
I viaggi nel tempo, i paradossi temporali e le possibili soluzioni

Aron Fiechter

Liceo Cantonale di Locarno
Lavoro di maturità in filosofia e matematica
2012-2013

Capitolo 1

Introduzione

1.1 Motivazione

Ho deciso di affrontare l'argomento dei viaggi nel tempo perché sono molto interessato a questo tema essendo appassionato di fisica e scienza in generale. Questa mia passione è nata leggendo storie a fumetti sull'argomento e si è affermata quando ho visto i film di *Ritorno al futuro* di Robert Zemeckis; in seguito alla visione della trilogia ho pensato molte volte ai paradossi che avevo visto nei film e alle loro risoluzioni. Avanzando con gli studi mi sono poi appassionato all'argomento anche dal punto di vista scientifico, e nel mio lavoro di maturità (LAM) cercherò di presentare i paradossi temporali sia dal punto di vista scientifico e matematico sia da quello filosofico.

1.2 Premessa

In questo lavoro di maturità mostrerò dapprima le teorie relative ai viaggi nel tempo e in seguito mi dedicherò all'analisi dei più famosi paradossi che verrebbero a crearsi se fosse possibile viaggiare nel tempo.

Esposerò le due teorie più accreditate che cercano di spiegare i viaggi nel tempo; inizierò con quella che si basa sulle velocità prossime a quella della luce, passerò poi ai viaggi nello spaziotempo che sfruttano intensi campi gravitazionali, in particolare i *Wormhole*. Porterò inoltre come esempio anche le teorie presenti in tre opere di fantascienza, spiegandone le caratteristiche (capitolo 2).

A questo punto inizierò a presentare uno ad uno i paradossi più importanti che derivano dalla possibilità di viaggiare nel tempo. Inizierò con il paradosso di coerenza, meglio conosciuto come il *Paradosso del Non-*

no, descritto da René Barjavel nel suo romanzo *Il viaggiatore imprudente*¹ del 1943. Come esempio porterò due opere: la serie di film *Ritorno al futuro*² di Robert Zemeckis del 1985, nella quale si trovano parecchi paradossi temporali di coerenza, e il libro *La macchina del tempo*³ di Herbert George Wells del 1895, nel quale un paradosso di coerenza viene impedito dalla cosiddetta ""censura cosmica"" (della quale parlerò facendo riferimento alla congettura di protezione cronologica di Stephen Hawking⁴ e al principio di autoconsistenza di Novikov⁵); procederò poi con l'esposizione di alcune teorie risolutive per questo tipo di paradosso. Il secondo paradosso che voglio analizzare è quello di ""conoscenza"", che consiste nel trasporto di informazioni future nel passato, dove vengono usate per produrre le informazioni che esisteranno in futuro; ciò crea la domanda: le informazioni provengono dal futuro o dal passato? Anche per questo paradosso porterò degli esempi tratti dal film *Ritorno al futuro*.

Infine presenterò le migliori teorie che portano all'annullamento o alla risoluzione di questi paradossi: spiegherò in breve la congettura di protezione cronologica formulata da Stephen Hawking; esporrò poi l'idea delle dimensioni parallele presentando la teoria delle linee temporali usata in *Ritorno al futuro*; infine parlerò del principio di autoconsistenza formulato da Novikov. (capitolo 3)

1.3 Obiettivi

Vorrei analizzare le teorie sui viaggi nel tempo per determinare quale di esse sia la più plausibile, basandomi su osservazioni logiche e scientifiche, soprattutto dal punto di vista filosofico ma anche con qualche nozione matematica (per esempio di logica elementare).

¹ titolo originale: *Le voyageur imprudent*

² titolo originale: *Back to the future*

³ titolo originale: *The time machine*

⁴ Stephen William Hawking (Oxford, 8 gennaio 1942) è un matematico, fisico e cosmologo britannico, fra i più importanti e conosciuti del mondo, noto soprattutto per i suoi studi sui buchi neri. (da Wikipedia [11])

⁵ Igor Dmitriyevich Novikov (Mosca, 10 Novembre 1935) è un astrofisico teorico e cosmologo Russo. Novikov ha formulato il principio di autoconsistenza di Novikov, che è un contributo importante alla teoria del viaggio nel tempo, a metà degli anni '80 (tradotto da Wikipedia [8])

Capitolo 2

Viaggiare nel tempo

Uno dei più grandi sogni dell'uomo è quello di poter viaggiare a piacimento nel tempo per cambiare il passato e scoprire il futuro. In molte opere di fantascienza abbiamo visto scienziati scoprire un metodo per viaggiare nel tempo e inventare macchine per farlo. Spesso e volentieri il viaggio nel tempo è possibile grazie a una geniale intuizione dello scienziato che crea un componente fondamentale della macchina del tempo o trova una nuova legge della fisica che sfrutta a piacimento; non viene però mai ben specificato come è stato possibile realizzare la macchina del tempo o trovare la legge fisica. Grazie al progresso della fisica siamo però oggi in grado di immaginare teorie secondo le quali il viaggio nel tempo è possibile, ma siamo purtroppo ancora ben lontani dalla realizzabilità pratica in quanto non disponiamo dei mezzi necessari, che potrebbero anche non esistere. Analizzo qui di seguito le due principali teorie che vogliono aprire una possibilità al viaggio nel tempo.

2.1 In prossimità della velocità della luce

La teoria della relatività ristretta¹, o teoria della relatività speciale, è stata formulata da Albert Einstein nel 1905. Questa teoria afferma che il tempo all'interno di un sistema di riferimento in movimento si dilata e quindi rallenta, portando questo sistema di riferimento nel futuro rispetto alla realtà; ponendo per esempio un orologio su un aereo e facendolo volare per qualche tempo si potrà notare che l'orologio presenta un lievissimo ritardo (rispetto a un orologio che è rimasto a terra). Tutto ciò ci fa capire che viaggiando con un veicolo speciale a grandi velocità è di fatto possibile dilatare il tempo facendolo rallentare (all'interno del veicolo); il tempo

¹ [10]

all'esterno risulta quindi accelerato (dal punto di vista del veicolo) e il veicolo viaggia verso il futuro: mentre nel veicolo passano pochi istanti, all'esterno il tempo scorre più velocemente; quando si esce dal veicolo ci si trova direttamente in un tempo *futuro*. Se fosse possibile raggiungere e viaggiare esattamente alla velocità della luce ci si potrebbe muovere liberamente in qualunque luogo in un eterno presente (si sarebbe sempre in ogni luogo possibile), e se fosse addirittura possibile superare la velocità della luce ci si troverebbe in una realtà dove il tempo scorre al contrario, e si potrebbe viaggiare nel passato. Eguagliare la velocità della luce o addirittura superarla non è purtroppo possibile per corpi aventi massa superiore a zero; le uniche particelle in grado di viaggiare alla velocità della luce sono appunto le particelle di luce, i fotoni, che non hanno massa. I corpi dotati di massa invece durante l'accelerazione guadagnano ulteriore massa che ha bisogno di ulteriore energia per essere accelerata (secondo l'uguaglianza $E = mc^2$, che fa corrispondere l'energia cinetica acquistata dall'oggetto in accelerazione a un aumento della massa totale). Per raggiungere la velocità della luce è quindi necessaria una quantità infinita di energia, e ciò matematicamente parlando viene rappresentato con un grafico dell'energia (o della massa) in funzione della velocità:

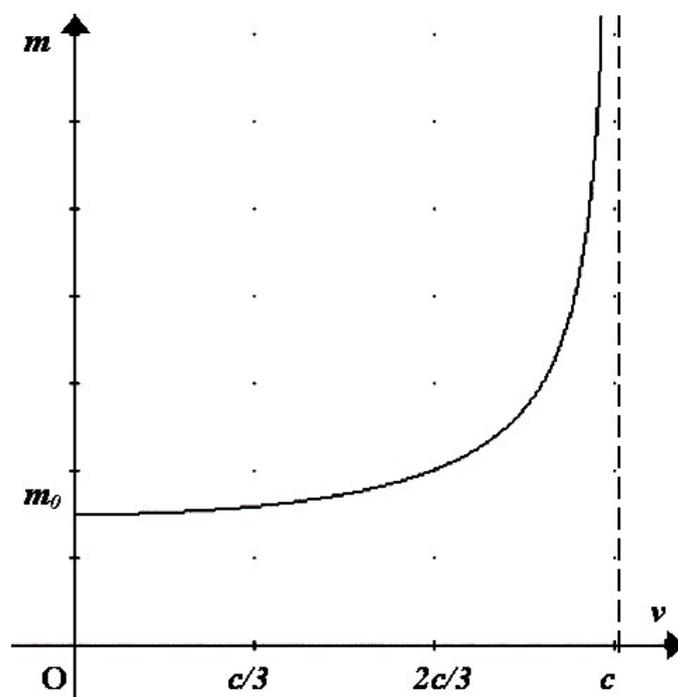


Figura 1: www.gris-imola.it/img/grafico_massa.jpg

Nel grafico si nota che l'energia iniziale cresce esponenzialmente all'aumentare della velocità che al valore $c = 3 \cdot 10^8 m/s$ ha un asintoto verticale, e quindi l'energia e di conseguenza la massa dell'oggetto cresceranno all'infinito senza mai raggiungere la velocità della luce (c).² Il grafico è generato dalla funzione

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

nella quale si può notare che al crescere di v il denominatore si avvicina sempre di più a zero; se $v = c$ allora il denominatore sarà 0 e l'equazione risulterà impossibile, se $v > c$ il radicando avrà un valore negativo e l'equazione sarà anche in questo caso impossibile. Velocità superiori o uguali alla luce rendono impossibile l'equazione, di conseguenza non sono accettabili.

2.2 Lo spaziotempo

2.2.1 Definizione

Molte persone credono che l'universo sia uno spazio a tre dimensioni che cambia con lo scorrere del tempo. Esiste però l'idea secondo la quale il tempo sia la quarta dimensione del nostro universo: per specificare le coordinate di un evento infatti non è sufficiente indicare le tre coordinate spaziali ma anche una temporale. Intendendo la quarta dimensione come una dimensione geometrica, in questa dimensione gli oggetti tridimensionali possono attraversare altri oggetti; se intendiamo la quarta dimensione come una dimensione temporale accade la stessa cosa: un oggetto 1 in (x, y, z) al tempo $t = 1s$ può attraversare un oggetto 2 in (x, y, z) al tempo $t = 0s$, semplicemente per il fatto che l'oggetto 1 si è già spostato, ma tenendo conto della quarta dimensione temporale, possiamo dire che l'oggetto 1 ha attraversato l'oggetto 2.³ Un altro esempio: le figure matematiche piane possiedono altezza e larghezza, ma il loro spessore equivale a zero, quindi si tratta di semplici astrazioni e non di entità realmente esistenti; anche un cubo, sebbene possieda altezza, larghezza e spessore non può essere considerato reale dal momento che così definito esiste solo per un istante di tempo pressochè uguale a zero. Dobbiamo dunque definire ogni corpo aggiungendoci la dimensione temporale, per renderlo

² [13], cap. 1.1.

³ [5], p. 22.

totalmente reale.⁴ Possiamo muoverci in qualsiasi dimensione dello spazio, o almeno così ci pare: non possiamo muoverci verso l'alto, la gravità limita i nostri movimenti. Certo, ora abbiamo inventato delle macchine volanti per muoverci verso l'alto, ed è quindi fisicamente possibile muoversi verso l'alto, così come con l'invenzione di una macchina del tempo in futuro potrebbe essere possibile viaggiare nel tempo; in un certo senso però riusciamo già muoverci nel tempo: possiamo tornare a un momento del passato e riviverlo con la mente (per esempio in un flashback) anche se fisicamente rimaniamo fermi, e torniamo quasi subito al presente. Già di per sé l'uomo viaggia costantemente verso il futuro durante la sua esistenza, così come viaggierebbe verso il basso se nascesse a cento chilometri di altezza.⁵ Possiamo quindi immaginare l'universo come una realtà a quattro dimensioni, di cui tre spaziali e una temporale: (x, y, z, t) .

2.2.2 I ponti di Einstein-Rosen (i *Wormhole*)

Il nostro universo è deformabile. Prendiamo come esempio bidimensionale un telo di stoffa elastica: se ci poniamo una sfera di piombo (una grande massa), esso si deforma, si curva verso il basso (quindi nella terza dimensione). Allo stesso modo, l'universo (a quattro dimensioni x, y, z, t) viene curvato nella quarta dimensione (geometrica) da ogni massa in esso presente⁶; si potrebbe notare un conflitto con la quarta dimensione intesa come tempo, mentre in realtà si deve semplicemente parlare di cinque dimensioni, intercambiando la quarta dimensione temporale e quella spaziale a piacere (così come la prima dimensione potrebbe essere sia la profondità sia l'altezza sia la larghezza).

Se una curvatura è sufficientemente intensa è possibile che si colleghi ad altre curvature e crei un ponte di Einstein-Rosen, vale a dire un tunnel che collega due parti dell'universo (per la rappresentazione a tre dimensioni vedere figura 2 a pagina 7). Attraverso questo tunnel si viaggierebbe in poco tempo da un luogo a un altro, anche se fossero molto lontani, si supererebbe in questo modo la velocità della luce e si viaggierebbe indietro nel tempo (ma ci si sposterebbe di moltissimo nello spazio).

Un ulteriore esempio: una formica impiega un certo tempo a percorrere tutta la lunghezza di una sciarpa; se però deformiamo questa sciarpa sufficientemente da collegare due parti lontane della sciarpa, la formi-

⁴ [6], pp. 25-26.

⁵ [6], pp. 28-29.

⁶ [5], p. 153.

ca impiegherebbe meno tempo per percorrerla dall'inizio alla fine (vedi figura 3).⁷



Figura 2: <http://home.earthlink.net/~horizon18/images/wormhole.jpg>

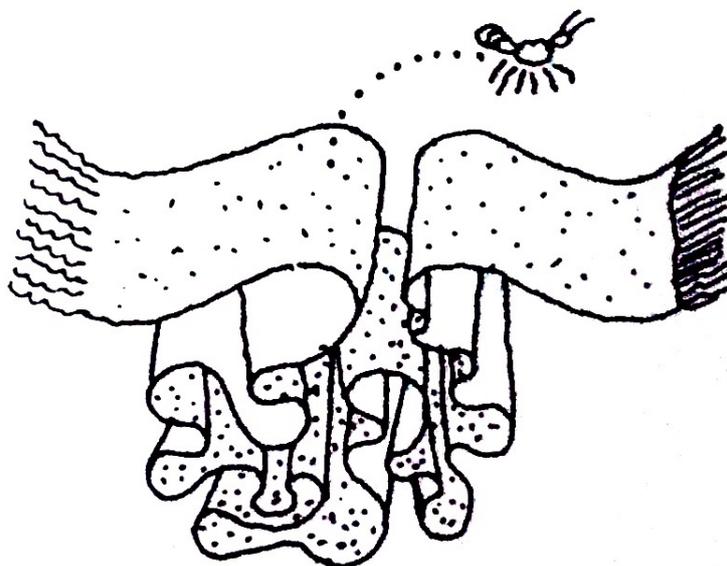


Figura 3: immagine tratta da [5], p. 155

⁷ [5], pp. 156-7.

2.3 Il viaggio nel tempo in tre opere di fantascienza

Spiego le caratteristiche di tre invenzioni che permettono ai protagonisti di tre opere di fantascienza di muoversi nel tempo. Le tre invenzioni sono la "noëlite" in *Il viaggiatore imprudente* [2], la DeLorean modificata di *Ritorno al futuro* [14] e la macchina del tempo in *La macchina del tempo* [6].

2.3.1 Il viaggiatore imprudente

Nel libro di Renè Barjavel, *Il viaggiatore imprudente*, lo scienziato Noël Essalion inventa (illuminato da un articolo sulla *Revue des Mathématiques* scritto dal giovane professore di matematica Pierre Saint-Menoux⁸) la "noëlite", una sostanza che permette di riavvolgere (noëlite 1) o di portare avanti velocemente (noëlite 2) la propria vita a piacimento. Il professore Pierre Saint-Menoux, amico dello scienziato, è il secondo a sperimentare le pastiglie di noëlite per il viaggio nel tempo, e ne resta molto impressionato. Le pastiglie di noëlite 1 e 2 presentano però una grande limitazione: assumendole è possibile spostarsi unicamente all'interno della propria vita (non prima della nascita e non dopo la morte), e per questo risulta molto pericoloso spostarsi troppo in avanti nel futuro col rischio di oltrepassare il momento della propria morte e, appunto, morire. Importante caratteristica delle pastiglie è che non creano un *alter ego*: spostandosi avanti o indietro ci si ritrova esattamente nello stesso corpo e nella stessa situazione di quel momento, e non si può quindi conoscere il proprio alter ego di quel momento. Altre due particolarità: viaggiando indietro nel tempo si conserva la memoria di tutto ciò che si era fatto nel presente, ma cosa ancora più sorprendente è il fatto che avanzando nel tempo si acquista la memoria di tutti gli eventi che si sarebbero vissuti non assumendo la pastiglia (gli eventi "saltati").⁹

Due anni dopo questa scoperta, che il protagonista salta puntualmente assumendo una pastiglia di noëlite 2 da due anni, Noël Essalion riconvoca il professore per mostrargli la sua nuova invenzione: la noëlite 3, una sostanza nera che in contatto con la materia la porta a fermarsi nell'istante presente, rendendola immobile e immutabile per il resto dell'eternità. La prima applicazione che lo scienziato mostra a Pierre è una sorta di frigorifero alle cui pareti è stata applicata la noëlite 3: questo fa sì che ogni alimento messo al suo interno cessi di viaggiare secondo il normale scor-

⁸ [2], p. 20.

⁹ [2], pp. 26-28 e 32-33

rere del tempo per fermarsi in un eterno stato presente; in questo modo l'alimento rimarrà per sempre conservato in modo perfetto. Guardando all'interno del frigorifero si vede il nero assoluto, questo accade perché la vista è frutto della luce, che in questo caso dovrebbe poter entrare nel frigo per potersi riflettere sull'interno. Ciò non accade perché il movimento della luce all'interno del frigo significherebbe movimento, cioè scorrere del tempo; di conseguenza è pure impossibile inserire una mano nel contenitore per prelevare gli alimenti. Per ovviare a questo problema lo scienziato ha inventato una speciale lampadina che emana una luce verde che annulla gli effetti della noélite 3: accendendola è possibile prelevare gli alimenti dal frigorifero.¹⁰

Dopo una breve digressione su un esperimento militare riguardante una bomba alla noélite 3, una sperduta cittadina asiatica e uno sterminio di massa (vittime semi-paralizzate nell'eterno presente, famiglie intrappolate in una casa per l'eternità e altre cose terribili)¹¹, lo scienziato procede con la presettazione delle invenzioni arrivando alla tuta per il viaggio nel tempo. Questa tuta sfrutta le proprietà di tutti e tre i tipi di noélite: la 1 e la 2 vengono sfruttate per trasportare viaggiatore e tuta nel tempo, la 3 mantiene le proprietà del corpo e della tuta dell'istante presente da cui si parte. Il viaggiatore quindi viene dapprima fermato nel presente dalla tuta stessa (con la noélite 3) e successivamente trasportato nel futuro o nel passato con l'uso di noélite 1 o 2. Questa tuta rende possibile viaggiare con tutto il corpo attraverso il tempo, e non ci sono problemi a superare il tempo della propria vita, dato che si rimane sempre nel corpo appartenente al momento da cui si è partiti: si spostano corpo e mente attraverso il tempo, non la mente attraverso i vari stati del corpo nel tempo (come invece accadeva con la noélite 1 e 2). Il luogo di arrivo varia sul piano delle tre dimensioni spaziali: mentre prima ci si ritrovava nel proprio corpo, ora la tuta ci porta in un luogo a "scelta" determinato dai pensieri e dai desideri, anche inconsci, al momento della partenza. La tuta per il viaggio nel tempo fa sì che spostandosi nel tempo c'è la possibilità di incontrare se stessi, di incontrare il proprio alter ego del passato o del futuro (chiaramente solo se viaggiamo in un tempo in cui siamo vissuti o vivremo). È possibile incontrare più di un alter ego a condizioni molto complesse, come accade per esempio in *Ritorno al futuro II*.

¹⁰ [2], pp. 42-45.

¹¹ [2], pp. 47-48.

2.3.2 Ritorno al futuro

In questo film di fantascienza, Emmet "Doc" Brown, uno scienziato un po' eccentrico ma geniale, inventa il *flusso canalizzatore*, uno strumento che permette il viaggio nel tempo; lo scienziato applica questa invenzione a una vecchia DeLorean che diventa (vedremo dopo i dettagli) una macchina del tempo. L'intuizione per la creazione di questo strumento è venuta a Doc nel 1955 in seguito a un incidente casalingo che l'ha visto sbattere fortemente la testa; questo dettaglio permetterà poi a Marty McFly (un ragazzo amico di Doc, il protagonista del film), quando tornerà (per sbaglio) nel 1955 a trovare Doc, di farsi riconoscere dallo scienziato e di farsi aiutare. I circuiti temporali della macchina del tempo richiedono una scarica di 1,21 GW di energia elettrica per funzionare, e l'unico modo per generare questa potenza è una reazione nucleare data da un reattore al plutonio inserito sul retro del veicolo. Quando Marty torna per sbaglio nel passato Doc maledice il se stesso del futuro per essere stato così pazzo (un reattore nucleare su un veicolo non è proprio privo di pericoli) e per generare la potenza necessaria sfrutta un fulmine che colpisce l'orologio del municipio; nel 1985 Marty aveva ricevuto un volantino per una colletta per riparare l'orologio, e per predire l'esatto momento in cui il fulmine avrebbe colpito il municipio sfrutta l'informazione riportata sul volantino.¹² Successivamente, dopo un viaggio nel futuro, il flusso canalizzatore del veicolo viene alimentato da un piccolo generatore a fusione nucleare che usa rifiuti vari come reagenti (non vengono fornite ulteriori spiegazioni, se non che è un apparecchio futuristico) e la DeLorean stessa viene modificata in una macchina volante, molto popolare nel 2015.¹³ L'automobile funziona invece sempre a benzina, e per permettere il salto temporale deve raggiungere la velocità di 88 miglia orarie (141,6 km/h).¹⁴ Usando la macchina del tempo ci si sposta fisicamente nel tempo, quindi una volta arrivati si può incontrare il proprio alter ego (chiaramente se si va nel tempo opportuno); in un momento della serie sono presenti addirittura 4 DeLorean nello stesso momento grazie alle varie sovrapposizioni dei viaggi nel tempo¹⁵.

¹² [14]

¹³ [15] e [16]

¹⁴ [14]

¹⁵ [13], cap. 3.3.

2.3.3 La macchina del tempo

Nel libro *La macchina del tempo* di Herbert George Wells troviamo pure una macchina del tempo.

Un eccentrico scienziato e inventore inglese di fine Ottocento inventa una macchina del tempo meccanica di quarzo e avorio che permette di spostarsi nel tempo, ma non nello spazio (è infatti posizionata nel suo laboratorio). Questo macchinario permette al viaggiatore, una volta entratovi, di scegliere una data a piacimento e di arrivarci senza problemi. Abbassando una leva si accelera lo scorrere del tempo (esterno) e quindi si rallenta il proprio, usando un'altra leva si ottiene l'effetto contrario. Il funzionamento sembra essere una predizione della dilatazione temporale dovuta alle alte velocità. Viene inoltre detto che la macchina si trova sempre allo stesso posto ma che non la si può percepire o vedere perché viaggiando nel tempo a velocità molto superiori rispetto a tutto ciò che le sta attorno produce effetti molto inferiori (nel libro viene fatta un'analogia con oggetti che si muovono nello spazio: è molto difficile vedere un proiettile o una ruota in movimento, mentre tutto ciò che è fermo si vede chiaramente).¹⁶ Il viaggiatore che utilizza questa macchina e si trova quindi all'interno di questa può osservare (mentre viaggia nel tempo) il mondo esterno che muta a una grande velocità, e se si potesse osservare la macchina e il suo interno si vedrebbe il viaggiatore muoversi in modo estremamente lento.¹⁷ Usando le leve si può rallentare lo spostamento attraverso il tempo (o riaccelerare il proprio tempo per fermarsi nel momento raggiunto): facendo questo si riacquista materialità e quindi se qualcosa era stato posizionato nello spazio della macchina può esserci il pericolo di forti reazioni o esplosioni¹⁸. Il viaggiatore si sposta fisicamente nel tempo, ma non vi è creazione di alter ego, o almeno non nel libro dato che vengono visitate solo epoche molto lontane e non vi è alcun tipo di sovrapposizione.

¹⁶ [6], pp. 34-35.

¹⁷ [6], p. 45-48.

¹⁸ [6], p. 47

Capitolo 3

Paradossi temporali

I paradossi temporali sono delle situazioni contraddittorie che si verrebbero creare premettendo la possibilità del viaggio nel tempo. Qui di seguito sono descritti due paradossi temporali e alcune delle possibili soluzioni con relativi esempi annessi.

3.1 Paradosso del nonno (o di coerenza)

3.1.1 Definizione

I paradossi di coerenza, in ambito di viaggi nel tempo, sono delle situazioni logicamente incoerenti che potrebbero venirsi a creare se fosse possibile il viaggio nel tempo. Ci si trova di fronte a contraddizioni assolute, dove "per un fatto A concreto e specifico sono veri sia A che $\neg A$ (non A)".¹ L'esempio più classico che viene riportato per descrivere la contraddizione assoluta è quello del cosiddetto *paradosso del nonno*, in cui un personaggio torna nel passato e uccide (accidentalmente o intenzionalmente) il proprio nonno prima che conosca sua nonna e crei discendenza: di conseguenza il nonno non si sposerà mai (è morto) e la famiglia non si svilupperà, perché non verrà concepito il padre del personaggio iniziale, che non potrà quindi tornare indietro nel tempo per uccidere il nonno, che potrà quindi sposarsi e far sì che il personaggio nasca e possa tornare indietro per uccidere il nonno, e così via (vedi figura 4 a pagina 13).² Notiamo che l'evento

A =[nascita del personaggio]

porta all'uccisione del nonno e conseguentemente a

¹ [5], p. 205.

² [5], p. 205.

$\neg A$ =[non nascita del personaggio]

i due eventi devono coesistere, quindi si dice $A \& \neg A$ (A e non A), che è l'infrazione di uno dei principi della logica classica (principio di non contraddizione, $\neg(A \& \neg A)$).³. Un altro esempio di paradosso di coerenza è dato dalla frase

"Questa frase è falsa"

che se presa per vera predica la falsità di sé stessa, mentre presa per falsa predica la veridicità di sé stessa: questo porta a un circolo vizioso analogo a quello visto in precedenza per il paradosso del nonno. La frase $A = A$ è falsa, cioè $A \Rightarrow \neg A$ porta sempre alla contraddizione $A \& \neg A$ e all'infrazione del principio.

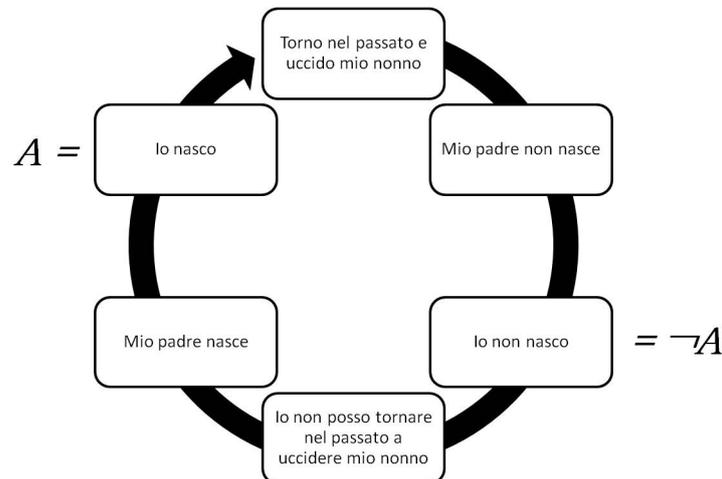


Figura 4: il paradosso del nonno

Analizzando ulteriormente i due paradossi si può notare come entrambi derivino dall'autoriferimento: la frase si riferisce a se stessa negandosi, così come il viaggiatore uccidendo suo nonno è come se si riferisse alla propria nascita (di conseguenza alla propria esistenza) negandola, in quanto la rende impossibile. In entrambi i casi, l'autonegazione porta alla falsità o impossibilità di esistere (la frase si dichiara falsa così come il viaggiatore si rende inesistente) e quindi all'effetto contrario, che rende

³ formulato da Aristotele con questa frase: "È impossibile che il medesimo attributo, nel medesimo tempo, appartenga e non appartenga al medesimo oggetto e sotto il medesimo riguardo" nel suo libro *Metafisica* [1]

di nuovo possibile al viaggiatore di esistere (o alla frase di essere vera) e dunque di autonegarsi. L'autoriferimento e in modo specifico l'autonegazione o l'autoinfanticidio nei viaggi nel tempo creano gravi paradossi di coerenza.

3.1.2 Il viaggiatore imprudente

Usando le pastiglie di noëlite 1 e 2 non dovrebbe esserci alcun rischio di creare un paradosso di coerenza. Viaggiando con l'uso delle pastiglie si rimane infatti sempre nel proprio corpo e, per esempio, se si tornasse indietro di due anni e si decidesse di vivere un'altra vita si intraprenderebbe semplicemente un'altra linea temporale, annullando quella vissuta prima (vedremo nel capitolo 4.2 cosa significa, anche se qui l'autore ha modificato leggermente la teoria). L'unica cosa che rimarrebbe al viaggiatore sarebbero i ricordi dei due anni diversi vissuti prima di tornare indietro nel tempo. Questo fatto permetterebbe di esplorare tutte le possibilità relative a una decisione continuando a tornare indietro al momento della decisione per agire diversamente, e infine scegliere la via migliore; sarebbe possibile vivere tutte le vite e conoscere tutte le cose. Quanto appena detto è ciò che io ho pensato in seguito alla lettura del libro, nel quale però il viaggio nel tempo con le pastiglie di noëlite 1 e 2 viene descritto in modo leggermente diverso; nel libro infatti l'autore rende possibile portare con sé oggetti nel viaggio nel tempo (esempio logico e banalissimo: una pastiglia ""inversa"" per poter tornare al presente), cosa che non dovrebbe essere possibile secondo la descrizione stessa del funzionamento delle pastiglie.

Con la noëlite 3 le cose sono molto diverse: vi è creazione di un alter ego e quindi la possibilità di incontrare sé stessi nel futuro o nel passato. Questo rende però possibile anche la creazione di molti paradossi tra i quali il paradosso del nonno, che di fatto viene a crearsi quando il protagonista (il giovane professore di matematica Pierre Saint-Menoux) tornato indietro nel tempo per fare un esperimento, uccide un suo antenato. In realtà Pierre intendeva uccidere l'allora giovane Napoleone per vedere se un altro generale avesse preso il suo posto per ricreare la stessa storia (con qualche modifica ovviamente), mentre per sbaglio uccide un suo proprio antenato. Dopo questo avvenimento, nel libro leggiamo un paragrafo (l'ultimo) nel quale viene descritta una scena di vita normale in un mondo dove Pierre non è mai esistito e Noël Essalion non ha mai inventato la noëlite, dato che Pierre, non essendo mai esistito, non ha mai scritto l'articolo

sulla *Revue des Mathématiques* che ispirò lo scienziato per i suoi studi.⁴ Ciò però annulla tutti i viaggi nel tempo compiuti, e fa sì che Pierre non possa uccidere il suo antenato che si sposerà e avrà discendenti, tra cui Pierre stesso che quindi in fin dei conti tornerà nel passato a uccidere il nonno e si arriverà a un paradosso. Nel post scriptum del libro⁵, scritto 15 anni dopo, l'autore René Barjavel propone alcune considerazioni molto interessanti: dopo aver spiegato il paradosso che ritrae Pierre Saint-Menoux sia vivo sia morto propone una modifica del famoso dilemma di Amleto

""Essere o non essere""

modificandolo in

""Essere e non essere""

L'autore situa l'attuale (non)esistenza di Saint-Menoux in questo modo:

""Siamo al limite estremo del nostro universo razionale. Ancora un passo, ancora una parola, e cominciano gli abissi, la logica dell'assurdo e l'evidenza dimostrata della possibilità dell'impossibilità. È là che Saint-Menoux è. Ed è là che Saint-Menoux non è. Al tempo stesso vivo e non-vivo, testa e croce sulla stessa faccia della medaglia, pesante e leggero dello stesso peso, andato via prima di essere venuto...""⁶

3.1.3 Ritorno al futuro

Nel primo film assistiamo alla creazione e risoluzione di un paradosso del nonno. Dopo il primo esperimento con la macchina del tempo in un parcheggio (ossia un viaggio di un minuto nel futuro con l'auto radiocomandata contenente il cane di Doc e un orologio) un gruppo di terroristi libici sopraggiunge per riprendersi il proprio plutonio (dato a Doc su commissione per ottenere bombe atomiche, usato da Doc per la macchina del tempo) e uccide Doc. Marty McFly invece sale sulla DeLorean e fugge; durante la corsa raggiunge la velocità di 88 miglia orarie e viene trasportato nell'anno 1955 (data impostata da Doc mentre parlava del momento in cui inventò il flusso canalizzatore). Qui inizia a esplorare la sua cittadina di 30 anni prima e osserva l'allora ragazzo George McFly, suo padre, cadere da un albero sulla strada, rialzarsi e proprio quando sta per essere investito da un'auto Marty lo salva spingendolo via, prendendosi la botta al suo

⁴ [2], p. 20.

⁵ [2], pp. 231-233.

⁶ [2], pp. 232-233

posto. Il ragazzo si sveglia qualche momento dopo in una camera da letto e scopre che l'auto che l'ha investito è quella del suo nonno materno, e che in quel momento era nella camera di Lorraine Baines, sua madre (che allora era una ragazza). Tutti questi avvenimenti fanno sì che Lorraine si innamori di Marty (che sarebbe suo figlio) invece che di George (che sarebbe divenuto suo marito e padre di Marty). Questo dà il via alla creazione di un paradosso di coerenza: i genitori di Marty non si sono incontrati (se Marty non avesse salvato suo padre lui sarebbe stato investito e portato in camera di Lorraine), non si innamoreranno, non si sposteranno mai e non avranno mai Marty come figlio, che quindi non è mai esistito e non è mai tornato indietro nel tempo a interferire con il primo incontro dei suoi genitori, che quindi si conoscono e si sposano, facendo nascere Marty. Per questo paradosso vale lo stesso ragionamento del paradosso del libro *Il viaggiatore imprudente*⁷, analizzato nella parte precedente; in *Ritorno al futuro* il paradosso viene però evitato facendo incontrare in un altro modo i futuri genitori di Marty. Il ragazzo cerca di avvicinarsi al padre e a esortarlo ad avvicinarsi a Lorraine. Marty finisce per proporre una messinscena in cui George dovrebbe salvare Lorraine dalle violenze di Marty: per una serie di motivi Biff Tannen, il bullo della scuola, odia Marty e George, e dopo averli resi inoffensivi si precipita sulla ragazza, che si oppone. George non si dà però per vinto e, usando la violenza per la prima volta nella sua vita, stende Biff con un pugno, conquistando Lorraine (ed evitando il paradosso).⁸

3.1.4 La macchina del tempo

Nell'adattamento cinematografico di Simon Wells dell'opera letteraria di Herbert George Wells⁹, *The Time Machine* (film del 2002), possiamo assistere alla nascita di un paradosso di coerenza che però viene subito annullato seguendo una delle teorie che poi analizzerò (il principio di autoconsistenza di Novikov). Il protagonista, lo scienziato Alexander Hartdegen, sta studiando la costruzione di una macchina del tempo. Quando però la sua fidanzata Emma muore in una rapina lui accelera gli studi e ultima la macchina del tempo (quattro anni dopo); vi entra, torna nel passato e incontra la fidanzata prima del suo alter ego per portarla il più lontano possibile dal luogo della rapina. Mentre però Alexander entra in un negozio ad acquistarle dei fiori questa rimane coinvolta in un incidente

⁷ [2]

⁸ [14], scene conclusive.

⁹ [6]

con un carro e muore. La morte della fidanzata è l'unico motivo per cui lo scienziato sia tornato indietro nel tempo come pure l'unico motivo che l'ha spinto a ultimare la macchina del tempo; lo scienziato non può cambiare ciò che è avvenuto, perché è un evento determinante per lo sviluppo della macchina del tempo (vedi figura 5).

Cercando di salvare la ragazza dalla morte durante la rapina Alexander avrebbe creato un paradosso di coerenza che consiste nel fatto che salvando Emma dalla morte lui non avrebbe avuto il grande stimolo a inventare la macchina del tempo che gli ha poi permesso di tornare indietro nel tempo a salvarla, e non ce ne sarebbe nemmeno stato bisogno essendo che lei non era morta. Non avendo dunque inventato la macchina del tempo non sarebbe potuto tornare indietro nel tempo a salvare la fidanzata, che sarebbe quindi morta (vedi figura 6 a pagina 18).

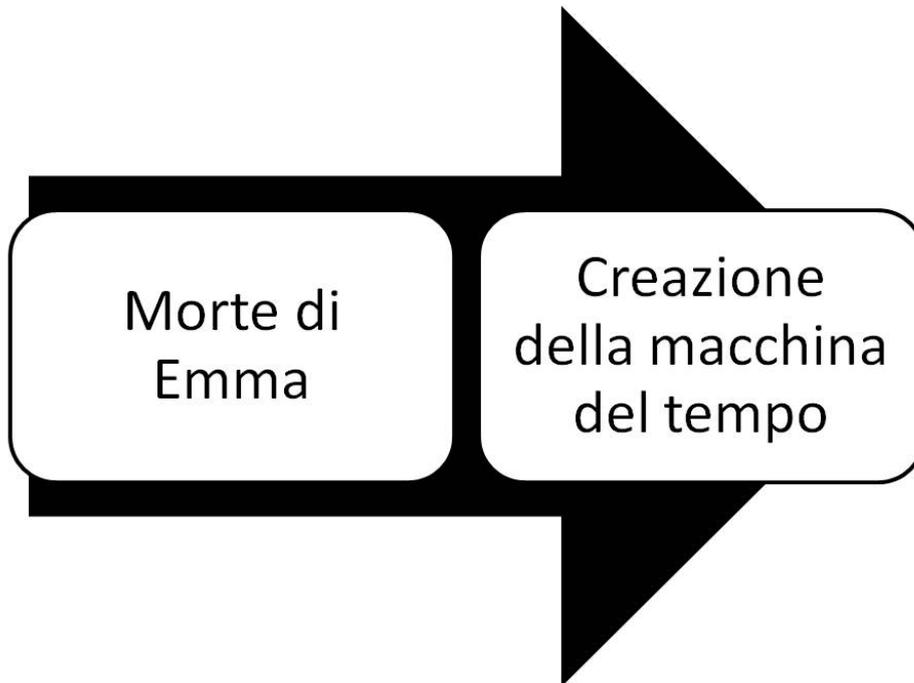


Figura 5: la morte di Emma determina la creazione della macchina

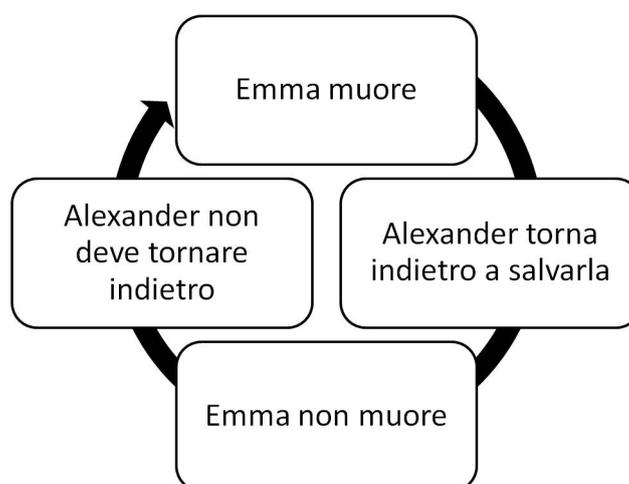


Figura 6: il paradosso che si creerebbe col salvataggio di Emma

Se anche lo scienziato avesse dovuto inventare ugualmente la macchina del tempo non avrebbe avuto motivo di tornare indietro, sempre per il fatto che Emma non è stata uccisa; ma allora lui non l'avrebbe salvata e lei sarebbe morta, e lui sarebbe tornato indietro a salvarla, e lei sarebbe viva, e lui non sarebbe tornato indietro. Questo circolo vizioso è dato, come nei due esempi precedenti, dall'autoriferimento: salvando la fidanzata lo scienziato rende inutile e falso il desiderio di tornare indietro e quindi il salvataggio stesso. Viene sempre infranto il principio di non contraddizione, in quanto A =[morte] ha come conseguenza $\neg A$ =[non morte] e si arriva a $A \& \neg A$.¹⁰

3.2 Paradossi di conoscenza

3.2.1 Definizione

Un paradosso di conoscenza è una situazione ambigua che viene a crearsi se delle informazioni provenienti dal futuro vengono impiegate nel passato per creare le informazioni stesse che si troveranno poi nel futuro. Ecco un esempio molto usato per questo tipo di paradosso.

Un critico d'arte torna nel passato per conoscere quello che diventerà il più famoso pittore del futuro. Ebbene, questo pittore quando incontra il critico dipinge quadri in verità molto

¹⁰ [7], prime scene.

mediocri, ben lontani dai capolavori che il futuro potrebbe conoscere. Ed ecco quindi che il critico d'arte gli mostra delle stampe dei futuri capolavori. Il pittore ne è talmente entusiasta che glieli sottrae e li va a ricopiare [sic]. Nel frattempo, il critico d'arte si deve reimbarcare nella macchina del tempo per tornare alla sua epoca e lascia quindi le copie nel passato. La domanda è questa: considerando l'intera vicenda globalmente, da dove arriva, in definitiva, la conoscenza necessaria a creare i capolavori? Dal pittore o dal critico d'arte?¹¹

I capolavori del pittore hanno ispirato il suo alter ego del passato, quindi se il critico non fosse tornato indietro nel tempo a dare le opere al pittore per fargliele copiare, questo non le avrebbe mai create. Così il critico non conoscerà le opere e non vorrà mai tornare indietro per mostrarle al pittore e nulla sarebbe accaduto. Questo paradosso sembra risolversi nel caso in cui il critico non avesse mai viaggiato, mentre esiste se il critico decide di viaggiare. Il critico d'arte fa sì che i capolavori esistano proprio portandoli nel passato, e questo pare essere un esempio del principio di autoconsistenza di Novikov (che analizzerò nel capitolo 4.3). Le opere d'arte sembrano aver deciso di farsi creare, quasi fossero dotate di volontà propria. Non vi sono gli strumenti necessari per rispondere al quesito finale del paradosso. Si tende però per logica ad attribuire più merito al pittore dato che le opere mostrategli dal critico sono sue, ma nonostante tutto il paradosso sussiste.

3.2.2 Ritorno al futuro

Verso la fine del film *Ritorno al futuro*¹² troviamo un paradosso di conoscenza. Marty, quando si trova ancora nel 1955, viene invitato sul palco durante un concerto per suonare la chitarra elettrica. Improvvisando un po' si ritrova a suonare *Johnny B. Goode*, canzone di Chuck Berry, che però sarebbe uscita solo nel 1958. Uno degli artisti che si trova sul palco con Marty sente il pezzo e lo trova molto bello, allora decide di chiamare suo cugino Chuck Berry che ne rimane estasiato e la copia (o almeno si intuisce che lo farà). Si viene a creare la situazione ambigua descritta sopra: Marty ha suonato la canzone che ha sentito da Chuck Berry nel futuro, e Chuck Berry ha creato la sua canzone ascoltando quella suonata da Marty nel 1955. Dunque chi ha inventato la canzone?¹³

¹¹ [13], cap. 4.2

¹² [14]

¹³ [14], scene conclusive.

Capitolo 4

Teorie risolutive

4.1 Congettura di protezione cronologica

La congettura di protezione cronologica (o "censura cosmica") è una ipotesi formulata da Stephen Hawking per dimostrare l'impossibilità del viaggio nel tempo verso il passato sfruttando curvature spaziotemporali chiuse. Questa congettura, pubblicata il 15 luglio 1992 in un articolo del *Physical Review D*¹, dice:

It has been suggested that an advanced civilization might have the technology to warp spacetime so that closed timelike curves would appear, allowing travel into the past. This paper examines this possibility in the case that the causality violations appear in a finite region of spacetime without curvature singularities. There will be a Cauchy horizon that is compactly generated and that in general contains one or more closed null geodesics which will be incomplete. One can define geometrical quantities that measure the Lorentz boost and area increase on going round these closed null geodesics. If the causality violation developed from a noncompact initial surface, the averaged weak energy condition must be violated on the Cauchy horizon. This shows that one cannot create closed timelike curves with finite lengths of cosmic string. Even if violations of the weak energy condition are allowed by quantum theory, the expectation value of the energy-momentum tensor would get very large if timelike curves become almost closed. It seems the back reaction would prevent closed timelike curves

¹ [3]

from appearing. These results strongly support the chronology protection conjecture: **The laws of physics do not allow the appearance of closed timelike curves** [grassetto aggiunto].

Le osservazioni di Hawking seguono una dimostrazione per assurdo che inizia ipotizzando l'esistenza dei *wormhole*; attraverso legami causa-effetto (basati su complesse teorie della fisica moderna) giunge all'obbligo di violare una o più teorie, e conclude dichiarando impossibile la creazione o la nascita di curve spaziotemporali chiuse (se non a dimensioni sub-microscopiche). Questa idea elimina la possibilità del viaggio nel tempo verso il passato e quindi tutti i paradossi ad essa legati, e anzi, li porta come esempio per dimostrare la tesi. Non impedisce però il viaggio verso il futuro, che la fisica einsteiniana dà per possibile. Anche la logica permette i viaggi verso il futuro, dato che non si creano paradossi (chiaramente si parla di viaggi senza ritorno).

4.2 La generazione di universi paralleli

Una delle teorie più affascinanti e al contempo macchinosa e contorta per risolvere i paradossi è quella delle linee temporali (o parallele, o universi paralleli), secondo cui ogni modifica nel passato genera una nuova linea temporale. Troviamo un buon esempio e una breve spiegazione di questa teoria in *Ritorno al futuro II*²: Marty e Doc sono andati nel futuro per trattare un problema riguardante il futuro figlio di Marty, e dopo averlo risolto, Marty, girando per la città futuristica, trova in un negozio un almanacco sportivo e decide di acquistarlo per farci qualche soldo scommettendo sugli esiti degli eventi sportivi una volta tornato nel passato. Doc scopre le intenzioni del giovane, lo rimprovera e gli ordina di cestinare l'almanacco; Marty, a malincuore, lo getta su un cassonetto in un vicolo. Biff Tannen, l'eterno rivale di George McFly (che è il padre di Marty), ormai anziano, aveva già visto più volte avvenimenti particolari (nel 1985 vede la DeLorean decollare) e aveva sospettato che lo scienziato avesse scoperto come viaggiare nel tempo. Questo sospetto diviene certezza quando Biff vede Doc e Marty del 1985 nel 2015, così recupera l'almanacco e usando la DeLorean in assenza dei due protagonisti porta l'almanacco al giovane sé stesso di 60 anni prima (dal 2015 al 1955). Marty e Doc, all'oscuro di tutto, tornano nel 1985 e si ritrovano in un mondo completamente diverso, in cui George è morto, l'alter ego di Marty è in una scuola in Svizzera, quello

² [15]

di Doc è rinchiuso in un manicomio, Biff Tannen è ricchissimo, ha sposato la madre di Marty e domina la città. Dopo aver compreso l'accaduto il ragazzo propone di tornare nel futuro e di impedire a Biff di rubare l'almanacco, ma Doc lo ferma subito e gli spiega che se fossero andati nel futuro da quel punto sarebbero finiti nel futuro di quella nuova linea temporale che era venuta a crearsi del momento in cui Biff giovane aveva ottenuto l'almanacco nel 1955.

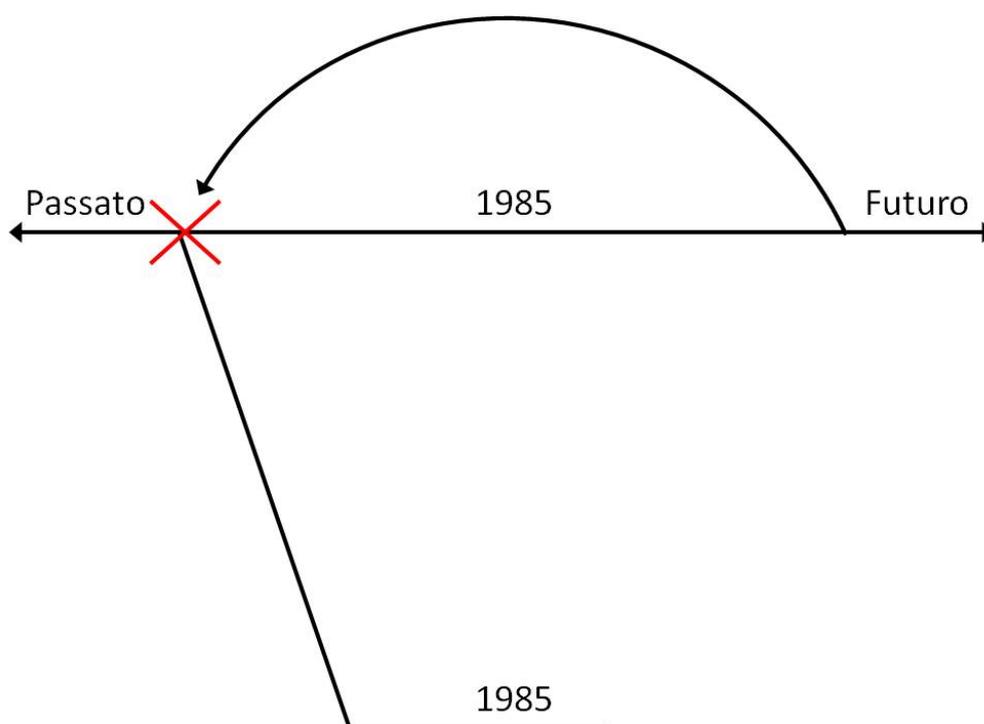


Figura 7: riproduzione del disegno in [15], scene centrali

Questa è una riproduzione del disegno che Doc fece a Marty per spiegarli la situazione. Si può notare benissimo che il viaggio di Biff ha modificato la storia rendendo "valevole" la seconda linea temporale. Secondo questa teoria sarebbe possibile creare potenzialmente infinite linee temporali (chiaramente per chi viaggia nel tempo deve essercene una vigente o valevole, quella su cui ci si muove). Analizzando meglio i dati si nota che Biff non sarebbe potuto tornare nel futuro a riconsegnare la DeLorean, perché sarebbe dovuto atterrare nel futuro 2015 della nuova linea temporale creata. Sono state formulate alcune spiegazioni a riguardo, e la più plausibile è: il giovane Biff all'inizio era molto titubante e dubbio-

so a proposito dell'almanacco, quindi il vecchio Biff è potuto tornare nel futuro originale perché la linea temporale stava ancora cambiando.

Questa teoria può essere usata per risolvere il paradosso del nonno: chi torna indietro ad uccidere il nonno crea una nuova linea temporale nella quale la sua famiglia è scomparsa e lui non è mai nato. Ciò non crea problemi dato che il personaggio che uccide il nonno appartiene alla vecchia linea temporale, che però non è più vigente, e se quindi il personaggio volesse tornare dalla sua famiglia nel futuro non potrebbe, perché finirebbe nel futuro della linea temporale dove la sua famiglia non esiste.

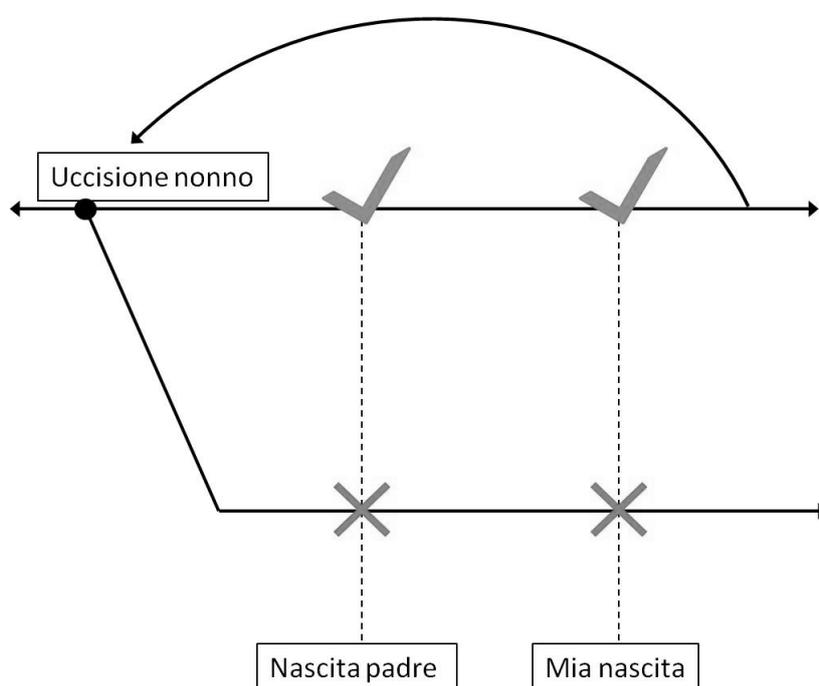


Figura 8: il paradosso del nonno risolto

I paradossi di conoscenza non trovano invece nessun ulteriore chiarimento grazie a questa teoria: se un critico d'arte porta le opere di un artista nel passato per mostrarle all'artista giovane ed ispirarlo non crea una nuova linea temporale, bensì ricrea la stessa linea già esistente. La teoria delle linee temporali infatti si limita a esporre graficamente il paradosso (vedi figura 9 a pagina 24)

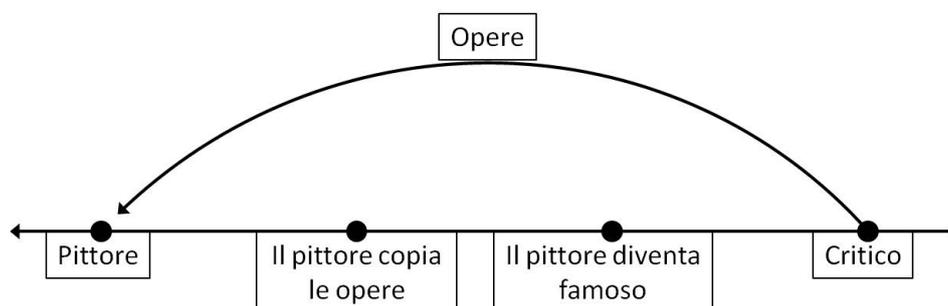


Figura 9: il paradosso di conoscenza esposto con un disegno

4.3 Principio di autoconsistenza di Novikov

Nel libro *Il fiume del tempo*, al capitolo 15, Novikov espone con degli esempi la sua teoria. Su un tavolo da biliardo è facile colpire una palla in modo che questa entri nella buca *A*; se invece prendiamo una seconda pallina e la giochiamo un attimo prima della palla 1, possiamo fare in modo che le due palle si colpiscano (in *C*) e che la prima palla non riesca ad entrare nella buca.

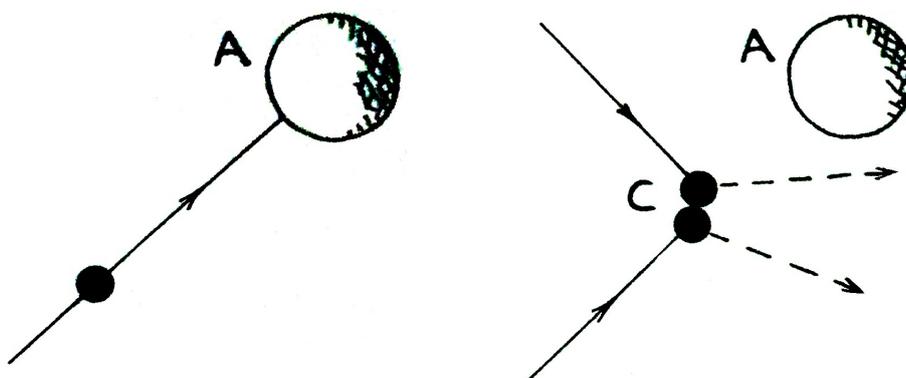


Figura 10: tratte da [4], p. 275

La prima figura mostra il tiro normale, la seconda il tiro con deviazione da parte di una seconda pallina. Supponiamo ora di avere un tavolo da

biliardo con due buche A e B collegate tra loro da un tunnel spaziotemporale che porta gli oggetti che vi transitano indietro di qualche secondo. Se tiriamo la palla nella buca B , poco prima di colpirla la vedremo già uscire dalla buca A . Non è difficile calcolare il colpo da dare alla palla in modo che entri in B e uscita da A qualche istante prima si scontri con sé stessa deviandosi. Chiunque direbbe che ora ci troviamo di fronte a un paradosso irrisolvibile (un paradosso di coerenza, vedi capitolo 3.1) in quanto la palla viene deviata da sé stessa prima di entrare in B e quindi non potrà mai uscire da A e deviarsi, e dunque entrerà in B e uscita da A produrrà la collisione, e avanti così in un circolo vizioso.³ Novikov dice però che nella catena di ragionamenti appena esposti è stato compiuto un errore di logica elementare: osservando la traiettoria della palla verso la buca B abbiamo dapprima ignorato l'effetto della collisione per poi considerarlo quando ci siamo accorti che le palle (in realtà sono la stessa) si sarebbero scontrate.⁴

Dice Novikov:

Questo è però un modo di ragionare sbagliato. L'effetto della collisione avrebbe dovuto essere preso in considerazione *fin dal principio*. La palla si muove infatti una volta sola e non possiamo trattare il suo moto come se una volta non avvenisse la collisione e l'altra volta sì.⁵

Secondo quanto dice l'autore l'effetto della collisione è da tenere in considerazione fin da subito: se immaginiamo un impatto lieve, che devia leggermente la palla in modo che entri sempre in B , otteniamo che la palla, uscita da A , è leggermente deviata e colpisce la palla più giovane devian-dola, in modo che però entri ugualmente in B (vedi figura 11 a pagina 26). Notiamo che la descrizione dell'accaduto è sempre la stessa pur tenendo conto delle interazioni, e si ottiene che l'evento

$$P = [\text{uscita della pallina dalla buca } A]$$

ha sempre come conseguenza se stesso (P) e questo grazie al fatto di aver considerato l'effetto della collisione fin da subito.

Il ragionamento sbagliato portava invece all'alternarsi di situazioni opposte (P & $\neg P$, il paradosso). È anche possibile organizzare, attraverso calcoli matematici, una collisione forte che non crei un paradosso: basta indirizzare la palla in una direzione molto sbagliata (lontano da B) in modo

³ [4], pp. 274-277.

⁴ [4], p. 277.

⁵ [4], p. 277.

che, considerando l'effetto della collisione con la pallina che esce da *A*, questa venga bruscamente deviata verso la buca *B* e uscita da *A* vada a deviare bruscamente. Curioso il fatto che se la macchina del tempo (collegata alle buche) non fosse presente la palla non entrerebbe nella buca, mentre con lo stesso tiro in presenza della macchina questa si autodevia e entra in buca. L'aspetto importante dell'esempio di Novikov sta nel fatto che le leggi della fisica impediscono automaticamente il paradosso: se si volesse creare una collisione forte mirando a *B* per creare un paradosso, questo non si avvererebbe perché, come osservato in precedenza, la palla viene deviata subito da se stessa che esce da *A* e la deviazione è leggera e non forte proprio perché prima di entrare in *B* la palla è stata leggermente deviata.

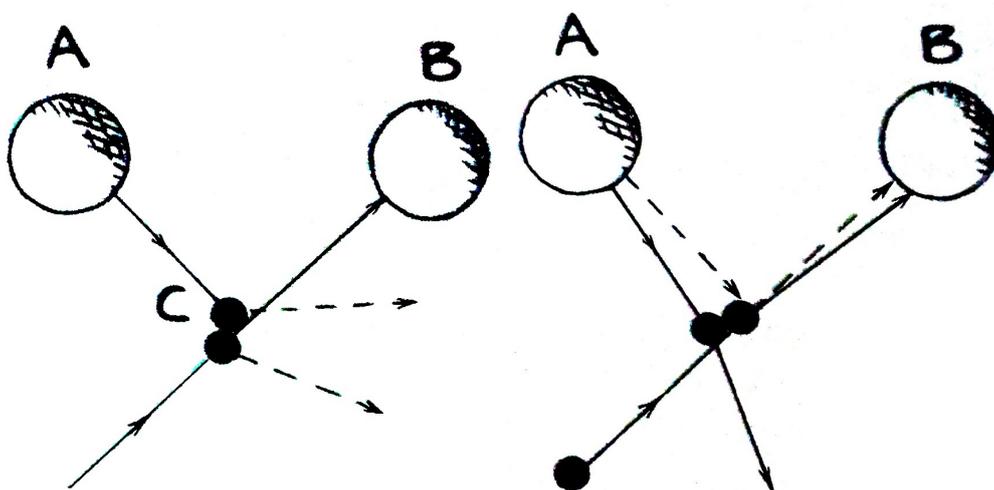


Figura 11: tratte da [4], p. 278

La prima figura mostra il ragionamento sbagliato: la linea piena indica il percorso previsto la prima volta e la linea tratteggiata indica la conseguenza (il paradosso).

La seconda figura invece mostra il ragionamento giusto: la linea piena indica il percorso effettivo mentre quella tratteggiata il percorso che avrebbe fatto la palla senza tener conto della collisione fin da subito, nonché la direzione verso cui si deve mirare per ottenere il percorso effettivo. Per quanto riguarda le situazioni più complesse, per esempio l'uccisione del proprio nonno nel passato, Novikov cita Kip Thorne⁶:

⁶Kip Stephen Thorne (Logan, 1 giugno 1940) è un fisico statunitense, specializzato in astrofisica. Uno dei maggiori esperti di relatività generale (da Wikipedia [9])

...qualcosa deve arrestare la tua mano mentre tenti di uccidere tua nonna. Che cosa? Come? La risposta (se ce n'è una) è tutt'altro che ovvia...⁷

Insomma anche nel caso del paradosso del nonno Novikov ipotizza che ci siano delle leggi fisiche che impediscono la formazione del paradosso; non possiamo uccidere nostro nonno, perché lui è *già sopravvissuto* a ogni nostro possibile tentativo di omicidio. Per analizzare una situazione si deve tener conto di tutte le possibili influenze del passato e del futuro, quindi analizzando la nostra nascita dobbiamo per forza considerare il fatto che nostro nonno ha potuto generare nostro padre che poi generò noi.

Tornando indietro per uccidere un nostro antenato potremmo addirittura causare l'effetto contrario: mettiamo che io spari a mio nonno (nel passato) ma che lo colpisca solo di striscio e questo debba essere ricoverato. In ospedale lui conosce mia nonna e se ne innamora per poi sposarla e metter su famiglia, facendo nascere anche me. Quindi io sono stato causa della mia stessa nascita: se non fossi tornato indietro nel tempo non sarei nato, ma l'ho fatto e quindi sono nato. La situazione è analoga a quella descritta per le palle da biliardo: quando il tiro pare completamente sbagliato la palla proveniente dal futuro lo raddrizza facendo centrare la buca; la palla vecchia proveniente dal futuro ha influenzato il passato, ha fatto in modo che la palla più giovane entrasse nella buca B e creasse la palla vecchia; in altre parole, la palla più vecchia ha causato la propria stessa esistenza, così come nell'esempio umano il viaggiatore causa la propria stessa nascita.

Secondo Novikov, il presente è il risultato di tutti gli eventi avvenuti e tiene conto di tutte le possibili influenze del passato o del futuro.

Una breve analisi del principio di Novikov porta a questo: se io in futuro decidessi di tornare indietro nel tempo a conoscere me stesso potrei farlo solo se ho già vissuto questo incontro dall'altro lato (cioè io che ricevo una visita dal futuro); fintanto che non riceverò una visita da un mio alter ego futuro potrò essere sicuro del fatto che dal futuro non potrò mai tornare a incontrarmi in un momento precedente al presente che sto vivendo. Se un giorno riceverò una mia visita dal futuro, invece, sarò sicuro che in futuro tornerò indietro a visitarmi. Infatti, se il principio di autoconsistenza di Novikov fosse vero, si potrebbe decidere un momento di ritrovo, una sorta di appuntamento per chi mai in futuro dovesse inventare una macchina del tempo: se in quel momento nessuno si presenterà, vorrà dire che

⁷ [4], p. 283.

nessuno potrà mai viaggiare nel passato (escludendo imprevisti, come per esempio la perdita delle informazioni sull'appuntamento).

Per quanto riguarda il paradosso di conoscenza, pare che il principio di autoconsistenza di Novikov ne sia addirittura la causa⁸ e ne spieghi il meccanismo di fondo: le opere d'arte del pittore esistono proprio perché il critico gliele ha mostrate nel passato. Sul piano della logica è tutto normale, non vi sono contraddizioni, ma autoconsistenza. Il principio non riesce però a determinare da dove provenga la conoscenza per creare le opere; il paradosso di conoscenza risulta essere inspiegabile.

⁸ [12], cap 1.2

Capitolo 5

Considerazioni finali

Delle tre teorie analizzate in questo lavoro di maturità, l'unica a presentare delle lacune, seppur piccole, è quella delle linee temporali alternative.¹ Le altre due teorie si prestano molto bene a spiegare come confrontarsi con i paradossi di coerenza e di conoscenza semplicemente affermando che non si formano.

Trovo il principio di autoconsistenza di Igor Novikov² molto interessante dal punto di vista logico: l'idea di considerare l'influenza del futuro sul passato prima di cominciare a ragionare pare essere molto logica e al contempo completamente innovativa, in quanto è un'idea nuova per risolvere i paradossi di coerenza. L'unica falla è la risposta semi-evasiva a proposito del paradosso del nonno con gli esseri umani, che essendo un paradosso più complesso è molto più difficile da modellizzare e da risolvere: Novikov dice che in questo caso intervengono leggi fisiche sconosciute ad impedire il paradosso.

La congettura di protezione cronologica di Stephen Hawking³ è meno "libera" del principio di Novikov, forse per il fatto che annulla qualsiasi possibilità di viaggiare nel passato.

Tuttavia, date le gravi problematiche che l'attuazione pratica del viaggio nel tempo verso il passato solleva, io ritengo personalmente che solo il viaggio nel tempo verso il futuro sia possibile. L'unica forma di viaggio nel futuro attuabile ai giorni nostri è quella dovuta alla dilatazione temporale causata dalle alte velocità, ed è già stato ampiamente provato il suo funzionamento (esperimento dell'orologio sull'aereo⁴). Naturalmente intendendo il viaggio nel futuro senza possibilità di incontrare il proprio alter

¹vedi cap. 4.2.

²vedi cap. 4.3.

³vedi cap. 4.1.

⁴vedi cap. 2.1.

ego, in quanto la presenza di un alter ego nel futuro presupporrebbe un ritorno al passato che, come abbiamo detto, è impossibile da attuare.

Se mai in futuro si riuscisse a superare la velocità della luce e quindi a viaggiare verso il passato, ritengo che diverrà valido il principio di auto-consistenza di Novikov. Dunque viaggiare verso il passato non renderebbe possibile cambiarlo, ma potrebbe essere utile a migliorare la conoscenza storica.

Resta comunque molto importante che si continui a studiare questi fenomeni e scenari semi-fantascientifici per poter ampliare la conoscenza umana anche nel campo dell'astrazione e dell'immaginazione, con la speranza che in futuro si riesca a capire meglio il mistero del tempo.

Bibliografia

- [1] Aristotele. *Metafisica*. Libro Gamma, Cap. 3, 1005 b 19-20.
- [2] René BARJAVEL. *Il viaggiatore imprudente*. Garzanti, Milano 1999.
- [3] S.W. HAWKING. Chronology protection conjecture. *Phys. Rev. D*, 46:603–611, Jul 1992.
- [4] Igor D. NOVIKOV. *Il fiume del tempo*. Longanesi, Milano 2000.
- [5] Rudy RUCKER. *La quarta dimensione: un viaggio guidato negli universi di ordine superiore*. Adelphi, Milano 1994.
- [6] Herbert George WELLS. *La macchina del tempo*. Mursia, Milano 1985.
- [7] Simon WELLS. *The time machine*. Film, 2002.
- [8] Wikipedia. Igor Dmitriyevich Novikov. Pagina Web, Settembre 2012. http://en.wikipedia.org/wiki/Igor_Dmitriyevich_Novikov, consultata l'ultima volta il 12 gennaio 2013.
- [9] Wikipedia. Kip Stephen Thorne. Pagina web, Novembre 2012. http://it.wikipedia.org/wiki/Kip_Stephen_Thorne, consultata l'ultima volta il 21 gennaio 2013.
- [10] Wikipedia. Relatività ristretta. Pagina web, Dicembre 2012. http://it.wikipedia.org/wiki/Relativit%C3%A0_ristretta, consultata l'ultima volta il 13 gennaio 2013.
- [11] Wikipedia. Stephen Hawking. Pagina web, Gennaio 2013. http://it.wikipedia.org/wiki/Stephen_Hawking, consultata l'ultima volta il 12 gennaio 2013.
- [12] Wikipedia. Time travel. Pagina web, Gennaio 2013. http://en.wikipedia.org/wiki/Temporal_paradox, consultata l'ultima volta il 15 gennaio 2013.

- [13] Wikipedia. Viaggio nel tempo. Pagina web, Gennaio 2013. http://it.wikipedia.org/wiki/Viaggio_nel_tempo, consultata l'ultima volta il 21 gennaio 2013.
- [14] Robert ZEMECKIS and Bob GALE. Back to the Future. Film, 1985.
- [15] Robert ZEMECKIS and Bob GALE. Back to the Future Part II. Film, 1989.
- [16] Robert ZEMECKIS and Bob GALE. Back to the Future Part III. Film, 1990.

Indice

1	Introduzione	1
1.1	Motivazione	1
1.2	Premessa	1
1.3	Obiettivi	2
2	Viaggiare nel tempo	3
2.1	In prossimità della velocità della luce	3
2.2	Lo spaziotempo	5
2.2.1	Definizione	5
2.2.2	I ponti di Einstein-Rosen (i <i>Wormhole</i>)	6
2.3	Il viaggio nel tempo in tre opere di fantascienza	8
2.3.1	Il viaggiatore imprudente	8
2.3.2	Ritorno al futuro	10
2.3.3	La macchina del tempo	11
3	Paradossi temporali	12
3.1	Paradosso del nonno (o di coerenza)	12
3.1.1	Definizione	12
3.1.2	Il viaggiatore imprudente	14
3.1.3	Ritorno al futuro	15
3.1.4	La macchina del tempo	16
3.2	Paradossi di conoscenza	18
3.2.1	Definizione	18
3.2.2	Ritorno al futuro	19
4	Teorie risolutive	20
4.1	Congettura di protezione cronologica	20
4.2	La generazione di universi paralleli	21
4.3	Principio di autoconsistenza di Novikov	24
5	Considerazioni finali	29