

# El Planeta Rojo:

¡Lea, Escriba,  
y Explore!

## Lección 2: La desertización progresiva de Marte

---

### Descripción de la lección:

El propósito de esta lección es introducir a los estudiantes a la historia de Marte a través de la investigación y la discusión. Los estudiantes leen acerca de la historia de Marte, la observación de Marte, y la exploración con telescopios y naves espaciales robóticas. Después de aprender acerca de Marte, los estudiantes consideran de qué manera algunos aspectos de nuestra comprensión inicial de Marte incluían ideas ficticias que no se fundamentan en hechos científicos (por ejemplo, las observaciones de Lowell acerca de canales y la especulación acerca de una civilización). Los estudiantes discuten las diferencias entre ciencia ficción y hechos científicos. Los estudiantes ilustrarán una escena de la historia de Marte con la descripción de un párrafo y colocarán sus trabajos a lo largo de una cuerda en el salón de clases para crear una cronología.

### Introducción (Ver también “Introducción” en la Lección 1):

No hay una comprensión completa sobre la historia de Marte. Nuestra comprensión de Marte cambiará a medida que otras misiones como MAVEN visiten el planeta. MAVEN ayudará a trazar la historia de la atmósfera de Marte para que sepamos cómo ha cambiado con el tiempo y si Marte era un lugar más hospitalario hace miles de millones de años.

La cronología que se ve a continuación es nuestra mejor comprensión de la historia de Marte según la evidencia que tenemos actualmente. Algunos textos podrían tener tiempos ligeramente diferentes debido a suposiciones diferentes. A continuación se incluyen también porciones de la sucesión cronológica de la Tierra. Observe que “BYA” significa “Hace miles de millones de años” y “MYA” significa “Hace millones de años”.

**Alrededor de 4,5 BYA** se formaron Marte y el Sistema Solar. El Sol era un 30 por ciento menos brillante que en la actualidad.

**Entre 4,3 y 4,1 BYA** Durante este periodo, Marte también fue bombardeado por cometas y asteroides grandes. Algunos de los impactos fueron lo suficientemente fuertes como para eliminar parte de la atmósfera de Marte, como cuando una gran roca produce una gran salpicadura al caer al agua.

**4,1 BYA** Los volcanes de la región de Tharsis comienzan a explotar y a expulsar gases. Esto recarga la atmósfera de Marte con dióxido de carbono, vapor de agua, y otros gases invernadero.

**4,0 BYA.** Marte tenía un campo magnético fuerte, similar al de la Tierra. Un campo magnético actúa como un escudo para las partículas solares que entran que se proyectan como un “viento solar” dentro de nuestro Sistema Solar. En este momento, Marte pierde su campo magnético global que le protege del viento solar<sup>1</sup>. Parte de la atmósfera superior de Marte puede haber sido arrancada por las partículas solares, que es algo que la misión MAVEN explorará. Otros escenarios sugieren que los impactos de asteroides o cometas fueron un factor que contribuyó a la pérdida atmosférica.

**3,8 a 3,5 BYA** Existe evidencia de que Marte tenía agua líquida en forma de lagos, ríos y posiblemente hasta océanos durante esta época. Aunque los volcanes continúan expulsando gas esporádicamente, la atmósfera marciana todavía se está escapando hacia el espacio.

**3,5 BYA** A medida que Marte continúa perdiendo su atmósfera protectora, el ambiente se vuelve más seco y más polvoriento. Los lagos, océanos y ríos se secan o se congelan. Ocasionalmente, ocurren inundaciones catastróficas, pero el agua no se sostiene durante mucho tiempo en la superficie.

**3,5 BYA** Las bacterias fosilizadas más antiguas descubiertas en la Tierra datan de esta época.

**3,3 a 2,9 BYA** La lava fluye sobre la superficie y el Monte Olimpo se levanta debido a numerosas erupciones. Aunque existe evidencia de que el agua debe haber fluido ocasionalmente sobre la superficie, el planeta actualmente está seco en su mayor parte. El cañón de Valles Marineris (creado por el “agrietamiento” de la superficie, a diferencia del Gran Cañón del planeta Tierra formado por la acción del agua), que tiene aproximadamente el mismo ancho que los Estados Unidos, comienza a formarse durante esta época.

**2,9 BYA hasta el presente** Marte puede experimentar periodos cálidos ocasionales. Incluso en la actualidad, con las condiciones frías y secas, se ha observado ocasionalmente la presencia de manantiales que rezuman de las caras de los acantilados

**1 BYA** Aparecen formas de vida multicelulares en la Tierra.

**0,23 BYA (230 MYA)** Los primeros dinosaurios caminan sobre la Tierra.

**0,065 BYA (65 MYA)** Los dinosaurios se extinguen en la Tierra.

**Aproximadamente 0,010 BYA (10 MYA)** Se formaron los flujos de lava más recientes sobre la superficie de Marte.

**0,2 MYA (200.000 YA)** Aparecen los primeros humanos modernos en la Tierra.

---

<sup>1</sup> En ciertas zonas del planeta, todavía existen restos del campo magnético ligeramente por debajo de la superficie en forma de rocas magnéticas.

**Aproximadamente 400 YA (1600 AD)** Johannes Kepler utiliza observaciones de Marte para determinar que los planetas giran alrededor del Sol en órbitas elípticas.

**Aproximadamente 400 YA (1608 AD)** Se inventa el telescopio.

**Aproximadamente 115 YA (1894 AD)** Percival Lowell observa a Marte a través de un telescopio en Arizona y dibuja imágenes de canales creados, según él cree, por una civilización inteligente.

**Aproximadamente 115 YA (1895 AD)** Edward Barnard observa a Marte a través de un telescopio en California. No encuentra canales, pero sí ve cadenas montañosas.

**Aproximadamente 115 YA (1897 AD)** H.G. Wells escribe la novela, *La Guerra de los Mundos*, acerca de una invasión marciana en la Tierra.

La siguiente es una lista parcial de las misiones de NASA. Para una lista completa, visite:

<http://mars.jpl.nasa.gov/programmissions/missions/>

**Aproximadamente 50 YA (1962-1971 AD)** NASA envía con éxito las misiones Mariner 4, 6, 7 y 9 para fotografiar y obtener datos de Marte. Mariner 9 es la primera nave espacial en orbitar otro planeta.

**Aproximadamente 25 YA (1976 AD)** Las naves Viking 1 y 2 toman muestras del suelo de Marte para determinar si éste alguna vez tuvo vida. Los resultados no son concluyentes, de modo que los científicos piensan que no detectaron vida.

*Misiones recientes:*

**2004 AD** Los vehículos de exploración Spirit y Opportunity comienzan a desplazarse alrededor de Marte.

**2008 AD** La nave Phoenix excava el suelo cerca del polo norte de Marte ¡y extrae agua en forma de hielo!

**2010 AD** Spirit deja de comunicarse con la Tierra. ¡Se esperaba que la misión original durara solo 90 días! Desde 2012, Opportunity todavía está explorando cráteres.

**2012 AD** El vehículo de exploración Curiosity aterriza en Marte para estudiar las rocas y el suelo, y para buscar signos de vida pasados, incluyendo los componentes fundamentales de la vida.

**No hace mucho tiempo:** ¡Tú naciste!

**Actualidad** Hay evidencia de que torrenteras de agua líquida se liberan desde el subsuelo, pero se evaporan rápidamente en el ambiente seco y de baja presión de Marte. Por otra parte, Marte es seco y polvoriento. Existe agua congelada en forma de hielo en los casquetes polares y en el subsuelo. La atmósfera de Marte tiene muy poca densidad (aproximadamente 100 veces menos densa que la de la Tierra).

**El futuro** La misión MAVEN (Mars Atmosphere and Volatile Evolution) (Evolución Atmosférica y Volátil de Marte) tiene programado su lanzamiento en el otoño de 2013. MAVEN reconstruirá información para saber exactamente qué ocurrió con la atmósfera de Marte y ayudará a los científicos a responder si el viento solar arrancó parte de la atmósfera de Marte, y qué cantidad se llevó. Esto servirá para completar parte de la imagen que nos falta acerca del pasado de Marte.

**Materiales adicionales recomendados:**

El siguiente sitio del Instituto Lunar y Planetario (LPI por sus siglas en inglés) tiene un mural con una sucesión cronológica e imágenes y texto descargables de esta cronología: <http://www.lpi.usra.edu/education/timeline/mural.shtml>.

La actividad de LPI, “Viajeros en el Tiempo”, tiene una cronología llamada “Lista maestra de eventos” e imágenes en “Tarjetas de eventos” que pueden ayudar a reconstruir algunos eventos para sus estudiantes, pero se centra en la historia de la Tierra y la luna terrestre.

<http://www.lpi.usra.edu/education/explore/marvelMoon/activities/intro/timeTravelers/>

**Actividades adicionales recomendadas:**

La actividad III Explorar el campo magnético de la Tierra es una buena forma de demostrar a los estudiantes de qué forma interactúan el viento solar y el campo magnético de la Tierra. Extienda el aprendizaje quitando la barra magnética (de la actividad) para representar de qué forma la atmósfera de Marte no está protegida del viento solar.

<http://spacemath.gsfc.nasa.gov/NASADocs/magbook2002.pdf#page=10>

**Puntos de referencia para conocimientos científicos básicos, Proyecto 2061 (Grados 3-5)**

**La naturaleza de la ciencia**

- *Investigación científica: Los científicos no prestan mucha atención a afirmaciones acerca de cómo funciona algo que ellos conocen, a menos que estas afirmaciones estén respaldadas por evidencia que pueda ser confirmada, junto con argumentos lógicos. 1B/E4*

## **La naturaleza de la tecnología**

- *Tecnología y Ciencia: La tecnología permite a los científicos y otros observar cosas que son demasiado pequeñas o están demasiado alejadas para verlas, y estudiar el movimiento de objetos que se están desplazando muy rápidamente o que apenas se están moviendo en absoluto. 3A/E2*
- *Tecnología y Ciencia: Los instrumentos de medición se pueden utilizar para reunir la información precisa para hacer comparaciones científicas de objetos y eventos, y para diseñar y construir cosas que funcionarán correctamente. 3A/E3*

## **Contenido temático común de la lengua castellana**

### **Lectura: Texto informativo**

- *RI.3.7. Utilizar la información obtenida de ilustraciones (por ejemplo, mapas, fotografías) y las palabras en un texto para demostrar una comprensión del texto (por ejemplo, dónde, cuándo, por qué y cómo ocurren los eventos fundamentales).*
- *RI.4.3. Explicar eventos, procedimientos, ideas o conceptos en un texto histórico, científico o técnico, incluyendo qué ocurrió y por qué, basado en información específica en el texto.*
- *RI.4.7. Interpretar información presentada visualmente, oralmente o cuantitativamente (por ejemplo, en cuadros, gráficos, diagramas, cronologías, animaciones o elementos interactivos en las páginas Web), y explicar de qué manera la información contribuye hacia una comprensión del texto en el que aparece.*
- *RI.4.9. Integrar información de dos textos sobre el mismo tema a fin de escribir o hablar acerca del tema con propiedad.*
- *RI.5.9. Integrar información de varios textos sobre el mismo tema a fin de escribir o hablar acerca del tema con propiedad.*

### **Escritura**

- *W.3.2., 4.2, 5.2 Escribir textos informativos/explicativos para examinar un tema y transmitir ideas e información de manera clara.*
- *W.3.3., 4.3, 5.3 Escribir relatos para desarrollar experiencias o eventos reales o imaginados utilizando una técnica efectiva, detalles descriptivos y secuencias claras de eventos.*
- *W.3.7., 4.7, 5.7 Conducir proyectos de investigación cortos para desarrollar conocimiento acerca de un tema.*
- *W.4.9., 5.9 Extraer evidencia de textos literarios o informativos para dar apoyo al análisis, la reflexión y la investigación.*

### **Hablar y escuchar**

- *SL.3.2. Determinar las ideas principales y detalles de apoyo de un texto leído en voz alta o información presentada en una diversidad de medios y formatos, incluyendo medios visuales, cuantitativos y orales.*

**Duración de la lección:** Tres periodos de 45 minutos

**Seleccione uno de los siguientes libros para leer en voz alta:**

- Ride, Sally y Tam O'Shaughnessy. 2006. *The Mystery of Mars*. San Diego: Sally Ride Science. (Grado 3 en adelante) pp 10-17, pp 8-9, 18-23, 30-41
- Scott, Elaine. 2008. *Mars and the Search for Life*. New York: Clarion Books. (Grados 5- 9) pp 1-25

**Seleccione uno o más de los siguientes libros como recurso en el salón de clase:**

- Murray, Stuart. 2004. *Eyewitness Mars*. London: DK Publishing, Inc. (Grado 3 en adelante) pp 8-15, 18-24, 26-46, 52-57
- Ride, Sally y Tam O'Shaughnessy. 2006. *The Mystery of Mars*. San Diego: Sally Ride Science. (Grado 2 en adelante)

**Libros adicionales para tener a la mano (Opcional):**

- Asimov, Isaac. 2002. *Mars*. New York: Prometheus Books. (Grado 4 en adelante)
- Scott, Elaine. 2008. *Mars and the Search for Life*. New York: Clarion Books. (Grados 5-9)

**Materiales:**

- Uno o más de los libros que se enumeran para leer en voz alta
- Uno o más de los libros para usar como recurso en el salón de clases.
- Cuerda para ropa o cuerda delgada que atraviese la pared más larga del salón de clase, de un extremo al otro.
- Fichas (cualquier tamaño)
- Prensas de ropa
- Cinta adhesiva
- Cinta mágica o cinta adhesiva doble
- Marcador negro no tóxico
- Papel para trabajo artístico (papel duro, papel de construcción, etc.)
- Lápices de colores, marcadores o crayones
- Computadora y proyector para mostrar el video: "Preguntas para la Misión MAVEN a Marte", disponible en el sitio web de MAVEN: (YouTube): <http://lasp.colorado.edu/home/maven/multimedia/videos/>. Si no hay soporte para YouTube, el video se llama "MAVEN Teaser," y está disponible en NASA: [http://www.nasa.gov/multimedia/videogallery/index.html?collection\\_id=14742](http://www.nasa.gov/multimedia/videogallery/index.html?collection_id=14742)
- Para estudiantes de grado 5, muestre también: "MAVEN: Explorando la atmósfera superior de Marte", disponible en los mismos sitios web. En NASA, que se encuentra bajo la pestaña "Videos relacionados".



### Procedimiento:

- Marque las fichas con el tiempo en la cuerda desde 4,5 miles de millones de años hasta el presente. Ver Figura 1 para los tiempos sugeridos de la cronología.
- Cuelgue la cuerda para ropa bastante estirada a lo largo de la pared más larga del salón de clase.
- Coloque las fichas marcadas en la cuerda usando las prensas de ropa. Vea la Figura 1 para una configuración sugerida.
- Lea a la clase uno o más de los libros que se citan. Mientras esté leyendo, resalte las destrezas para tomar notas pidiendo a los estudiantes que registren tres ideas importantes.
- Pida a los estudiantes que lean el artículo adjunto, “La Misión MAVEN: Detective Climatológico”.
- Ver el video: “Preguntas para la Misión MAVEN a Marte”.
- Para el grado 5, ver el video: “MAVEN: Explorando la atmósfera superior de Marte”.
- Tenga a la disposición uno o más de los libros a utilizar como recurso para el salón de clase.
- Utilizando los materiales de lectura, pida a los estudiantes que elijan un evento histórico. Idealmente, ningún estudiante debería compartir un evento. Podría ser un evento geológico o humano, y puede ser acerca de la Tierra o Marte.
- Los estudiantes escribirán un párrafo descriptivo y harán un dibujo de su evento. Los estudiantes pueden comenzar en el Día 1, con tiempo para escribir y revisar en el Día 2 y el Día 3.
  - Estimule a los estudiantes a hacer una investigación adicional en la biblioteca o en el web (con orientación)
  - Discuta lo que han escrito y las ilustraciones con los estudiantes a medida que trabajan y corrija cualquier concepto erróneo que los estudiantes puedan tener.
  - Deje tiempo para hacer la revisión.
- El Día 3, los estudiantes colocarán su dibujo y su texto escrito en la cuerda en el sitio apropiado utilizando las prensas para ropa. Los estudiantes podrían necesitar ayuda para colocarlo en el sitio correcto. Ciertos eventos pueden compartir el mismo periodo de tiempo, y pueden necesitar compartir espacio en la cronología (o estar cerca entre sí).
- Estimule y deje tiempo para que los estudiantes lean y reflexionen acerca de la cronología y sobre el trabajo de sus compañeros de clase.

### Ejemplos de preguntas para la discusión (permitir una discusión abierta):

- Observando la distancia en la cronología, ¿cuánto espacio hay entre el momento en que naciste y el momento en que los dinosaurios vivían?  
R: Hay mucho espacio y un tiempo muy largo entre estos eventos.
- ¿Cuánto espacio hay entre la época en que vivían los dinosaurios y la época en que se formaron Marte y la Tierra? ¿Es más o menos distante que la distancia entre tu fecha de nacimiento y los dinosaurios?  
R: Hay mucha más distancia entre los dinosaurios y la época en que se formaron los planetas. De esto hace muchísimo tiempo.

- ¿Cuál es la diferencia entre ciencia ficción y hechos científicos acerca de Marte?
- ¿Puedes pensar en algunos ejemplos de ciencia ficción sobre Marte que hayas visto o leído?
- ¿Cómo obtenemos información sobre Marte, y por qué los primeros astrónomos no sabían cómo era su superficie? R: *Actualmente, enviamos misiones espaciales a Marte para recolectar datos. Algunas de las misiones orbitan el planeta y algunas aterrizan en el suelo para recolectar muestras de la superficie. Los telescopios no pueden descifrar muchos detalles de la superficie. Antes del telescopio, solo observábamos el planeta con nuestros ojos.*
- ¿Por qué piensas que Percival Lowell creía que en Marte vivían seres inteligentes?  
R: *Un astrónomo italiano vio zonas oscuras en Marte que él llamó “canali”, que se traduce como “canales” en español. Muchas personas distorsionaron esto y creyeron que él hablaba de vías acuáticas como las construidas por los seres humanos en la Tierra. Lowell vio líneas sobre el planeta que él creyó eran canales utilizados para transportar agua desde los polos a las “civilizaciones inteligentes” en el planeta. No está claro por qué Lowell vio líneas sobre la superficie, pero él puede haber visto rasgos oscuros sobre el planeta que él pensó que eran canales.*
- ¿Era correcta la ciencia aplicada por Lowell? ¿Qué es una buena práctica científica? R: *Lowell sacó una conclusión acerca de los canales en Marte basado en lo que vio, y señaló que había seres inteligentes viviendo en Marte sin tener suficiente evidencia. La ciencia requiere mucha evidencia antes de afirmar que una idea es un hecho.*
- ¿Pudo Marte haber tenido vida alguna vez? ¿Lo sabemos con seguridad? ¿Cómo podríamos averiguarlo? R: *Marte podría haber tenido vida, pero muy probablemente pudo haber sido vida bacteriana como microorganismos, y no vida inteligente. Podríamos buscar evidencia de vida a través de fósiles o trazadores químicos utilizando misiones con base en tierra para averiguarlo.*

**Actividad de extensión (Grado 5):** Escuchen una grabación de Orson Welles de una transmisión radial de 1938 de “La Guerra de los Mundos” (normalmente disponible en Youtube). Discuta de qué manera algunos miembros de la audiencia estaban convencidos de que era un boletín de noticias verdadero y entraron en pánico durante la radiotransmisión.

**Actividad de extensión (Grados 4 a 5):** Pida a los estudiantes que investiguen la mitología sobre Marte de los Griegos, Romanos, Hindúes y/o Mayas; que escriban un corto ensayo y presenten oralmente su investigación a la clase.

**Actividad de extensión (Grados 3 a 5):** Organice una discusión con los estudiantes sobre la ficción popular acerca de Marte. De la Lección 1, podrían discutir el libro: *Max Goes to Mars* (Max va a Marte), como ejemplo. Pida a los estudiantes que dibujen e ilustren una historia ficticia acerca de Marte. Estimule



a los estudiantes a usar la creatividad, así como ideas de la cronología en sus relatos.

**Disipar ideas preconcebidas:** Los estudiantes con frecuencia tienen problemas para comprender la naturaleza del tiempo, y el concepto de miles de millones de años puede ser abrumador o difícil de entender. Considere la posibilidad de crear cronologías para la Tierra y Marte en esta actividad. Estimule a los estudiantes a colocar otros eventos en la cronología de la Tierra, así como los ya enumerados, incluyendo eventos de la historia. Esto podría evolucionar en un proyecto a más largo plazo. Adicionalmente, si los estudiantes están aprendiendo acerca del valor de lugar en Matemáticas, considere la posibilidad de añadir una lección aparejada con esta lección acerca del tema: “¿Qué tan grande es mil millones?”

### **Referencias usadas para crear la lección:**

Baker, Victor R. 2001. “Water and the Martian landscape” (El agua y el paisaje marciano) *Nature* 412: 228-236.

Jakosky, Bruce M. and Roger J. Phillips. 2001. “Mars’ volatile and climate history” (Historia del clima y el líquido volátil de Marte) *Nature* 412: 237-244.

Stevenson, David J. 2001. “Mars’ core and magnetism” (Núcleo y magnetismo de Marte) *Nature* 412: 214-219.

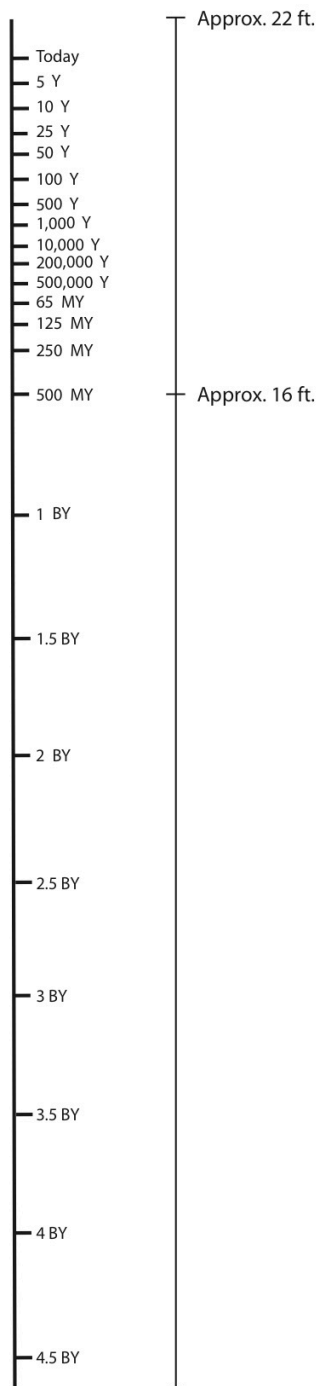
Sitio web de la Mision Phoenix. Acceso: 5 de junio, 2012:  
<http://phoenix.lpl.arizona.edu/>.

NASA JPL Sitio web de la misión Marte. Acceso: 12 de junio, 2012:  
<http://mars.jpl.nasa.gov/programmissions/missions/>.

Conversación privada con el Dr. Bruce Jakosky.

Conversación privada con el Dr. David Brain.

Conversación privada con el Dr. Brian Hynek.



#### Figura 1:

Es casi imposible crear una cronología geológica a escala en una escuela, ya que se representan cantidades de tiempo vastas. Es más importante demostrar que los eventos en los últimos 500.000 años están muy cercanos entre sí en la cronología y están alejados del comienzo del Sistema Solar. A la izquierda se muestra un esquema sugerido.

No está a escala

# El Planeta Rojo:

¡Lea, Escriba,  
y Explore!

---

Mi nombre:

**Mi época seleccionada en la cronología:**

**Describe tu evento histórico:**