

## VIAGGIO NEL TEMPO 01 autori vari

Il **viaggio nel tempo** è l'ipotetico spostamento tra diverse epoche temporali, verso il passato o il futuro. Per "visualizzarlo" si usa comunemente l'analogia dello spostamento su un filo, una linea che rappresenta il tempo nella sua totalità.

Alcune teorie scientifiche consentono, ad oggi, il viaggio nel tempo, ma solamente attraverso condizioni estreme impossibili da realizzare con le tecnologie attuali.

La teoria della relatività prende in esame il fenomeno della dilatazione del tempo, registrabile soprattutto da osservatori che si spostino a velocità prossime a quella della luce (299.792,458 km/s), fenomeno verificato da numerosi esperimenti e che sembrerebbe lasciare la porta aperta all'ipotesi dello spostamento nel futuro (vedi Curve chiuse di tipo tempo). Ma bisogna notare come tale viaggio nel futuro non ha probabilmente nulla in comune con l'idea dei viaggi nel tempo usata nella fantascienza.

Il viaggio nel tempo nella narrativa e nell'immaginario collettivo viene utilizzato come espediente in tutt'e due i modi in cui può avvenire: verso il futuro a velocità notevolmente accresciuta, o indietro fino ad un'epoca precedente.

Il concetto di viaggio nel tempo è un'idea che affascina da tempi immemorabili l'umanità, ed è presente in svariati miti e tradizioni religiose, che sia mago Merlino a sperimentare delle regressioni temporali, o Maometto in viaggio a Gerusalemme che ascende al Paradiso ritornando prima che un bicchiere spezzato abbia versato il suo contenuto.

È da tener conto che, dato il naturale evolvere del presente verso l'immediato futuro, tutti gli esseri viventi viaggiano comunque già di per sé attraverso il tempo, inesorabilmente dal concepimento fino alla completa disgregazione dell'organismo (ovviamente morto).

### **La macchina del tempo**

Una "macchina del tempo" nell'allestimento del Museo di storia di Valenza.

La macchina del tempo "classica" a cui il cinema e le storie di fantascienza ci hanno abituato è solitamente rappresentata come un qualche veicolo o apparecchio dalle dimensioni di una piccola stanza. Si entra, si configurano i parametri di viaggio e si aziona il dispositivo: dopo pochi secondi si può uscire e ci si ritrova nell'epoca voluta.

Qualora ciò fosse possibile, non sarebbe tuttavia sufficiente. Il pianeta Terra infatti occupa, secondo per secondo, una posizione diversa lungo l'orbita intorno al sole. A sua volta, il sole orbita intorno al centro galattico e così via. In conclusione, un viaggio nel tempo così concepito dovrà necessariamente essere *anche* un viaggio nello spazio, altrimenti il crononauta si ritroverebbe sperduto nel vuoto spaziale al momento dell'arrivo. Tuttavia, nonostante questa deduzione logica, la teoria della relatività contrasta con tale ipotesi, poiché lo spazio, come il tempo, non ha un valore assoluto.

### **Fisica**

Nel campo della fisica, l'esperimento ideale del viaggio nel tempo è talvolta usato per esaminare le conseguenze di teorie scientifiche come, ad esempio, la relatività speciale, la relatività generale e la meccanica quantistica.

È stato ampiamente approvato con prove sperimentali che lo scorrere del tempo non esiste come tempo assoluto: infatti, come previsto dalla relatività ristretta, lo scorrere del tempo è differente per osservatori che siano in moto uno rispetto all'altro.

Secondo la teoria della relatività, un osservatore può misurare una deformazione dello spazio-tempo in due casi: o l'osservatore stesso si sta muovendo a velocità prossime a quella della luce, oppure è presente un campo gravitazionale. Velocità e gravitazione sono fattori in grado di deformare lo spazio-tempo. Se la teoria pone un limite teorico alla velocità, che non può superare quella della luce nel vuoto, non vi sono limiti teorici all'intensità di un campo gravitazionale e alle conseguenti deformazioni che esso potrebbe produrre nello spazio-tempo, sebbene per la realizzazione di deformazioni estreme servano comunque enormi quantità di energia.

Non a caso i buchi neri, che sono gli oggetti fisici dove sono massime densità di materia e campo gravitazionale, sono associati alla possibilità di creare ponti spazio-temporali (ponti di Einstein-Rosen).

Inoltre, tutte le formule della teoria della relatività contengono un termine temporale elevato alla seconda potenza, per cui la definizione di un tempo negativo non crea particolari problemi al modello fisico-matematico.

- Alle velocità infraluminari, al di sotto della soglia della velocità della luce nel vuoto, esistono corpi dotati di masse, sia a riposo che accelerata, superiori a zero: tali corpi possono muoversi avanti ed indietro nello spazio ma non nel tempo (nel nostro "universo" la direzione del tempo è preordinata e corre dal "passato" al "futuro").

- Alla velocità della luce, lo spazio ed il tempo si annullano: il fotone, dotato di massa a riposo ed accelerata quasi nulle può muoversi a questa fantastica velocità in quanto virtualmente privo di inerzia

. Alla velocità della luce la contrazione del tempo è zero, e la dilatazione dello spazio è infinita. In queste condizioni, è impossibile identificare la posizione del corpo con un insieme di quattro coordinate: la coordinata temporale sarebbe la stessa in qualunque punto viene a trovarsi, ossia un orologio alla velocità della luce continuerebbe a segnare lo stesso orario; le tre coordinate spaziali non sarebbero un numero finito. Ciò equivale a dire che il corpo si trova contemporaneamente dappertutto ed in un eterno presente. Un corpo dotato di massa superiore a quella del fotone non può raggiungere la velocità della luce, in quanto, come compendio della legge einsteiniana dell'equivalenza tra materia ed energia (

$$E = mc^2$$

), tutta l'energia fornita per accelerare il corpo massivo a velocità prossime a quelle luminali viene convertita automaticamente in materia andando, in ultima analisi, a massificare ulteriormente il corpo stesso, accrescendone l'inerzia, il che richiede ulteriore energia per accelerarlo (in pratica si crea un circolo vizioso in cui l'energia non accelera più il corpo ma addirittura ostacola l'accelerazione del corpo stesso incrementandone la massa, in quanto convertita in materia).

- A velocità sopraluminali, invece, l'ipotetico corpo dovrebbe possedere soltanto una massa virtuale, sia a riposo che accelerata. A questa ipotetica particella è stato attribuito il nome di "Tachione

". Esso si muoverebbe in uno spazio ancora nullo (in realtà, dovrebbe muoversi in uno spazio negativo, il che non ha senso) ed in un tempo "invertito". Praticamente, non sarebbe libero di muoversi nello spazio, e la sua successione temporale andrebbe dal futuro al passato, paradossale solo per la nostra esperienza quotidiana, ma non per la fisica. Nel "mondo sopraluminale", in pratica le conseguenze precederebbero la causa generante; l'effetto precederebbe la causa. Anche il secondo principio della termodinamica verrebbe ad esser invalidato: ad esempio vedremmo i cocci di vetro ricomporsi e generare un bicchiere; oppure un cadavere riprendere vita e ringiovanire fino al momento del concepimento.

Da notare a questo proposito che la teoria einsteiniana non vieta velocità superiori a quella della luce; il raggiungimento di tale velocità è infatti vietato solamente ai corpi aventi massa. Esistono quindi degli oggetti, nell'universo, per cui tale divieto non è valido.

Sappiamo, dalla relatività ristretta, che il tempo *rallenta* in un sistema di riferimento in movimento. In altri termini, più un oggetto si sposta velocemente rispetto ad un altro (perché è minore la differenza tra la velocità del corpo in movimento e la velocità massima relativa, cioè la velocità della luce), più il tempo per il primo oggetto passa più lentamente *rispetto al secondo*, spostando in pratica il primo oggetto nel futuro del secondo.

Nella pratica, ponendo un orologio di precisione su di un mezzo ad alta velocità, tipicamente un velivolo, è normale riscontrare una discrepanza con il rispettivo orologio di riferimento precedentemente sincronizzato, posto ad esempio sulla pista, dimostrando evidentemente che l'orologio spostatosi ad alta velocità dal suo riferimento ha viaggiato qualche frazione di secondo indietro rispetto all'orologio posto a terra.

A tale proposito dobbiamo pensare che la "velocità" con cui scorre localmente il tempo in un sistema in quiete è di *1 secondo* (del sistema di riferimento) al secondo (del sistema locale che coincide col riferimento). Nel precedente esempio sul velivolo il tempo scorre a *meno di 1 secondo* al secondo (sempre tra tempo locale e tempo del sistema di riferimento che non coincidono) in quanto sul mezzo in movimento la dimensione temporale è allungata e dunque il suddetto orologio impiega un tempo maggiore per emettere un "tic" ovvero per scandire un secondo, (mentre la dimensione spaziale si accorcia) provocando un lievissimo balzo indietro nel tempo riscontrabile da evidenze strumentali sperimentali (Gli orologi in movimento nel velivolo ci diranno che è passato meno rispetto a quanto ci direbbe un orologio in quiete), ma non dalla mente umana. Ciò corrisponde a dire che viaggiando ad elevate velocità è possibile "risparmiare" qualche secondo e quindi vivere un po' indietro nel tempo.

Per viaggi temporali riscontrabili dall'esperienza umana, tali teorie ci dicono che, se un corpo è soggetto ad una velocità (commensurabile con quella della luce nel vuoto) oppure a campi gravitazionali significativi (come in prossimità di un buco nero o di una stella di neutroni), il tempo ne viene enormemente influenzato nel suo scorrere, fino ad arrivare a fermarsi per un osservatore (*orizzonte degli eventi*). In prossimità dell'orizzonte degli eventi, lo scorrere del tempo verrebbe arrestato solo per

colui che si trovasse proprio sull'orizzonte medesimo, ovvero sul confine tra il nostro universo "familiare" e l'universo chiuso (una sorta di "punto di non - ritorno") che si trova oltre l'orizzonte e che termina sulla

singolarità

("

**collapsar**

") implosa e collassata che genera l'orizzonte e gli effetti fisici e relativistici associati al buco nero. Per dare un esempio pratico, un astronauta che si trovasse sul confine delineato dall'orizzonte degli eventi si muoverebbe in modalità sincrona col ruotare dell'orizzonte e vedrebbe ogni oggetto al di là dell'orizzonte come se fosse in un eterno presente: un oggetto che dovesse cadere nel buco nero avrebbe un tempo nullo per l'osservatore posto sull'orizzonte degli eventi, che mai lo vedrebbe, ed un tempo suo proprio, talmente accelerato da esser incompatibile con lo stato della materia ordinaria, che lo schianta in una frazione di secondo sulla singolarità stessa. Da questo concetto ne consegue che non soltanto la materia può influenzare lo

spazio-tempo

, bensì anche le concentrazioni massive d'energia, il che ci riconduce alla teoria einsteiniana, secondo cui la materia è una forma particolare d'energia.

Per capire un po' meglio questo concetto assolutamente poco intuitivo dobbiamo infatti raffigurarci lo spaziotempo (o "cronotopo", mutuando il termine dalla geometria) come un telo perfettamente elastico, ben tirato, increspato in qualche punto da alcuni

*gravi*

(curvatura spaziotemporale). La

gravità

è rappresentata dalla deformazione di questo telo che si flette, ad esempio, nei dintorni della massa di una

stella

, proprio come farebbe una palla da

biliardo

su un telo elastico. Il tempo può essere visto invece come l'inclinazione di questo tessuto, che in prossimità delle infossature si accentua (si dilata e si allunga) mentre come accade nel tessuto, lo spazio tra un punto e l'infossatura si accorcia (e diminuisce), tanto più quanto più la massa è pronunciata .

Un'estensione di questa teoria porta ad ipotizzare che lo stesso **spazio-tempo** non sia un qualcosa di unitario, come da noi percepito, bensì un'entità "discreta", ovvero composta da

**quanti**

, esattamente come tutta la materia e l'energia: a livello ultramicroscopico esisterebbero pertanto dei quanti di spazio-tempo non ulteriormente divisibili e lo scorrere del tempo rappresenterebbe solo una nostra illusione ottica. Il divenire, pertanto, altro non sarebbe che lo spostamento tra quanti contigui di spazio-tempo. Anche la nostra esistenza sarebbe dettata da

questa regola: ogni quanto di spazio tempo può contenere o meno una copia di ciascuno di noi: se non la contiene si tratta del periodo anteriore alla nascita o posteriore alla morte. Se la contiene, invece, ogni quanto conterrà una nostra copia in un dato "istante" temporale, cosicché la durata della "nostra vita" altro non sarebbe che la sequenza precisa, ordinata, accurata e lineare di singoli quanti spaziotemporali contenenti una copia di noi in una data "epoca". Ovviamente, a livello macroscopico, essa viene da noi interpretata come un divenire dalla nascita alla morte, ovvero quello che chiamiamo "Vita".

Una macchina del tempo tecnologica che viaggi nel futuro potrebbe perciò funzionare accorciando lo spazio e dilatando il tempo, che ad esso è relativo, procedendo a velocità astronomiche, oppure potrebbe piegare la struttura dello spaziotempo creando l'increspatura da *cavalcare* come una tavola da surf sull'onda. Va detto però che allo stato attuale delle nostre conoscenze accelerare a tali velocità o piegare lo spaziotempo costituiscono problemi insormontabili.

## **Il paradosso dei buchi neri**

I buchi neri in veste di "macchine del tempo" naturali non sono facilmente sfruttabili per vari motivi. Quelli che seguono sono alcuni tra i più immediatamente intuitivi.

- Di buchi neri ne esistono una grande quantità, di dimensioni estremamente variabili, tuttavia è molto improbabile collocarsi sul cosiddetto "orizzonte degli eventi" senza ricadere all'interno di esso. In realtà gli effetti gravitazionali del buco nero sono avvertibili anche prima di giungere all'orizzonte stesso, e non è facile quantificare la massa della singolarità centrale da cui dipende l'area coperta dall'orizzonte e il volume del buco nero medesimo. Anche un minimo errore nei calcoli porterebbe un ipotetico sperimentatore a cadere nel buco nero e a non uscirne più.

- Come macchina del tempo un buco nero sarebbe limitato, nel senso che potrebbe portare indietro nel tempo uno sperimentatore non oltre il momento della sua formazione.

- Se il buco nero fosse di tipo "non rotante" - cosa non determinabile a priori - non vi sarebbe alcuna possibilità di attraversare indenni l'orizzonte degli eventi: il verso preso sarebbe inevitabilmente diretto sulla singolarità centrale e lo sperimentatore risulterebbe ridotto a una stringa monodimensionale per ipercompressione a densità infinita.

- Quanto detto prima è applicabile, sia pure parzialmente, anche a un buco nero cosiddetto "rotante". Negli anni sessanta il matematico neozelandese Roy Kerr congetturò che l'impatto sulla singolarità può anche non avvenire se il buco nero è rotante. In tal caso si forma pur sempre una singolarità, ma sotto forma di anello toroidale e non come punto adimensionale (si abbia l'idea di una ciambella o di un biscotto con un buco al proprio centro). In via puramente

teorica sarebbe possibile immergersi in un buco nero di tale tipo e passare attraverso l'anello per emergere in un altro luogo e in un altro tempo, probabilmente in un universo parallelo , purché la direzione d'incontro col buco nero rispetti un certo angolo d'incidenza. Questa "soluzione Kerr" fu il primo esempio matematico di macchina del tempo. Negli anni ottanta , comunque, Kip Thorne (uno dei principali esperti al mondo sulla teoria generale della relatività), del CalTech , e i suoi colleghi, tentarono di confutare tali conclusioni sostenendo che non erano ammesse realmente dalle equazioni di Einstein, ma giunsero alla conclusione che non esisteva realmente nulla, in tali equazioni, che vietasse il viaggio nel tempo, sempre ammesso che si abbia la tecnologia per manipolare i buchi neri.

- Nelle immediate vicinanze del sistema solare non è presente alcun buco nero candidato a possibile "macchina del tempo".
- Non esistono allo stato attuale tecnologie capaci di generare buchi neri artificiali in laboratorio; è tuttavia in corso un progetto che porterebbe alla creazione di microscopici buchi neri, che in virtù delle minuscole dimensioni evaporerebbero in frazioni infinitesimali di secondo tramite la radiazione di Hawking.