

## RELATIVITA' AL CINEMA

Valutazioni minime sulla verosimiglianza scientifica dei fatti descritti nel film "Interstellar" da parte di un cinefilo mediamente acculturato sulla teoria della relatività di Albert Einstein.

### INTERSTELLAR(2014)

Un film di [Christopher Nolan](#). Con [Matthew McConaughey](#), [Anne Hathaway](#), [Jessica Chastain](#), [Michael Caine](#), [John Lithgow](#), [Ellen Burstyn](#), [Casey Affleck](#), [Wes Bentley](#), [Mackenzie Foy](#), [David Oyelowo](#), [Matt Damon](#), [Topher Grace](#), [Bill Irwin](#), [Eyes Gabel](#), [Timothee Chalamet](#), [David Gyasi](#), [Liam Dickinson](#), 169 min, USA

#### Cast

[Matthew McConaughey](#): Cooper, [Anne Hathaway](#): Amelia Brand, [Jessica Chastain](#): Murphy "Murph" Cooper, [Michael Caine](#): Professor Brand, [John Lithgow](#): Donald, [Mackenzie Foy](#): Murphy "Murph" bambina, [Ellen Burstyn](#): Murphy Cooper anziana, [Casey Affleck](#): Tom, [Matt Damon](#): Dr. Mann, [Topher Grace](#): Getty, [Wes Bentley](#): Doyle, [David Gyasi](#): Romilly, [Timothée Chalamet](#): Tom adolescente, [William Devane](#): Membro del consiglio NASA, [Jeff Hephner](#): dottore, [Eyes Gabel](#): scienziato, [David Oyelowo](#): preside



## PREMESSE

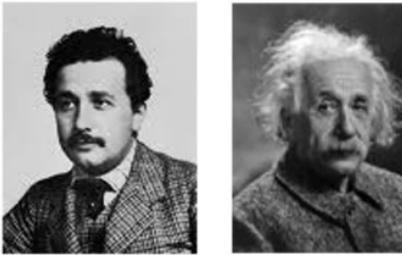
Lo spettatore ingenuo che si aspetta un semplice film di fantascienza ha bisogno di alcune preventive informazioni (fanta)scientifiche, altrimenti la fruizione del film diventa confusa, noiosa e incomprensibile, e vi assicuro che sarebbe un peccato, anche se il film, facciamo un doveroso esempio, è "sideralmente" lontano dalla Odissea 2001 di Kubrick, di cui, però condivide le ambizioni. Ovviamente non c'è

bisogno di essere un fisico o un ingegnere per capire alcuni semplici concetti, che del resto sono alla base del pensiero scientifico moderno.

Tutta la vicenda ruota attorno a cinque concetti fisici o semplici ipotesi matematiche: il **paradosso dei gemelli**, come fa esperienza il protagonista Cooper tornando dal suo viaggio, che cos'è un **buco nero**, dentro il quale Cooper si lancia, che cos'è un **"wormhole"** o buco di verme (o ponte, o varco), che permette alla Endurance di raggiungere i tre pianeti in un tempo soggettivo brevissimo, che diavoleria è un **Tesseract**, dove si aggira smarrito Cooper nel tentativo di parlare con sua figlia, e cosa sono le **onde gravitazionali**, di cui il protagonista si serve per comunicare con la figlia scienziata.

Dunque:

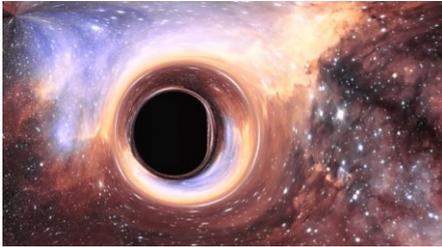
- 1) Il **paradosso dei gemelli**, conseguenza della teoria della relatività ristretta (o speciale) di Einstein. Due gemelli. Uno rimane sulla terra e l'altro parte con



un'astronave per una stella lontana qualche anno luce (distanza che la luce riesce a percorrere in un anno) a velocità prossima a quella della luce, che è una misura assoluta dell'universo. Dopo qualche tempo di permanenza sulla stella, ritorna con le stesse modalità. Mentre per il navigante il tempo si è rallentato ed è passato solo qualche mese, per l'altro sono passati anni. Si possono fare

dei semplici conti per calcolare di quanto rallenta il tempo a bordo dell'astronave e quindi il *timeshift* fra i due gemelli. Il tempo rallenta anche in prossimità di una grande concentrazione di materia, come un buco nero, all'interno del quale il tempo relativistico si ferma, secondo la relatività generale. Se spostiamo il caso a quello del padre che parte a 40 anni mentre la figlia resta a casa, il padre quando ritorna, appena più vecchio, dalla spedizione alla ricerca di nuovi pianeti distanti anni luce dalla Terra, per di più in prossimità di un buco nero, trova una vecchina che per decenni e decenni si è arrovellata nel dolore per la partenza del padre. In realtà tutti questi sono calcoli solo approssimativi perché non tengono conto delle accelerazioni-decelerazioni subite dal "gemello viaggiatore" (pur sempre forze gravitazionali) e dalla sua permanenza in prossimità di grosse masse come un buco nero. Diciamo che il paradosso dei gemelli funziona magnificamente nell'immaginario fantascientifico, pur essendo basato su teorie scientifiche esatte, ma difficilmente sperimentabili nella realtà per un essere umano, teorie verificate per la prima volta nel caso del *timeshift* degli orologi atomici a bordo dei satelliti o in quello delle anomalie dell'orbita di Mercurio.

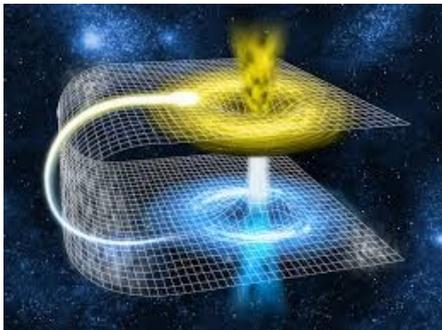
- 2) Un **buco nero** è un gigantesco ammasso di materia che si accresce con il passare del tempo, generalmente al centro di ogni galassia. Qualunque stella



in prossimità del buco nero ruota più o meno velocemente attorno ad esso (come acqua nello scarico del lavandino), fino ad essere inghiottita, come in un enorme imbuto, dalla forza di gravità del buco nero, che inesorabilmente aumenta con il passare del tempo di questo pasto cosmico. Secondo la relatività generale, il buco nero

distorce lo spazio-tempo generando, da una parte, il cosiddetto “orizzonte degli eventi”, che è la superficie di una sfera, concentrica al buco nero, oltre la quale nulla può sottrarsi alla gravità, e, dall'altra, rallentando il tempo relativistico fino ad annullarlo. Neanche la luce può sottrarsi alla forza di gravità di un tale mostro insaziabile (Gargantua nel film)! Ecco perché si chiama buco nero! Sentirete parlare anche di “singolarità”, qui sinonimo di buco nero, che costituisce il centro dell'orizzonte degli eventi, il vertice teoricamente puntiforme dell'imbuto dove la forza di gravità è teoricamente infinita. Domanda fantastica: e che cosa accade oltre l'orizzonte degli eventi? Forse si viene espulsi in un altro universo, ma la discussione scientifica prosegue nel campo della fisica quantistica, alternativa (o forse no) alla fisica einsteiniana!

- 3) Secondo la teoria della relatività generale di Einstein non è escluso che qua e là nell'universo tra le galassie, si aprano dei passaggi che immettono in “cunicoli”, i **buchi di verme** o **ponti di Einstein-Rosen**, dove le leggi fisiche,



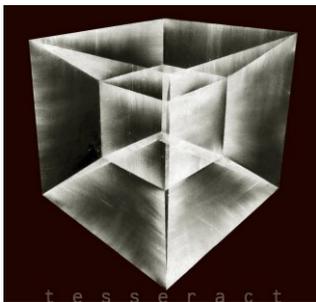
per lo meno quelle conosciute, non valgono più o quasi. Lo spazio e il tempo si contraggono, creando scorciatoie per una qualunque destinazione dell'universo conosciuto (di solito, a questo punto, si fa l'esempio del foglio di carta ripiegato in modo da far coincidere estremità opposte, succede anche nel film). Comodissimo per raggiungere in poco tempo luoghi distanti magari anni luce. I **wormhole** si

formerebbero fra due buchi neri, anzi fra un buco nero e un buco simmetrico detto “bianco”, ipotizzato solo matematicamente, che emetterebbe la materia precipitata nel buco nero nello stesso universo o addirittura in altri universi.

Che cosa succederebbe se si precipitasse in un buco nero? Ci sono varie ipotesi a seconda della massa dei due buchi, fra le quali quella di imboccare la gola, forse pulsante, di un **wormhole** e sbucare in un altro universo in un tempo brevissimo. Questo se i due imbuto si saldano secondo un anello sufficientemente grande. Il celebre fisico Stephen\_Hawking, il grande teorico dei buchi neri, non esclude la possibilità che si formino **wormhole** che immettano in punti dello stesso universo. E questo apre la strada all'ipotesi fantascientifica dei viaggi galattici quasi istantanei. Infatti non si deve

dimenticare che il tempo rallenta, fino teoricamente ad annullarsi, in prossimità di un buco nero. Vedere anche il film "Contact" (Robert Zemeckis, 1997), dove la povera d.ssa Arroway nel tempo impiegato per precipitare da una certa altezza, entra in un buco di verme artificiale, visita una lontana galassia, rivede il padre morto molti anni prima, riprende il cunicolo di ritorno e riemerge giusto in tempo per toccare il suolo. Anche in "Stargate"() gli esploratori entrano in un **wormhole** che li fa arrivare istantaneamente su un mondo lontanissimo, ma senza distorsione del tempo relativistico.

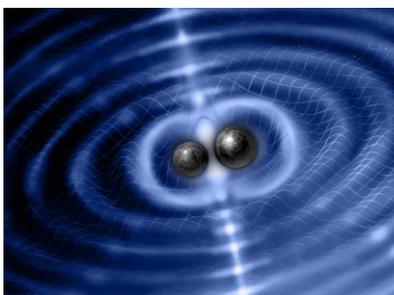
- 4) Il **Tesseract** (o Tesseratto o Ipercubo). Qui stiamo nel campo delle astrazioni matematico-geometriche, anzi nel campo di una geometria a più dimensioni, oltre alle usuali di larghezza, altezza e profondità.



Un cubo è noto a tutti come è fatto. Ha tre dimensioni, ma nessuno impedisce di considerare un cubo a 4 dimensioni, oppure a 5 (fare riferimento al film) oppure a  $n$  dimensioni. Da 4 dimensioni in poi si parla di **Tesseract**. Nella fantascienza, in un'abitazione a **Tesseract** circolare è un problema, basta pensare che in ogni angolo convergono più pareti, in ciascuna porta delle quali si accede a più camere. Un pasticcio irrepresentabile in due o tre dimensioni, a meno di non ricorrere ad una grafica che ormai è diventata standard, un labirinto a più dimensioni come quello in cui cerca di orientarsi il buon Cooper del film (fare riferimento ai film "Cube" (Vincenzo Natali, 1997) e Hypercube (Andrzej Sekula, 2002)). In Italia i cultori del genere fecero la conoscenza con il **Tesseract** nel racconto di Robert Heinlein "And He Built A Crooked House" del 1941,

incluso nella celebre raccolta "Le meraviglie del possibile", Einaudi, 1959, a cura di Sergio Solmi e Carlo Fruttero.

- 5) Le **onde gravitazionali**, onde come quelle elettromagnetiche, sono state previste dalla relatività generale, ma fino a qualche giorno fa non erano mai state rivelate, anche perché sono teoricamente debolissime. Qualunque corpo



massiccio che si muova in prossimità di un altro provoca un'anomalia gravitazionale, ma le onde gravitazionali, di forma ondulatoria (potrebbero essere scambiate con gli effetti di un debole terremoto), sono rilevabili solo se emesse da grandi masse che ruotano l'una intorno all'altra ad altissima velocità: come due buchi neri in procinto di collidere e fondersi. Quelle rilevate dal progetto VIRGO-LIGO il 7/2/2016 sono vere

onde gravitazionali provenienti da due buchi neri in via di fusione di massa rispettivamente di 36 e 29 volte superiore a quella del Sole, distanti 410 megaparsec (milioni di parsec, 1 parsec circa 3.26 anni luce) da noi, e quindi

emesse quasi 1,5 miliardi di anni fa, considerando che le onde gravitazionali si propagano alla velocità della luce.

## IL FILM

In *Interstellar* le ellissi narrative sono molto usate, forse per contenere la durata del film, sinceramente eccessiva, e eliminare i tempi morti che non avrebbero aggiunto nulla alla narrazione. Ciononostante, alcuni tempi morti permangono, soprattutto nella fase iniziale in cui viene tratteggiata la situazione catastrofica del mondo in un



imprecisato futuro e il recupero fortunoso del valente ingegnere e pilota Cooper alla vita attiva. Basti pensare alla sequenza fotografica iniziale di un film come "2022: I sopravvissuti" (Richard Fleischer, 1973) dove in poche decine di secondi viene descritto come si è arrivati al mondo orribile che è lo scenario del film. Non a caso, Nolan è costretto a riempire la narrazione iniziale insistendo sui rapporti fra padre e figlia, sia pure

come premessa anticipatrice degli sviluppi critici della vicenda. Al contrario, si glissa sulla preparazione al viaggio del protagonista, il quale non vola da anni e per di più è psicologicamente compromesso da una vita difficilissima come coltivatore di mais, l'ultimo mais del mondo, e preoccupato per l'avvenire dei figli (bravissimo Matthew McConaughey).

In breve. Il mondo sta morendo, letteralmente di fame. La produzione agricola è agli sgoccioli, fra catastrofi naturali e pesti biologiche. I finanziamenti per la ricerca e per la cultura dei giovani in generale sono esauriti. Il coltivatore di mais Cooper, vecchio pilota ritiratosi dopo un incidente, conduce una vita di preoccupazione e di stenti in una incessante tempesta di polvere che spazza i campi di mais.

La vita malgrado tutto prosegue assieme al vecchio padre e ai suoi figli ancora dei ragazzi, Murph, una problematica e superdotata adolescente e Tom, destinato dall'istituzione scolastica a diventare un agricoltore. Murph, passa lunghe ore nella sua stanza-biblioteca. E' ossessionata da quello che lei chiama "il suo fantasma", fra cadute di libri dallo scaffale e strani scricchiolii come se qualcuno volesse comunicare con lei.



Qualcuno o qualcosa deposita sul pavimento la polvere formando quello sembra un codice a barre che assomiglia al vecchio codice Morse. Ma Cooper riesce a capire che il fenomeno è dovuto ad un'anomalia gravitazionale, un'onda gravitazionale che sta codificando un messaggio binario con la polvere, un

messaggio che contiene coordinate geografiche di un luogo che lui sente oscuramente di dover raggiungere.

Raggiunto il posto, Cooper viene accolto e “recuperato” da quel che resta della NASA, ultimo brandello tecnologico di una società morente, trasformatosi, per sopravvivere, in un’organizzazione segreta.



In una base super protetta, il professor Brand (Michael Caine) illustra a Cooper i suoi piani. Dalla Terra l’umanità deve sloggiare. Urge trovare un altro pianeta dove migrare. Del sistema solare neanche a parlarne. L’unica è trovare pianeti abitabili in altri sistemi stellari, anche fuori della nostra galassia. Sono già state fatte tre spedizioni (Mann, Miller e Edmunds) servendosi di un fantomatico **wormhole** apparso misteriosamente nelle vicinanze di Saturno di cui non si conosce

l’origine, ma probabilmente artificiale, come se qualche ignoto protettore volesse invitare i superstiti della Terra morente a emigrare verso lontane galassie.

Delle tre spedizioni non si sa più nulla, se non la posizioni dei tre pianeti visitati, i cui sistemi stellari orbitano pericolosamente vicino a un buco nero. Dopo un addio straziante alla figlia Murph che lo supplica di non abbandonarla, Cooper parte assieme alla figlia di Brand, Amelia, e ad altri due scienziati a bordo dell’astronave Endurance. Intanto il tempo passa e il paradosso dei gemelli fa corrispondere il loro tempo soggettivo a decenni per gli affetti che avevano lasciato sulla Terra. Due anni per raggiungere il **wormhole** vicino a Saturno, poi l’ingresso nel ponte verso i pianeti da esplorare che orbitano attorno al un buco nero, subito ribattezzato Gargantua, che rallenta il loro tempo soggettivo in base alla relatività generale.

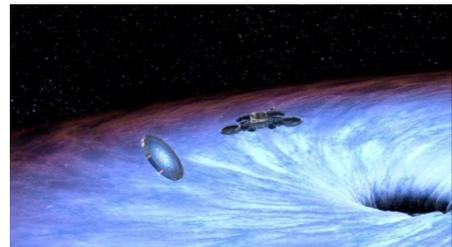


Esplorano con la navetta il pianeta di Miller che non è abitabile per i continui tsunami dell’oceano che lo ricopre completamente, mentre Miller è morta da pochi minuti, in realtà molti mesi. Al loro ritorno sull’Endurance trovano lo scienziato rimasto a bordo, Romilly, invecchiato di 23 anni. E’ una corsa contro il tempo.

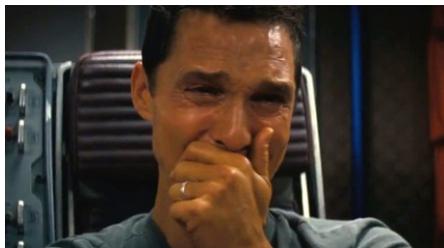


Fra i restanti pianeti di Mann e di Edmunds, Amelia insiste per dirigersi sul primo perché è follemente innamorata del dottor Mann (Matt Damon). Sul pianeta trovano lo scienziato praticamente impazzito in un mondo gelato. L'uomo confida a Cooper che non c'è alcuna speranza di ritornare a casa. Sono stati ingannati da Brand, che, al contrario di quanto sosteneva,

aveva già risolto alcune equazioni gravitazionali necessarie al ritorno, dimostrandolo impossibile, provando al contempo l'impossibilità del progetto di migrazione e quindi la fine dell'umanità. Neutralizzato Mann che tenta di impadronirsi della Endurance per un'impossibile ritorno, provocando un incidente che danneggia l'astronave e uccide sia Mann che Romilly, Cooper e Amelia ripartono per il terzo pianeta Edmunds.



A questo punto, Cooper, quasi impazzito dal dolore di non poter riabbracciare i suoi cari, capisce l'errore che ha fatto. Non aver ceduto alle suppliche di Murph (Murph doveva insistere!). In seguito al grave incidente all'Endurance, i destini di Cooper e Amelia si separano. Lei proseguirà per il terzo e ultimo pianeta, lui tenterà di tornare indietro, mosso da da questo momento in poi



unicamente dall'amore per Murph e la famiglia. Amelia parte per Edmunds, sul quale metterà in atto il piano B di Brand che prevede l'inseminazione del pianeta per far nascere una nuova umanità, mentre Cooper sottrae all'astronave una navetta e si lancia dentro Gargantua nell'ultima speranza di tornare indietro nel suo **wormhole** e rivedere Murph.

Di quanto troverà invecchiata Murph, dopo che tramite alcune trasmissioni l'ha vista crescere, divenire adulta e infine, splendida scienziata che collabora con Brand, ormai vecchissimo?. Ad ogni trasmissione, la disperazione, la nostalgia, la commozione, le lacrime di Cooper aumentano. Assiste impotente al fluire del tempo sul volto della figlia senza poter comunicare e si commuove nel sentire di essere diventato nonno, quando per lui sono passati solo pochi mesi. E ora, quanti anni avrà Murph?

La discesa allucinante nel buco nero termina in un ambiente fantastico, che non è altro che un **Tesseract** a cinque dimensioni dove a Cooper si rivela finalmente il mistero di Loro, degli esseri di un'altra dimensione, i Protettori dell'umanità.

Dopo tante avventure catastrofiche, a tratti confuse e un po' superflue all'economia narrativa del film, ecco l'ultima mezz'ora del racconto, che, onestamente, vale tutto il film, sia dal punto di vista concettuale che da quello figurativo. Bravissimo lo

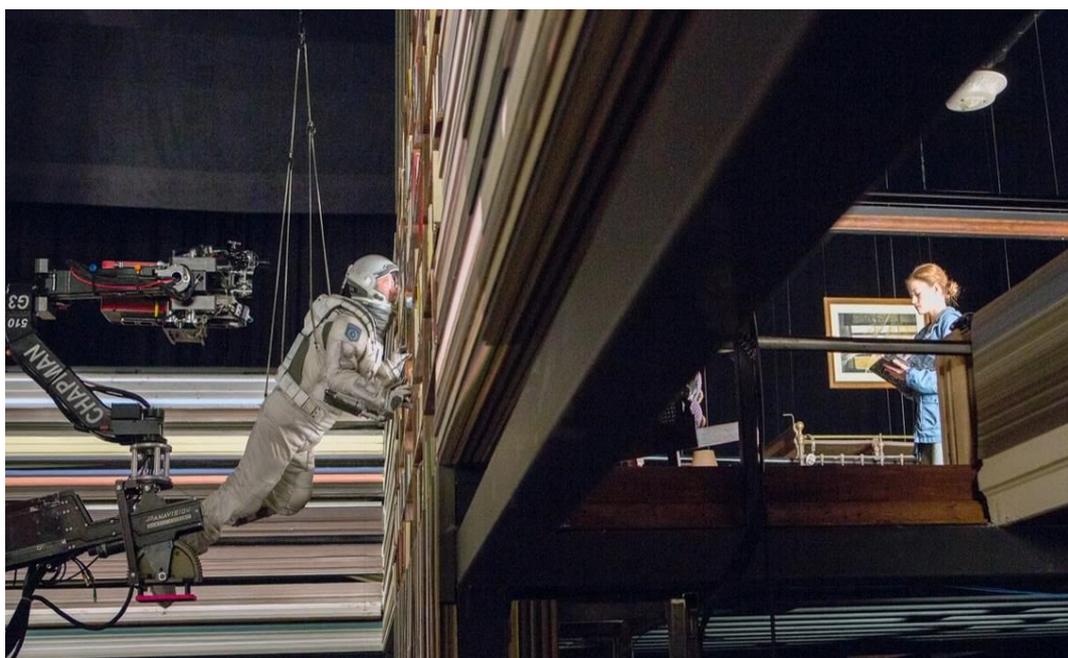
scenografo Nathan Crowley, soprattutto nella rappresentazione fantastica di un **Tesseract** nelle cinque dimensioni della teoria di Kaluza Klein che contengono non



solo le tre della normale realtà fisica in cui ci muoviamo, ma anche la quarta, il tempo relativistico. Si immagina che, per necessità di comprensione visiva dello spettatore e del protagonista, i Protettori presentano a Cooper solo una sezione del **Tesseract** nelle tre dimensioni usuali più la quarta (lo spazio-tempo, il cronotopo, l'iperspazio per la fantascienza), ecco perché Cooper può vedere la stanza della libreria di Murph contemporaneamente nel suo passato e

nel suo presente, come in tante sequenze cinematografiche dei momenti della sua vita, riuscendo ad interagire con Murph ovviamente solo in quella del presente, che per lei scorre più rapidamente di quello di Cooper. Deve assolutamente comunicare con la figlia scienziata perché lo aiuti a trovare il modo di ritornare nel mondo normale. Ma come comunicare con Murph?

Il tempo relativistico non perdona: ci vorranno anni a Murph per risolvere il problema del salvataggio del padre che continua a battere inutilmente sui libri della ragazza e capisce che è lui il "fantasma" che ossessionava Murph da bambina. Nessuna segnale passa da una dimensione all'altra tranne le.....**onde gravitazionali**, ma alcune strutture del **Tesseract** sembrano fatte apposta per emettere impulsi gravitazionali e Cooper, complice un orologio che lui aveva regalato alla ragazza, le usa per trasmettere un messaggio. Dall'altra parte della libreria finalmente la dottoressa Murph Cooper capisce che il "suo fantasma", il "suo papà", è tornato come aveva promesso alla partenza. E questa volta comprende il messaggio. Ora Cooper ha 124 anni e il **wormhole**, con il **Tesseract**, si sta chiudendo.....



Un film del genere, ma è un po' il destino di tutti i film di fantascienza impegnati, presenta non pochi problemi per lo spettatore, primo fra tutti il dubbio circa la verosimiglianza, ovvero la veridicità scientifica della narrazione, lasciata volutamente nel mistero dal Kubrick di "2001 Odissea nello spazio"(1968).

La maggior parte delle volte (ovviamente non sempre) la risposta alle domande dello spettatore non può che essere "Quello a cui assisti è plausibile scientificamente ma irrealizzabile materialmente!".



Quello che succede nella pancia di Gargantua, però, appartiene senz'altro al regno del fantastico perché nessuno sa che cosa accade in una singolarità o in un varco spaziotemporale. Ma non

di rado lo spettatore e la critica cadono preda di una vera e propria sindrome "scienziata" di tipo ossessivo: tutto deve essere chiaro e spiegabile razionalmente, anche se si tratta di un racconto meraviglioso che deve lasciare chi assiste alla sua libera fantasia, alle sue libere associazioni e alle sue inquietudini oniriche. Nel mondo affascinante della fantascienza non tutto è verosimile e spiegabile.

Il film è universalmente accostato all'opera di Kubrick, di cui costituirebbe il completamente. Nulla di più sbagliato. I presupposti sono diversi, gli obiettivi sono diversi, la tecnica cinematografica è diversa. Là il mistero, qui la pretesa di rappresentare la solidità meccanica del mondo che conosciamo, sia pur futuribile. Qui l'unico mistero è quello ereditato dal film di Kubrick, il deus ex machina che aiuta l'umanità. Nel 1968 i monoliti che stimolano l'evoluzione degli ominini, qui la presenza inspiegabile dei Protettori che aprono i **wormhole**.

Film avvincente ed empatico, malgrado i suoi difetti, di grande impatto emozionale. E' una favola che non è giusto prendere troppo scientificamente sul serio, dove, in fondo, il vero e unico mistero sembra essere quello del rapporto con i propri figli/e. Eccellente, si diceva, Matthew McConaughey, che la sua disperazione e le sue lacrime laureano come attore notevolissimo, tenero il cameo della grande Ellen Burstyn (Oscar 1974, Alice non abita più qui, Martin Scorsese), vecchissima, circondata da un nugolo di nipoti.

#### RIFERIMENTI

[http://it.wikipedia.org/wiki/Paradosso\\_dei\\_gemelli](http://it.wikipedia.org/wiki/Paradosso_dei_gemelli)

<http://www.formacinema.it/rassegne/classici/182-stalker-e-la-singularita>

<http://it.wikipedia.org/wiki/Ipertubo#Tesseratto>

[http://www.corriere.it/scienze/16\\_febbraio\\_11/onde-gravitazionali-annuncio-scoperta-fisica-universo-9b799cd6-d097-11e5-9819-2c2b53be318b.shtml](http://www.corriere.it/scienze/16_febbraio_11/onde-gravitazionali-annuncio-scoperta-fisica-universo-9b799cd6-d097-11e5-9819-2c2b53be318b.shtml)

<http://www.formacinema.it/forma-on-line/fantascienza>



C.Jacob: Relatività al cinema

[https://it.wikipedia.org/wiki/Ponte di Einstein-Rosen#Tipi di cunicoli spazio-temporali](https://it.wikipedia.org/wiki/Ponte_di_Einstein-Rosen#Tipi_di_cunicoli_spazio-temporali)

<http://www.ilsole24ore.com/art/cultura/2014-08-24/il-mistero-centro-081325.shtml?uuid=AB7ZqumB>

[https://it.wikipedia.org/wiki/Buco\\_nero](https://it.wikipedia.org/wiki/Buco_nero)

[https://it.wikipedia.org/wiki/Buco\\_bianco](https://it.wikipedia.org/wiki/Buco_bianco)

[https://it.wikipedia.org/wiki/Teoria di Kaluza-Klein](https://it.wikipedia.org/wiki/Teoria_di_Kaluza-Klein)

TRAILER

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

BIBLIOGRAFIA MINIMA

**Renato Giovannoli; *La scienza della fantascienza*, Saggi Bompiani, Milano 2015, ISBN 978-88-452-7833-4.**

**Alberto Bandini Buti; *La relatività*, Sandit, 2007, ISBN 9788889150702**

**Carlo Rovelli; *La realtà non è come ci appare/ La struttura elementare delle cose*, Raffaello Cortina Editore, Scienza e idee, Milano 2014, ISBN 978-88-6030-641-8.**

Carlo Jacob  
Marzo 2016