

DESQBRE  
EL CINE CIENTÍFICO

FÍSICA  
EN EL CINE

GUÍA DIDÁCTICA

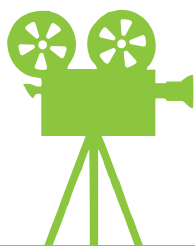
# SUMARIO

## FÍSICA EN EL CINE

Introducción .....	3
Objetivo .....	5
El autor .....	6
Orientaciones didácticas .....	7

## PELÍCULAS

Un trabajo en Italia .....	9
El día de mañana .....	13
Regreso al Futuro III .....	17
Space Cowboys .....	21
Para ampliar información .....	25



## DESCUBRE EL CINE CIENTÍFICO

DESCUBRE EL CINE CIENTÍFICO

FÍSICA EN EL CINE. GUÍA DIDÁCTICA

Edita: Fundación Descubre

Textos: Arturo Quirantes

© 2014. FUNDACIÓN DESCUBRE

Guía optimizada para imprimir en papel formato DIN-A4 a doble cara

# INTRODUCCIÓN

## EL CINE COMO HERRAMIENTA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA

En cierta ocasión, un alumno explicaba así su comportamiento frente a los profesores: *"en mis momentos de debilidad me dan pena, pero luego recuerdo que intentan enseñarme"*. Ese niño se llama Bart Simpson, y personifica la imagen del niño para quien la escuela representa el enemigo, el espíritu libre que se aburre en un aula.

Los profesores, por supuesto, hemos hecho todo lo posible por intentar romper las cadenas mentales que ligan aprendizaje con aburrimiento. Una de las herramientas más poderosas la forman la combinación de cine y televisión. El poder de estas herramientas en el mundo educativo es algo innegable, y los ejemplos en pro de la educación abundan. Hay series documentales de gran calidad aptas para la enseñanza que abarcan una gran variedad de estilos: desde el estrictamente docente de Jacob Bronowski y David Goodstein, pasando por el corte clásico de Carl Sagan y Félix Rodríguez de la Fuente, hasta la amenidad mediática de Neil deGrasse Tyson y Brian Cox.

Por desgracia, no es habitual que obtengan el mismo grado de atención que las películas de acción y suelen ser etiquetados por los estudiantes como aburridos y poco `cool`. Se pueden conseguir mejores resultados si las series o películas saltan del recinto `documentales para después de comer` al mundo del espectáculo puro y duro. Actores como Morgan Freeman tienen sus propios programas de divulgación científica. La ciencia puede formar parte integrante de una película de Hollywood; y no nos estamos refiriendo a las habituales películas biográficas (*biopics*) de científicos, sino a situaciones donde la ciencia conforma el argumento entero.

## INDIANA JONES O PARQUE JURÁSICO EN LOS AÑOS OCHENTA ANIMARON A MUCHOS ESTUDIANTES A CURSAR, O CUANDO MENOS CONSIDERAR, UNA CARRERA EN ARQUEOLOGÍA O PALEONTOLOGÍA

Como ejemplos, podemos mencionar las series de películas de *Indiana Jones* o las de *Parque Jurásico*, que en los años ochenta animaron a muchos estudiantes a cursar, o cuando menos considerar, una carrera en arqueología o paleontología. En años posteriores, series como *CSI*, *Urgencias* o *House* mostraron el

lado humano de la medicina o las ciencias forenses. Más recientemente tenemos *The Big Bang Theory* y *Breaking Bad*, donde se muestra cómo los cerebritos de Química y de Física pueden divertirse, ligar y vivir de su trabajo. Estas series, lejos de estar limitadas a un grupo demográfico pequeño y restringido, han resultado ser éxitos indudables, con elevados índices de audiencia tanto en EEUU como en España.

En nuestro país, *Las Aventuras de Tadeo Jones* (2012) muestra las aventuras de un patoso imitador de Indiana Jones a la española. Esta película de animación fue uno de los mayores éxitos del cine español, superando en taquilla a superproducciones como *Los Vengadores* o *Skyfall*. En la actualidad, Mediaset está utilizando el personaje de Tadeo Jones para mostrar centros de referencia científica en España como el Gran Telescopio de Canarias, el superordenador MareNostrum de Barcelona, el laboratorio subterráneo de Canfranc o el Centro de Astrobiología; sin olvidar los yacimientos de Atapuerca o Altamira. *Descubre con Tadeo*, que cuenta con el asesoramiento de la FECYT (Fundación Española para la Ciencia y

la Tecnología), es una prueba contundente del poder del cine en la divulgación científica.

Pero no es necesario buscar series o películas con físicos entre su plantel de protagonistas o centradas en esta materia. La Física está presente en gran parte del cine de acción pasado y actual. La razón es evidente: acción significa movimiento y eso implica Mecánica. Podemos encontrar otras ramas de la Física bien representadas en otras películas, sin más que buscar un poco. ¿Queremos explicar el comportamiento de un superconductor de alta temperatura? Ahí tenemos *Avatar* y el inobtanio. ¿Nos gustan las exhibiciones aéreas de *Top Gun*? Bien, porque ilustran principios de dinámica de fluidos. ¿Cree que la extraña oficina del protagonista de *Enemigo Público* es una rareza del cine? Se equivoca, porque es un perfecto ejemplo de jaula de Faraday. ¿Y si estudiamos más a fondo el duelo entre Anakin Skywalker y su maestro Obi Wan en *Star Wars III, la Venganza de los Sith*? Quizá descubramos los secretos de la Termodinámica; por no hablar de los caminos de... en efecto: la Fuerza.



El Halcón Milenario, nave espacial de la saga *Star Wars* que según Han Solo es capaz de superar en cinco puntos la velocidad de la luz

# OBJETIVO

‘**Descubre el cine científico**’ es una herramienta útil y divertida para la enseñanza y divulgación de la ciencia para todos los públicos. A través del cine, este proyecto aborda cómo la investigación científica y el desarrollo tecnológico contribuyen a mejorar nuestra calidad de vida, los diferentes retos a los que la humanidad ha tenido que enfrentarse a lo largo de su historia, así como los actuales desafíos de la sociedad.

El material que ofrecemos en *Física en el cine* es una guía didáctica y divulgativa diseñada por Arturo Quirantes que se apoya en cuatro películas comerciales con el objetivo de hacer comprensibles muchos de los principios físicos que explican fenómenos de la vida cotidiana. La películas propuestas son:

- **Un Trabajo en Italia** (1969), un film clásico sobre el atraco a un furgón blindado.
- **El Día de Mañana** (2004), película de cine de catástrofes.
- **Regreso al Futuro III** (1990), comedia ambientada en el Salvaje Oeste.
- **Space Cowboys** (2000), comedia espacial con elementos de otros géneros.





## EL AUTOR

El responsable de la selección de las películas que forman 'Descubre el cine científico. Física en el cine' y autor de esta guía es Arturo Quirantes Sierra, Profesor Titular de Física en la Universidad de Granada. Desde 2009 es coordinador del Proyecto de Innovación Docente 'Física de película', en el que se utilizan fragmentos de películas y series de televisión para la enseñanza de la Física en la Universidad. Es escritor habitual de la web de divulgación científica Naukas.com, y colaborador en el programa Con-Ciencia de Canal Sur Televisión.

# ORIENTACIONES DIDÁCTICAS

Quienes no las hayan visto (y quizá de los que sí) encontrarán dificultades en creer que pueden servir como propósito didáctico serio en la enseñanza de la Física. **Esta guía contiene la descripción de cada una de estas películas, una serie de elementos para el debate y recursos para ampliar información.** El profesorado o persona encargada de la presentación del ciclo puede utilizar cada una de estas películas, juntas o por separado, para introducir conceptos de Física. Asimismo, algunas de ellas permiten hacer consideraciones sobre la Ciencia en general: sus fundamentos, modo de trabajo, el aspecto humano de los científicos, la repercusión de los descubrimientos científicos en la vida diaria y la actividad de gobierno.

Las películas han sido escogidas de acuerdo con los siguientes conceptos: presencia de buenos ejemplos, éxito en taquilla y temática.

- **Buenos ejemplos.** A lo largo de ellas, aparecen ejemplos de principios de Física. Algunos son correctos, otros son incorrectos, pero todos son buenos en el sentido que permiten explicar y profundizar en los diversos campos físicos. Hay que recordar siempre que un ejemplo de mala Física es tan útil a efectos didácticos como uno de buena Física; en ocasiones, es incluso mejor, ya que puede mostrar lo absurdo de aplicar mal los principios científicos.

## ALGUNAS PELÍCULAS PERMITEN HACER CONSIDERACIONES SOBRE LA CIENCIA EN GENERAL: SUS FUNDAMENTOS, MODO DE TRABAJO, EL ASPECTO HUMANO DE LOS CIENTÍFICOS

- **Éxito.** Las cuatro películas han sido éxitos en taquilla, con una recaudación combinada de más de 1.500 millones de dólares. No estamos hablando, por tanto, de películas raras o difíciles de encontrar. Al contrario, el hecho de que sean tan populares nos asegura que serán bien recibidas por los alumnos y alumnas asistentes al ciclo, quienes muy probablemente ya hayan visto algunas de ellas en el cine o la televisión.
- **Temática.** Hemos huido aquí de géneros que puedan resultar ofensivos o desagradables. No hay zombis, vampiros, terror en general, crímenes (salvo el robo de oro de *Un Trabajo en Italia*, y eso sin violencia contra las personas), sangre, vísceras, escenas de sexo explícito o erotismo. Las películas escogidas contienen un fuerte componente de comedia, con personajes bien conocidos por los espectadores aficionados al cine de humor. Se trata de animar, no de incomodar.

THE ITALIAN JOB (1969) • PARAMOUNT PICTURES







# THE ITALIAN JOB

## UN TRABAJO EN ITALIA

### Título original

*The Italian Job*

### Director

Peter Collinson

### Reparto

Michael Caine, Noël Coward,  
Benny Hill, Raf Vallone

### Año

1969

### Nacionalidad

Reino Unido

### Duración

100 minutos

### ARGUMENTO

Tras cumplir condena, el ladrón Charlie Crocker sale de la cárcel. Pronto se verá envuelto en un nuevo trabajo. Su amigo y compañero de 'trabajo' Roger Breckermann es asesinado por la Mafia italiana. Su viuda entrega a Crocker los papeles de su difunto marido y ambos descubren el motivo por el que le mataron: Breckermann estaba preparando un gran golpe en Turín. El botín es jugoso, media tonelada de oro con un valor en el mercado de cuatro millones de dólares, así que Crocker decide completar el plan de su amigo.

Para conseguirlo, Crocker tendrá que salvar diversos obstáculos. Necesita una banda bien organizada, financiación, y lo más importante, permiso por parte del señor Bridger, un gran jefe criminal que controla el crimen en Inglaterra desde su celda de prisión. Bridger, escéptico al principio, da finalmente su permiso por motivos de prestigio: los ladrones ingleses deben prevalecer sobre los mafiosos italianos. Con la autorización y los medios necesarios, Crocker y su banda se dirigen a Turín, disfrazados como aficionados ingleses que asisten a un partido internacional. Su plan pasa por provocar el caos en el tráfico de Turín, emboscar el convoy con el oro, cargar el botín en tres pequeños coches Mini Cooper y escapar con agilidad por calles, subterráneos y alcantarillas.

Tras desencadenar el mayor atasco de tráfico de la historia, Crocker y los suyos logran apoderarse del oro. Toca ahora escapar, tarea difícil porque no solamente tienen que huir de la policía sino de la implacable Mafia, que no ve con buenos ojos que los ladrones ingleses actúen en su territorio. Bridger y sus secuaces celebran ya el éxito, pero puede resultar una fiesta prematura. ¿Conseguirán Crocker y sus chicos escapar con el oro?

# UN TRABAJO EN ITALIA

## CUESTIONES PARA EL DEBATE



**La banda de Crocker persigue un cargamento de oro valorado en cuatro millones de dólares.** En 1969 la cotización del oro era de 41 dólares por onza. Calcula cuánto oro corresponde a esa cantidad de dólares. ¿Se corresponde con la media tonelada que se indica en la película? ¿Por qué se utilizan las onzas para medir oro en lugar de kilogramos?



**Los tres Mini suben por la fachada de un gran edificio, para lo cual utilizan una rampa inclinada.** ¿Crees que la pendiente de la rampa es excesiva para un vehículo cargado de oro? ¿De qué factores depende el éxito de la subida?



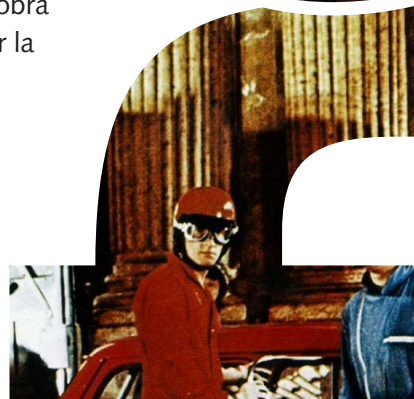
**El botín es de media tonelada de oro. El oro es uno de los elementos más densos.** A razón de 19.300 kilogramos por metro cúbico, ¿qué tamaño tendría un cubo de media tonelada de oro? ¿Se corresponde eso con el volumen de oro mostrado en la película?



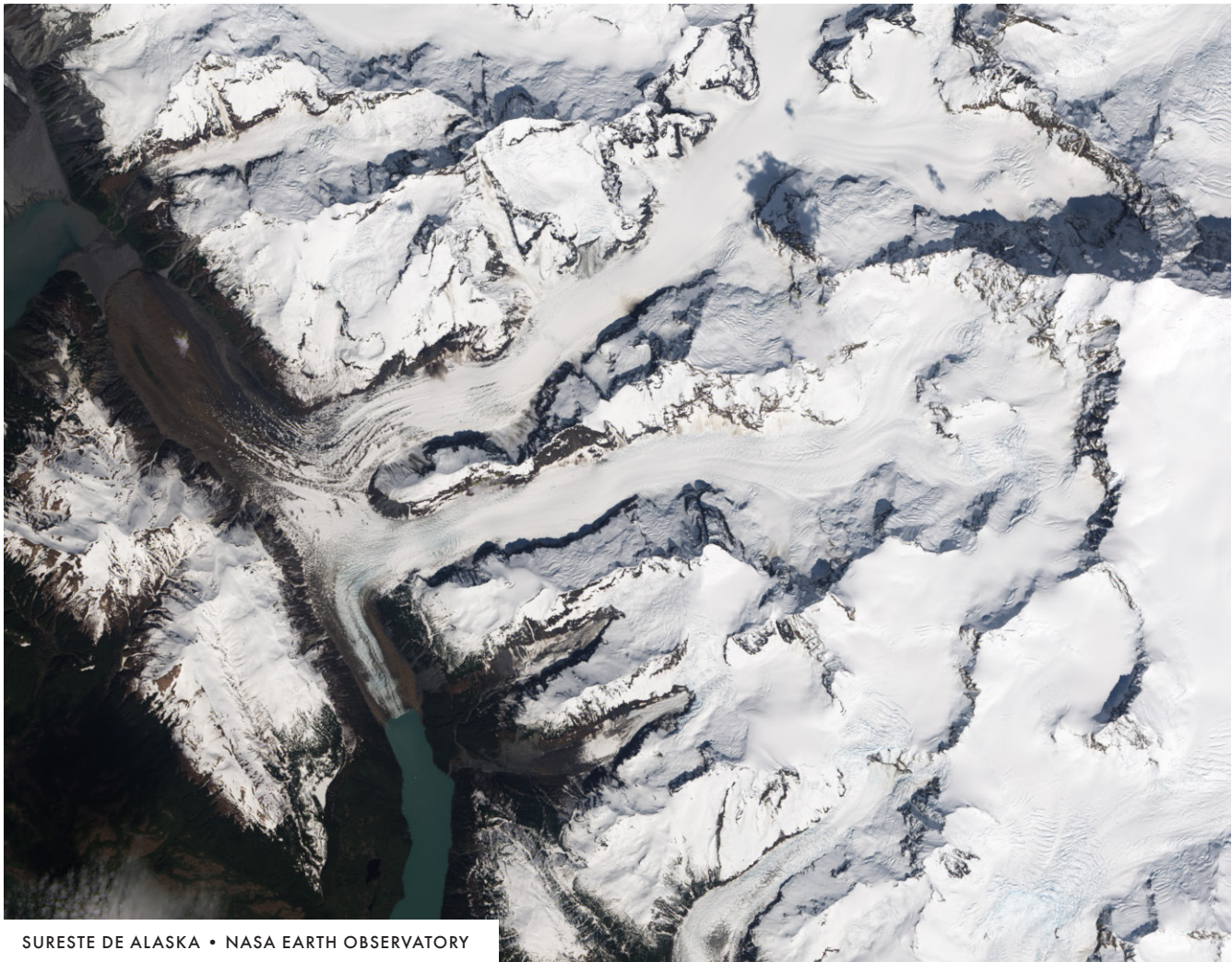
**Durante la persecución, los Mini y un vehículo policial corren por una pista situada en el tejado de un edificio.** Para poder tomar las curvas, la pista está peraltada, esto es, el suelo está inclinado con respecto a la horizontal. Descubre cómo el efecto de peralte ayuda al giro creando una fuerza centrípeta. ¿De qué depende esa fuerza? ¿Vale el mismo radio de giro para cualquier velocidad?

En un esfuerzo por quitarse de encima a la policía, los Mini saltan del techo de un edificio al de otro. Para ello, los bordes de ambos edificios disponen de rampas que permiten saltar hacia arriba. ¿Son necesarias esas rampas, o se puede saltar sin ellas entre dos edificios a igual altura? ¿Necesitan tener un ángulo elevado? ¿Depende ese ángulo de la velocidad de los coches? Entran aquí en juego los elementos del movimiento parabólico.

Los Mini deben subir a un autobús trucado. Para ello, igualan su velocidad a la del bus y suben por una rampa. ¿Crees que es una maniobra difícil de ejecutar? Es buen momento para considerar la velocidad relativa entre ambos cuerpos.



Casi al final de la huida, el autobús en el que escapa la banda de Crocker queda en equilibrio en una curva. Medio autobús está en el aire y cualquier movimiento puede precipitarlo por el barranco. En 2009, la Real Sociedad Británica convocó un concurso para darle un final a esta clásica situación 'cliffhanger'. Averigua cuál fue la solución ganadora. ¿Se te ocurre una mejor?



SURESTE DE ALASKA • NASA EARTH OBSERVATORY

Título original

The Day After Tomorrow

Director

Roland Emmerich

Reparto

Dennis Quaid, Jake Gyllenhaal,  
Emmy Rossum, Iam Holm

Año

2004

Nacionalidad

Estados Unidos

Duración

117 minutos



# EL DÍA DE MAÑANA

## ARGUMENTO

El paleoclimatólogo Jack Hall investiga cambios climáticos de eras pasadas. Mientras extrae núcleos de hielo en la Antártida, una gigantesca plataforma de hielo se resquebraja y cae en el océano. En una conferencia internacional, Hall postula la tesis de que la quema de combustibles fósiles está fundiendo el hielo de los polos, que al convertirse en agua dulce cambiará los patrones oceánicos de circulación de agua, provocando con ello un enfriamiento a escala global. El vicepresidente de los Estados Unidos, escéptico y opuesto al protocolo de Kioto, se niega a creer la evidencia y apuesta por no reducir el ritmo de desarrollo. El mundo seguirá confiando en los combustibles fósiles.

Hall consigue convencer al profesor Terry Rapson, del Centro de Investigación Hedland en Escocia. Cuando Rapson y sus colegas descubren que varias boyas de investigación registran fuertes caídas de temperatura en el agua del Atlántico Norte, Hall consigue la prueba que buscaba. El patrón circulatorio del océano ha cambiado. Las autoridades siguen sin estar convencidas, pero una serie de fenómenos meteorológicos extremos azota el mundo. Tokio sufre lluvias de granizos de gran tamaño, nieve en Nueva Delhi y la ciudad de Los Ángeles es arrasada por una serie de grandes tornados. Sólo el modelo climático de Hall es capaz de explicar la nueva situación y su predicción indica que se aproxima un cambio climático global y repentino.

Finalmente las autoridades reaccionan. Una gigantesca ola cubre la ciudad de Nueva York y el frío convierte las calles en trampas de hielo. Enormes células nubosas cubren todo el Hemisferio Norte. En el ojo de la perturbación, columnas de aire ultrafrío descienden desde la troposfera congelando todo lo que se encuentra en su camino. El presidente de los Estados Unidos ordena la evacuación de todo el país hacia el sur, pero ya es demasiado tarde para millones de ciudadanos, quienes quedan atrapados en los estados septentrionales.

Mientras Norteamérica cae en una nueva edad de hielo, Jack Hall emprende una frenética carrera en dirección a Nueva York, donde su hijo se halla atrapado por el mal tiempo. Nueva York es ahora una ciudad hostil, donde las calles se convierten en avenidas congeladas y los animales salvajes extienden su dominio. La Biblioteca Pública le proporcionará el combustible necesario para sobrevivir, pero ¿será suficiente? ¿Cómo sobrevivirá la civilización a la nueva era glacial?

# EL DÍA DE MAÑANA

## CUESTIONES PARA EL DEBATE



La película comienza con un enfrentamiento público entre un científico que está convencido de que el calentamiento global es real y un político que prefiere negarlo para no perjudicar la economía de su país. Discute cómo los problemas políticos y económicos a corto plazo han actuado en el pasado para impedir una actuación eficaz en temas globales como el cambio climático, la deforestación o la destrucción de la capa de ozono.



Cuando el Vicepresidente norteamericano replica que “nuestra economía es prácticamente tan frágil como el medio ambiente”, ¿qué le responderías para convencerle de lo contrario?



El Vicepresidente de EEUU, para no tomar medidas contra el cambio climático, formula una pregunta “¿quién pagará las consecuencias del protocolo de Kioto?” ¿Qué piensas tú? ¿Estarían -estaríamos- los ciudadanos dispuestos a soportar más impuestos, o a pagar productos más caros, para preservar el futuro? ¿Es cierto que el precio de la electricidad renovable (eólica y solar) es superior al de otras fuentes de energía? Discute las diferencias entre las fuentes de energía, los inconvenientes y ventajas de cada una, qué representa la energía renovable en el recibo de la luz y cómo podríamos convencer al ciudadano medio de que la medida es imprescindible.

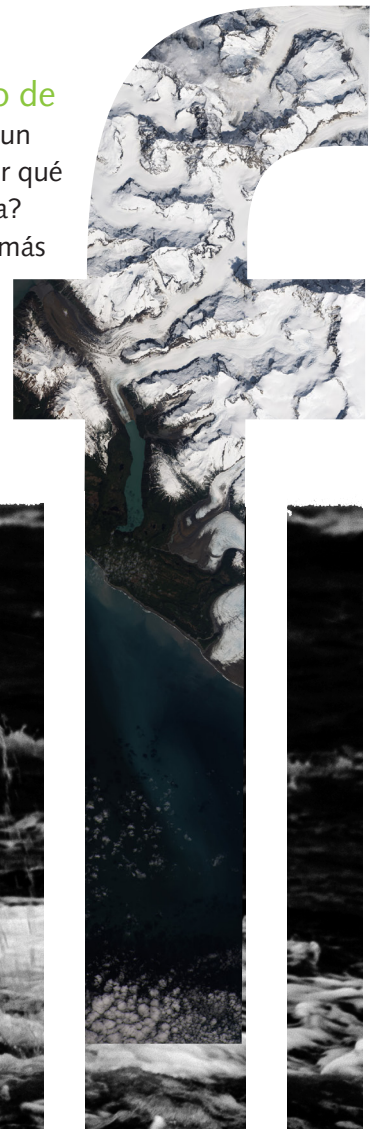




**Durante una reunión científica, Jack Hall presenta un mapa con las corrientes oceánicas.** El agua se calienta en el Ecuador y se mueve hacia latitudes más polares, calentando con ello regiones como Europa y el este de EEUU. Busca un mapa así y analiza cómo se mueven las corrientes oceánicas en realidad. ¿Ves algún fallo en el mapa de Jack? En efecto, parece incorrecto. En realidad, Hall, aunque no lo menciona expresamente, está presentando la llamada circulación termohalina, que muestra el movimiento de las corrientes de agua fría de alta salinidad. Estas corrientes fluyen por debajo de la superficie oceánica en sentido opuesto a las corrientes de agua cálida. Busca información para aprender más sobre el sistema de circulación termohalina.

**El vicepresidente Raymond Becker de El Día de Mañana se asemeja, tanto física como ideológicamente, a Dick Cheney, vicepresidente de Estados Unidos** en el período 2001-2009 bajo el mandato de George W. Bush. Averigua cuál era la postura de Cheney en temas como el cambio climático y en qué razonamientos científicos se basaba.

**Los Ángeles sufre el efecto de diversos tornados.** ¿Qué es un tornado? ¿Cómo se genera y por qué tiene siempre estructura giratoria? ¿En qué lugares del mundo son más frecuentes?





Cuando las primeras boyas oceánicas comienzan a advertir sobre el enfriamiento del Atlántico, la primera reacción de los científicos es, sencillamente, no creerse los datos. La caída de la temperatura es tan brusca y pronunciada que debe haber un fallo en los sensores, piensan; posteriormente los datos se confirmaron. Un caso similar sucedió en los años 80 cuando se descubrió el agujero de la capa de ozono, que al principio se atribuyó a un fallo en los instrumentos de medida del satélite. Descubre cómo se corrigió el fallo y qué consecuencias tuvo para la prohibición de los CFC.

La película menciona la existencia de modelos climáticos que son incapaces de predecir el clima futuro. Los modelos reales dividen la atmósfera en multitud de pequeños segmentos, cada uno de los cuales está sometido a un conjunto de presiones y energía. Si bien las ecuaciones son relativamente fáciles de resolver, el número de segmentos debe ser enorme para poder simular el clima en una región concreta y en un momento dado. Es por este motivo que los modelos climáticos requieren de grandes superordenadores, como el que Jack Hall le pedía a su jefe. Discutid la validez de los modelos climáticos pasados y de cómo se han ido refinando para proporcionar mejor información. Comparad las predicciones meteorológicas actuales con las de una o dos décadas atrás.

La circulación de los huracanes en el Hemisferio Norte es ciclónica, esto es, giran en sentido contrario a las agujas del reloj. ¿Por qué es distinto en el Hemisferio Sur? Descubre por qué giran huracanes y ciclones y qué forma adoptarían en una Tierra sin rotación.

Un vagabundo utiliza papel como aislante contra el frío. ¿Funcionará?

Discute cómo es posible que objetos como las ventanas de doble acristalamiento, los forros polares o los edredones nos protejan contra el frío. Una pista: son muy ligeros.

En la película, el aire ultrafrío de la troposfera consigue llegar hasta la superficie. Discute las condiciones de presión y temperatura en la troposfera. ¿Sería posible un fenómeno así?







El Centro de Control de Enfermedades (CDC) de Estados Unidos utiliza películas de acción para informar a la población sobre los pasos a tomar en caso de desastres naturales. Con relación al *El Día de Mañana*, el CDC aconseja: “[en caso de tiempo invernal severo], lo mejor que se puede hacer es permanecer en interior. Debe acumular suministros de emergencia, atender los informes del tiempo y permanecer informado; salga al exterior lo menos posible y permanezca bien vestido y seco”. ¿Siguieron este ejemplo las personas que aparecieron en la película? ¿Qué otras películas se te ocurre que se podrían utilizar como ayuda didáctica para informar a la población en caso de desastre?

#### RESPUESTAS A LOS CUESTIONARIOS

Para obtener las respuestas a estos cuestionarios, debe solicitarlas escribiendo un mensaje de correo electrónico a [proyectos@fundaciondescubre.es](mailto:proyectos@fundaciondescubre.es)



*El Día de Mañana* pretende ser una obra de ficción pero con suficiente ciencia correcta como para alentar un debate serio sobre los problemas del calentamiento global. Por el contrario, diversos científicos la han criticado en base a sus múltiples inexactitudes. La NASA llegó incluso a rehusar una oferta para participar como consultores al considerar que los acontecimientos que sucedían en la película eran demasiado absurdos para que pudiesen ocurrir realmente. ¿Crees que esas críticas son aceptables? ¿Debería una película así haber tenido un trasfondo científico más correcto? ¿Dónde crees que debería llegar el equilibrio entre verosimilitud y espectáculo de masas?



DELOREAN DMC-12 • UNIVERSAL STUDIOS JAPAN

Título original

Back to the Future III

Director

Robert Zemeckis

Reparto

Michael J. Fox, Christopher Lloyd,  
Mary Steenburgen

Año

1990

Nacionalidad

Estados Unidos

Duración

118 minutos



# REGRESO AL FUTURO III

## ARGUMENTO

Tercera y última entrega de la trilogía *Regreso al Futuro*. Estamos en 1955. Un rayo acaba de lanzar la máquina del tiempo (construida a partir de un coche DeLorean) y a Emmett 'Doc' Brown al pasado, al año 1885, dejando a su amigo Marty atrás. Afortunadamente, el Doc viajero fue previsor y escondió el DeLorean donde pudiera recuperarlo. Los Marty y Doc de 1955 reparan la máquina del tiempo y se preparan para enviar a Marty de vuelta a su época. Pero antes del viaje, descubren una tumba perteneciente al propio Doc Brown, quien murió poco después de viajar a 1885. Marty no lo va a permitir y viajará también al pasado para salvar a su amigo.

El viaje no va a ser fácil. Marty es atacado por indios, escapa por los pelos a una carga de la caballería, es perseguido por un oso, pierde sus botas y acaba en una granja donde se encuentra con sus propios antepasados, recién emigrados de Europa. Finalmente, llega a Pine Valley, donde su amigo Doc vive feliz como herrero del pueblo.

Pero la felicidad de Doc no durará mucho. El DeLorean ha sido dañado y no podrá volver al futuro. Mientras intentan repararlo, Doc se enamora accidentalmente de la nueva maestra, a la que salva la vida violando las normas sobre no alteración del pasado. Para complicar aún más la tarea, Doc es amenazado de muerte por el pistolero 'Perro Rabioso' Tannen y su banda. El tiempo se acaba para Doc y Marty en su carrera por volver a casa a tiempo.

# REGRESO AL FUTURO III

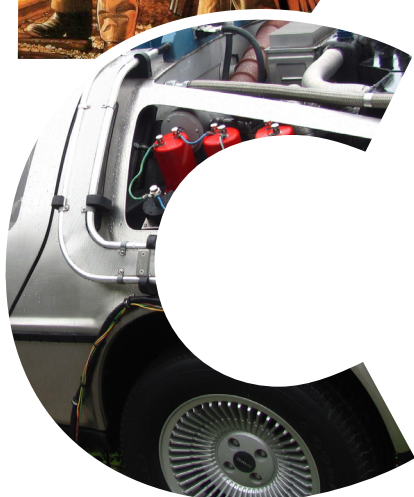
## CUESTIONES PARA EL DEBATE



La trilogía *Regreso al Futuro* se basa en los viajes en el tiempo y las paradojas que ello puede implicar. Aunque la teoría de la Relatividad de Einstein lo permite, viajar en el tiempo podría dar lugar a efectos inesperados si se viaja al pasado para alterarlo. Piensa en algún ejemplo. ¿Qué harías si pudieses viajar en el tiempo? ¿A qué época te gustaría viajar? ¿Qué harías allí o qué impedirías que se hiciera?



Cuando Doc Brown comenta los resultados del experimento, afirma que el rayo "descargó 1,24 gigavatios de energía sobre el vehículo temporal." En realidad se refería a potencia (energía por unidad de tiempo), ya que el gigavatio es una unidad de potencia, no de energía. Compara con el término de potencia de tu casa y averigua cuántas casas habría que considerar para gastar una potencia similar. ¿Cómo se puede generar una potencia tan alta? ¿Es posible que el vehículo temporal utilizase poca energía, o mucha potencia implica necesariamente mucha energía?



Doc Brown construye un refrigerador en 1885. En aquella época no había refrigeradores, y las primeras redes de distribución eléctrica habían sido creadas hacía pocos años en Nueva York por Edison. Sin embargo, la teoría subyacente al refrigerador estaba ya establecida como el Segundo Principio de la Termodinámica. Descubre cómo ese Segundo Principio permite la creación de motores y refrigeradores y piensa qué materiales pudo haber usado Doc en el salvaje Oeste de 1885 para construir uno.



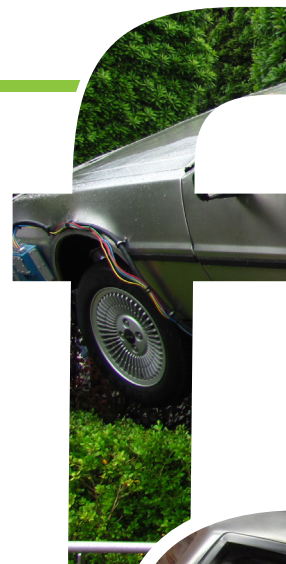
Doc y Marty discuten con un maquinista sobre la velocidad máxima que puede alcanzar una locomotora de vapor. ¿De qué factores depende esa velocidad? Si fueses Doc, ¿cómo podrías aumentar la velocidad máxima que pudiese alcanzar un tren o un coche?



En 1869, Julio Verne describía el uso y aplicaciones de la electricidad en su clásica obra *Veinte Mil Leguas de Viaje Submarino*. El profesor Brown, gran admirador de Verne, tiene un pequeño generador eléctrico en su taller de 1885. ¿Es posible eso? Descubre el funcionamiento del motor eléctrico.

Para que Marty pueda volver al futuro, él y Doc `toman prestado´ un tren. Doc introduce en la caldera unos leños supercombustibles que arderán a ciertas temperaturas. El propósito es calentar la caldera lo más posible para que el tren alcance altas velocidades. El Segundo Principio de la Termodinámica nos dice cuánta energía se puede obtener de una caldera a cierta temperatura. ¿Es posible un rendimiento, es decir, una conversión de calor a trabajo, del ciento por ciento?

A lo largo de la película, los protagonistas utilizan el llamado Sistema Internacional de Unidades (SI), pero los indicadores están rotulados en otras unidades como libras o millas. Los científicos usan el SI para su trabajo en todo el mundo, pero solamente hay otros dos países (además de EE.UU.) que no usan el SI como sistema de unidades oficial. Investiga cuáles son esos países y averigua desde cuándo el SI es el sistema de unidades oficial en España. Piensa en las ventajas e inconvenientes de usar un sistema de unidades estándar como el SI. ¿Qué unidades de medida tiene el SI?



h



El tren recorre una distancia de cuarto de milla en un minuto y doce segundos a una velocidad de unos 130 kilómetros por hora. ¿Es eso correcto? ¿Cuánto habría tardado realmente?

El tren se despeña por un barranco, proporcionando un buen ejemplo de movimiento parabólico. ¿De qué depende la distancia recorrida por el tren? ¿Habría sido mayor, menor o igual si el tren tuviese el doble de masa?



Título original

Space Cowboys

Director

Clint Eastwood

Reparto

Clint Eastwood, Tommy Lee Jones,  
Donald Sutherland

Año

2000

Nacionalidad

Estados Unidos

Duración

130 minutos

# SPACE COWBOYS



## ARGUMENTO

En 1958, un grupo de aviadores del Ejército del Aire de EEUU, conocidos como el *Equipo Daedalus*, se entrena en aviones de gran altitud. Los pilotos Frank Colvin y William Hawkins sueñan con llegar al espacio hasta la Luna, pero el carácter indisciplinado de Hawkins provoca un enfrentamiento con el director del proyecto Bob Gerson, quien acaba apartándolos de la misión. Una nueva agencia civil llamada NASA se encargará de la exploración espacial. El equipo Daedalus es disuelto y sus integrantes se disgregan.

Cuarenta años después, el satélite de comunicaciones ruso Ikon se encuentra en dificultades. La NASA recibe la orden de ayudar a los rusos a capturar el satélite y devolverlo a una órbita estable antes de que se estrelle contra la Tierra. Pero hay un problema: los sistemas electrónicos del Ikon son tan antiguos que ningún ingeniero es capaz de comprenderlos. Salvo una persona: Frank Colvin, diseñador de un sistema de guiado de satélites muy similar. Colvin, que vive retirado, se niega a ayudar a la NASA cuando descubre que el director de la misión de recuperación es su viejo enemigo Gerson.

Colvin accede finalmente a ayudar, pero bajo sus condiciones. En lugar de entrenar a los astronautas, propone a la NASA que les envíe a él y a su antiguo equipo en un transbordador para reparar el Ikon. Gerson, presionado y sin opciones, accede. Colvin reúne al antiguo equipo Daedalus y los convence para que acepten la misión. Ahora en la tercera edad, los miembros de Daedalus se esfuerzan por estar a la altura. Finalmente, tras un duro entrenamiento, parten en el transbordador.

Pero la misión no es sencilla. El satélite Ikon, de gran tamaño, tiene mecanismos de defensa que harán difícil su captura y pondrán en peligro la integridad del transbordador. Cuando los astronautas consiguen controlarlo, descubren que lo que creían un satélite de comunicaciones oculta en realidad una plataforma de misiles nucleares. Si no consiguen controlar el Ikon, éste lanzará su cargamento contra objetivos en Estados Unidos. Con parte de la tripulación incapacitada, fallos mecánicos por doquier y poco tiempo para maniobrar, el equipo Daedalus tendrá que demostrar que siguen siendo los mejores de entre los mejores.

# SPACE COWBOYS

## CUESTIONES PARA EL DEBATE

ba

Los pilotos de prueba Colvin y Hawkins usan un avión experimental para superar la barrera del calor. Explica en qué consiste dicha barrera. ¿Es una `barrera´ bien definida o describe un término genérico?

b

Un avión en vuelo vertical solamente puede elevarse hasta cierta altura. Describe las dificultades que tendrían máquina y pilotos para llegar más alto.

c

Los pilotos, en 1958, afirman haber superado el récord de vuelo en caída libre al saltar desde 112.000 pies, unos 34,1 kilómetros. En 1960, el norteamericano Joseph Kittinger efectuó una caída libre de 31,33 kilómetros, un récord que mantuvo hasta el 14 de octubre de 2012, cuando el austríaco Felix Baumgartner cayó una distancia de 39,05 kilómetros. Kittinger mantiene el récord de caída libre de mayor duración. Infórmate sobre las características del salto de Baumgartner y descubre cómo pudo superar la marca de Kittinger.

d

Cuando un piloto salta del avión, cae en lo que se denomina caída libre. Sin embargo, no es realmente libre, ya que el rozamiento con el aire va frenando su aceleración. ¿De qué depende ese rozamiento? ¿Cómo podríamos aumentarlo para caer más despacio o reducirlo para caer más deprisa?



### RESPUESTAS A LOS CUESTIONARIOS

Para obtener las respuestas a estos cuestionarios, debe solicitarlas escribiendo un mensaje de correo electrónico a [proyectos@fundaciondescubre.es](mailto:proyectos@fundaciondescubre.es)





El satélite IKON orbita a 1.600 kilómetros de la Tierra y según la película cae a una tasa de 8.000 metros al día.

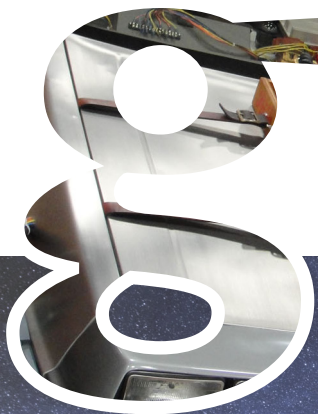
El rozamiento con el aire es insignificante a esa altura y un satélite permanecería milenios en una órbita así. Por contra, la Estación Espacial Internacional debe efectuar correcciones de altura de forma regular. Descubre a qué altura orbita la EEI, cuánto cae cada año y cuánto tardaría en chocar contra la superficie terrestre si no se hicieran correcciones a su órbita.

Uno de los antiguos miembros del proyecto Daedalus se reconvierte en ingeniero de montañas rusas.

Averigua por qué las montañas rusas tienen esa forma. ¿Qué pretende su constructor con ese diseño: provocar aceleraciones elevadas, altas velocidades o ambas cosas?



f



El piloto 'Hawk' (Hawking) tiene un cliente, un chico que desea emociones fuertes. Hawk efectúa una serie de maniobras temerarias, incluyendo poner el avión boca abajo. ¿Por qué el avión no cae a tierra? Investiga sobre los mecanismos de la sustentación alar.



# SPACE COWBOYS

## CUESTIONES PARA EL DEBATE



Una ingeniera de la NASA afirma que para batear una pelota de béisbol a la Luna solamente habría que enviarla a mitad de camino y la gravedad de la Luna haría el resto. Estrictamente hablando, esto no es cierto. La pelota debería llegar al punto en que la gravedad terrestre y la lunar se equilibren. Calcula dónde estará dicho lugar y descubre si se encuentra más cerca de la Tierra o de la Luna.

Los astronautas cuentan con una `ventana` de 42 horas para reparar el satélite dañado. ¿Qué es ese intervalo de tiempo que los ingenieros espaciales llaman `ventana`?

Un ingeniero habla de la `órbita geosinc` (geosincrónica). Descubre a qué distancia se encuentra ese tipo de órbitas y qué ventajas ofrece para el despliegue de satélites.



CLINT EASTWOOD  
DONALD SUTHERLAND

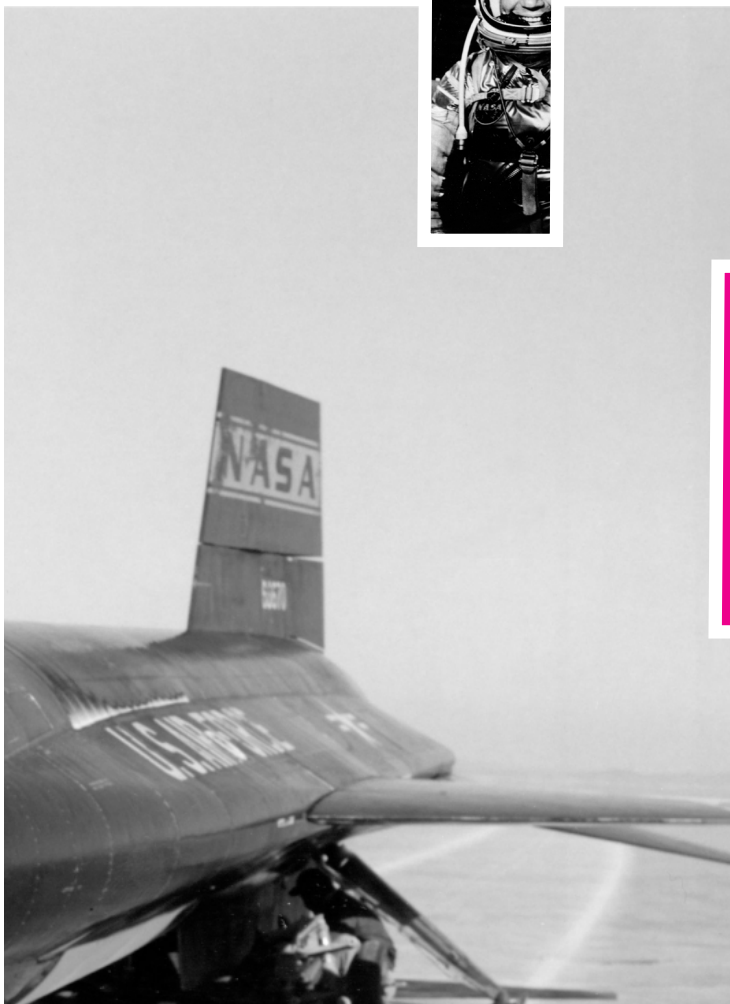


Los astronautas de la NASA utilizan una centrífuga gigante para simular las aceleraciones existentes durante el lanzamiento. Examina el funcionamiento de una centrífuga para aprender cómo funciona. ¿Existe realmente la fuerza centrífuga, o como afirman algunos científicos, es tan sólo una invención?



Parte del entrenamiento para aprender a manipular un satélite en órbita tiene lugar en una piscina, pero en el espacio no hay agua.

¿Qué sentido tiene esa parte del entrenamiento?  
¿Podría hacerse en otro tipo de líquido?



NEIL ARMSTRONG CON EL X-15 ROCKET • NASA



m

El transbordador alcanza al satélite Ikon y lo sujeta con su brazo mecánico. Ambos objetos parecen estar en reposo uno respecto del otro, pero en realidad se mueven a miles de kilómetros por hora. Es un buen momento para discutir el concepto de velocidad relativa. ¿Vería un observador en Tierra que ambos objetos están en reposo? ¿Y uno que se moviese con el satélite?

PARA AMPLIAR INFORMACIÓN

---

**Fundación Descubre:** <http://fundaciondescubre.es>

**Naukas:** <http://www.naukas.com>

**Materia:** <http://www.esmateria.com>

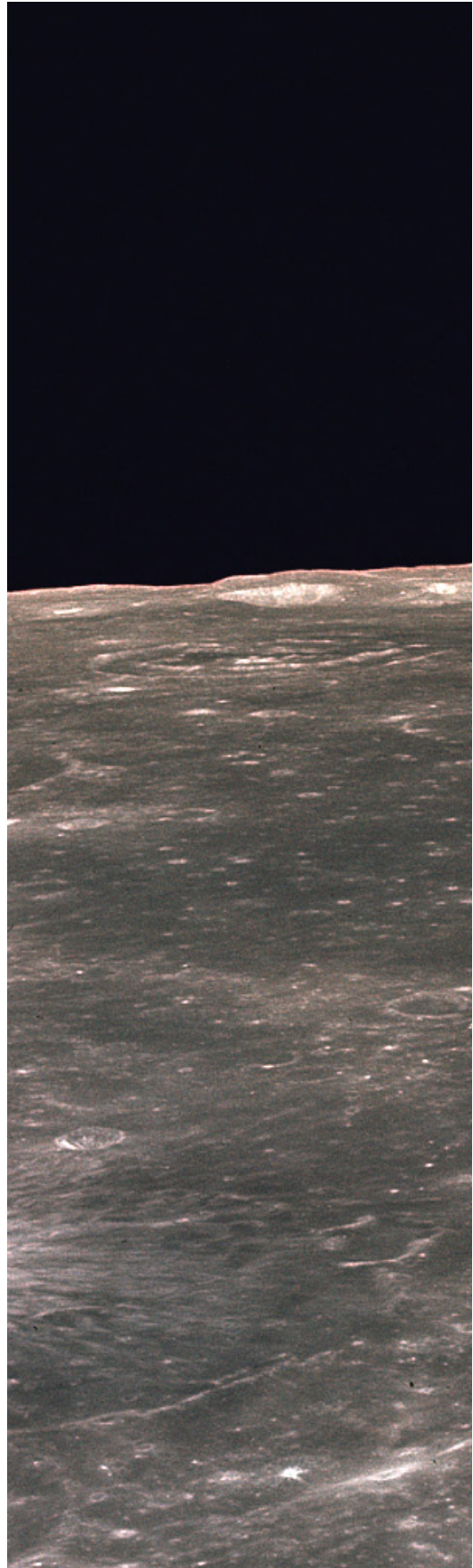
**Física de Película:** <http://fisicadepelicula.blogspot.com.es>

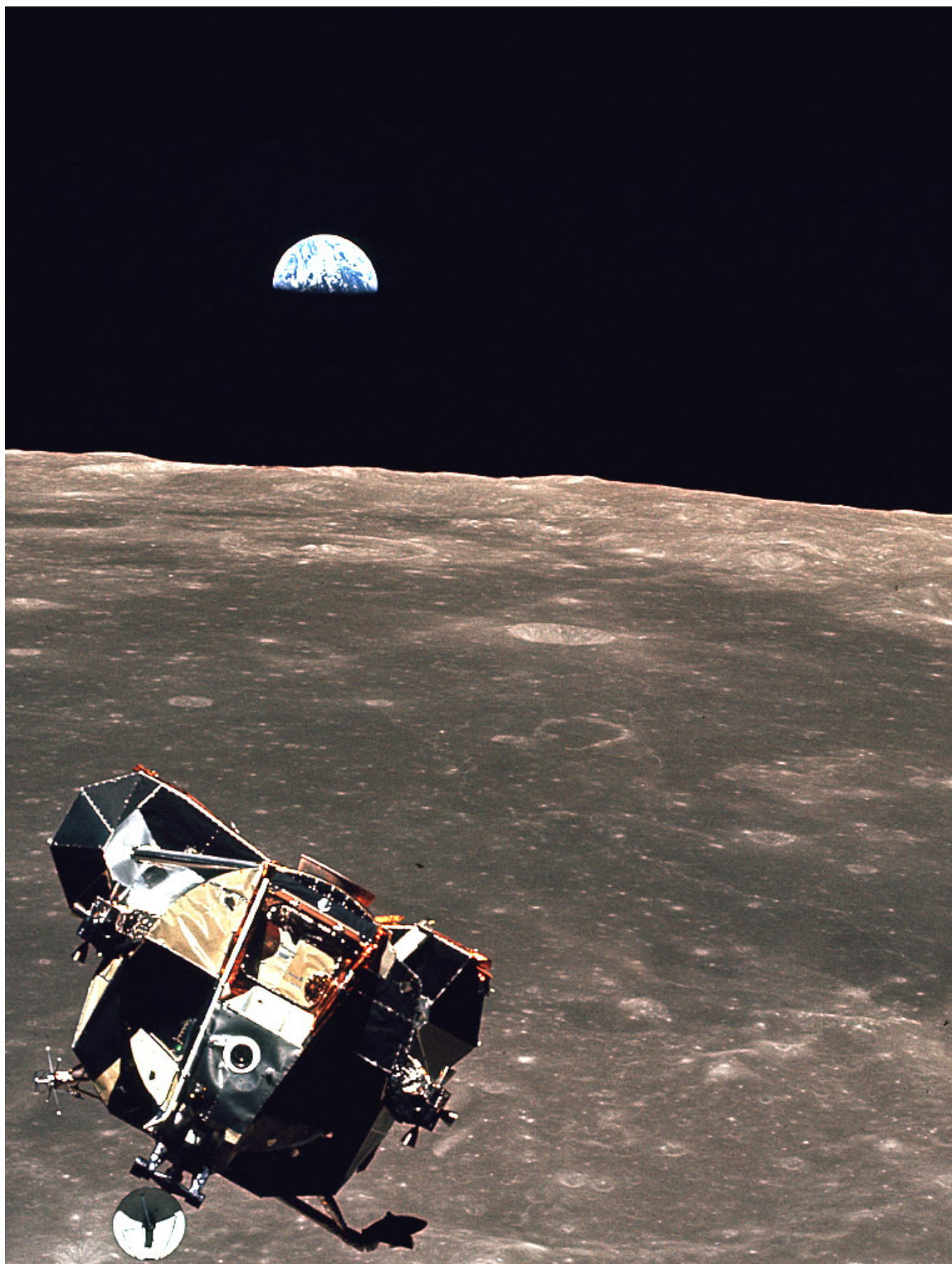
**El Tercer Precog:** <http://eltercerprecog.blogspot.com.es>

**Malaciencia:** <http://www.malaciencia.info>

**ISMP (Inglés):** <http://www.intuitor.com/moviephysics/>

**The Big Blog Theory:** <http://thebigblogtheory.wordpress.com>





DESQBRE

FUNDACIÓN ANDALUZA PARA LA DIVULGACIÓN  
DE LA INNOVACIÓN Y EL CONOCIMIENTO

[www.fundaciondescubre.es](http://www.fundaciondescubre.es)