

Índice

Programa.....	2
Presentación.....	3
Los ponentes:.....	5
Prof. Carlos Barceló.....	5
Prof. Roberto Emparan.....	6
Dr. José Antonio Rodríguez Manfredi.....	6
Marte (The Martian).....	8
Comentario.....	9
Primer.....	13
Comentario: Primer: viajes en el tiempo <i>low-cost</i>	14
<i>Interstellar</i>	18
Comentario.....	19

Programa

- Día 4 de Septiembre: *Marte (The Martian)*, presentada por el **Doctor Ingeniero José Antonio Rodríguez Manfredi** (Centro de Astrobiología INTA-CSIC).
- Día 5 de Septiembre: *Primer*, presentada por el **Profesor Carlos Barceló** (Instituto Astrofísico de Andalucía).
- Día 7 de Septiembre: *Interstellar*, presentada por el **Profesor Roberto Emparan** (ICREA y Universidad de Barcelona).

Hora y lugar: las fechas indicadas a las 20:30 en los Multicines Avenida de Palencia (Av. de Valladolid, 10, E-34002 Palencia, teléfono: 979 72 03 32).

Entradas: ya a la venta en las taquillas de los Multicines Avenida u online en <http://cinespalencia.com>, a **5€**. Abono a las tres películas: **9€**.

Presentación

Si hay que escapar de un agujero negro, de las arenas de Marte o de las trampas de las máquinas del tiempo, que sea en la mejor compañía: la de tres científicos que son auténticos expertos en esos entornos hostiles; lo más cercano que puede haber a un Indiana Jones de esos parajes casi de fábula en los que aún no hemos puesto el pie, pero a los que empezamos a mandar mensajes en modernas botellas de titanio.

De su mano, en el ciclo Cinencia, vamos a descubrir qué de cierto hay detrás de algunas de las películas de ciencia-ficción más alabadas por la crítica en los últimos años. ¿De verdad el tiempo transcurre más lentamente cerca de un agujero negro? ¿Se puede de verdad cultivar en Marte? ¿Se podría viajar en el tiempo?

Carlos, Roberto y José Antonio van a presentarnos *Marte*, *Primer* e *Interstellar*, van a dirigir nuestra mirada a esos detalles que se nos escapan cuando vemos estas estupendas películas y, después de que disfrutemos con las aventuras, van a responder a (casi) todas esas preguntas con las que se salimos de una sesión de cine de ciencia-ficción y normalmente no tenemos a quién hacer. Sólo hay que ir, abrir bien los ojos, disfrutar de la película y dejar que esa curiosidad con la que nacemos y que poco a poco nos van apagando, fluya y rebose de nuestros labios transformándose en una pregunta.

Esta iniciativa, destinada a todos los públicos de 9 a 90 años, surge del afán de los científicos de este país de dar a conocer su trabajo y compartir lo que saben con aquéllos para quien, al fin, y al cabo, trabajan; pero va mucho más allá: son conscientes de

la importancia que la Ciencia y su hermana la Tecnología tienen en el desarrollo cultural, humano, artístico (además de económico) de nuestra sociedad. Y quieren transmitir esta idea y su entusiasmo por una aventura intelectual en la que la Humanidad se embarcó desde que descubrió el uso del fuego (o desde que el monolito de *2001 Una Odisea en el Espacio* llegase...)

La Historia nos enseña lo que pasa cuando tus vecinos descubren cómo hacer bronce y tú no, porque, además de para esculpir el mármol y crear obras de arte imperecederas, sirve para hacer mejores arados, instrumentos quirúrgicos más precisos y (también, desgraciadamente) mejores armas.

A pesar de lo claro que está esto, sentimos que estamos empezando a quedarnos atrás, que nos jugamos nuestro futuro y que la sociedad no se da cuenta de las graves implicaciones que tiene rezagarse. La educación es la única solución a éste y otros muchos problemas. Por eso creemos que en la importancia de la divulgación y de enseñar a mirar, en vez de al suelo, a las estrellas que, muchas más veces de las que podríamos pensar, tienen las respuestas a las preguntas que nos formulamos (incluso, a nuestras necesidades cotidianas).

Para la organización de este ciclo ha sido fundamental, además de la generosidad de los ponentes, el apoyo económico de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) y la Sociedad Española de Gravedad y Relatividad (SEGRE) y el apoyo del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y de la Empresa Margareto, a todos los cuales queremos expresar nuestra gratitud.

Tomás Ortín Miguel

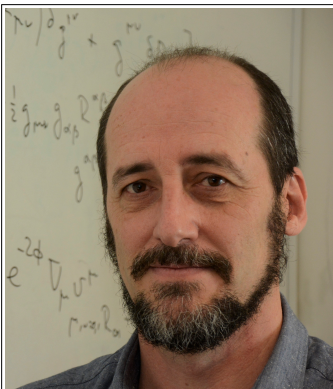
Instituto de Física Teórica UAM/CSIC

Los ponentes

Prof. Carlos Barceló

Carlos Barceló es doctor en Ciencias Físicas y Científico Titular del CSIC. Desarrolla su labor investigadora en el Instituto de Astrofísica de Andalucía y es el actual Presidente de la Sociedad

Española de Gravitación y Relatividad (SEGRE). Su trabajo se centra en la teoría de la relatividad general, y en cómo esta debería modificarse debido a efectos cuánticos. Tiene un gran interés por la divulgación científica. Su más reciente contribución ha sido la publicación del libro titulado *La gravedad*, de la colección *¿Qué sabemos de?*



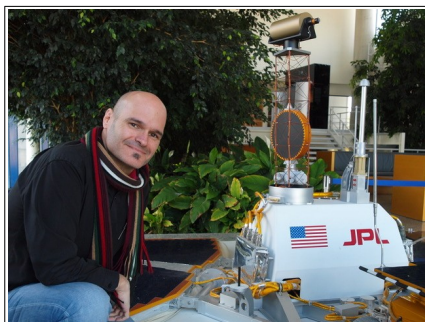
Prof. Roberto Emparan

Nací en Bilbao en el año en que los agujeros negros fueron bautizados con ese nombre. Soy investigador ICREA en el Institut de Ciències del Cosmos de la Universidad de Barcelona, donde intento entender lo

que los agujeros negros nos pueden decir sobre el espacio y el tiempo al nivel más fundamental. Desde hace unos años quiero compartir con un público amplio los fascinantes avances recientes en nuestro esfuerzo por comprender mejor el universo, y por ello he publicado *Iluminando el lado oscuro del Universo -- Agujeros negros, ondas gravitatorias, y otras melodías de Einstein*, editado por Ariel en 2018.

Dr. José Antonio Rodríguez Manfredi

Doctor Ingeniero del Departamento de Instrumentación y Exploración Espacial del Centro de Astrobiología (INTA-CSIC).



Su labor investigadora está centrada en el desarrollo de instrumentación espacial para la exploración y caracterización ambiental y geo-biológica de otros planetas o lunas, y también para el estudio de ambientes extremos de nuestra propia Tierra.

El Dr. Rodríguez-Manfredi es el Investigador Principal de los instrumentos espaciales TWINS (*Temperature and Winds for InSight*), parte de la instrumentación de la misión InSight (*Interior Exploration using Seismic Investigations, Geodesy and Heat Transport*) que la NASA lanzó en Mayo, y MEDA (*Mars Environmental Dynamics Analyzer*) en la misión Mars 2020 de NASA, cuyo lanzamiento está previsto para 2020.

Ambos instrumentos tienen por fin la caracterización de la atmósfera marciana, objetivo que está ligado, en último extremo, al envío de misiones tripuladas al planeta rojo.

Además, durante los últimos años, fue el Mission Manager del instrumento REMS (*Rover Environmental Monitoring Station*), que desde 2012 se encuentra explorando Marte como parte de la misión *Mars Science Laboratory - Curiosity* de la NASA, un vehículo de casi 1 tonelada de peso (en la Tierra), y cuyo objetivo fundamental es caracterizar una región de la superficie del planeta rojo como hábitat potencial para la vida, presente o pasada.

Asimismo, ha liderado o contribuido en más de 40 proyectos de investigación y desarrollo, liderado o participado en más de 150 publicaciones científicas, e impartido más de un centenar de conferencias científicas y charlas, reflejo de su elevado compromiso con la divulgación de la ciencia y la tecnología.

Marte (The Martian)

(Estados Unidos, Reino Unido, 2015)

Dirección: *Ridley Scott.* **Producción:** *Simon Kinberg, Drew Goddard, Mark Huffam, Michael Schaefer, Ridley Scott.* **Guión:** *Drew Goddard, Andy Weir.* **Basada en:** *El marciano de Andy Weir.* **Música:** *Harry Gregson-Williams.* **Fotografía:** *Dariusz Wolski.* **Montaje:** *Pietro Scalia.* **Vestuario:** *Janty Yates.* **Protagonistas:** *Matt Damon, Jessica Chastain, Kristen Wiig, Jeff Daniels, Michael Peña, Kate Mara, Sean Bean, Sebastian Stan, Donald Glover, Chiwetel Ejiofor, Aksel Hennie, Benedict Wong, Mackenzie Davis, Naomi Scott.*

Argumento (Wikipedia): La tripulación de la misión a Marte Ares III está explorando Acidalia Planitia en el día marciano o sol 18 de una misión de 31 soles. Una tormenta de polvo les obliga a abandonar la misión y regresar a la nave en órbita “Hermes”. Durante la evacuación, el astronauta Mark Watney es golpeado por una antena y se pierde en la tormenta; la telemetría de su traje indicó descompresión y pérdida de signos vitales antes de apagarse. Con los restantes miembros de la tripulación en peligro, la comandante Melissa Lewis da la orden de despegue del VAM (Vehículo de Ascensión de Marte) sin él.

Tras la tormenta, Watney es despertado por la alarma de bajo nivel de oxígeno de su traje y regresa al “Hab” (Hábitat), la base de operaciones de la tripulación en Marte. Se extrae una pieza de antena del abdomen, que había perforado su traje y destruido su biomonitor, lo que dio lecturas erróneas de sus signos vitales, e inicia un vídeo diario. Es consciente de que su única posibilidad de rescate es la llegada de la misión Ares IV al cráter Schiaparelli, a 3 200 kilómetros de distancia, dentro de cuatro años, y que va a necesitar sus conocimientos científicos para sobrevivir...

Comentario

Aunque se trata de una película de ciencia ficción y, por tanto, debemos asumir las ciertas *licencias* cinematográficas que se toma para hacerla más dinámica y entretenida, hay que reconocer que parte de una buena base científico-tecnológica y, en muchos aspectos, es ciertamente realista. También es preciso reconocer que parte de esa verosimilitud de la película es dada por la novela homónima en la que se basa (*The Martian*, de *Andy Weir*, editada en 2011).

Desde un punto de vista científico, especialmente desde las perspectivas geológica y meteorológica, el Marte retratado en la película es muy parecido al que las misiones enviadas a explorar el planeta nos han mostrado (Imagen 1).



Imagen 1. *Selfie* tomado por el rover *Curiosity* con el *Monte Sharp* al fondo. El paisaje y los colores de la superficie son muy parecidos a los que podemos ver en la película *El Marciano*. (Fuente: NASA / JPL-CalTech / MSSS)

Los paisajes inhóspitos, la geología escabrosa y los fenómenos ambientales que muestra están inspirados en las imágenes y los datos que esas misiones han enviado durante las últimas décadas... con ciertas consideraciones a hacer.

A pesar de la tenue atmósfera que tiene el planeta, en él ocurren tormentas de polvo (casi) como la que desencadena la trama de la película (Imagen 2). “Casi como la de la película”, porque debido precisamente a esa baja densidad de la atmósfera (aproximadamente un 1% de la densidad en la Tierra), los vientos que esa tormenta produce no tienen tanta capacidad de arrastre, tanta fuerza, como los que se muestran.

Asimismo, si el planeta es tan árido y las condiciones tan extremas, cabría preguntarnos “¿podríamos cultivar patatas en la superficie de Marte como se hace en la película?” La respuesta simple es *sí, podríamos*. Comentaremos cómo y por qué en la discusión tras la proyección.

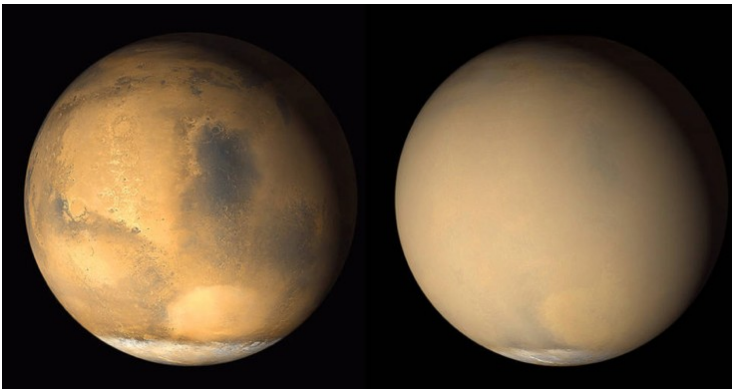


Imagen 2. Tormenta de polvo global cubriendo todo el planeta simultáneamente. (Fuente: NASA / JPL-CalTech / MSSS)

Por lo que respecta a los aspectos más tecnológicos, la película evidencia el gran asesoramiento que tuvo aunque, como comentábamos anteriormente, también comete ciertas imprecisiones.

Algunos ejemplos de los aciertos y verosimilitudes en este contexto son la posibilidad de usar la misión Pathfinder/Sojourner para transmitir mensajes a la Tierra, los vehículos empleados o, aunque parcialmente, el uso del Generador de Radioisótopos como fuente de energía portátil.

Por el contrario, la breve latencia en las comunicaciones, los trajes, las naves interplanetarias, o la capacidad de aterrizaje en Marte difieren notablemente de la realidad tecnológica actual.

Indudablemente, hay que tener presente que la película trata de reflejar una visión ciertamente futurista. No obstante, hay aspectos más propios de la ficción y, tal vez, de esa necesidad de la espectacularidad cinematográfica, que de una realidad científica.



Imagen 3. Método ideado por el astronauta para comunicarse con JPL/NASA, a través de la cámara de la misión Pathfinder. (Fuente: 20th Century Fox)

Éstas son sólo algunas de las diferencias (que no errores) y similitudes científico-tecnológicas que se muestran en la película frente a la realidad. Comentaremos en detalle todas ellas tras la proyección de la película.

Además, tendremos la oportunidad de discutir las preguntas de fondo que subyacen tras esta historia: ¿es o sería posible habitar Marte? Y, ¿cuándo?

José Antonio Rodríguez Manfredi
Centro de Astrobiología INTA-CSIC

Primer

(Estados Unidos, 2004)

Dirección, producción, guión, música y montaje: *Shane Carruth.*

Protagonistas: *Shane Carruth y David Sullivan.*

Primer es una película estadounidense de ciencia ficción de 2004 sobre un descubrimiento accidental del viaje a través del tiempo. El filme fue escrito, dirigido y producido por Shane Carruth, un matemático y ex ingeniero, y fue realizado con un presupuesto de \$7.000. Premio del Jurado en el Festival de Cine Independiente de Sundance de 2004. (*Wikipedia*)

Argumento (*Wikipedia*): El filme está ambientado en la ciudad ficticia de Copper, un suburbio de Dallas (Texas), a principios del siglo XXI. Cuatro ingenieros (Aaron, Abe, Robert y Phillip) trabajan para una corporación durante el día y tienen un negocio llamado Emiba Devices en el cual trabajan durante la noche en el garaje de Aaron construyendo y vendiendo tarjetas JTAG. Con las ganancias de su trabajo, el grupo financia proyectos con los que esperan obtener la atención de algunos inversores.

Después de una discusión sobre qué proyecto deberían realizar, Aaron y Abe comienzan a trabajar independientemente en una máquina que reduce el peso de cualquier objeto. El dispositivo funciona a la perfección, pero tiene un efecto secundario inesperado: Abe descubre que crearon accidentalmente una máquina del tiempo...

Comentario: Primer: viajes en el tiempo *low-cost*

La posibilidad de viajar en el tiempo ha atraído a muchos pensadores y literatos, quizá desde siempre. Ya Goethe hacía viajar a Fausto a varios momentos de la historia. Sin embargo,

con la creciente importancia de la medida del tiempo a finales del Siglo XIX se originaron las primeras novelas en las que se dedicaba espacio a describir una máquina del tiempo: el viaje en el tiempo se revestía de una atmósfera científica. La novela más famosa a este respecto es “La máquina del tiempo” de H.G. Wells, de 1895, aunque hay ejemplos de descripción de máquinas del tiempo anteriores (p. ej. Enrique Gaspar y Rimbau escribió “Anacronópete” en 1987, donde ya se describía una de estas máquinas).

Curiosamente, pocos años después, esta aura científica de la manipulación del tiempo se plasmó en una concreta realidad científica. El 1905 Albert Einstein proponía la relatividad del avance del tiempo y el 1915 toda una teoría sobre la plasticidad del espacio y del tiempo: la relatividad general. Esta teoría relaciona la forma del espacio y el transcurrir del tiempo con la gravedad producida por los cuerpos con masa (o energía).

A lo largo del siglo XX y hasta nuestros días son innumerables las novelas y películas en las que se producen viajes en el tiempo, casi siempre con la intención de generar situaciones de tensión dramática. Por otra parte, el marco de la relatividad general ha permitido estudiar diversas situaciones que contienen bucles en el tiempo. La descripción del viaje en el tiempo en una película puede ser más o menos cercana a sus posibles descripciones científicas. También, el uso que se hace de él puede variar en interés y originalidad. La película que aquí nos atañe, *Primer*, tiene precisamente una interesante combinación de originalidad y resonancias científicas.

En *Primer* el encuentro de una máquina del tiempo es fortuito, algo que ha sucedido en muchas ocasiones en el mundo de la

ciencia. Los ingenieros protagonistas estaban investigando la posibilidad de hacer más ligero a un cuerpo. El guionista de la película (que también ejerce de realizador y varios papeles más) nos sugiere que el peso de los cuerpos tiene algo que ver con la posibilidad de viajar en el tiempo. Como explicaremos en la previa a la película esta relación existe ciertamente en la relatividad general.

Creo conveniente explicar en este texto las características de la máquina del tiempo propuesta por *Primer*. El ritmo cinematográfico hace que en un primer visionado pueda no resultar sencillo entender su funcionamiento. Lo más sencillo para explicarlo es un ejemplo fiel a la descripción de la película. La máquina del tiempo es una caja situada en una habitación aislada. A las 11:45 quien se dispone a viajar en el tiempo activa un temporizador situado en la caja y sale de la habitación. A los quince minutos el temporizador salta y activa la caja: esto sucede a las 12:00. Más tarde, por ejemplo a las 20:00, el viajante vuelve a la habitación y aprieta el botón que desactiva la caja. Entonces, durante los breves instantes que tarda la caja en desactivarse, se mete dentro de la caja. Allí espera hasta que transcurran exactamente 6 horas. Entonces sale de la caja y se da cuenta de que el reloj de la habitación no marca las 2:00 de la madrugada del día siguiente sino las 12:00 de la mañana, justo el momento en que se activó la caja. Estas últimas 6 horas las ha dedicado a ir hacia atrás en el tiempo. Cuando sale de la máquina y durante las próximas 6 horas el viajero existe por duplicado, uno 12h más viejo que el otro. A partir de las 20:00 volvemos a una situación normal en la que solo el viajero 12h envejecido permanece. Pero, ¿y si durante esas 6 horas los dos viajeros se encuentran? Entonces la

situación podría dar lugar a muchas posibilidades, ninguna de ellas “normal”.

La película permite discutir los múltiples efectos que se podrían producir de conseguir construir una máquina del tiempo. También nos hace enfrentarnos a las paradojas asociadas al viaje temporal. ¿Podemos identificarlas? Películas de este tipo nos hacen ser conscientes de lo arraigado que tenemos el concepto de causalidad y su ordenación: un suceso es la causa de otro suceso posterior. Mientras tenemos bajo control este concepto las máquinas en el tiempo no nos parecen tan peligrosas o imposibles. ¿Cuál es el verdadero factor que consigue asustar a nuestros protagonistas?

La relatividad general permite jugar con el tiempo y generar situaciones paradójicas o aparentemente paradójicas. Ya se ha demostrado la validez de algunas situaciones; otras sin embargo siguen resistiéndose, quizá porque exista algún principio o razón desconocido que no permita por ejemplo los bucles en el tiempo. El marco de la relatividad general permite hacerse estas preguntas y abordarlas con herramientas científicas. Por ejemplo, Stephen Hawking propuso el llamado principio de protección cronológica: que las leyes de la física conspiran para evitar la formación de bucles en el tiempo. En la película las leyes de la física no pueden evitarlo pero sí hacen que los viajeros experimenten una serie de secuelas: el viaje en el tiempo tiene un coste.

La película tiene un guion intrincado que se hace a ratos difícil de seguir. Esto es parte del atractivo para los amantes de la película, sentirse llevados por un mar de acontecimientos en espera de conexión. Nada más divertido que sentarse con unos

amigos a la salida del cine a intentar reconstruir el flujo de información de *Primer*, y a sentirse por unos momentos tan inteligentes como los cuatro ingenieros de la ficción, o sus creadores en la realidad. En cualquier caso, independientemente de sus resonancias puramente científicas o de sociología de la ciencia, es interesante comprobar cómo se puede hacer una película atractiva, además de ciencia-ficción, con los exiguos 7.000 dólares con los que contó *Primer*.

Aquellos interesados pueden ver la entrevista a Shane Carruth en *youtube*:

<https://www.youtube.com/watch?v=xutm64BydoY>

Carlos Barceló
Instituto de Astrofísica de Andalucía

Interstellar

(Estados Unidos, Reino Unido, Canadá, 2014)

Dirección: *Christopher Nolan.* **Producción:** *Emma Thomas, Christopher Nolan, Lynda Obst.* **Guión:** *Jonathan Nolan, Christopher Nolan.* **Música:** *Hans Zimmer.* **Fotografía:** *Hoyte van Hoytema.* **Montaje:** *Lee Smith.* **Protagonistas:** *Matthew McConaughey, Anne Hathaway, Jessica Chastain, Bill Irwin, Ellen Burstyn, Michael Caine, Matt Damon.*

Interstellar es una película épica de ciencia ficción estadounidense de 2014, dirigida por Christopher Nolan y protagonizada por Matthew McConaughey, Anne Hathaway, Jessica Chastain, Michael Caine y Matt Damon. La película presenta a un equipo de astronautas que viaja a través de un agujero de gusano en busca de un nuevo hogar para la humanidad. Los hermanos Christopher y Jonathan Nolan escribieron el guión, que tuvo su origen en un borrador que Jonathan desarrolló en 2007. Christopher Nolan produjo la película junto a su esposa Emma Thomas mediante su compañía productora Syncopy, y con Lynda Obst a través de Lynda Obst Productions. El físico teórico Kip Thorne (Premio Nobel de Física 2017), cuyo trabajo inspiró la película, fue productor ejecutivo y participó como consultor científico. Warner Bros., Paramount Pictures y Legendary Pictures cofinanciaron la película. Premio Óscar a los mejores efectos visuales y nominaciones por mejor banda sonora, mejor sonido y mejor diseño de producción en el año 2014. (*Wikipedia*)

Argumento (*Wikipedia*): En algún momento del siglo XXI, la destrucción de las cosechas en la Tierra ha hecho que la agricultura sea cada vez más difícil y se vea amenazada la supervivencia de la humanidad. Joseph Cooper, un viudo exingeniero y piloto de la NASA, dirige una granja con su suegro Donald, su hijo Tom, y su hija Murph, que cree que su habitación está embrujada por un poltergeist. Cuando se crea un patrón de polvo en el suelo, Cooper se

da cuenta de que la gravedad está detrás de su formación, no un "fantasma". Interpreta el patrón como un conjunto de coordenadas geográficas formadas en código binario. Cooper y Murph siguen las coordenadas a una instalación secreta de la NASA, donde se encuentran con el exprofesor de Cooper, el Dr. Brand.

Brand revela que un agujero de gusano misteriosamente apareció cerca de Saturno 48 años antes, abriendo un camino a una galaxia distante con planetas potencialmente habitables. Bajo su dirección, doce voluntarios viajaron a través del agujero para evaluar la idoneidad de cada planeta como nuevo hogar de la humanidad. Los voluntarios Miller, Edmunds y Mann enviaron datos alentadores de planetas cerca de un agujero negro supermasivo llamado Gargantúa...

Comentario

¿Es posible una película supertaquillera con mucha más ciencia en su guión que todo el curriculum de la ESO y el Bachillerato juntos?

¿Puede un efecto recóndito predicho hace más de un siglo por Einstein (y que tu GPS ha de tener en cuenta) crear tal tensión dramática que nos tenga en vilo durante casi tres horas de película?

¿Cómo mostrar en la pantalla la "acción efectiva de las supercuerdas" sin que el 99% del público abandone la sala?

En 2014 Christopher Nolan volvió a sorprendernos al lograr todo esto en *Interstellar*, la película que tiene entre sus estrellas principales ni más ni menos que a un agujero negro, y que incluye secundarios de lujo tales como un agujero de gusano, ondas gravitacionales y un universo con cinco dimensiones.

Desde su original debut en *Memento* hasta la fascinante *Origen*, Nolan ha gustado siempre de tensar al límite la imaginación de sus espectadores. Cuando leyó un proyecto de guión esbozado por Kip Thorne (¡ni más ni menos que el ganador del premio Nobel de Física en 2017!), Nolan vio claramente cómo la desconcertante física de la relatividad le permitiría una vez más asombrar a su público. Por su parte, Thorne ya tenía experiencia en incorporar la relatividad a la ciencia-ficción más exigente: aquélla que difiere de la mera ficción fantástica en su decisión de respetar la ciencia que conocemos. En los años 80 había asesorado a su amigo Carl Sagan sobre cómo usar los agujeros de gusano en su novela *Contact*, llevada a la pantalla en 1997 en una película que tiene muchos elementos en común (actor protagonista incluido) con “*Interstellar*”. Tras el estreno de esta, Thorne publicó el libro *The Science of Interstellar* (desgraciadamente aún no traducido al castellano) en el que narra la génesis del proyecto y contesta a la pregunta que muchos se hacen tras presenciar la película: ¿puede realmente ocurrir esto que hemos visto?

Si bien ha habido grandes películas con un tratamiento serio de la ciencia que involucran –desde la genial *2001: Odisea del espacio* hasta la más reciente *Gravity*–, *Interstellar* marca un hito en el género por la diversidad y densidad de conceptos científicos y la finura con la que son tratados. No sólo cubre una gran variedad de física gravitatoria; cuestiones como la posibilidad de una catastrófica plaga que en unas décadas arruine las cosechas de toda la Tierra, o la geología y condiciones para la existencia y evolución de la vida en los planetas que visitan los astronautas, fueron sometidas a

escrutinio con el fin de que estuviesen dentro de lo que la ciencia nos dice que no es imposible.

La más potente fuente de dramatismo en la historia se basa en un fenómeno científico real: el tiempo en la vecindad de “Gargantúa” transcurre a un ritmo mucho más lento que en la nave que queda a distancia de él, o que en la Tierra – se nos dice que una hora en el planeta de Miller equivale a siete años en la Tierra. Por increíble que parezca, este efecto entra dentro de la “ciencia bien establecida” de la película. Un reloj en la planta baja de un edificio se retrasa cada día 200 billonésimas de segundo respecto a un reloj en la azotea, donde, al estar 20 metros más lejos del centro de la Tierra, la gravedad es (muy levemente) más débil. Desde luego, este resultado es demasiado pequeño para que lo notemos y decidamos mudarnos al sótano con el fin de retrasar nuestro envejecimiento. Sin embargo el mismo efecto se ha incorporado a nuestras vidas en los últimos años a través de la localización GPS. Ésta se basa en la sincronización entre el reloj interno del aparato en nuestro coche y la señal emitida desde satélites que orbitan a 20000 km de altura. La diferencia de altitud es ahora tal que el retraso diario es de 40 millonésimas de segundo. Si no se tuviese esto en cuenta, en pocos minutos el error en la localización de nuestro aparato de GPS sería de cientos de metros, lo que lo haría inútil para la conducción.

Claramente, en la cercanía del intensísimo campo gravitatorio de un agujero negro la ralentización del tiempo será mucho mayor.

Otro aspecto notable es la ola gigantesca que alcanza a los astronautas poco después de que se hayan posado en la superficie acuática del planeta de Miller. De nuevo, aquí tenemos la magnificación extrema de un efecto familiar. Todos sabemos que las mareas las causa la atracción gravitatoria que la Luna (y en menor medida el Sol) ejerce sobre la Tierra y sus océanos. Nos resulta entonces fácil entender que las mareas que un agujero negro produzca en un planeta próximo a él se manifiesten como olas descomunales.

La ciencia de “Interstellar” se vuelve mucho más especulativa en el desarrollo hacia el clímax de la película a partir del momento en que el astronauta Cooper cae al interior del agujero negro. Aquí Thorne nos introduce a ideas de la física teórica contemporánea –teoría de cuerdas, cosmologías con dimensiones adicionales, y universos-brana– que, aunque no estén verificadas experimentalmente, son consistentes con las leyes establecidas y por tanto aceptables en la narrativa de ciencia-ficción.

Hay muchos otros detalles menores en cuyo tratamiento esta película es también singular. Por ejemplo, las ecuaciones que aparecen en las pizarras no son simplemente caricaturas matemáticas, sino que son ecuaciones genuinas que describen la dinámica de la gravedad y las dimensiones adicionales. ¿Puede identificar el momento en que Murph (Jessica Chastain) comienza a escribir en una pizarra la “acción efectiva de la teoría de cuerdas a bajas energías”, correctamente y en toda su gloria?

Si bien hay algunos momentos en los que la película flojea en su intento por no caricaturizar la ciencia, me parece indudable que sus virtudes únicas compensan sobradamente sus defectos

e irregularidades. Es, sin duda, una obra que todos los buenos aficionados a la ciencia moderna y a la más ambiciosa ciencia-ficción querrán ver más de una vez para sacar el jugo a la gran cantidad de detalles de buena ciencia que se pueden encontrar en ella.

En la web:

- Reseña para *Investigación y Ciencia* del libro *The Science of Interstellar*, de Kip Thorne

<https://www.investigacionyciencia.es/files/20936.pdf>

- Vídeo *Roberto Emparan comenta Interstellar* en

<https://youtu.be/QgzJjmEfZnw>

Roberto Emparan
ICREA y Universitat de Barcelona

Hora y lugar: las fechas indicadas a las 20:30 en los Multicines Avenida de Palencia (Av. de Valladolid, 10, E-34002 Palencia, teléfono: 979 72 03 32).

Entradas: ya a la venta en las taquillas de los Multicines Avenida u online en <http://cinespalencia.com>, a 5€. Abono a las tres películas: 9€.