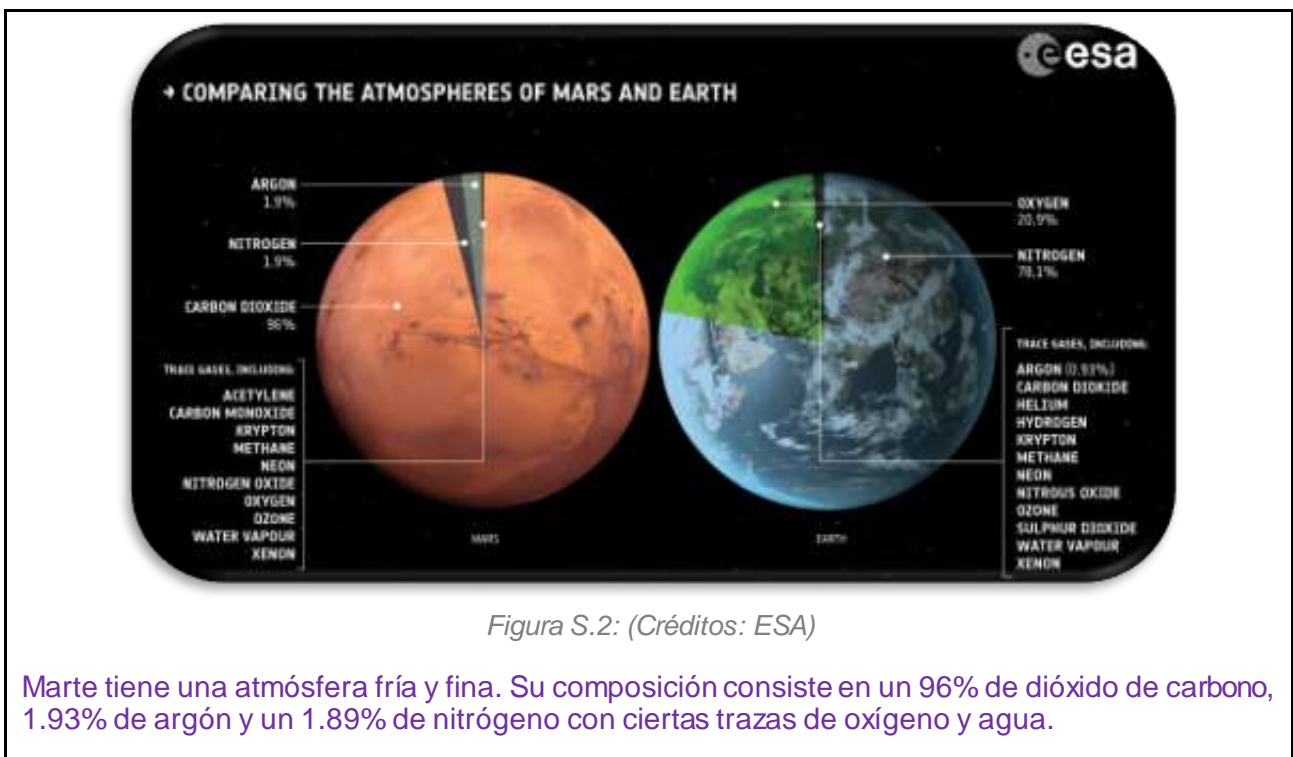
Actividad 2.2: Estructura de Marte y de la Tierra.

¿Qué diferencias crees que hay en la estructura de Marte con respecto a la Tierra?



Actividad 2.3: Composición de la atmósfera de Marte y de la Tierra

¿Qué diferencias crees que existen entre la composición de la atmósfera de Marte y de la Tierra?



Actividad 2.4: ¿Cuánto pesas en Marte y en la Tierra?

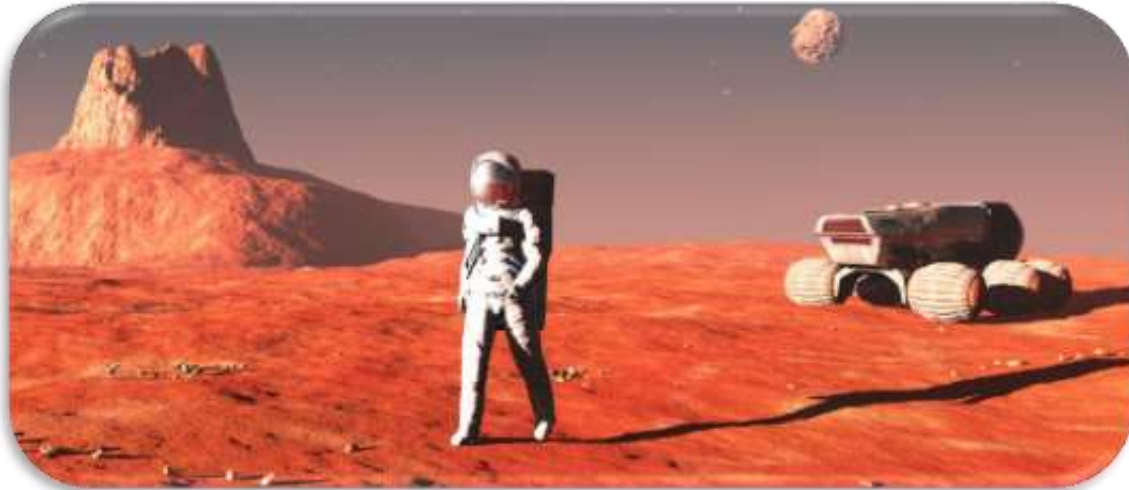


Figura 2: representación astronauta misión Marte. (Créditos: blastingnews.com)

¿Sabes cuánto pesarías en la superficie de Marte? ¡Cálculalo!

Para ello ten en cuenta que la gravedad en Marte es un tercio de la gravedad que experimentamos en la superficie terrestre (9.8 m/s^2)

El peso mide el efecto de la gravedad en la masa. Varía con masa corporal, la gravedad del planeta y la distancia entre el centro del planeta y la persona

Si tu peso es de 100lb en la tierra, pesarías solo 38 lb en




Figura S.3: Pesa Tierra vs Marte. (Créditos: NASA)

$P=m \times g$ Si una persona tiene una masa de 50kg:

- En la Tierra pesará: $P=mxg= 50 \times 9,8= 490$ Newtons
- En Marte con una gravedad de $3,711 \text{ m/s}^2$ $P=mxg= 50 \times 3,71= 185,5$ Newtons
- <http://www.traducimos.cl/planet/> en este link podrás calcular tu peso en otros planetas

¿Qué consecuencias crees que tendrá la diferencia de gravedad entre Marte y la Tierra a la hora de definir una misión?

La atracción que sufrirá la nave al acercarse al planeta tiene un impacto en el diseño de la órbita (dinámica de vuelo en general)

¿Tiene Marte estaciones?

21

Reto Científico CESAR

Actividad 3: Marte

Marte es uno de los planetas de nuestro Sistema Solar que se puede ver a simple vista. Y desde su descubrimiento, los astrónomos han hecho múltiples hallazgos, como parches oscuros en su superficie y la presencia de casquetes polares de hielo.

Gracias a numerosas misiones espaciales, hoy en día la superficie y la atmósfera de Marte han sido rastreadas y su composición es más conocida. Así en la atmósfera marciana se han encontrado gases similares a los de la atmósfera terrestre, como dióxido de carbono, nitrógeno, vapor de agua y alguno más.

También se cree que en el pasado Marte podría haber estado cubierto por mares de agua, pero las razones por la que Marte evolucionó de ser un mundo con agua a un mundo seco no se comprenden del todo a día de hoy.



Figura 3: Imágenes de la cámara VMC de Mars Express. (Créditos: ESA)

Mira la Figura 4 y cuéntanos tu hipótesis sobre lo que le pudo suceder a Marte para perder su agua en la superficie

Se cree que la atmósfera de Marte era mucho más gruesa cuando Marte se formó. Se cree que Marte perdió su magnetosfera hace unos 4 billones de años y debido a esto las interacciones del viento solar con la ionosfera de Marte han ido reduciendo el grosor de su atmósfera.

Marte tiene una atmósfera fría y fina, lo que implica que el agua líquida no puede existir por mucho tiempo en su superficie pero pasan del hielo al vapor de agua.

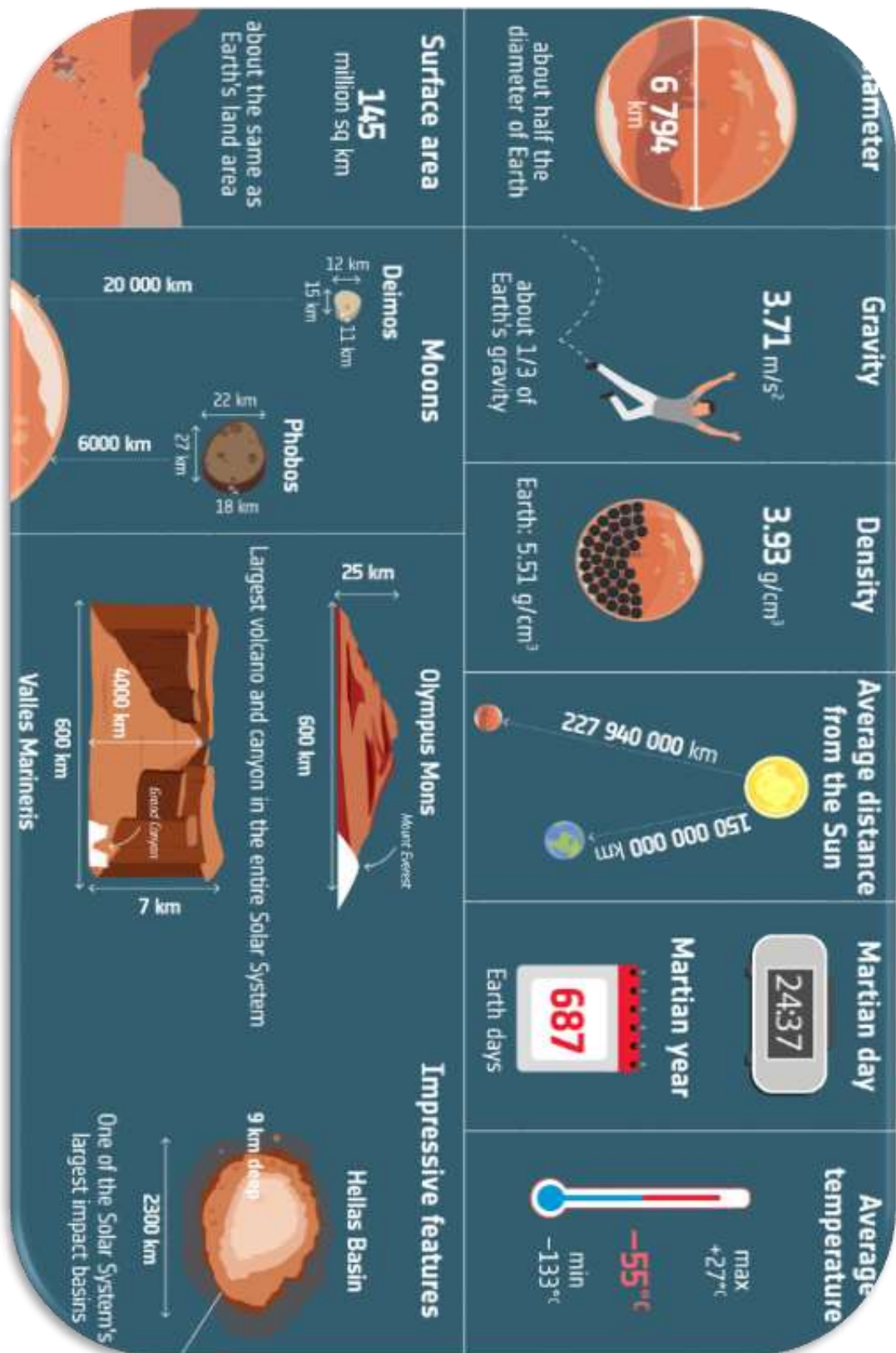


Figura 4: Conoce Marte. (Créditos: ESA)

https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Exploration/ExoMars/Meet_Mars

Actividad 4: Las estaciones.

Actividad 4.1: Las estaciones en la Tierra. ¿Por qué hay invierno y verano?

Si vives en Europa, en enero hace frío y en julio calor. ¿Crees que esto sucede igual todas las partes de la Tierra?



Figura 5: Estaciones en la Tierra. (Créditos: <https://www.freepik.es>)

Explica el porqué de las estaciones y cómo crees que varían en las distintas partes de la Tierra.

La Tierra gira alrededor del Sol y está inclinada 23° , es decir, el eje de la Tierra no es perpendicular al plano del sistema solar y que este es el motivo de las estaciones en la Tierra



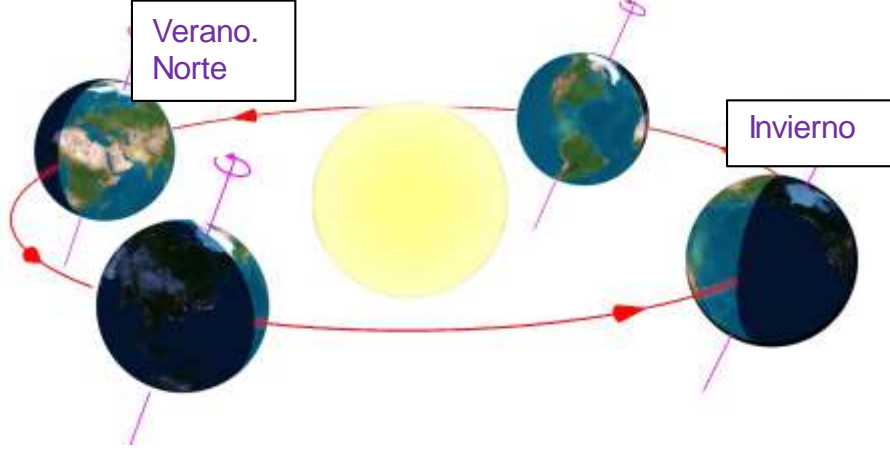
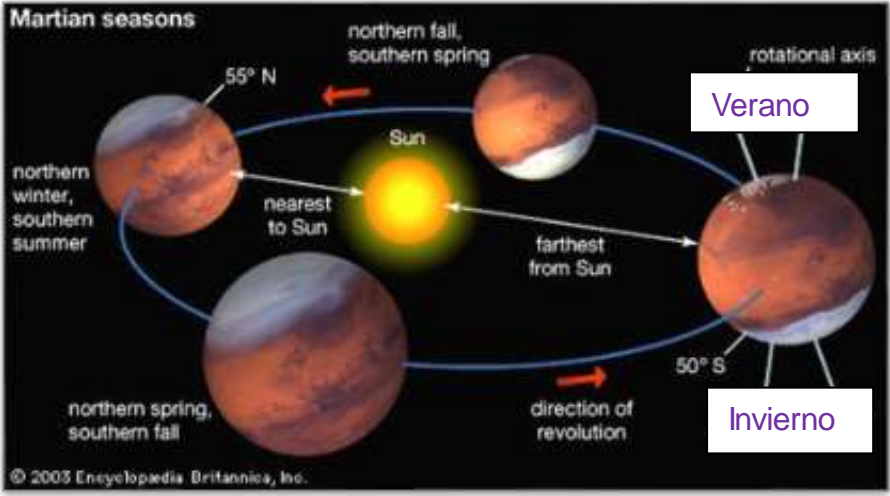
Figura S.4: inclinación eje terrestre-estaciones. (Créditos: ESA)

Actividad 4.2: ¿Crees que Marte tiene estaciones? ¿Serían como las de la Tierra?

1. ¿Creéis que Marte tiene estaciones? Si es así, ¿Cuál creéis que es la causa?

Inclinaciones similares de su eje significa que Marte tiene estaciones al igual que la Tierra.
El eje de inclinación de marte es de 25°

2. Mira la información de las Figuras 6 y 7, donde se explica el porqué de las estaciones en la Tierra y en Marte. Identifica las distintas estaciones para los hemisferios norte y sur y escríbelo en dichas Figuras

<p>Diagrama de las estaciones en la Tierra</p>	 <p style="text-align: center;"><i>Figura 6: Órbita Tierra alrededor del Sol. (Créditos: www.astromia.com)</i></p>
<p>Diagrama de las estaciones en Marte</p>	 <p style="text-align: center;"><i>Figura 7: Órbita de Marte alrededor del Sol Créditos: www.britannica.com)</i></p>

3. ¿Cuáles crees que pueden ser los parecidos entre las estaciones de Marte y la Tierra?

Marte tiene estaciones que son muy parecidas a las de la Tierra. Las estaciones se producen por la inclinación del eje de rotación de Marte.

4. ¿Cuáles crees que pueden ser las diferencias entre las estaciones en Marte y la Tierra?

Sin embargo, porque Marte está a una distancia mayor que la Tierra del Sol, la duración de las estaciones de Marte son más largas. Debido a la alta excentricidad de la órbita de Marte, las temperaturas en verano en el hemisferio sur de Marte son mayores que en su hemisferio norte.

Marte tiene las tormentas de polvo mayores del Sistema Solar. Estas tormentas ocurren en Marte de manera regular durante la estación de verano del hemisferio sur, cuando el planeta se encuentra más cerca del Sol.

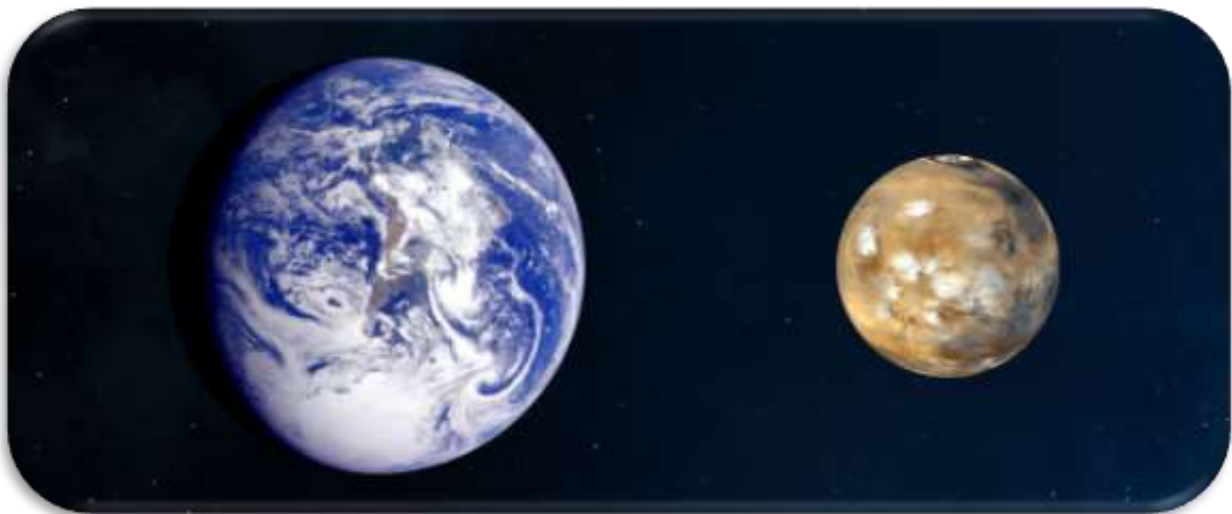


Figura 8: Marte y Tierra. (Créditos: www.livescience.com)

5. ¿Qué importancia pueden tener las estaciones a la hora de planificar una misión a Marte ?

Tener en cuenta las investigaciones que se llevan a cabo en cada estación (Actividad 5) y las condiciones a las que se puede ver sometida la misión debido a los cambios estacionales

En la Figura 9 podemos ver a la Tierra girando alrededor del Sol (círculo interior) y Marte (círculo exterior). Los distintos colores pintados en la circunferencia representan a las distintas estaciones, **representando** (verde=primavera, marrón=otoño, azul=invierno, amarillo=verano).



Figura 9: Marte y Tierra orbitando alrededor del Sol (Créditos: www.nakedeyepianets.com)
link imagen: <http://www.nakedeyepianets.com/mars-orbit-&-seasons.png>

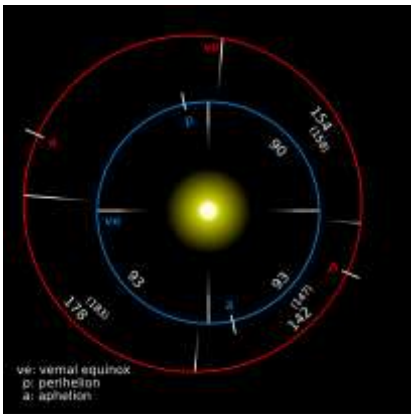
6. Mirando la Figura 9, responde a lo que ves:

¿Crees que las estaciones en la Tierra y en Marte suceden al mismo tiempo o hay un desfase?

las estaciones marcianas y las estaciones de la Tierra están desfasadas una estación. Cuando la Tierra y Marte están en el mismo cuadrante de sus órbitas. Marte está aproximadamente una temporada por delante de la de la Tierra

¿Por qué crees que las estaciones no coinciden en el tiempo para ambos planetas?

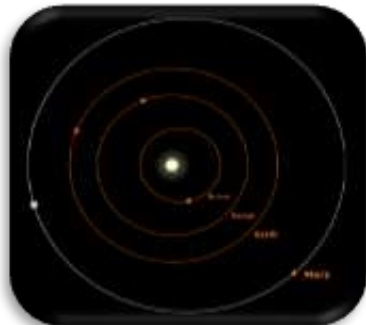
Los ejes de rotación de Marte y el de la Tierra están inclinados en ángulos muy similares respecto a los planos de sus órbitas. Estos ángulos son $\sim 25^\circ$ para Marte y $\sim 23^\circ$ para la Tierra. Sin embargo, los ejes de los dos planetas no apuntan en la misma dirección en el espacio; hay una diferencia de aproximadamente 95° en longitud para los perigeos de sus órbitas. Véase la figura S.X



https://en.wikipedia.org/wiki/Timekeeping_on_Mars

Actividad 4.3: Las duración de las estaciones en Marte

Las Leyes de Kepler fueron una gran revolución en el siglo XVII. Con ellas los científicos pudieron hacer predicciones muy precisas del movimiento de los planetas. Las leyes de Kepler pueden ser resumidas y probadas con el [simulador de las leyes de Kepler](#) de la siguiente manera:

<i>Leyes de Kepler</i>	<i>Simulador para probar esa Ley</i>
<p><u>Primera Ley:</u> La órbita de cada planeta es una elipse, con el Sol en uno de los dos focos.</p>	
<p><u>Segunda Ley:</u> Una línea que une un planeta y el Sol barre áreas iguales durante intervalos de tiempo iguales</p>	

Actividad 5: ¿Qué impacto tienen las estaciones en Marte?

En esta actividad analizaremos el impacto que las estaciones tienen en Marte. Miren las siguientes figuras y traten de responder a las preguntas. Trate de tener en cuenta toda esta información (en la Actividad 11) para identificar más adelante en su Desafío (Actividad 11) el impacto de estos factores en su aterrizaje.

El clima

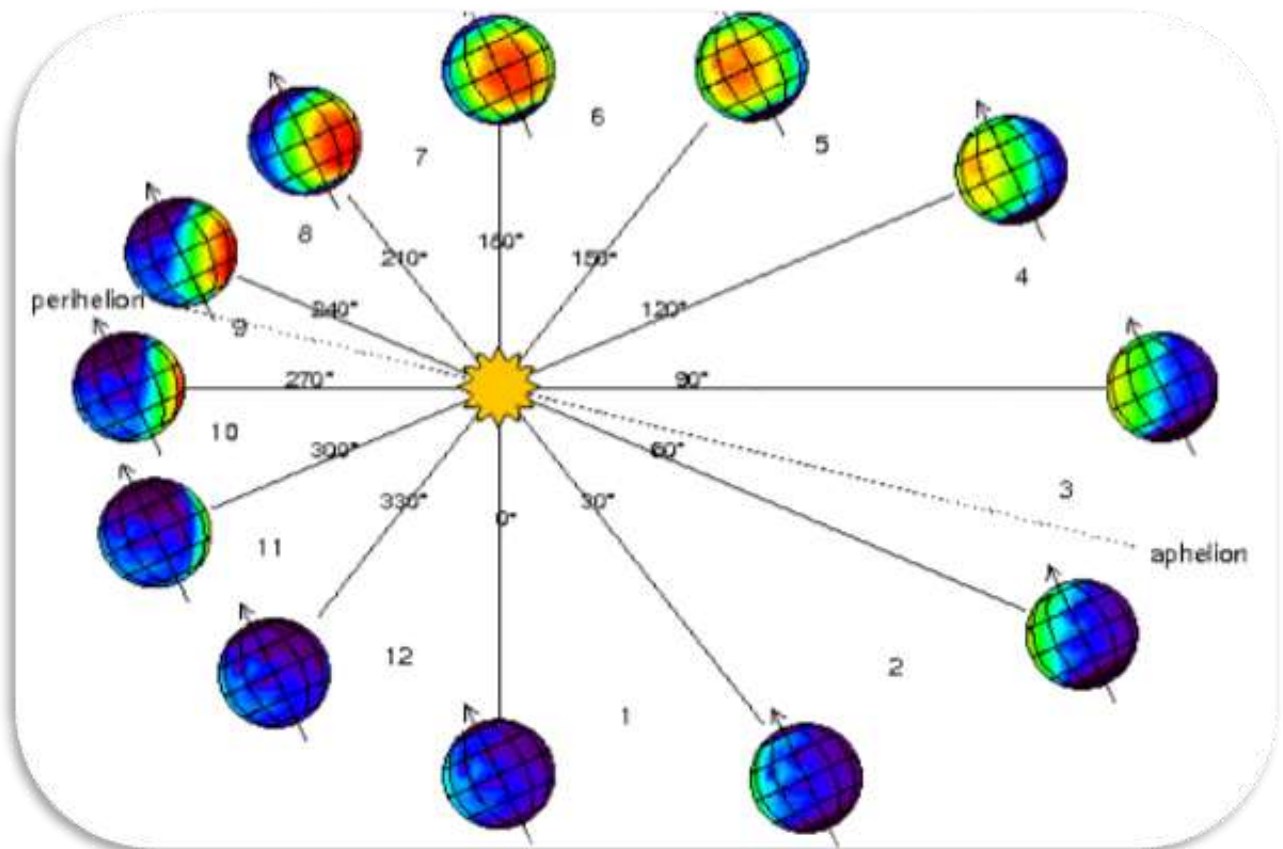


Figura 10: El clima de Marte. (Créditos: ESA)

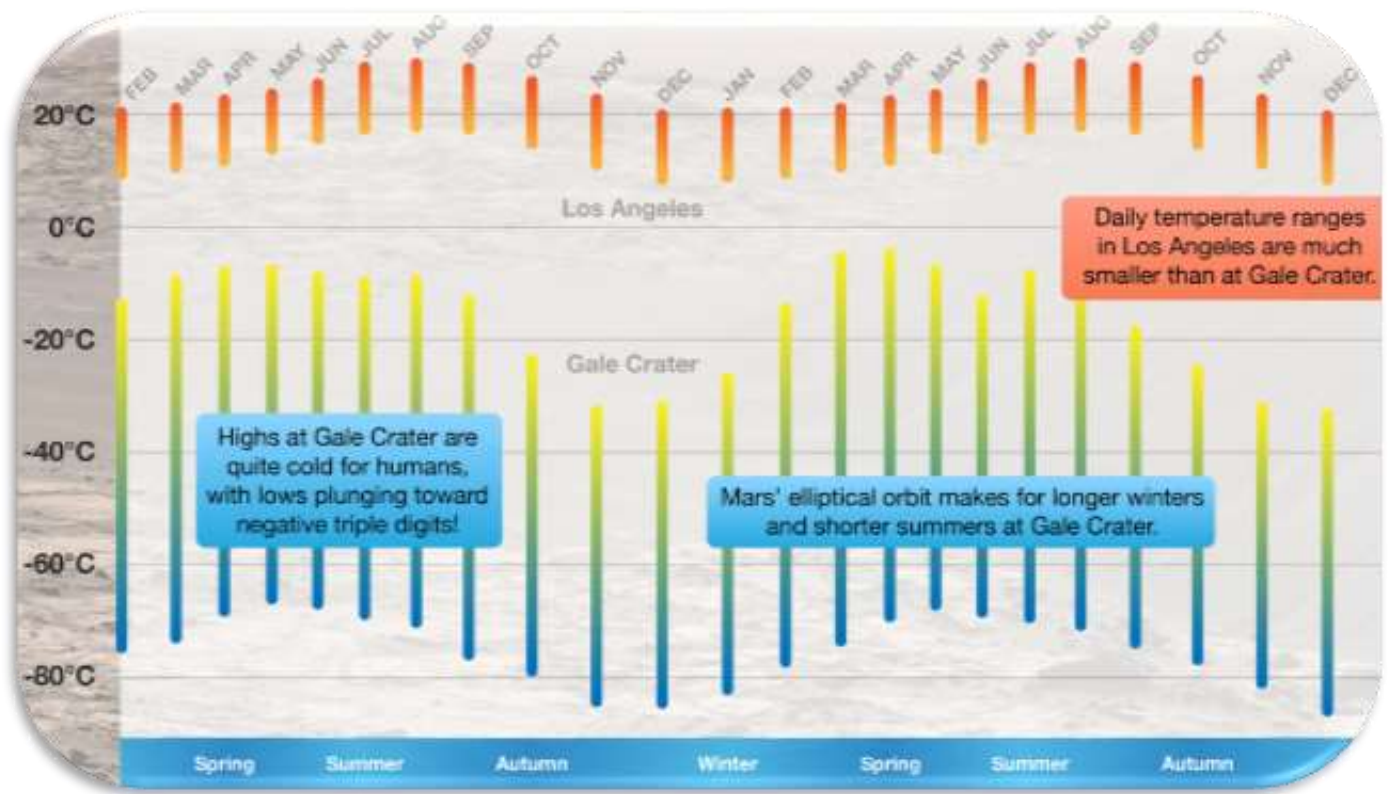


Figura 11: Comparación clima Marte y Los Ángeles, CA (Créditos: [astronomynotes](#))

Según las figuras 10 y 11 ¿Cómo crees que cambia el clima con las estaciones en Marte y en la Tierra? ¿Qué implicación puede tener para nuestra misión a tener en cuenta?

La fina atmósfera de Marte no atrapa mucho calor a pesar de que es un 95% de dióxido de carbono (CO_2). Debido a que la atmósfera es tan delgada, el efecto invernadero es insignificante y Marte tiene un enfriamiento rápido. Durante el invierno, la temperatura desciende hasta -130°C . Durante el verano, que son más cálidos en el hemisferio sur, donde el verano se produce cerca del perihelio, la temperatura de la superficie puede acercarse a $+25^\circ\text{C}$ cerca del ecuador, los fuertes vientos son producidos por las grandes fluctuaciones de temperatura diurnas.

Vale la pena tener en cuenta que, mientras que la velocidad del viento puede ser muy alta, incluso los vientos más fuertes en Marte se sentiría como una suave brisa en la Tierra, debido a la delgada atmósfera marciana. Sin embargo, los vientos marcianos son suficientes para producir impresionantes remolinos de polvo y tormentas de polvo estacionales que pueden ser de alcance global. Las mayores tormentas de polvo son en el verano del hemisferio sur.

<http://www.astronomynotes.com/solarsys/s10.htm>

Tormentas de polvo

En la Figura 12 puedes ver los cambios estacionales que experimenta Marte debido a las gigantescas tormentas de polvo que se llevan a cabo en su superficie ¿A qué crees que se deben estas tormentas?

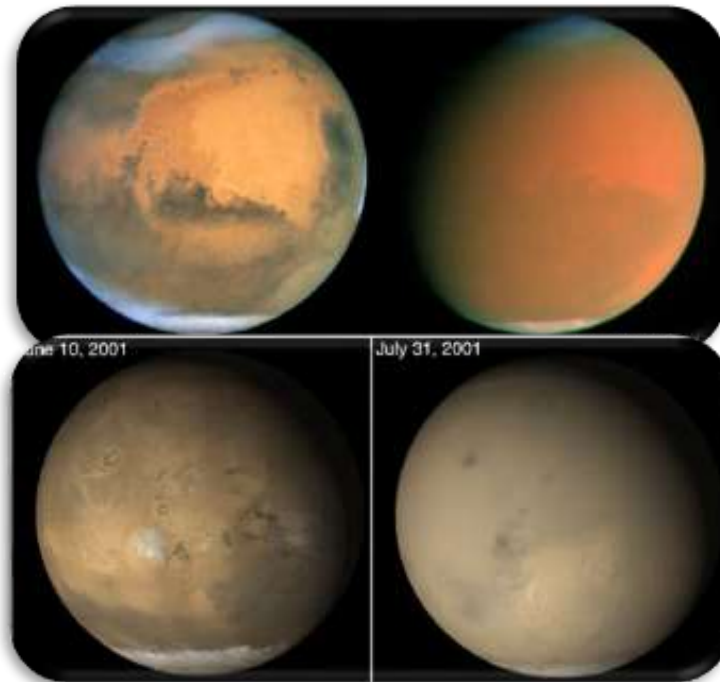


Figura 12: Tormentas de polvo Marte. (Créditos: www.alpo-astronomy.org)



Los cambios de temperatura producidos por los cambios estacionales producen fuertes vientos, que levantan polvo y en unas pocas semanas pueden producir tormentas de polvo que cubran todo el planeta durante unos meses.

Las tormentas de polvo comienzan con mayor frecuencia en las regiones desérticas cerca de Serpentis : Noachis (0° , 45° S), Solis Lacus (80° W, 20° S), Chryse (25° W, 10° N) o Hellas (292° W, 50° S) . Es decir, durante el período de verano del hemisferio sur. Hay un "pico" de tormenta de polvo secundaria a principios del

verano del hemisferio norte. Vale la pena notar que mientras la velocidad del viento puede ser muy alta, incluso los vientos más fuertes en Marte se sentirían como una suave brisa en la Tierra, debido a la delgada atmósfera marciana. Sin embargo, los vientos marcianos son suficientes para producir impresionantes remolinos de polvo y tormentas de polvo estacionales que pueden ser de alcance global. Las mayores tormentas de polvo se producen en el verano del hemisferio sur. http://www.alpo-astronomy.org/ibeish/Observing_Mars_6.html
<http://www.astronomynotes.com/solarsys/s10.htm>

Variaciones en el tamaño de los casquetes polares

Durante el invierno la luz no llega al polo de Marte (para ese hemisferio) mientras que durante el verano ese polo está continuamente iluminado.



Estaciones en Marte v0.7

Paso: 4/5

Subtítulo: Calcula la duración de un año marciano



Tarea:
Inserta el número de días que crees que dura un año marciano

Pistas:

- Emplea la identificación de la imagen (YY-XXXX) para calcular el número de días entre las imágenes que están más alejadas en nuestra selección
- Cada imagen tiene un número identificativo (YY-DOY) [?](#)

Figura 13: Imágenes tomadas por cámara VMC de Marte en un año marciano (Créditos: ESA)

Mira la Figura 13 ¿Crees que los casquetes polares cambian mucho entre invierno y verano?

Marte tiene dos casquetes polares permanentes. Los casquetes de ambos polos consisten principalmente en hielo de agua. El dióxido de carbono congelado se acumula como una capa comparativamente delgada de aproximadamente un metro de espesor en el casquete norte en invierno septentrional, mientras que el casquete sur tiene una cubierta de hielo seco permanente de unos 8 m de espesor. De hecho, el descubrimiento de MEX de los lagos que se encuentran en el casquete polar del sur de varios kilómetros de espesor. Al igual que los casquetes polares de la Tierra, los casquetes polares marcianos se ven muy afectados por la inclinación del eje del planeta en el espacio. se ve que se contraen y expanden

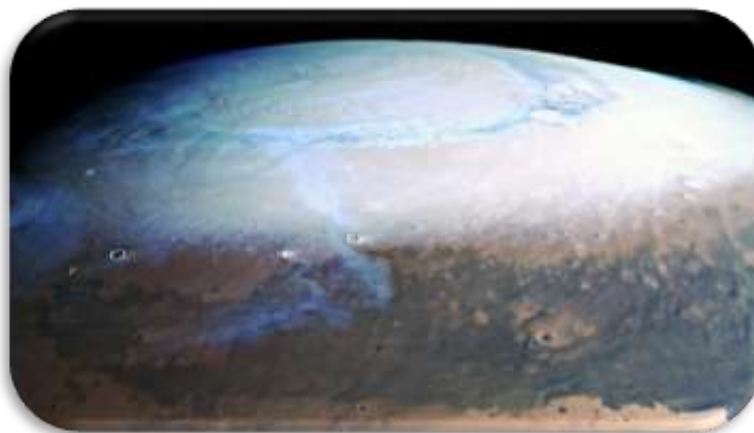


Figura 14 Polo norte Marte (Créditos: ESA)

El misterio del Metano

En Marte, como el oxígeno, el metano está constantemente en el aire en cantidades muy pequeñas (0,00000004%). **Si bien el metano aumenta y disminuye estacionalmente**, aumenta en abundancia en aproximadamente un 60% en los meses de verano por razones inexplicables.

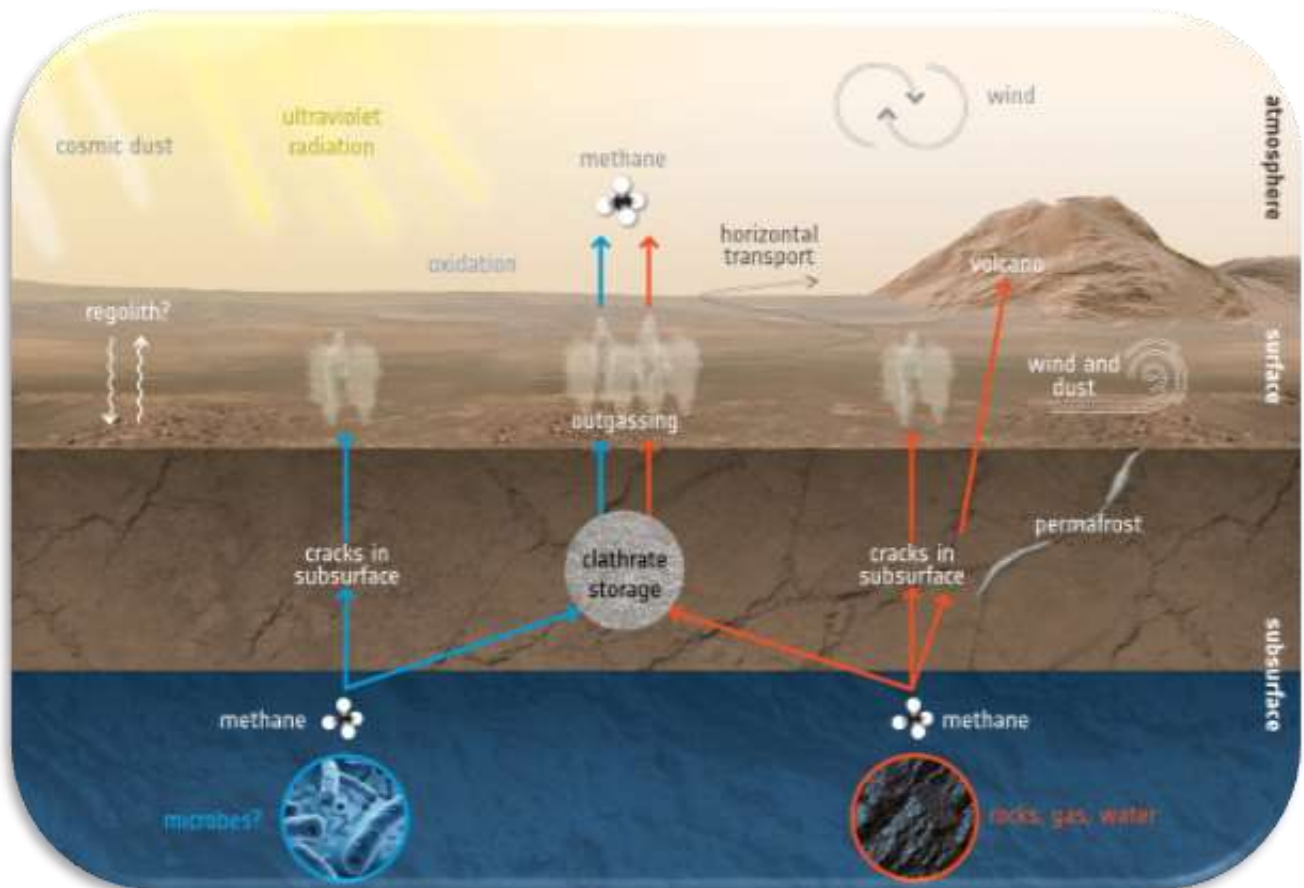


Figura 15: Procesos aparición metano Marte. (Créditos: exploration.esa.int.)

Mira la Figura 15 y responde ¿Por qué crees que es importante descubrir metano en Marte?

El oxígeno y el metano se pueden producir tanto biológicamente (a partir de microbios, por ejemplo) como abióticamente (a partir de la química relacionada con el agua y las rocas). Los científicos están considerando todas las opciones, aunque no tienen ninguna evidencia convincente de actividad biológica en Marte. No hay instrumentos que puedan decir definitivamente si la fuente del metano u oxígeno en Marte es biológica o geológica. Desafortunadamente, el Orbitador de Gas de Trazas de ExoMars ha sido incapaz de detectar metano en Marte. Se sabe que características espectrales hasta ahora desconocidas del Ozono ocurren en la longitud de onda de la supuesta característica del metano y se postulan como una explicación alternativa de las características espectrales que han sido etiquetadas como metano.

<https://exploration.esa.int/web/mars/-/46038-methane-on-mars>.

Actividad 6: La exploración de Marte por la Agencia Espacial Europea

Desde el comienzo de la era espacial, satélites de diferentes agencias mundiales han sido enviados para explorar Marte. Esto ha proporcionado a l@s científic@s un montón de datos, ampliando nuestro conocimiento del Planeta Rojo, pero también ha abierto muchas preguntas nuevas para investigar en la exploración futura de Marte, como **¿ha existido alguna vez vida en Marte?** **¿Estuvo Marte alguna vez cubierto de mares que han desaparecido con el tiempo?**

Mars Express

Fue la primera misión de la Agencia Espacial Europea interplanetaria encargada de la exploración de Marte. Recibe su nombre por la rapidez en la construcción de la nave, basada en el diseño de la [misión Rosetta](#), tal y como sucedió con la sonda [Venus Express](#). El orbitador de Mars Express está tomando datos científicos de Marte con éxito desde el 2003, llevando a bordo del satélite diferentes instrumentos capaces de medir la composición del planeta y de su fina atmósfera.



Figura 16: Impresión artística de la misión Mars Express en Marte. (Créditos: ESA)

La cámara VMC

Mars Express lleva a bordo un instrumento único, parecido en resolución y color a las webcams que tenemos en casa en nuestros ordenadores. Ésta se puso a bordo del satélite con el fin de monitorear la salud de los instrumentos y las operaciones científicas, así como el descenso del aterrizador Beagle 2.



Figura 17: Imágenes de la cámara VMC de Mars Express en Marte. Créditos: ESA

La cámara VMC, que recibe ese nombre por Visual Monitor Camera, es como decimos una cámara ordinaria colocada en un lugar extraordinario, permitiéndonos una visión global de Marte. Sus más de miles de imágenes de Marte en las que se ve todo el disco del planeta, nos permiten estudiar la **evolución de las nubes, las tormentas de polvo y las variaciones en los casquetes polares**. Sus datos serán empleados en nuestro Reto Científico.

- Qué es VMC: <https://blogs.esa.int/mex/2015/03/17/what-is-vmc/>
- Webcam de Marte: <https://blogs.esa.int/vmc/>
- Archivo de datos VMC: <https://blogs.esa.int/vmc/vmc-data-archive/>
- Imágenes VMC: <https://www.flickr.com/search/?text=VMC%20Mars%20Express>
- Blog: <https://blogs.esa.int/mex/2016/08/05/vmc-grows-up/>

ExoMars

ExoMars (Exobiology on Mars) es un proyecto conjunto de la [Agencia Espacial Europea](#) (ESA) y [Roscosmos](#). ExoMars busca indicios de vida en Marte en el pasado y el presente, estudia la composición de su atmósfera, investiga el agua y sus fuentes de origen, al mismo tiempo que pone a prueba la tecnología para futuras misiones tripuladas. ExoMars consta de dos misiones, el orbitador **ExoMars 2016 Trace Gas Orbiter (TGO)**, que observa la atmósfera y la superficie de Marte (desde 2016), y el rover y plataforma de superficie **ExoMars 2022**, que entrará en la atmósfera de Marte y explorará Marte desde su superficie, gracias al rover Rosalind Franklin.

ExoMars busca indicios de vida en Marte en el pasado y el presente, estudia la composición de su atmósfera, investiga el agua y sus fuentes de origen, al mismo tiempo que pone a prueba la tecnología para futuras misiones tripuladas.

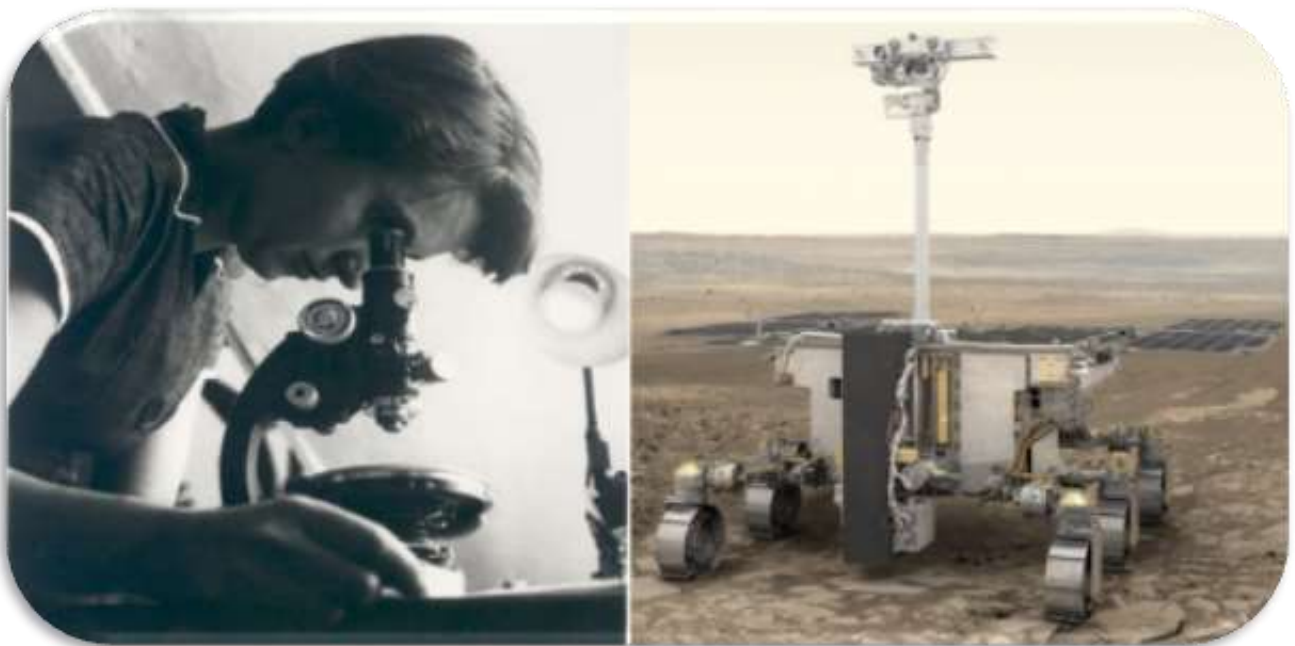


Figura 18: [rover Rosalind Franklin](#). Créditos: ESA/INTA)

Los equipos de la Agencia Espacial Europea dedicados a la exploración de Marte

¡Llegar a Marte es todo un desafío! Es por ello que se necesita de un gran equipo de profesionales especializados en diferentes campos para hacer posible la misión ([Equipo de MarsExpress](#) y [Equipo de ExoMars](#)). Por simplicidad la Tabla 3 muestra tres localizaciones representativas en las misiones de la Agencia Espacial Europea con profesionales que trabajan en las misiones a Marte. **Recomendamos recortar los recuadrados y que busquen los pares. Solución dada aquí.**

CENTRO DE OPERACIONES CIENTÍFICAS SOC (Science Operations Centre)

- Donde se realizan las operaciones científicas de las misiones a Marte (definen las observaciones)
- El equipo está formado por ingenieros y científicos en contacto con los expertos de los instrumentos (en los institutos dedicados).
- En continuo contacto con el MOC

En ESAC también se encuentran archivos de las misiones a Marte (PSA), encargados de que los datos para las publicaciones científicas

Figura 19: Ingeniero del Equipo científico Mars Express (Créditos: ESA/ ESA Open Day)

Centro Europeo de Astronomía Espacial,
ESAC, Madrid



CENTRO DE DISEÑO, INTEGRACIÓN Y TESTEO DE COMPONENTES DE UN SATÉLITE

- Donde se realiza el diseño, integración y testeo del satélite y los sistemas de apoyo de la misión (como el rover).
- El equipo está formado por ingenieros y científicos encargados de la integración de los distintos instrumentos en la plataforma del satélite para posteriormente realizar las pruebas que simulan el despegue y las condiciones de vuelo (vibración, cambios de temperatura extremos)

Figura 20: Equipo de testeo del rover. Créditos: ESA

Centro Europeo de Investigación y
Tecnología Espacial, **ESTEC**, Holanda



CENTRO DE OPERACIONES DE LA MISIÓN MOC (Mission Operations Centre)

- Donde se diseña la órbita de la plataforma y se aseguran requisitos de seguridad y apuntado.
- El Equipo está formado por ingenieros y operadores que controlan el tráfico de datos entre los satélites científicos y el segmento terreno a través de antenas y se aseguran de la correcta ejecución de los comandos (para toma de datos y órbita/aterrizaje) así como de la salud de los instrumentos a bordo.
- En contacto directo con el SOC.

Figura 21: Equipo de dinámica de vuelo del MOC; en particular en el exitoso aterrizaje de Rosetta

Centro Europeo de Operaciones
Espaciales, **ESOC**, Alemania



Tabla 3: misiones de la Agencia Espacial Europea con profesionales que trabajan en las misiones a Marte

La Figura 22 muestra las misiones espaciales que han ido a Marte de todas las Agencias Espaciales del Mundo. (Recomendación: pincha el [link](#) para aumentar el poster

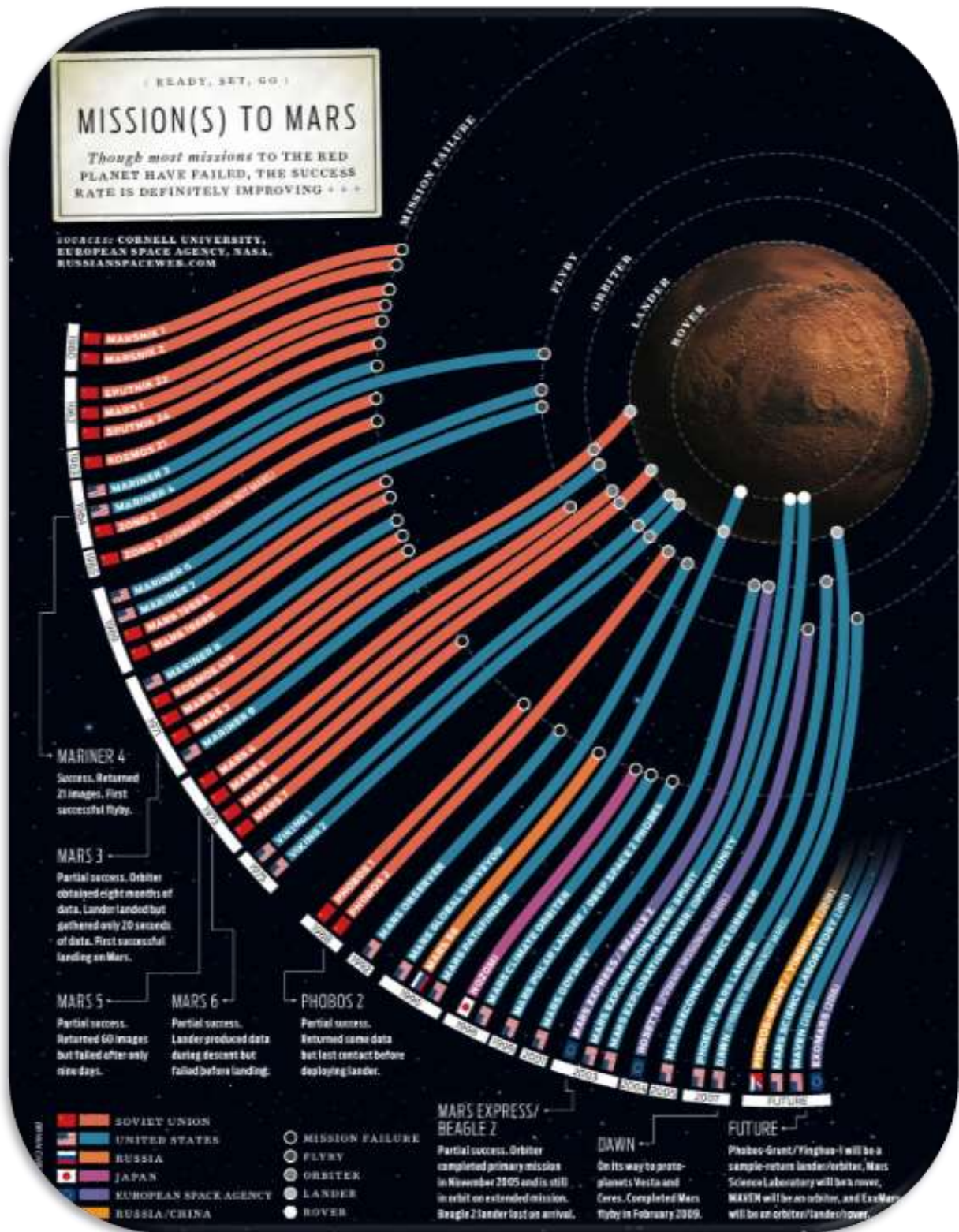


Figura 22: Misiones a Marte. (Créditos: Universidad de Cornell).



Actividad 7: ¿Qué has aprendido hasta ahora?

Comprueba lo que has aprendido hasta ahora en 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 tienen muchas preguntas relacionadas con el tema del Reto Científico
→ **Revisión de la FASE 1** (ver abajo) **con material complementario**

http://cesar.esa.int/index.php?Section=Scientific_Cases&Id=15&ChangeLang=es	
<ul style="list-style-type: none">• 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 8: Pide una video-llamada con el equipo de CESAR si es necesario.

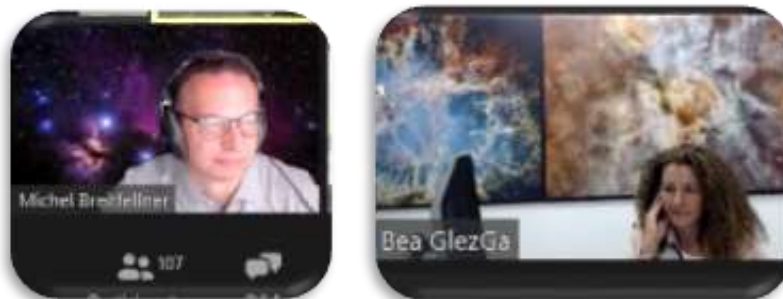


Figura 23: Imagen del Equipo CESAR haciendo video llamada. (Créditos: CESAR)

Nota: Por cada desafío científico tienes la oportunidad de pedir 30 minutos de video llamada

- con su clase (en la FASE 2) para aclarar conceptos
- sólo los profesores (en la FASE 3) en caso de que encuentres dificultades con el software/respuestas



Fase 3



La fase 3 se ejecutará siguiendo el método científico donde los estudiantes hacen hipótesis, hacen algunos experimentos con datos reales y finalmente comprueban sus resultados/conclusiones con sus hipótesis.

Los datos utilizados para sus experimentos son imágenes recogidas por la cámara del VMC, a bordo de la misión Mars Express durante más de dos años (2016-2018), donde vemos a Marte en diferentes estaciones y por lo tanto podemos calcular la duración de un año marciano.

En la herramienta web desarrollada por el equipo de CESAR, la Actividad 10 se ejecuta después de la Actividad 9 y para que funcione no debemos cerrar la herramienta web entre las Actividades 9 y 10.

Actividad 9: Las estaciones en Marte

Hipótesis

¿Qué información en las imágenes de Marte podría darte pistas sobre la estación del año?

La situación de los cascos polares, con mayor tamaño en invierno que en verano.
La aparición de tormentas de polvo que nublan las imágenes de la superficie de Marte especialmente en verano.

Experimento

1. Accede a las imágenes de la cámara VMC de Mars Express e identifica las estaciones de Marte pinchando en la herramienta web: http://cesar.esa.int/tools/18.martian_year/

¡¡ No cierres la herramienta entre las Actividades 9 y 10!!

2. Ejecuta los siguientes pasos:

- **Paso 1/5:** Selecciona de qué hemisferio vas a analizar las imágenes de VMC
 - Del hemisferio norte
 - Del hemisferio sur
 - De ambos hemisferios
- **Paso 2/5:** Una vez elegido un hemisferio, identifica a qué estación corresponde cada imagen
Pista: el tamaño del casquete polar te ayudará en esta identificación.



Figura 24: Página de inicio a la herramienta web “Las Estaciones en Marte” y Paso 1. (Créditos: CESAR)



Figura 25: Paso 2 de la herramienta web de “Las Estaciones de Marte” para las imágenes del hemisferio sur. (Créditos: CESAR)

- **¡¡ Chequea tus resultados pulsando en el botón “Comprobar”!!**
- **Nota 1:** En esta actividad no tendrás suficiente información para diferenciar, por el tamaño del casquete polar, si vienes del verano o del invierno, y por lo tanto saber si la imagen corresponde a primavera u otoño sólo lo sabremos si vemos la evolución temporal de éstas.
- **Nota 2:** En Marte, del mismo modo que en la Tierra, ni el polo norte ni el polo sur recibe luz durante el invierno. En el frío invierno el dióxido de carbono (CO₂) de la atmósfera se congela de gas a hielo – formando parte de los casquetes polares. Cuando termina el invierno y la luz del Sol comienza a calentar los polos, el CO₂ de los casquetes polares no se derrite en líquido como el agua, sino que cambia de estado sólido a estado gaseoso (proceso llamado de sublimación), pasando estos gases a la atmósfera al tiempo que se reduce el tamaño de los casquetes polares.

Conclusión

Explica en la Tabla 4 por qué has considerado que la imagen 1, 2 y 3 (ver Figura 25) pertenece a una u otra estación.

<i>Verano</i>	<i>Primavera/ Otoño</i>	<i>Invierno</i>
Imagen 3, muy pequeño el casquete polar	Imagen 1 y 2, tamaño intermedio el casquete polar	No vemos imágenes de este tipo en la Figura 25, no le da casi luz al planeta en esa zona

Tabla 4: Explica el porqué de tu elección de cada una de las estaciones en las imágenes seleccionadas.

Actividad 10: ¿Cuánto dura un año en Marte?

Hipótesis

¿Cuánto crees que dura un año marciano? ¿Cuántos años marcianos tendrías tú?

Más o menos dos años terrestres.

Si en la Tierra tengo 24 años, en Marte tendría alrededor de 12.

Ahora que has aprendido a identificar el paso del tiempo (estaciones) en Marte mirando la evolución del tamaño de los casquetes polares, trata de identificar la duración de un año en Marte.

Experimento

Ejecuta los pasos 3 a 5 de la herramienta web con la que estás trabajando. <http://cesar.esa.int>

- **Paso 3/5:** Selecciona un set de 6 imágenes de la cámara VMC que consideras cubren un mismo año marciano.
 - **Nota 1:** Todas las imágenes seleccionadas para la estimación de un año marciano deben pertenecer al mismo hemisferio (en la herramienta, aquellas que pertenecen al hemisferio norte son identificadas con una lupa rosa y las que pertenecen al hemisferio sur con una lupa azul).
 - **Nota 2: Cada imagen está asociada a un identificador.** La numeración del identificador YY-XXX corresponde con:
 - **YY:** año terrestre en el que la imagen fue tomada. Así por ejemplo, 16 se refiere al año 2016.
 - **XXX:** o DOY (día del año, en inglés “Day Of the Year”), el cual va de 1 a 365 (o 366 días en el caso de años bisiestos). Por ejemplo, el DOY 32 corresponde con el 2 de Febrero.
 - **Nota 3:** Algunas imágenes mostradas en la herramienta aparecen casi oscuras. Éstas corresponden con el invierno de Marte. pero al estar sobreexpuestas no las usaremos

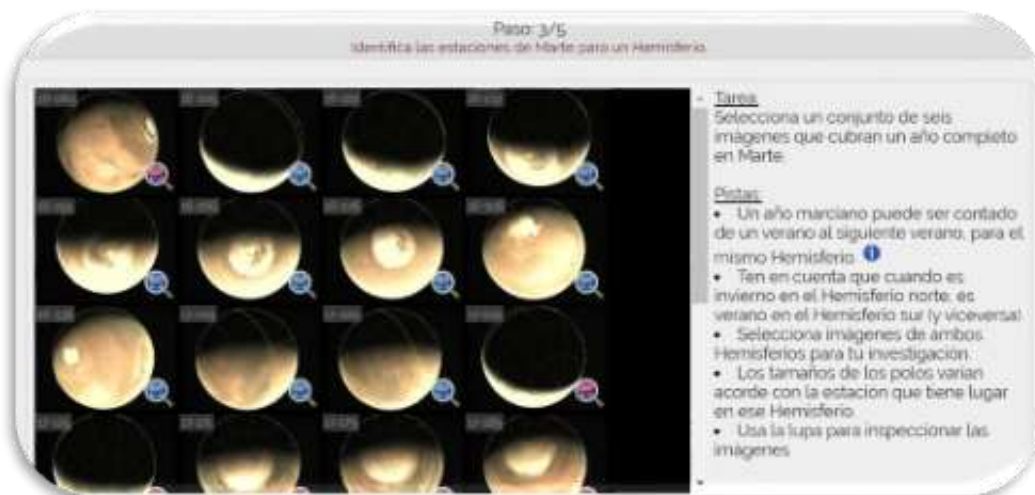


Figura 26: Paso 3 de la herramienta CESAR. Con lupa rosa se identifican las imágenes del hemisferio norte de Marte y con lupa azul las del hemisferio sur. (Créditos: ESA/Mars Express/VMC – CC BY-SA IGO 3.0)

(Opcional): Si quiere puede escribir en la Tabla 5 el año y día de las imágenes seleccionadas, de lo contrario la información se almacena en la herramienta web para su experimento.

Identificador de la imagen	Año	DOY
17-189	2017	189
17-288	2017	288
17-264	2017	264
16-060	2016	60
17-171	2017	171
17-171	2017	227

Tabla 5: Año y día de las imágenes que has elegido para calcular un año marciano.

- **Paso 4/5:** Introduce el tiempo entre la primera y la última imagen elegida. Ésta será tu estimación de la duración de un año marciano. Sugerencia: Tienes que hacer el cálculo mentalmente o en un papel fuera, la webtool no lo hará a partir de la selección de las imágenes)



Figura 27: Paso 3 de la herramienta web – galería de imagen. Créditos: CESAR)

- **Paso 5/5:** ¡¡ Chequea tus resultados pulsando en el botón “Comprobar”!



Conclusiones:

A partir de tus cálculos, ¿cuánto dura un año marciano?

(haga el cálculo aquí)

Fecha de la imagen 1: (Año 2016, DOY: x)

Fecha de la imagen 2: (Año 2018, DOY: y)

Resultado = 593 días

Las fechas se miden en referencia a la hora terrestre.

Nota: la duración exacta del año marciano es de 687 días, por lo que con la selección óptima de imágenes proporcionada en este experimento hay un error en la medición del 13 %.

$[(687-598) / 687] * 100 = 13 \%$ de error

La herramienta web proporciona porcentajes de error en nuestro cálculo siendo casi el 40% de él considerado aceptable y los peores resultados requieren la repetición de la Actividad (por lo que se codificó la herramienta web).

¿Cuántos años tendrías en años marcianos?

Si tengo 24 años, tendré 12,7 en Marte

Actividad 11: Únete a ExoMars

Como hemos visto en la Actividad 6, una misión espacial está formada por varios Equipos, todos ellos necesarios y trabajando en colaboración para el buen resultado de la misión.

Vamos a trabajar en Equipos, como si fuéramos parte de la misión ExoMars 2020. Vamos a ir viendo las distintas tareas realizadas por los distintos Equipos especializados para entender mejor sus funciones. **Recomendamos que todos los Equipos realicen todas las Actividades**

1. Equipo de diseño y ejecución de dinámica de vuelo (“Flight Dynamics”) - Actividad 11.1
2. Equipo de planificación de observaciones científicas (“Mission Planning”) - Actividad 11.2
3. Equipo de Expertos que asesoran a la Misión (“Expert support group”) - Actividad 11.3

El objetivo común es identificar dónde amerizar el Rover de ExoMars 2020, Rosalind Franklin

- Considerando que aterrizarás en Marte (con ExoMars) en el mismo hemisferio en el que vives en la Tierra (por simplicidad), obtén la fecha y la estación a tu llegada a Marte así como el tipo de condiciones ambientales que encontrarías en ese hemisferio.
- Esta hoja Excel puede ser usada para resolver las Actividades 11.1 y 11.2. Por favor, haz una copia de esta y usad la copia si se desea.

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1VwPQVc5cmVAV7xJLleJTXWR34XoHW3b9KoPosn0x10/edit?usp=sharing>

Actividad 11.1: Equipo de Dinámica de Vuelo.



Ahora eres parte del Equipo de Vuelo Dinámico de ExoMars

Revisa la [Actividad 6](#) y escribe en qué centro de la Agencia Espacial Europea trabajarías lo más seguro con este perfil:

Centro Europeo de Operaciones Espaciales, ESOC, Alemania

Es el centro de operaciones de la misión

- Donde se diseña la órbita de la plataforma y se aseguran requisitos de seguridad y apuntado.
- El Equipo está formado por ingenieros y operadores que controlan el tráfico de datos entre los satélites científicos y el segmento terreno a través de antenas y se aseguran de la correcta ejecución de los comandos (para toma de datos y órbita/aterrizaje) así como de la salud de los instrumentos a bordo.

Llegar a Marte en el **menor tiempo posible**, es una consideración importante para fijar una fecha de lanzamiento. Por ello, queremos estar seguros que lanzaríamos ExoMars 2022 en el momento adecuado. Otros factores que determinan la fecha de lanzamiento son:

- consumo de combustible para la órbita de transferencia
- el tiempo y la orientación de la llegada de la nave espacial
- consideraciones sobre el lugar de aterrizaje y los objetivos de la comunidad científica.

El tiempo de transferencia más corto puede no ofrecer el mejor perfil de la misión y ExoMars tiene una serie de escenarios de transferencia bastante distintos con tiempos de transferencia muy diferentes. Determinar la transferencia óptima es, por supuesto, la tarea de ESOC Flight Dynamics

Marte y la Tierra orbitan a diferentes velocidades (los dos planetas no giran a la vez alrededor del sol, si no que a veces están muy separados y otras veces se acercan más). Aproximadamente cada dos años terrestres (que de la [Actividad 10](#) sabemos que es como un año marciano), los dos planetas están en la posición perfecta para llegar a Marte en el menor tiempo posible.

¡Pero esto no es todo! para poder llegar a Marte debemos asegurarnos de que apuntamos bien nuestra nave. **¡Tenemos que apuntar a donde estará Marte cuando la nave llegue allí!**

- Para entenderlo mejor mira este [VIDEO](#)

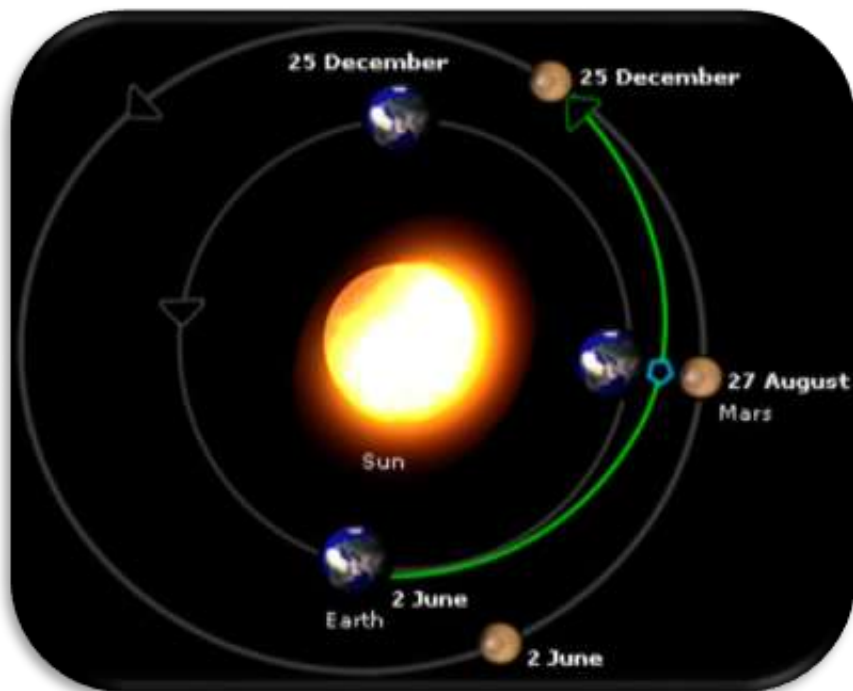


Figura 28: Trayectoria que siguió la misión Mars Express en su lanzamiento (Créditos: ESA)

Recuerda, formas parte del equipo de 'Flight Operations' de ExoMars 2022, que prepara la misión antes de ser lanzada. El nuevo calendario de lanzamiento está fijado entre agosto y octubre de 2022.

1. Si **ExoMars** se lanza en Septiembre de 2022, **¿qué fecha será cuando llegue a Marte?**

Llegará aproximadamente en **Marzo de 2023**, ya que este viaje dura 6 meses siguiendo su órbita más corta como es el caso. **Pista: mira el video y la imagen 28**

Ahora, para comenzar a planear las "Operaciones Científicas" de ExoMars 2022 (Actividad 11.2), necesitamos informar al Equipo de Operaciones Científicas de las posibles estaciones del año (dependiendo del hemisferio Marciano) en las que ExoMars podría aterrizar en Marte.

2. Para ello, recuerda lo aprendido en la [Actividad 4.3](#) e identifica:



- Estación en la Tierra a la salida (de la Tierra) de ExoMars (Septiembre 2022):
- **Estación en la Tierra** a la llegada (a Marte) de ExoMars 2022 (Marzo 2023: primavera/otoño)
- **Estación en Marte** a la salida (de la Tierra) de ExoMars 2022 (Septiembre 2023)
- **Estación en Marte** a la llegada (a Marte) de ExoMars 2022 (Marzo 2023: verano/invierno)

Si hubieran realizado mal el cálculo de la fecha de llegada de ExoMars pero esta parte fuera coherente también sería válido.

Actividad 11.2: Equipo de Planificación de las operaciones científicas de ExoMars



Ahora es el momento de cambiar nuestro papel en las misiones de ExoMars 2022 (si hubiéramos ejecutado la Actividad 11.1, seríamos parte del Equipo de Dinámica de Vuelo) y nos convertiríamos en parte del "Equipo de Operaciones Científicas" de ExoMars.

Revisa la [Actividad 6](#) y anote en qué centro de la Agencia Espacial Europea trabajarías probablemente con este perfil (Equipo de Operaciones Científicas)

Centro Europeo de Astronomía Espacial, ESAC, Madrid

Es centro de operaciones científicas, donde se realizan las operaciones científicas de las misiones a Marte (definen las observaciones)

Como expertos en los instrumentos científicos a bordo de ExoMars, debemos tener claro qué operaciones científicas programaríamos, en función de la estación y zona de amerizaje (aterrizar en Marte). En Marzo del año 2023, Marte se encontrará lejos del sol: **será verano en el hemisferio norte e invierno en el sur.**

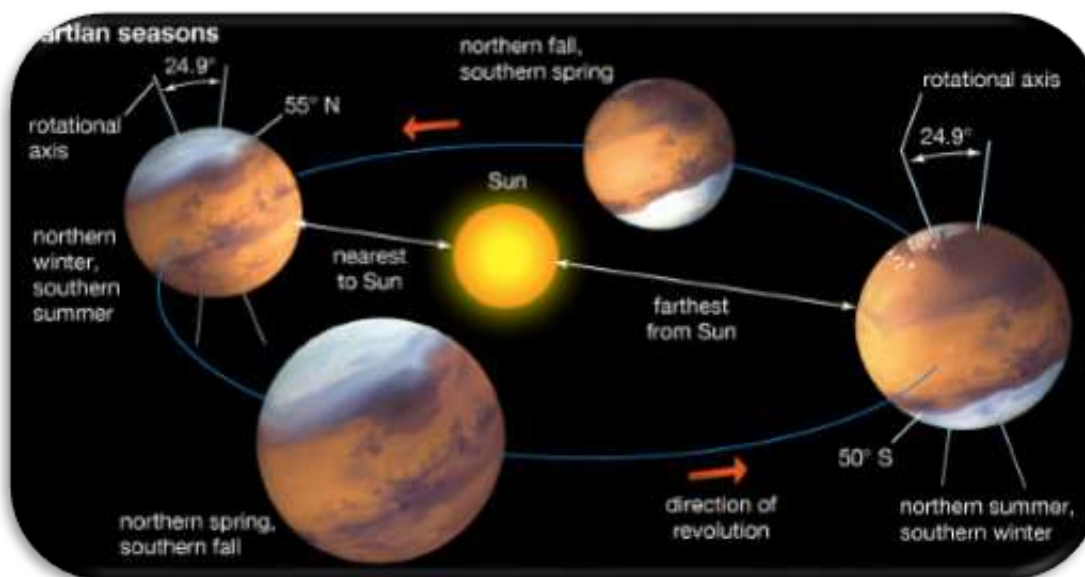


Figura 29: Estaciones en Marte. (Créditos: ESA)



Teniendo en cuenta qué queremos investigar, debemos amerizar en un hemisferio o en otro, pues las circunstancias estacionales serán diferentes en cada hemisferio.

1. Para decidir en qué hemisferio amerizar, ten en cuenta los factores que cambian con las estaciones. Repasa la [Actividad 5](#) y rellena la Tabla 6:

FECHA: MARZO 2023		
FACTORES	VERANO-hemisferio norte	INVIERNO-hemisferio sur
El clima	Menos frío. Fuertes vientos. Presión atm	Temperaturas hasta -130°C y el dióxido de carbono en la atmósfera se congela, lo que reduce la presión del aire manera significativa
Tormentas de polvo	Fuertes tormentas de polvo	Menos vientos y por lo tanto, menos tormentas de polvo. Menos impacto
Variaciones en los cascos polares	deshielo	Aumentan su tamaño considerablemente

Tabla 6: factores que cambian con las estaciones marcianas.

2. Ahora te toca decidir, qué quieres investigar en Marte con la solución calculada para ExoMars en la [Actividad 11.1](#). Marca la opción:

Buscar posibles rastros de vida pasada en Marte, estudiando posibles procesos biológicos (¿Metano?, ¿Ozono? ¿Oxígeno?)	Verano. Hemisferio norte
Buscar posibles rastros de vida pasada en Marte, estudiando el agua de Marte (Capas de hielo)	invierno
Para estudiar los principales fenómenos las estaciones dependen del clima, la presión atmosférica y los procesos geológicos de Marte.... (y las tormentas de polvo)	Verano Hemisferio norte

3. Suponiendo que Exomars se lanzará en la fecha estimada y que aterriza en Marte en el mismo hemisferio en el que te encuentras en la Tierra. Escribe en este Excel qué fecha, estación y propiedades de esa estación te encontrarás [link](#).

4. El mapa de la Figura 30 proporciona cuatro posibles opciones de amerizaje. Rellena la tabla 7 con lo que crees que encontrarás en esas zonas.

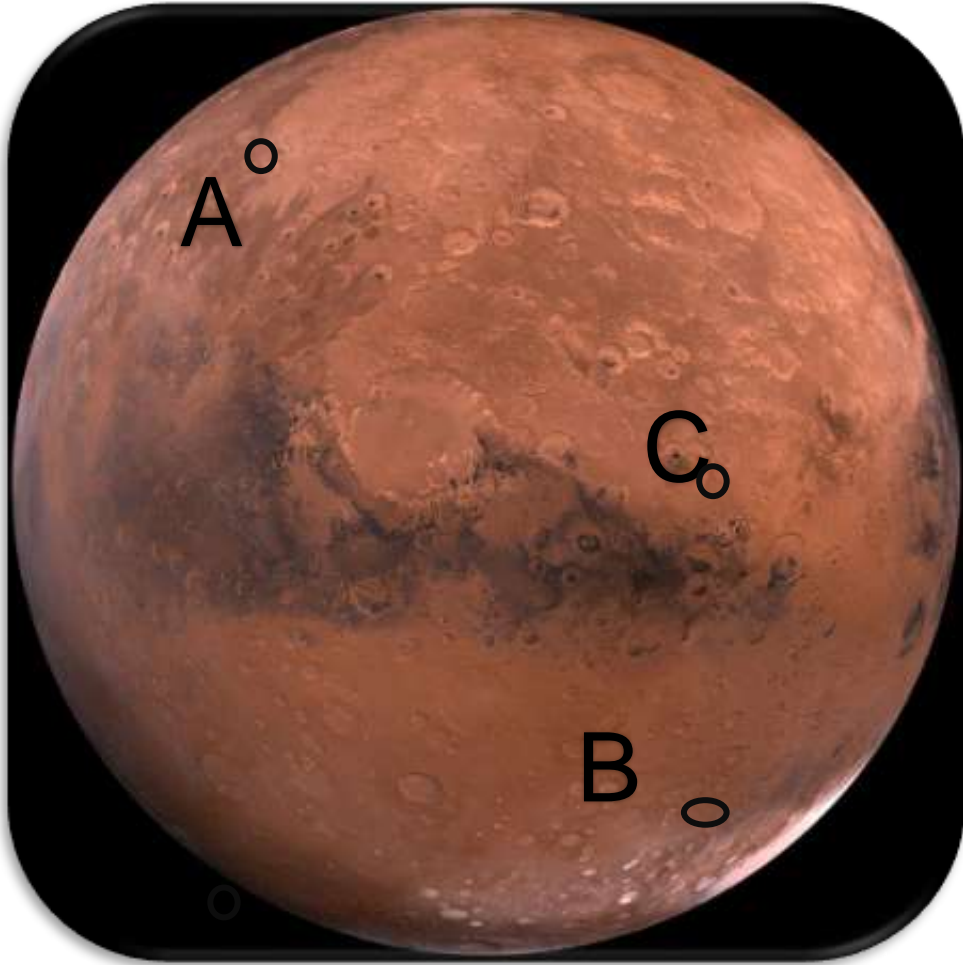


Figura 30: Composición fotográfica Marte. ([Wikipedia](#))

4. **¿Quieres saber cuál es la mejor opción de aterrizaje?** ¡Compite con los demás equipos! Elige una de estas zonas, escribe los pros y contras y defiende tu elección ante tus compañeros.

Zona: A Hemisferio Norte / B Ecuador / C Hemisferio Sur

La temporada: Invierno / Verano

Por qué:

Actividad 11.3. Equipo de Expertos

Mira esta imagen con las zonas donde aterrizaron misiones anteriores. ¿Qué crees que fueron a hacer allí?

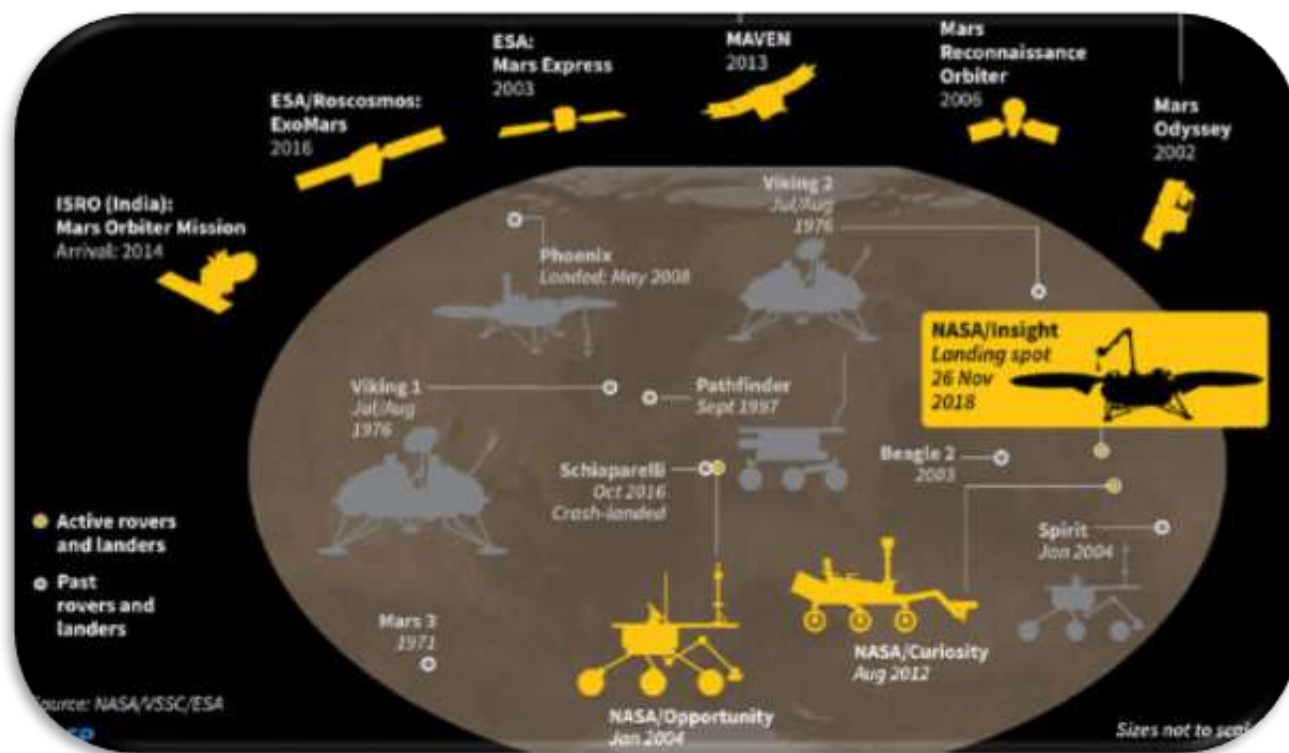


Figura 31: Historia misiones a Marte. (Wikipedia)

Misión	Lugar de aterrizaje	Fecha de aterrizaje (estación)	Objetivo científico
Viking 2		Julio/Agosto 1976	
Pathfinder		Septiembre 1997	
Spirit		Enero 2004	
Phoenix		Mayo 2008	
Curiosity		Agosto 2012	
Insight		Noviembre 2018	
Rosalind Franklin		

Nota: A día de hoy las misiones ESA no han aterrizado en Marte como se deseaba (Beagle 2, Schiaparelli). Estamos muy interesados en el amerizaje de ExoMars 2022, pues será el primer rover europeo que lo hará. ¡Estad atentos!



Fase 4



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

Actividad 12: Evaluate

- **En Equipos:** Rellenad este [cuestionario](#) para que comprobéis lo aprendido en el Reto.
- **Con vuestro@ profe:** Dadnos vuestro feedback

NOTAS IMPORTANTES

- Los profesores se asegurarán que cada Equipo realiza las evaluaciones (quizz)

Actividad 13: Cuéntanos tu Aventura

Los estudiantes deberán crear un producto final (un poster A0 en formato pdf, usando power point, por ejemplo) mostrando lo que han aprendido en las distintas fases del Reto Científico.

Este poster es el billete para participar en el concurso internacional de *Aventuras CESAR*.

NOTAS IMPORTANTES:

- Sería muy interesante que se lo presentaran a los compañeros de su colegio en una fecha determinada, simulando un congreso de científicos.
- Cualquier documento que implique fotos de vuestros alumnos puede ser publicados en la web o redes sociales de CESAR. Por ello rogamos sólo adjuntar aquellas imágenes para las que tengáis permiso explícito de publicación, propiedad intelectual e imagen. El Equipo CESAR queda exento de la responsabilidad de su propiedad intelectual y de imagen.

Enhorabuena profe!
Gracias a tu dedicación tu clase recibirá un
Super Diploma del Equipo CESAR

¿Preparad@ para más Aventuras con nosotros ?



Enlaces



ENLACES DE LA FASE 0:

VIDEOS

- <https://www.youtube.com/watch?v=9wdbNU7Pu8U&feature=youtu.be>
- http://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2015/01/ESAC_ESA_s_Window_on_the_Universe
- <http://cesar.esa.int/index.php?Section=Multimedia&Id=63>

ENLACES DE LA FASE 1:

VIDEOS

- <https://youtu.be/P5xYp-mCEN0>
- https://www.youtube.com/watch?v=b_NwWJttruE

APP/JUEGO/CUESTIONARIO

- <http://astro.unl.edu/classaction/animations/coordsmotion/eclipticsimulator.html>
- <http://www.traducimos.cl/planet/>
- <http://astro.unl.edu/classaction/animations/renaissance/kepler.html>
- <https://www.menti.com/t49k12g3m6>

WEBS:

- https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Latitud_y_Longitud_en_la_Tierra.svg
- [https://es.wikipedia.org/wiki/Excentricidad_\(matem%C3%A1tica\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Excentricidad_(matem%C3%A1tica))
- <https://www.metric-conversions.org/es/temperatura/celsius-a-fahrenheit.htm>
- <https://www.diferenciador.com/diferencia-entre-calor-y-temperatura/#:~:text=La%20diferencia%20entre%20calor%20y,las%20mol%C3%A9culas%20de%20un%20cuerpo>
- https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/
- <https://mx.blastingnews.com/ciencia/2018/02/cinco-cosas-que-necesitaríamos-para-que-la-gente-vaya-a-marte-002366993.html>
- https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Exploration/ExoMars/Meet_Mars
- https://www.freepik.es/vector-premium/globo-terraqueo-ilustracion-circulo-cuatro-estaciones_7977447.htm
- <https://www.astromia.com/solar/estatierra.htm>
- <https://www.britannica.com/place/Mars-planet/Basic-astronomical-data>
- <http://www.nakedeyeplanets.com/mars-orbit-&-seasons.png>



- <http://www.astronomynotes.com/solarsys/s10.htm>
- http://www.alpo-astronomy.org/jbeish/Observing_Mars_6.html
- <https://exploration.esa.int/web/mars/-/46038-methane-on-mars>.
- [https://www.esa.int/Space in Member States/Spain/Rosetta - Resumen](https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Spain/Rosetta_-_Resumen)
- [http://www.esa.int/Space in Member States/Spain/La nave Venus Express de la ESA llega a su destino](http://www.esa.int/Space_in_Member_States/Spain/La_nave_Venus_Express_de_la_ESA_llega_a_su_destino)
- [Qué es VMC: https://blogs.esa.int/mex/2015/03/17/what-is-vmc/](https://blogs.esa.int/mex/2015/03/17/what-is-vmc/)
- [Webcam de Marte: https://blogs.esa.int/vmc/](https://blogs.esa.int/vmc/)
- [Archivo de datos VMC: https://blogs.esa.int/vmc/vmc-data-archive/](https://blogs.esa.int/vmc/vmc-data-archive/)
- [Imágenes VMC: https://www.flickr.com/search/?text=VMC%20Mars%20Express](https://www.flickr.com/search/?text=VMC%20Mars%20Express)
- [Blog: https://blogs.esa.int/mex/2016/08/05/vmc-grows-up/](https://blogs.esa.int/mex/2016/08/05/vmc-grows-up/)
- [https://es.wikipedia.org/wiki/Agencia Espacial Europea](https://es.wikipedia.org/wiki/Agencia_Espacial_Europea)
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Roscosmos>
- <https://inta.es/ExoMarsRaman/es/mision-exomars/rover-rosalind-franklin/>
- [http://www.esa.int/Science Exploration/Space Science/Mars Express mission team](http://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Mars_Express_mission_team)
- <https://exploration.esa.int/web/mars/-/56623-exomars-mission-team>
- [http://www.esa.int/Our Activities/Space Science/Mars Express](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Mars_Express)
- <http://blogs.esa.int/mex/files/2013/06/Mars-Express-10-year-highlights.png>
- <http://exploration.esa.int/mars/44997-the-red-planet/>
- http://cesar.esa.int/upload/202004/bookletmars_v6_spanish.pdf
- <http://exploration.esa.int/mars/43608-life-on-mars/>
- [http://www.esa.int/Our Activities/Human and Robotic Exploration/Exploration/ExoMars/Highlights/Ten things about Mars](http://www.esa.int/Our_Activities/Human_and_Robotic_Exploration/Exploration/ExoMars/Highlights/Ten_things_about_Mars)
- [https://www.esa.int/Our Activities/Space Science/Mars Express/Olympus Mons - the caldera in close-up](https://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Mars_Express/Olympus_Mons_-_the_caldera_in_close-up)
- [http://www.esa.int/Our Activities/Space Science/Fly through a canyon on Mars](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Fly_through_a_canyon_on_Mars)

ENLACES DE LA FASE 2

VIDEOS

- http://cesar.esa.int/index.php?Section=Teacher_Training&ChangeLang=es
- https://www.youtube.com/watch?v=00lewuf_j1M
- <https://youtu.be/uplUpkpymoE>
- <https://youtu.be/TOb2G6MDfYQ>
- <https://youtu.be/zAwQNAkVaOg>

ENLACES DE LA FASE 3:

VIDEO

- https://www.youtube.com/watch?list=PL9TFrgFq7557nWqmfuVngU22OhTpUE9gg&time_continue=1&v=qYJsMBajVY&feature=emb_title

APP/JUEGO/CUESTIONARIO:

- http://cesar.esa.int/tools/18.martian_year/

WEBS

- [https://es.wikipedia.org/wiki/Marte_\(planeta\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Marte_(planeta))



ENLACES DE LA FASE 4:

APP/JUEGO/CUESTIONARIO:

- <http://cesar.esa.int/index.php?Section=Admin&Admin=Quiz&Id=3&BlockQuiz=1>
- <https://www.menti.com/m8846mzi2b>
- <https://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/blooms-taxonomy/>

EXTRA. Material educativo sobre Espacio (ESA Educación):

- ¿Puede la vida sobrevivir en entornos alienígenas?: [https://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Could life survive in alien environments -
_Defining environments suitable for life Teach with space B09](https://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Could_life_survive_in_alien_environments_-_Defining_environments_suitable_for_life_Teach_with_space_B09)
- Cultivo espacial: [www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Astrofarmer -
_Learning about conditions for plant growth Teach with space PR42](http://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Astrofarmer_-_Learning_about_conditions_for_plant_growth_Teach_with_space_PR42)
- Comida espacial: [https://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Astrofood -
_Learning about edible plants in Space Teach with space PR41](https://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Astrofood_-_Learning_about_edible_plants_in_Space_Teach_with_space_PR41)
- Plantas en Marte: [https://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Plants on Mars -
_Build an automatic plant watering system Teach with space T09](https://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Plants_on_Mars_-_Build_an_automatic_plant_watering_system_Teach_with_space_T09)

Créditos:

Material preparado para ejecutarlo on-line, a partir de una versión inicial de material por el Equipo CESAR en colaboración con el Equipo científico de Mars Express y la Universidad de Bilbao, y Planeta Ciencia bajo la iniciativa y coordinación de [la Agencia Espacial Europea](#) en el marco del [programa CESAR](#).

Agradecimientos en especial a Alejandro Cardesín, Elenis Ravanis y Jorge Hernández, ingenieros y científicos de Mars Express expertos en los datos científicos de VMC, por su supervisión en el desarrollo del material.

Versión inicial:

[http://cesar.esa.int/index.php?Section=Las Estaciones en Marte I&ChangeLang=es](http://cesar.esa.int/index.php?Section=Las_Estaciones_en_Marte_I&ChangeLang=es)

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

