

THE MARTIAN

# SOBREVIVIENDO EN MARTE

Unidad didáctica interdisciplinar (Biología, Física, Química y Tecnología) basada en la película *The Martian*, centrada en la resolución de problemas reales de supervivencia en Marte.

BIOLOGÍA

FÍSICA

QUÍMICA

TECNOLOGÍA

SECUNDARIA (ESO)

## FICHA DE MISIÓN

### ASIGNATURAS

Biología / Física / Química / Tecnología

### UBICACIÓN

Acidalia Planitia, Marte

### NIVEL

Secundaria (ESO)

### MISIÓN

ARES III // Protocolo de supervivencia

### ESTADO DE LA MISIÓN

**CRÍTICO — SOL 6**

El astronauta Mark Watney ha sido dado por muerto y abandonado en Marte. Se encuentra solo, a millones de kilómetros de la Tierra, con recursos limitados y una única opción: usar la ciencia para sobrevivir.

### CONTEXTO NARRATIVO

Esta unidad usa escenas clave de la película para trabajar contenidos STEM de forma aplicada: agricultura en suelo estéril, química del agua, dinámica orbital, comunicaciones y psicología del aislamiento.

● CLASIFICADO // ACCESO ACADÉMICO AUTORIZADO

*Nota mental de misión: No morir.*

## Briefing de misión

El alumnado se incorpora a la misión ARES III como equipo científico de apoyo. Su objetivo es analizar las decisiones de Mark Watney y diseñar estrategias alternativas de supervivencia aplicando contenidos de Biología, Física, Química y Tecnología.

“Voy a tener que usar la ciencia para salir de esta.”

### OBJETIVOS DIDÁCTICOS (STEM)

- **Biología:** comprender las necesidades calóricas humanas y los principios básicos de la agricultura en suelo estéril.
- **Química:** trabajar la estequiometría y las reacciones de combustión a partir de la fabricación de agua.
- **Física:** analizar la gravedad, las órbitas y el concepto de velocidad de escape.
- **Tecnología:** explorar sistemas de comunicación usando código ASCII y sistema hexadecimal.

Todo el trabajo se enmarca en el contexto narrativo de la película *The Martian*, promoviendo el aprendizaje basado en problemas (ABP) y la conexión entre ciencia y cultura audiovisual.

### INVENTARIO DEL HAB (SIMPLIFICADO)

#### RECURSOS DISPONIBLES

- [OK] Patatas de Acción de Gracias (12 unidades)
- [OK] Hidracina (combustible de cohetes)
- [OK] Paneles solares y sistemas de soporte vital
- [OK] Rover (x2) para desplazamientos en superficie
- [ERR] Antena de comunicaciones principal (destruida)

#### El problema

Mark tiene comida para aproximadamente 300 días, pero la próxima misión de rescate (ARES IV) tardará unos 4 años en llegar a Marte.

#### La misión del alumnado

Calcular, diseñar y justificar científicamente un plan de supervivencia que permita a Watney mantenerse con vida hasta la llegada de la ARES IV, detectando errores de la película y proponiendo alternativas más realistas.

## Módulo 01: Biosfera — El reto de la patata

REGISTRO DE MISIÓN — SOL 14:

"Marte es un planeta estéril. Nada crece aquí. Pero si no encuentro la forma de cultivar comida, moriré mucho antes de que llegue el Ares IV."

### 1. EL PROBLEMA DEL SUELO MARCIANO

El suelo de Marte (regolito) contiene minerales, pero carece de algo esencial para la vida tal como la conocemos en la Tierra: microorganismos y materia orgánica.

- **Regolito marciano:** mezcla de polvo, rocas y sales.
- **Falta:** bacterias descomponedoras y materia orgánica que aporten nutrientes.

En la realidad, el suelo marciano contiene **percloratos**, sales tóxicas para el ser humano. Antes de plantar, Watney habría tenido que lavar el suelo con agua para reducir su concentración.

#### Ciclo del nitrógeno en el HAB

Las bacterias descomponen la materia orgánica (por ejemplo, las heces) y la transforman en nitratos que las plantas pueden absorber. El alumnado puede esquematizar este ciclo adaptado al ecosistema cerrado del HAB.

### 2. MATEMÁTICAS DE LA SUPERVIVENCIA

Watney necesita alrededor de **2000 kcal diarias**. Una patata media aporta unas **110 kcal**.

#### CÁLCULOS CLAVE

- Días hasta el rescate: 4 años  $\approx$  1460 días.
- Calorías totales necesarias:  $1460 \times 2000 = 2.920.000$  kcal.
- Patatas necesarias:  $2.920.000 / 110 \approx 26.545$  patatas.

Actividad: el alumnado puede comprobar los cálculos y evaluar si es realista depender casi en exclusiva de un cultivo de patatas para cubrir las necesidades energéticas.

Otras variables posibles: porcentaje de patatas que podrían perderse, necesidad de semillas cada temporada, consumo extra en situaciones de estrés o trabajo físico intenso, etc.

## Módulo 02: Química — Fabricando agua

Marte no tiene lagos disponibles, pero la misión cuenta con **hidracina ( $N_2H_4$ )**, un combustible de cohetes. Watney decide descomponerla para obtener hidrógeno y luego quemarlo con oxígeno del sistema de soporte vital, generando agua.

### Reacción química simplificada

Paso 1 (descomposición de la hidracina, con catalizador de iridio):



Paso 2 (combustión del hidrógeno):



### Actividad: triángulo del fuego

A partir de la escena de la explosión en el HAB, el alumnado identifica:

- **Combustible:** hidrógeno liberado.
- **Comburente:** oxígeno del sistema de soporte vital.
- **Fuente de ignición:** llama piloto (madera de la cruz de Martínez).

**Error de Watney:** no mide correctamente la concentración de oxígeno en el HAB. Al haber exceso de oxígeno, la combustión se vuelve explosiva en lugar de controlada.

## Módulo 03: Dinámica orbital — Maniobra de asistencia

“No es una reunión secreta, es que Rich Purnell es un genio de la astrodinámica que duerme en su oficina.”

### ¿QUÉ ES UNA ASISTENCIA GRAVITATORIA?

La nave **Hermes** no tiene suficiente combustible para frenar, dar la vuelta y volver directamente a Marte. La solución propuesta por Rich Purnell es usar la **gravedad de la Tierra** como una “honda gravitatoria”.

Al pasar cerca de la Tierra, la Hermes “roba” una pequeña parte del momento angular del planeta, ganando velocidad sin gastar casi combustible. Es similar a cuando un patinador se agarra a un coche en movimiento para impulsarse.

### VELOCIDAD DE ESCAPE

Para escapar de un planeta es necesario alcanzar la **velocidad de escape**:

$$v_e = \sqrt{2GM / r}$$

donde  $G$  es la constante de gravitación universal,  $M$  la masa del planeta y  $r$  su radio.

Marte tiene una gravedad de aproximadamente **3,71 m/s<sup>2</sup>** (frente a los 9,8 m/s<sup>2</sup> de la Tierra), por lo que despegar resulta más “fácil”. Aun así, Watney necesita aligerar al máximo el vehículo de ascenso (MAV): retira ventanas, asientos y parte del morro para alcanzar la órbita donde la Hermes puede rescatarle.

## Módulo 04: Ingeniería — Comunicaciones con Pathfinder

Para contactar con la Tierra, Watney viaja hasta la sonda **Mars Pathfinder**, que dejó de funcionar en 1997, y la desentierra para intentar reactivarla.

### EJERCICIO DE CÓDIGO (ASCII)

Descifra el siguiente mensaje de la NASA usando una tabla ASCII en hexadecimal:

48 45 4C 4C 4F

Respuesta: \_\_\_\_\_

### EL PROBLEMA DEL CÓDIGO Y LA CÁMARA

La cámara de Pathfinder puede girar 360°. Watney coloca carteles alrededor para que la NASA apunte la cámara a diferentes posiciones y así le “hable”.

- **Intento 1:** sistema Sí / No — solo permite preguntas binarias.
- **Intento 2:** alfabeto completo (A-Z) — requiere 26 posiciones, poco eficiente.
- **Solución final:** uso de sistema **hexadecimal** (0-9, A-F) combinado con código ASCII.

Con solo dos “pasos” de cámara se puede enviar cualquier carácter (00-FF en hexadecimal). El alumnado puede practicar codificando su nombre con ASCII y simulando el giro de la cámara.

## Módulo 05: Geología — La gran mentira de la tormenta

### LA GRAN LICENCIA DE LA PELÍCULA

La trama comienza porque una tormenta tumba el cohete y hiere a Watney. Sin embargo, científicamente esto es poco realista.

La atmósfera de Marte es muy tenue, con una densidad aproximada del 1 % de la atmósfera terrestre. Un viento de 150 km/h en Marte se sentiría como una brisa relativamente suave, incapaz de mover una nave de varias toneladas.

### EL VIAJE: DE ACIDALIA A SCHIAPARELLI

Watney debe conducir unos 3200 km hasta el cráter Schiaparelli (zona de la ARES IV). Es una distancia comparable a ir de Madrid a Moscú.

CARACTERÍSTICA	TIERRA	MARTE
Duración del día	24 h	24 h 39 min (Sol)
Gravedad	100 %	38 % (saltas más)
Temperatura media	≈ 15 °C	≈ -60 °C

Actividad: el alumnado puede localizar Acidalia Planitia y el cráter Schiaparelli en mapas reales de Marte proporcionados por la NASA.

## Módulo 06: Psicología — Aislamiento y humor

“Voy a morir escuchando música disco. A mi comandante le encanta la música disco. Odio la música disco.”

### HUMOR COMO MECANISMO DE DEFENSA

Watney nunca entra en pánico total. Utiliza el humor, la ironía y la grabación de videoblogs para mantener la cordura.

Estos recursos pueden interpretarse como formas de **racionalización** y **distanciamiento**: al narrar sus problemas a una cámara, transforma una situación de terror en una serie de retos técnicos que “solo” hay que resolver.

### EL EFECTO PERSPECTIVA (OVERVIEW EFFECT)

Estar tan lejos de la Tierra cambia la percepción de lo humano y lo colectivo. Watney se convierte, de facto, en “el ser humano más solitario de la historia”.

Propuesta de debate: ¿por qué sentimos tanta empatía por una única persona en peligro (como Watney) y a veces ignoramos tragedias que afectan a miles de personas? Se puede introducir el concepto de **paradoja de la víctima identificable**.

# Hoja de trabajo A — Biología y Química

Análisis científico I

NOMBRE

FECHA

## 1. CULTIVO EN EXTREMO

Si fueras Watney, ¿qué otro residuo orgánico del HAB podrías haber usado como fertilizante además de los excrementos? Razona tu respuesta.

## 2. LA QUÍMICA DEL AGUA

Balancea la siguiente ecuación química que representa el proceso usado por Watney (añade los coeficientes necesarios delante de las moléculas):



¿Es esta reacción **exotérmica** (desprende calor) o **endotérmica** (absorbe calor)? Explica por qué es importante este detalle en el interior del HAB.

## 3. ECOSISTEMAS

El HAB se comporta como un **ecosistema cerrado**. Explica cómo podría funcionar el **ciclo del agua** dentro del HAB, desde la respiración y transpiración hasta la condensación y reutilización del agua.

## Hoja de trabajo B — Física e Ingeniería

Análisis científico II

NOMBRE

FECHA

### 4. CÁLCULO DE RETRASO (DELAY)

La distancia aproximada entre la Tierra y Marte en el momento de la película puede considerarse de 225.000.000 km. La velocidad de la luz es de 300.000 km/s.

a) Calcula el tiempo en segundos que tarda un mensaje en ir de la Tierra a Marte. Utiliza la fórmula:  $t = d / v$ .

---

b) Calcula el tiempo total para enviar una pregunta y recibir la respuesta (ida + vuelta). Expresa el resultado en minutos.

---

---

### 5. GRAVEDAD

Si Mark Watney pesa 80 kg en la Tierra, ¿cuánto “pesaría” en Marte si la gravedad allí es el 38 % de la terrestre? Explica tu razonamiento y diferencia entre *masa* y *peso*.

---

---

---

### 6. PENSAMIENTO CRÍTICO

La “Ley del Mar” establece que, si un barco recibe una señal de socorro, debe acudir a ayudar. ¿Crees que esta ley ética debería aplicarse también al espacio, aunque los costes sean enormes? Argumenta tu respuesta.

---

---

---

---

## Proyecto grupal — Diseño de la base ARES V

En grupos de 4, el alumnado diseña la **próxima base en Marte** con el objetivo de evitar los errores de la ARES III y mejorar las condiciones de seguridad y habitabilidad.

### ROLES DEL EQUIPO

#### COMANDANTE (COORDINACIÓN)

Coordina el trabajo del equipo, se asegura de que todas las partes encajen y es responsable de presentar el proyecto final al resto de la clase.

#### INGENIERO/A (HÁBITAT)

Diseña el plano de la base: distribución de dormitorios, laboratorio, zonas de ocio, espacio para cultivos y sistemas de soporte vital.

#### BOTÁNICO/A (ALIMENTACIÓN)

Elige al menos **3 cultivos viables** para Marte (p. ej. patatas, legumbres, verduras de hoja) y calcula el agua y el espacio necesarios para alimentar a la tripulación.

#### ESPECIALISTA DE SOPORTE (SEGURIDAD)

Diseña protocolos para emergencias: fuego, rotura de casco, fallos de presión, tormentas de polvo y pérdida de comunicaciones.

### REQUISITOS OBLIGATORIOS

- La base debe tener **redundancia de oxígeno** (al menos dos sistemas independientes).
- El área de cultivo no puede estar en la misma sala que los dormitorios.
- Debe existir un **vehículo de escape** siempre operativo.
- El presupuesto es "ilimitado", pero las soluciones deben ser coherentes con la física conocida.

### ENTREGABLE

Un póster en tamaño A3 (o equivalente) que incluya:

- Plano esquemático de la base ARES V con sus principales módulos.
- Tabla nutricional de los alimentos elegidos y cálculo de raciones por astronauta.
- Resumen de los protocolos de seguridad más importantes.

## Rúbrica de evaluación

CRITERIO	EXCELENTE (10-9)	EN PROCESO (8-5)
Rigor científico	Diferencia claramente entre ciencia real (p. ej. botánica y física) y licencias narrativas de la película (como la tormenta inicial). Realiza los cálculos de forma correcta.	Confunde elementos de ficción con datos reales o comete errores importantes en los cálculos (calorías, distancias, tiempos, etc.).
Resolución de problemas	Propone soluciones creativas, viables y bien justificadas en el proyecto grupal, apoyándose en conceptos de ingeniería y ciencia.	Recurre a soluciones irreales o "mágicas" propias de la ciencia ficción, sin justificación física o científica suficiente.
Ética y reflexión	Argumenta con profundidad sobre el valor de la vida humana, el coste de la exploración espacial y las decisiones éticas implicadas.	Ofrece respuestas muy breves o superficiales, sin conectar las decisiones de la película con debates éticos reales.

## Recursos adicionales

- **Libro:** *The Martian*, de Andy Weir (versión más técnica y detallada que la película).
- **Web:** Portal oficial de la NASA sobre Marte, con mapas reales de Acidalia Planitia y otros lugares relevantes.
- **Vídeo:** Contenidos divulgativos sobre cómo cultivar alimentos en el espacio (Agencia Espacial Europea y otros organismos).

DIDACINE\_2024 | Autorizado para uso académico.