

# Kip Stephen Thorne

Kip Stephen Thorne (1940;-) è un fisico teorico statunitense specializzato in fisica della gravitazione e astrofisica e uno dei maggiori esperti di relatività generale.



Professore di fisica teorica al California Institute of Technology, ha compiuto studi sui buchi neri, le stelle di neutroni, i cunicoli spazio-temporali, le onde gravitazionali e i gravitoni. È conosciuto soprattutto per le teorie riguardo alla possibilità di viaggi nel tempo tramite cunicoli spazio-temporali, per la "congettura del cerchio" sulla singolarità dei buchi neri e per gli studi sulla loro entropia. Ha inoltre cercato di applicare la teoria delle p-brane (oggetto proveniente dalla teoria delle stringhe) ai buchi neri. Nel 1984 ha fondato il progetto LIGO per la ricerca delle onde gravitazionali.

È anche un fautore delle teorie riguardanti l'esistenza della materia esotica antigravitazionale, elemento che potrebbe far aprire cunicoli spazio-temporali. Secondo tale teoria l'antigravità corrisponderebbe a un campo di quintessenza presente nel vuoto quantistico. Ha collaborato con fisici come Stephen Hawking e John Wheeler. Ha scritto il saggio di divulgazione scientifica "Buchi neri e salti temporali. L'eredità di Einstein". Le sue teorie sono state alla base del film "Interstellar" di Christopher Nolan, di cui è stato anche consulente scientifico.

Egli ha, inoltre, ottenuto numerosi riconoscimenti personali, il cui più importante è di certo il Premio Nobel per la fisica, ottenuto nel 2017, assieme a Weiss e Barish, per la scoperta delle onde gravitazionali.

## **Analisi della componente scientifica di Interstellar**

Interstellar è un film scritto e diretto dai fratelli Nolan con la consulenza di Kip Thorne per quanto concerne gli aspetti scientifici. Perciò, all'hype che normalmente accompagna l'attesa di ogni film di Christopher Nolan, si è aggiunta (almeno nella comunità degli astrofisici) anche la curiosità di sapere quanto accurato scientificamente sarebbe risultato Interstellar. Di seguito l'analisi dei vari elementi scientifici presenti all'interno del film.

## **Il viaggio spaziale**

L'Endurance ruota su sé stessa per creare un campo gravitazionale che permette agli astronauti di non fluttuare nella stazione. Questo è possibile perché, secondo la relatività di Einstein, un oggetto



posto in rotazione su sé stesso genera un campo gravitazionale aggiuntivo. Perciò questo primo passaggio è, scientificamente parlando, corretto.

Più fantascientifici risultano invece l'assenza di sistemi di propulsione e di serbatoi, così come la durata del viaggio fino a Saturno. Questo perché attualmente si utilizzano delle sonde la cui massa è principalmente composta da sistemi di propulsione e serbatoi, ma si può ipotizzare l'esistenza di un qualche tipo di propellente super efficiente e di motori ad altissima potenza, che permettano quindi di impiegare meno della metà del tempo richiesto attualmente per un tragitto di simile lunghezza. Infatti le sonde inviate presso Saturno impiegano circa 4,7 anni ad arrivare (ed anch'esse utilizzano le fionde gravitazionali).

### **Le formule alla lavagna**



Le formule sulle lavagne dello studio del professor Brand sono formule prese dal libro di Thorne. Per comprenderne la complessità, basta considerare che ognuna è in realtà un sistema di equazioni la cui soluzione richiede spesso l'uso di software sviluppato appositamente. Inoltre, la matematica di cui si parla è ai confini di quanto è noto oggi. Il prof Brand era arrivato subito alla conclusione che il suo sistema di equazioni non ha soluzioni, e lo sa con frustrante disappunto anche ogni fisico teorico che ha assistito ai fin qui infruttuosi tentativi di riuscire nella titanica impresa di sviluppare una teoria coerente capace di spiegare la fisica dell'infinitamente piccolo con quella dell'infinitamente grande.

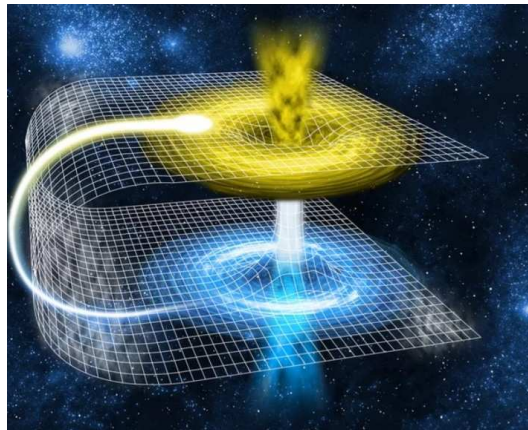
Servirebbero i dati quantici inviati da Tars? Difficile dirlo dato che non si capisce cosa questi dati siano, ma è altamente improbabile che si possano trasmettere in codice Morse.

### **Wormhole**

Un ruolo fondamentale in *Interstellar* è giocato dal wormhole, la scorciatoia che permette a Cooper di portare la *Endurance* da Saturno ad un'altra galassia in un battito di ciglia. Quanta scienza c'è in

questa fantascientifica avventura? Più di quanto si possa immaginare, ma meno di quanto sarebbe necessaria.

Noto anche come ponte di Einstein – Rosen dal nome dei due fisici che ne scoprirono l'esistenza nel 1935, un wormhole è una soluzione delle equazioni di Einstein che permetterebbe di connettere un buco nero e un buco bianco (oggetto puramente ipotetico la cui esistenza non è stata mai verificata). Fu John Archibald Wheeler (coautore del libro di Thorne) a coniare il termine wormhole e a dimostrare che il ponte di Einstein – Rosen, qualora esistesse, collasserebbe istantaneamente su sé stesso.



Viaggio impossibile quindi? No, se un qualche tipo di materia esotica con massa negativa fosse presente nei dintorni per bilanciare il campo gravitazionale del wormhole tenendolo aperto. Che questo sia possibile dal punto di vista delle equazioni è stato dimostrato nel 1988 proprio da Thorne (con il suo studente Mike Morris) ed è questo il tipo di wormhole (noto appunto come wormhole di Morris – Thorne) che la Endurance potrebbe attraversare.

Partiamo dal presupposto che l'esistenza di un wormhole non è mai stata verificata.

E mai potrebbe esserlo. Non se fosse vera la teoria della censura cosmica di Stephen Hawking secondo cui qualche legge ancora ignota della fisica vieterebbe i paradossi temporali e quindi i viaggi nello spaziotempo. Nasce spontaneo chiedersi: come apparirebbe un oggetto simile visto da fuori?

Proprio come una sfera sui cui bordi le immagini degli oggetti si riflettono in maniera distorta come su uno specchio sferico. Il fortissimo campo gravitazionale del wormhole, infatti, devierebbe la traiettoria dei raggi di luce. Un pò come fanno le lenti che al lunapark, che allungano o schiacciano le immagini di chi vi si riflette. Avere un esperto di relatività come Thorne nel team di autori ha permesso questo. Ovvero ha dato modo ai responsabili degli effetti speciali di realizzare quella che è la più realistica rappresentazione di un wormhole che si sia mai vista sul grande schermo.

### **Buco nero**

Continuando la nostra spiegazione di *Interstellar*, “atterriamo” nel tema dei buchi neri.

Gran parte della missione di Cooper e dei suoi compagni di viaggio si svolge intorno al gigantesco buco nero ribattezzato Gargantua. Nome quanto mai appropriato dato che, come il vorace gigante inventato da Rabelais, un buco nero inghiotte tutto ciò che ha la sventura di avvicinarsi troppo al suo enorme campo gravitazionale. Un'attrazione talmente forte che neanche la luce riesce più ad uscire. Ma che cos'è un buco nero? E cosa si vede in *Interstellar*?



Una stella è il teatro di una continua battaglia tra la gravità che tende a far collassare il gas incandescente e la pressione che lo fa invece espandere. L'equilibrio tra le due forze opposte determina le proprietà (grandezza e luminosità) dell'astro e cambia durante le varie fasi della vita dell'oggetto. Quando tutto il combustibile è esaurito, la stella muore e il suo destino ultimo dipende da tanti fattori che non è il caso di discutere qui. Tra i possibili destini, c'è il trionfo ultimo della gravità: il buco nero.

Un oggetto dal campo gravitazionale così potente che non solo la luce stessa non riesce a lasciarne la superficie, ma la materia che lo compone viene separata nei suoi componenti elementari. Ed è qui che la fisica dell'infinitamente piccolo va a combinarsi in qualche modo ancora ignoto con le teorie di Einstein.

Ma, se è per definizione oscuro, come è possibile vedere un buco nero? In effetti, quello che gli astronomi rivelano non è il buco nero vero e proprio, ma la radiazione emessa dalla materia che sta rapidamente precipitando verso di esso. In questo moto a spirale, il gas emette raggi X e gamma che possono essere "visti" dai telescopi terrestri. Il disco luminoso distorto che si vede in *Interstellar* è proprio il cosiddetto "disco di accrescimento" ossia il pasto del buco nero. Se fosse mai possibile arrivare tanto vicini al buco nero, vedremmo ciò che l'equipaggio della *Endurance* vede in *Interstellar*.

E questo perché i creatori degli effetti speciali sono partiti da simulazioni scientifiche. Quest'ultime basate sulle equazioni di un buco nero rotante sviluppate da Thorne. Simulazioni tanto avanzate che i risultati saranno descritti in un articolo pubblicato su una rivista scientifica rappresentando un avanzamento significativo non solo per un film di fantascienza, ma per la stessa scienza.

Peccato che intorno ad un buco nero Cooper e compagni non sarebbero potuti passare. Non solo la gravità sarebbe stata tanto forte da distruggere la navicella in poco tempo, c'è di più.

Sarebbe tanto forte da rendere difficile l'esistenza stessa di un pianeta, ma la radiazione gamma emessa dal disco è così intensa da "friggere" la *Endurance* in pochi istanti (e non ci sono scudi termici che tengano).

### **La dilatazione dei tempi**

Cooper si danna l'anima quando scopre di aver perso quasi ventiquattro anni sul pianeta delle onde giganti. Colpa della dilatazione dei tempi prevista dalla relatività di Einstein o di un volo pindarico della mente di Nolan? Più della seconda a dire il vero.

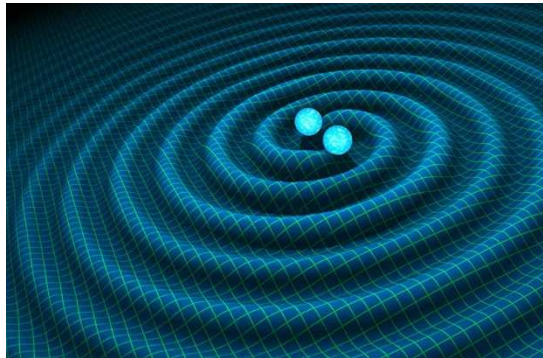
Secondo la relatività (altro punto indispensabile in questa spiegazione scientifica di *Interstellar*), un campo gravitazionale causa un rallentamento dello scorrere del tempo. Non è esattamente così, ma diciamolo per semplificare la discussione. Diciamo che è un rallentamento per cui un'ora su un corpo con gravità maggiore di quella terrestre durerebbe molto di più se si fosse invece sulla Terra. Il

concetto, quindi, è corretto, ma i conti non tornano. Il pianeta acquoso ha una gravità che è il 130% di quella terrestre, ma questo causerebbe una dilatazione temporale di pochi millesimi di secondo. Ad onor del vero, i conti potrebbero essere molto più complessi data la vicinanza col buco nero ed il suo fortissimo campo gravitazionale. Pare, tuttavia, alquanto improbabile che l'effetto di Gargantua (che è comunque distante dal pianeta quanto basta a garantirne la sopravvivenza) sia tale da trasformare un'ora in sette anni.

La dilatazione dei tempi avviene anche intorno al buco nero, ma è presente in maniera graduale e uniforme per cui il piano di Cooper per evitare la "zona di ritardo temporale" non è realizzabile in alcun modo non essendoci appunto un confine da evitare.

### **Le onde gravitazionali**

Abbandonando il mondo di Interstellar, uno dei più grandi traguardi raggiunti da Kip Thorne, come lo sarebbe per qualunque altro scienziato, è l'ottenimento del premio Nobel per la fisica, ricevuto, assieme ai ricercatori prima citati, per la scoperta delle onde gravitazionali.



Un'onda gravitazionale è una perturbazione dello spaziotempo che si propaga con carattere ondulatorio, prevista nel 1916 nell'ambito della teoria della relatività generale, nella quale l'equazione di campo di Einstein ammette soluzioni ondulatorie per il tensore metrico, così come avviene per le equazioni di Maxwell riguardo al campo elettromagnetico. Le onde gravitazionali sono quindi a tutti gli effetti una forma di radiazione: al loro passaggio le distanze fra punti dello spazio tridimensionale curvo all'interno del campo gravitazionale si contraggono ed espandono ritmicamente.

Fronti d'onda di particolare intensità possono essere generati da fenomeni cosmici in cui enormi masse variano la loro distribuzione in modo repentino, ad esempio nell'esplosione di una supernova o nella collisione di oggetti massivi.

Il riscontro sperimentale di questa teoria fisica è stato annunciato l'11 febbraio 2016 dalla collaborazione LIGO/VIRGO, che nel settembre 2015 ha misurato onde gravitazionali causate dalla collisione di due buchi neri.

La verifica sperimentale dell'esistenza delle onde gravitazionali ha fornito un'ennesima conferma della teoria della relatività generale e aperto nuove prospettive di studio.