



CENTRO DE ALTOS  
ESTUDIOS UNIVERSITARIOS  
CENTRO DE ALTOS  
ESTUDIOS UNIVERSITÁRIOS



Agencia Española  
de Cooperación  
Internacional  
para el Desarrollo

**Proyecto Iberoamericano de Divulgación Científica**  
Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica

**MARTE SOBRE RUEDAS**



**REFERENCIA: 4ACH106**

La conquista del espacio

# Marte sobre ruedas

La NASA tardó cinco años en elegir el destino del 'Curiosity' ● En el cráter Gale hay minerales que pueden haberse formado con agua ● El laboratorio rodante los analizará en las próximas semanas

ALICIA RIVERA  
Madrid

Un mundo más pequeño que la Tierra, más frío, desértico, ventoso, extremo, ni tan muerto como Mercurio o la Luna, ni tan activo como la Tierra, con agua helada en el casquete polar Sur, con poca atmósfera, con el Monte Olimpo de 26 kilómetros de altura, con dos lunas... y muchos sueños. Marte. Acaba de llegar el *Curiosity*, el nuevo vehículo de exploración robótica del planeta vecino, la Tierra, tras un largo viaje y un aterrizaje de vértigo, pero perfecto. ¿Y ahora qué? ¿Por dónde empezará su labor este laboratorio tan avanzado? La semana próxima tal vez empiece a rodar por el planeta rojo.

El *Curiosity*, el lunes pasado, con una precisión que puede parecer imposible para los profanos (ha acertado en su *diana* en el suelo de Marte por pocos centenas de metros tras recorrer 567 millones de kilómetros y con solo cuatro correcciones de rumbo), está en el suelo del cráter Gale (a 4,6 grados de latitud Sur y 137 grados Este), a unos cinco kilómetros de la base del monte Sharp y a unos 12 del punto donde los científicos quieren que empiece a leer el libro de historia geológica del planeta expuesto en sus rocas.

Cinco años tardó la NASA, en colaboración con 150 científicos especialistas de Marte, en decidir el destino del nuevo robot. Valoraron unos 60 sitios y seleccionaron cuatro finalistas, en 2008, que fueron estudiados a fondo para tomar la decisión, que seguramente se han convertido en los lugares mejor conocidos de todo el planeta rojo. "Los cuatro sitios habían recibido el visto bueno de los ingenieros como lugares seguros de aterrizaje para el vehículo", puntualizan los expertos del Jet Propulsion Laboratory (JPL, en California),



Parte del *Curiosity* en una imagen tomada con sus cámaras de navegación. Al fondo el cráter Gale. / AFP / NASA

así que la elección fue puramente científica.

El suelo del cráter Gale, de unos 154 kilómetros de diámetro y con un borde que alcanza los dos kilómetros de altura, es un terreno bajo y tal vez estuvo agua en el pasado. Las observaciones desde los satélites indican que hay arcillas y sulfatos, así como depósitos que pudieron formarse asociados a agua líquida. También se aprecian rasgos geológicos que pueden ser materiales arrastrados por agua. El *Curiosity* realizará numerosos análisis químicos y está capacitado para identificar compuestos orgánicos.

Las laderas de la base del Sharp son atractivas porque allí la estratificación es una secuen-

El monte Sharp puede ofrecer una amplia secuencia de estratos

Tal vez en el pasado no fue tan inhóspito e incluso albergó vida microbiana

cia cronológica de depósitos geológicos con las claves de cómo era Marte a medida que se formaba cada capa. "El Sharp puede ofrecer una de las secuencias continuas de estratos más amplia del Sistema Solar", explican los científicos de la NASA.

No es que el *Curiosity* pueda escalar al monte Sharp, que se eleva unos cinco kilómetros sobre el suelo del cráter, pero sí puede abordar algunas zonas de la base. Por algo es un todoterreno.

El objetivo de la misión es averiguar si en algún momento ese planeta fue adecuado para la vi-

## EL PLANETA ROJO VISTO POR LAS NAVES

### ANÁLISIS

Agustín F. Chicarro

En la última década, la exploración de Marte con sondas espaciales ha dado pasos de gigante en comparación con las misiones pioneras de los años sesenta y setenta, sin quitarle ningún mérito a estas últimas, y hemos dado un salto cualitativo en el conocimiento del planeta vecino. Pero cada misión que ha funcionado allí, desde hace medio siglo, ha aportado algo. Y nuestros planes son los de continuar la exploración, porque nos queda mucho por descubrir.

Las misiones estadounidenses *Mariner 4*, *6* y *7*, lanzadas a mediados de los años sesenta, nos proporcionaron una imagen de Marte muy parecida a la Luna al fotografiar únicamente los terrenos antiguos repletos de cráteres del hemisferio sur. *Mariner 9*, ya a principios de los años se-

tenta, dio un gran paso adelante al ser la primera misión que proporcionó una vista global del planeta, fotografiando toda su superficie, aunque con baja resolución.

El siguiente paso de gigante lo dieron las misiones *Viking 1* y *2*, a mediados de los años setenta. Además de proporcionarnos inestimables datos sobre la atmósfera y el clima de Marte, nos permitieron estudiar la superficie del planeta rojo con gran detalle. Sin embargo, el objetivo fundamental de las sondas *Viking*, que se posaron en Marte, fue la búsqueda de vida en su superficie. Pero ninguno de los tres experimentos dedicados a este fin pudieron demostrar su existencia. Más bien detectaron una química un tanto exótica comparada con la de la Tierra, poco propicia a albergar vida, ya que la fuerte radiación ultravioleta del Sol impide que la vida se mantenga en la superficie de Marte, aunque sí se pudo refugiarse en el subsuelo del planeta en caso de llegar a surgir.

Después de las *Viking* pasaron 20 años antes de volver a Marte, lo que obligó a los científicos a sacarle partido, mientras tanto, a todos los datos conseguidos hasta entonces. El regreso se produjo a mediados de los años noventa con el rover de la misión *Pathfinder*, que, aunque de pequeño tamaño, tuvo el mérito de estudiar las rocas y el suelo marciano, así como de proporcionar datos sobre la meteorología del lugar de aterrizaje.

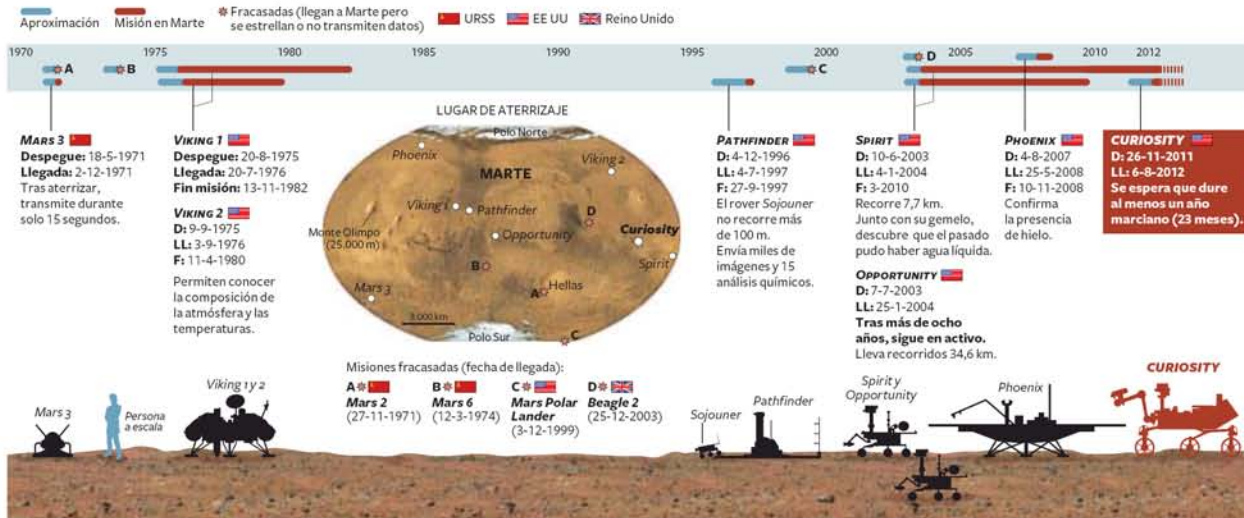
*Pathfinder* y el satélite *Mars Global Surveyor* (MGS) lanzados el mismo año por la NASA, iniciaron el retorno a Marte y el comienzo de la exploración moderna. Ya a principios del nuevo siglo, la misión *Mars Odyssey* primero, revelando importantes datos sobre el papel del agua en la historia de Marte, seguida de los rovers *Spirit* y *Opportunity* (*Mars Exploration Rovers*, MER), así como de otro satélite lanzado por un nuevo contrincante en la exploración del planeta (*Mars Express*,

de la Agencia Europea del Espacio) y del satélite de la NASA *Mars Reconnaissance Orbiter* (MRO) poco después, dieron todas juntas el siguiente paso de gigante en nuestro conocimiento científico. El *Spirit* y el *Opportunity*, como buenos geólogos de campo, nos han permitido descubrir la geología de Marte como si estuviéramos allí mismo. Hemos visto minerales del tamaño y aspecto de moras azules y estratificaciones que indican el papel primordial que el agua líquida ha jugado en la historia de Marte.

Estas estratificaciones, así como numerosas estructuras sorprendentes, han podido verse con un detalle exquisito por primera vez gracias a las imágenes enviadas por el MRO.

Por su parte, *Mars Express* (MEX), con su extensa gama de instrumentos, ha cambiado nuestro conocimiento global de Marte al proporcionar datos novedosos en todos los campos. La cámara de

Misiones en suelo marciano



da. Las pistas imprescindibles para ello son agua líquida, ingredientes químicos y fuentes de energía. La superficie de Marte ahora es un lugar seco, frío (se estima en unos 90 grados bajo cero la temperatura del lugar donde ha aterrizado el *Curiosity*) y sometido a alta radiación ultravioleta al tener una atmósfera tan tenue que apenas sirve de protección. Pero tal vez en el pasado no fue tan inhóspito e incluso no se puede descartar totalmente que alguna forma microbiana pudiera sobrevivir en el presente en el subsuelo, si hubiera agua y bajo una capa de terreno como escudo contra la radiación.

Pero el *Curiosity* no va a buscar marcianos, sino a ver si pudieron existir y, en todo caso, a comenzar a allanar el camino para ir a buscar vida allí en otras misiones futuras. El cráter Gale, dicen los científicos, es un buen sitio para investigar.

Además, con vida o sin ella, hay premio seguro en forma de investigación del clima, los minerales y la geología. La comparación científica entre el pasado de la Tierra y el de Marte es útil para conocer mejor el primero.

## De visita por el vecindario solar

De los ocho planetas del Sistema Solar, excluyendo la Tierra, Marte concentra los esfuerzos de exploración, con cinco misiones en funcionamiento. Del resto del vecindario, ni siquiera todos los planetas tienen ahora mismo un artefacto terrícola dedicado a estudiarlo.

En Mercurio está en órbita la sonda *Messenger* de la NASA; en Venus, la *Venus Express*, de la Agencia Europea del Espacio (ESA); hacia Júpiter viaja en estos momentos la *Juno*, y en Saturno está trabajando desde 2004 la *Cassini* estadounidense. Hay que destacar que en la primera fase de

esa misión, en 2005, descendió hasta la superficie de la luna Titán del planeta de los anillos, con éxito total, la sonda *Huygens*, de la ESA. Fue una gran hazaña, y sigue siendo el lugar más alejado en el que se ha conseguido poner en el suelo un artefacto terrícola.

Hacia Urano y Neptuno ni vuela ahora ninguna sonda, ni se está preparando; tampoco se ha hecho nunca una misión específica en ellos. Sin embargo, el antiguo planeta Plutón, ahora planetaoide, si recibirá visita: el *New Horizon* de la NASA, que va en camino y se pondrá en órbita allí en 2015.

Más lejos aún, en los confines del Sistema Solar, están ya las históricas *Voyager 1* y *Voyager 2*, que partieron en 1977 y cumplieron el llamado *Grand Tour* por los planetas exteriores, acercándose a Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno.

Aparte de los planetas, hay sondas camino de asteroides y cometas, mereciendo una mención especial la muy compleja *Rosetta*, de la ESA, que llegará al cometa Churyumov-Gerasimenko en 2014. La Luna, con el interés renovado de la última década, ha estado y está recibiendo visitas de EE UU, Europa, China, India y Japón.

lo de Marte, incluido el necesario para manejo del brazo articulado y de la perforadora que lleva, así como el de las cámaras con las que podrá identificar obstáculos durante la marcha. La transferencia de software se completará mañana lunes.

"Un teléfono móvil tiene más velocidad y capacidad de almacenamiento de datos que el *Curiosity*, pero un móvil no puede viajar a Marte", dijo el viernes pasado Ben Cichy, ingeniero jefe de software de la misión. Pero los expertos compensan las bajas prestaciones informáticas del hardware al irle cambiando el software en las diferentes fases de la misión.

Con un programa de trabajo apretado también las espectaculares imágenes que todo el mundo espera se están haciendo de rogar. Pero no hay prisa: el *Curiosity* está preparado para explorar Marte durante al menos dos años terrestres. Si todo funciona tan bien como durante esta primera semana en el suelo del planeta rojo, el laboratorio rodante familiarizará a los terrícolas con el cráter Gale y empezará a dar mucho que hablar dentro de poco.

alta resolución ha proporcionado vistas fabulosas de todo el planeta en tres dimensiones y en colores; en particular, ha permitido demostrar que el vulcanismo marciano, que ha sido mucho más activo en épocas pasadas, puede haber continuado hasta tiempos muy recientes, tal vez incluso hasta la actualidad.

Uno de los espectrómetros de a bordo ha identificado minerales en la superficie que permiten averiguar la cantidad de agua líquida durante la historia de Marte, así como la variabilidad de su clima, con épocas cálidas y húmedas y otras frías y secas. Con otros espectrómetros se ha podido confirmar la cantidad de metano en la atmósfera, así como su distribución geográfica y temporal. También han permitido descubrir la existencia de auroras en las zonas de medianas latitudes (en la Tierra solo ocurren en las regiones polares).

Otros instrumentos han contribuido a determinar la masa de Fobos, la mayor luna de Marte, con enorme precisión. Nubes de dióxido de carbono han sido descubiertas a gran altura y también se ha podido estudiar el escape continuo al espacio

de la atmósfera de Marte, así como su resplandor nocturno.

Tras su espectacular aterrizaje, el *Curiosity* se pondrá a trabajar en los próximos días y, con toda seguridad, nos proporcionará otro salto de gigante en nuestro conocimiento sobre ese planeta a lo largo de los próximos años. Sus objetivos principales son estudiar la historia geológica y climática de Marte mediante

análisis de rocas y partículas en la superficie del planeta, con el fin de establecer cuáles fueron las condiciones favorables para la aparición y evolución de la vida en Marte.

Las cuestiones fundamentales que todavía nos quedarán por descubrir serán investigadas por sondas de diferentes países. Estas son el origen y comportamiento del metano existente en grandes cantidades en la atmósfera de Marte (futura misión *Trace Gas Orbiter*), y la posible existencia de vida debajo de la superficie de Marte durante su historia geológica (*ExoMars Rover*). Ambas misiones, de colaboración entre Europa y Rusia, están previstas para finales de esta década. Para la siguiente, tanto la NASA como la ESA tienen la ambición de investigar otros campos aún por descubrir en la exploración Marte, es decir, el interior del planeta y la circulación atmosférica, con una red de estaciones en la superficie (*Mars Network*), a la que tal vez se sumarán China, Japón, Rusia e India.

Por último, llegaría la recogida de muestras de la superficie de Marte y su

traída a la Tierra (*Mars Sample Return, MSR*) para ser analizadas en laboratorios terrestres.

Más que proporcionar un aumento gradual de nuestro conocimiento sobre Marte, parece que la exploración ha sido un paso de gigante cada vez que se utilizaba una nueva clase de misiones, como ahora con *Curiosity*. Toda esta carrera por etapas permitiría a futuras generaciones decidir si dan el último paso en la exploración de Marte, es decir, el envío de vuelos tripulados con astronautas de diversos países, así como establecer una base permanente allí. Marte es el único planeta de nuestro Sistema Solar que permanecerá al alcance de nuestra civilización humana para ser explorado y utilizar sus recursos en el futuro. Los demás planetas serán inalcanzables durante muchos siglos debido a las condiciones inhóspitas del espacio y la fragilidad de la vida humana.

**Agustín F. Chicarro** es el Investigador Principal de la exploración de Marte en la ESA.



CENTRO DE ALTOS  
ESTUDIOS UNIVERSITARIOS  
CENTRO DE ALTOS  
ESTUDIOS UNIVERSITARIOS



Agencia Española  
de Cooperación  
Internacional  
para el Desarrollo

**Proyecto Iberoamericano de Divulgación Científica**  
Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica

## Ficha de catalogación

<b>Título:</b>	Marte sobre ruedas
<b>Autor:</b>	Alicia Rivera
<b>Fuente:</b>	<i>El País</i> (España)
<b>Resumen:</b>	De Marte vinieron muchos extraterrestres en las historias de ciencia ficción. Desde hace años somos nosotros los que estamos empeñados en conocer de cerca ese planeta y averiguar si alguna vez fue posible la vida allí. Ese es uno de los propósitos de la misión Curiosity, una más de las que han ido a Marte para enviarnos datos de lo que hay por allí. Aunque los marcianos nunca hayan estado en la Tierra, hay algo de emocionante en saber que un artefacto humano está moviéndose en la superficie de Marte.
<b>Fecha de publicación:</b>	12/08/12
<b>Formato</b>	<input type="checkbox"/> Noticia
	<input checked="" type="checkbox"/> Reportaje
	<input type="checkbox"/> Entrevista
	<input type="checkbox"/> Artículo de opinión
<b>Contenedor:</b>	<input type="checkbox"/> 1. Los retos de la salud y la alimentación
	<input type="checkbox"/> 2. Los desafíos ambientales
	<input type="checkbox"/> 3. Las nuevas fronteras de la materia y la energía
	<input checked="" type="checkbox"/> 4. La conquista del espacio
	<input type="checkbox"/> 5. El hábitat humano
	<input type="checkbox"/> 6. La sociedad digital
	<input type="checkbox"/> 7. Otros temas de cultura científica
<b>Referencia:</b>	4ACH106



CENTRO DE ALTOS  
ESTUDIOS UNIVERSITARIOS  
CENTRO DE ALTOS  
ESTUDIOS UNIVERSITÁRIOS



Agencia Española  
de Cooperación  
Internacional  
para el Desarrollo

**Proyecto Iberoamericano de Divulgación Científica**  
Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica

## Propuesta didáctica

### Actividades para el alumnado

1. Señala cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas y cuáles falsas teniendo en cuenta lo que se dice en el texto sobre la exploración en la superficie de Marte:

1. El reportaje fue publicado unos días después de la llegada del Curiosity a Marte.	V	F
2. Siendo menor que la Tierra, Marte tiene montañas de mayor altura que las que existen en nuestro planeta.	V	F
3. En 2008 se habían seleccionado cuatro lugares como posibles destinos del Curiosity.	V	F
4. El Curiosity tiene como objetivo subir al monte Sharp.	V	F
5. El objetivo principal del Curiosity es obtener pruebas de que hay materia viva en Marte.	V	F
6. Desde 1971 hay en la superficie de Marte un artefacto enviado desde la Tierra.	V	F
7. El Curiosity llevaba instalado desde su salida de la Tierra todo el software necesario para su actividad en la superficie de Marte.	V	F
8. El Curiosity es el primer artefacto móvil que se envía a Marte.	V	F
9. Se están planteando nuevas misiones de exploración en Marte en las que colaboran varios países.	V	F
10. No se ha enviado ninguna misión de exploración a los polos de Marte.	V	F

2. A partir de la información contenida en el reportaje y de otras fuentes que puedas consultar organiza una tabla en la que se presenten diversos datos sobre cada una de las misiones que se han enviado a Marte. Prepara otra tabla con información sobre las misiones enviadas a otros destinos del Sistema Solar.

3. ¿Qué objetivos se plantearon para la misión Curiosity? ¿Qué informaciones sobre Marte se han obtenido gracias a esa misión)

4. En el reportaje se señala que la NASA tardó cinco años en decidir a qué lugar enviaría la misión (mucho más que lo que tardó el Curiosity en llegar desde la Tierra) ¿Por qué es tan importante esa decisión? ¿Qué factores se deben tener en cuenta para elegir el destino?

5. Una de las singularidades de la misión Curiosity fue el modo en que el vehículo descendió a la superficie marciana. Busca información sobre los sistemas que se utilizaron y redacta un relato que presente toda la tensión que debió tener aquel aterrizaje (o *amarcianaje*). El relato podría hacerse en el escenario marciano del descenso y/o en el centro terrestre desde el que se controló la operación. Si quieres puedes hacer que el relato sea más largo y refleje lo que hizo el Curiosity después por la superficie de Marte.

6. Mandar una misión a Marte no es fácil. La preparación debe tener en cuenta todos los aspectos del viaje, la llegada al planeta y lo que se espera que el artefacto haga allí. Busca información sobre las características de ese viaje (duración, momento en que la trayectoria es más corta) y sobre los motivos por los que han fracasado algunas misiones anteriores de exploración espacial.

7. Cuando sabemos que un vehículo se mueve por la superficie de Marte, pensamos que quizá algún día pueda llevarse una misión tripulada allí. Sin embargo, la distancia entre ese planeta y la Tierra plantea algunos problemas para las comunicaciones. Sabiendo que ningún sistema de comunicación puede superar la velocidad de la luz, averigua qué tiempo tardan en llegar los mensajes entre ambos planetas. ¿Qué problemas plantearía ese dato con las comunicaciones si las misiones fueran tripuladas? ¿Podría haber diálogos entre quienes llegaran a Marte y el centro de control en la Tierra?

8. Sobre cada frase de la siguiente quiniela señala tu postura de acuerdo, desacuerdo o duda. Selecciona dos o tres frases de la quiniela que te parezcan destacables (estés o no de acuerdo con lo que dicen) y redacta un comentario sobre ellas.

<b>Quiniela sobre los viajes a Marte</b>			
1. Nunca se encontrarán pruebas de que ha habido vida en Marte.	<b>1</b>	<b>X</b>	<b>2</b>
2. No deberíamos dejar vehículos espaciales abandonados en otros planetas.	<b>1</b>	<b>X</b>	<b>2</b>
3. Inquieta pensar que hay objetos humanos en otros mundos.	<b>1</b>	<b>X</b>	<b>2</b>
4. Si se encontraran formas de vida en otros planetas deberían traerse muestras de ellas a la Tierra.	<b>1</b>	<b>X</b>	<b>2</b>
5. Aunque se encontraran muestras de vida en otros planetas no sería fácil analizarlas en la Tierra, el viaje sería demasiado largo para mantenerlas en buen estado.	<b>1</b>	<b>X</b>	<b>2</b>
6. Disponer de imágenes tomadas desde la propia superficie de otros planetas ya hace que hayan merecido la pena ese tipo de viajes.	<b>1</b>	<b>X</b>	<b>2</b>
7. Toda la información que se obtiene de este tipo de viajes debe ser puesta a disposición de la comunidad científica internacional.	<b>1</b>	<b>X</b>	<b>2</b>
8. Sería bueno enviar seres humanos a Marte.	<b>1</b>	<b>X</b>	<b>2</b>
9. Mandar misiones de exploración a otros planetas es un gasto innecesario. Los costes de esos proyectos podrían destinarse a otros objetivos mejores.	<b>1</b>	<b>X</b>	<b>2</b>
10. Algún día encontraremos artefactos fuera de la Tierra que no han sido enviados desde aquí.	<b>1</b>	<b>X</b>	<b>2</b>

**1:** De acuerdo;      **X:** En duda;      **2:** En desacuerdo



CENTRO DE ALTOS  
ESTUDIOS UNIVERSITARIOS  
CENTRO DE ALTOS  
ESTUDIOS UNIVERSITARIOS



Agencia Española  
de Cooperación  
Internacional  
para el Desarrollo

**Proyecto Iberoamericano de Divulgación Científica**  
Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica

## **Propuesta didáctica**

### **Sugerencias para el profesorado**

- De entre las actividades propuestas conviene elegir cuáles se adaptan mejor al grupo y a sus intereses. En todo caso, antes de proponer la realización de las actividades se recomienda una lectura atenta del texto.
- La actividad 1 facilita el análisis del contenido del texto. Su revisión permitirá aclararlo y resolver posibles dudas. Las actividades 2 y 3 se centran en algunos aspectos de los contenidos del reportaje sugiriéndose exponer de otro modo algunas informaciones significativas. Las actividades 4 y 5 se centran en aspectos singulares de la misión Curiosity, proponiéndose en la segunda de ellas relatar de forma literaria y quizá efectista la llegada de ese vehículo a Marte. Las actividades 6 y 7 abordan algunos aspectos relevantes de este tipo de misiones, como los relativos al viaje y a las comunicaciones con la Tierra. La actividad 8 plantea cuestiones valorativas que pueden generar cierta controversia en relación con este tipo de viajes de exploración.
- Aunque las actividades propuestas están redactadas para ser realizadas individualmente, varias de ellas son especialmente propicias para ser desarrolladas en equipo o por el conjunto de la clase. Es especialmente interesante, en este sentido, compartir los trabajos sobre las actividades 2 y 3.
- Podría ser oportuno registrar algunos de los comentarios y las respuestas que aparecen en el aula en torno a las actividades 6, 7 y 8. Tales apreciaciones pueden ser útiles para ver hasta qué punto los jóvenes comprenden la complejidad que entrañan este tipo de viajes de exploración espacial y sus valoraciones sobre algunos aspectos controvertidos relacionados con ellos.