

## IL TEMPO DI MENTINA

*Potrei dire a quell'attimo:  
"fermati dunque, sei così bello!"  
Goethe (Faust)*

E' tempo di occuparci di *Mentina*, la mia cuginetta che mi somiglia tantissimo; l'unica differenza sta nella sua massa circa 200 volte superiore alla mia...

Non ho bisogno di inventarmi favole questa volta, l'esperienza vissuta giornalmente da *Mentina* è di per sé paradossale e fiabesca.



**Mentina**

Procediamo con ordine.

A causa della sua massa elevata, *Mentina* risulta essere una particella instabile.

Per i fisici, questa instabilità significa che, dopo aver vissuto un certo tempo, essa scompare ed al suo posto lascia altri elementi della famiglia dei leptoni, precisamente due mie gemelle e un *semino*<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Due elettroni e un neutrino.

La forza responsabile di questo decadimento viene chiamata interazione debole ed è avvertita da ogni elemento della famiglia dei leptoni.<sup>2</sup>

Se potessimo avere tante particelle uguali a *Mentina* in laboratorio, vedremmo che dopo un tempo medio di circa due microsecondi (due milionesimi di secondo), esse subirebbero il decadimento. Si usa dire, quindi, che la vita media di particelle di questo tipo è di 2 microsecondi.

In natura, nulla può viaggiare a velocità superiore a quella della luce nello spazio vuoto (300000 Km/s) e la nostra *Mentina* non fa eccezione. Ipotizzando che essa viaggi proprio a questa velocità, lo spazio che potrebbe percorrere, durante la sua esistenza, cioè prima di decadere, sarebbe di circa 600 metri<sup>3</sup>.

Le leggi della natura sono state clementi e permettono alle particelle come *Mentina*, di allungare la loro vita realizzando il sogno di tanti di avvicinarsi all'immortalità...

I fisici possiedono un dispositivo, detto contatore Geiger, capace di rivelare l'esistenza di una particella carica; ognuna di esse che lo attraversa viene "sentita" e il suo passaggio è accompagnato da un messaggio sonoro, un piccolo "bip". La superficie terrestre è bombardata continuamente da uno sciame di raggi cosmici; particelle cariche provenienti dallo spazio. Gran parte di esse è formata da

---

<sup>2</sup> Si tratta dello stesso tipo di forza responsabile dei decadimenti radioattivi.

<sup>3</sup> Il calcolo è semplice; basta moltiplicare la velocità 300000Km/s per il tempo 2/1000000 di secondo.

particelle come *Mentina* in quanto essa possiede una vita media abbastanza elevata.<sup>4</sup>

I raggi cosmici si formano nella parte alta dell'atmosfera a circa 9000 metri dalla superficie terrestre. Eppure i rivelatori avvertono il passaggio di *Mentina* e le sue amiche. Strano, se visse appena due microsecondi, dovrebbe percorrere massimo 600 metri (viaggiando alla velocità della luce). Come fa a percorrerne 9000?

E' una delle "piacevoli" conseguenze della teoria della relatività ristretta di Einstein: la dilatazione del tempo!

L'idea comune del trascorrere del tempo è legata all'esperienza quotidiana che ci fa sembrare gli intervalli di tempo indipendenti dallo stato di moto: un minuto, all'orologio di una persona seduta in poltrona è uguale a un minuto segnato dall'orologio di un'altra persona che viaggia su un aereo...l'intervallo di tempo è una grandezza assoluta.

Lo stesso Newton asseriva:

*"Il tempo assoluto, vero e matematico, per sua natura scorre allo stesso modo, senza alcuna relazione con l'esterno".*

Con parole analoghe, il celeberrimo fisico, asseriva anche l'esistenza dello spazio assoluto.

L'esperienza comune non ci permette di dubitare che "un chilometro è un chilometro", nessuno ha mai visto lo spazio allungarsi oppure contrarsi, eppure...accade!

---

<sup>4</sup> Due microsecondi costituiscono un tempo lungo per la vita di una particella.

Con l'entusiasmo di un bambino<sup>5</sup>, Albert Einstein dimostrò, all'inizio del 1900, che quando si considerano corpi viaggianti a velocità prossime a quelle della luce, le distanze si contraggono e il tempo si dilata!

Non ci addentreremo nei dettagli della dimostrazione (che non sono complicati) per due motivi. Il primo è la promessa di non scrivere formule nei miei racconti e il secondo è non perdere di vista, fra i dettagli matematici, il fascino dovuto alle conseguenze di questo fenomeno: il sogno di allungare il tempo...fino all'eternità.

Torniamo un attimo a *Mentina* e capiremo meglio in cosa consiste questa dilatazione del tempo e la corrispondente contrazione dello spazio.

La quantità di cui si dilata il tempo dipende dal rapporto tra la velocità del corpo e quella della luce<sup>6</sup> e si chiama fattore di dilatazione.

Anche l'entità della contrazione dello spazio dipende dallo stesso rapporto e si chiama fattore di contrazione. Questi due fattori sono legati tra loro in modo molto semplice; l'uno è il reciproco dell'altro: se il primo vale 10, l'altro varrà un decimo.

La velocità di *Mentina* è pari a circa il 99.8% della velocità della luce o, se preferite, quasi 299400 Km/sec. Per tale velocità, il fattore di dilazione del tempo è circa 15. Per l'osservatore sulla superficie terrestre, la vita di *Mentina* è 15 volte maggiore rispetto al caso in cui *Mentina* fosse ferma! Ciò significa che potrà

---

<sup>5</sup> Le parole di Einstein: << A volte mi chiedo come sia accaduto che sia stato io a formulare la teoria della relatività. La ragione, credo, è che un adulto normale non si ferma mai a riflettere sui problemi dello spazio e del tempo, perché queste sono cose su cui ha pensato da bambino. Ma il mio sviluppo intellettuale fu tardivo, e di conseguenza, io cominciai a interrogarmi sullo spazio e sul tempo quando ero già adulto. >>

<sup>6</sup> Nella relazione di dilatazione temporale il rapporto suddetto compare elevato al quadrato, ma ciò è influente per capire la descrizione qualitativa del fenomeno.

percorrere una distanza 15 volte maggiore dei 600 metri previsti: moltiplicando 15 per 600 metri troviamo i nostri 9000 metri.



La teoria, però, ci permette di considerare anche il “punto di vista” di *Mentina*.

La mia simpatica cuginetta, infatti, avverte il fenomeno reciproco, ovvero la contrazione della distanza. I 9000 metri osservati dalla Terra risultano contratti di un fattore 15. All’atto pratico, *Mentina*, per conoscere la distanza che ha percorso prima di decadere, deve moltiplicare 9000 metri per il fattore di contrazione di un quindicesimo. Il risultato è 600 metri!



La storia di *Mentina* ci insegna, al di là del discorso del tempo e dello spazio su cui torneremo, in che modo la scienza (ma la cultura in genere) può educare le persone al rispetto per le idee altrui.

Se l'osservatore terrestre e *Mentina* non avessero conoscenza della teoria della relatività, ognuno penserebbe che l'altro stia sbagliando: "come puoi dire di percorrere 600 metri quando io ne misuro 9000?!" -

La conoscenza scientifica permette di asserire che entrambe le opinioni (basate su misure) sono corrette, non vi è contraddizione.

Buona regola, dunque, guardare sempre le cose da più punti di vista: la Verità manda luce in tutte le direzioni e bisogna predisporre i rivelatori a 360 gradi per poterla assorbire tutta.

Vi è un'altra osservazione importante su questo fenomeno. Come abbiamo visto, la dilatazione del tempo è strettamente connessa alla contrazione delle lunghezze; non può esistere l'una senza l'altra.

Ciò comporta una maniera nuova di pensare al tempo. La realtà fisica ci dice che esso non può essere separato dallo spazio e può essere deformato esattamente come immaginiamo una deformazione spaziale.

Esiste, dunque, un tessuto fatto di due fibre tale che se una si allunga, l'altra si comprime. Einstein chiamò questa realtà "spazio-tempo".

Nella vita quotidiana, spazio e tempo sembrano separati e una deformazione del tempo può essere percepita solo attraverso la misura di un intervallo temporale.

Ciò potrebbe far pensare che il movimento a velocità elevata non agisca sul tempo in sé, bensì sul meccanismo di costruzione degli orologi. In altre parole, il ritardo misurato dagli orologi in moto rispetto a quelli fermi non deriverebbe dal battito del tempo che si allunga, ma da un ostacolo che il moto produce sulla lancetta o su un qualunque meccanismo che scandisca il "secondo".

Se così fosse, ogni orologio avrebbe un suo rallentamento proprio, mentre i dati sperimentali dicono che **tutti** gli orologi presentano lo stesso ritardo a parità di velocità.

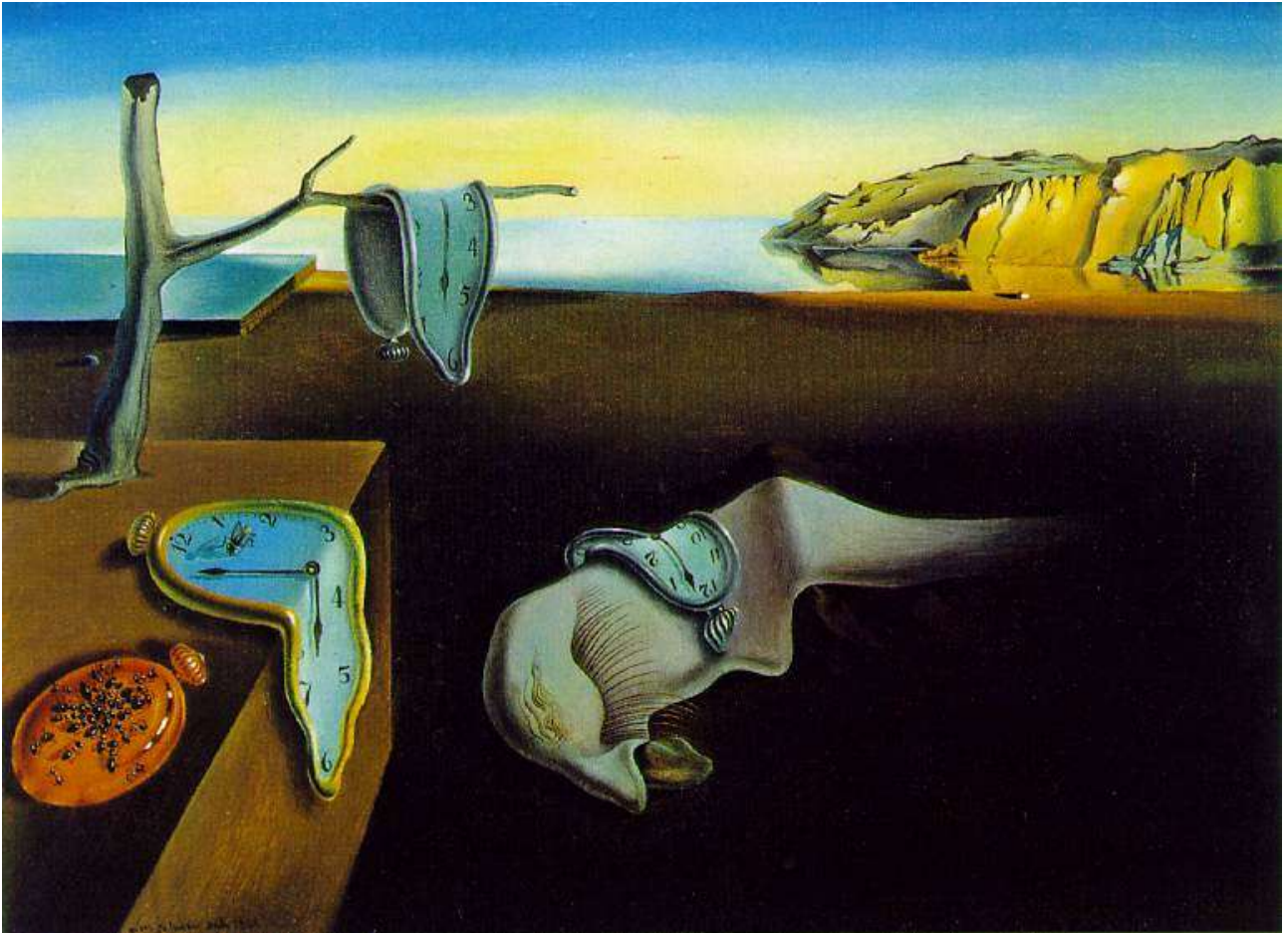
Se un uomo potesse viaggiare a velocità vicina a quella della luce<sup>7</sup> potrebbe sperimentare su sé stesso l'allungamento del suo tempo; vivrebbe più a lungo di un suo gemello "fermo"!<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> Sfortunatamente per gli uomini, viaggiare a velocità prossime a quelle della luce è possibile solo se si possiede una massa piccolissima, come quella delle particelle atomiche.

<sup>8</sup> Questo effetto va sotto il nome di "paradosso dei gemelli". E' trattato nei testi scolastici. E' un invito ad approfondire.

Nel 1931, Salvador Dali presenta la sua opera "Persistenza della memoria".



In questi orologi "rilassati", un fisico potrebbe trovare un tentativo di visualizzare una deformazione spazio temporale come la dilatazione descritta. Nella memoria, il tempo sembra rallentare fino a fermarsi.



Il fenomeno della dilatazione del tempo è misurabile anche in esperienze più comuni rispetto al decadimento delle particelle provenienti dai raggi cosmici.

Nel 1971 furono montati quattro orologi atomici su aerei di linea in viaggio intorno al mondo. La velocità di un aereo è intorno ai 300 metri/sec (qualcosa dell'ordine di un milionesimo della velocità della luce!) e il fattore di dilatazione relativo a questa velocità porterebbe a un ritardo degli orologi in moto rispetto ad altri fermi sulla Terra, dell'ordine dei miliardesimi di secondo. Gli orologi atomici diedero un ritardo di 59 miliardesimi di secondo, in accordo con la teoria!<sup>9</sup>

Negli acceleratori di particelle si possono produrre corpuscoli come *Mentina* che viaggiano a velocità tale che la loro vita aumenta di circa 29 volte!

Pensate, rapportando a dimensioni umane quest' effetto, si potrebbe vivere oltre 2000 anni!

Noi elettroni, in una speciale macchina detta sincrotrone, raggiungiamo il 99.99999% della velocità della luce: un fattore di dilatazione di diverse migliaia!

I battiti scandirebbero con estrema lentezza la durata degli istanti di vita e si avrebbe l'occasione per fermare l'attimo e "gustarne" la bellezza come sognava Goethe oppure ci sentiremmo parte del quadro di Dali...

...avanzando verso l'eternità, cui forse la scienza non sa dare forma...laddove inizia la regione della poesia:

---

<sup>9</sup> Il ritardo riportato è relativo a un aereo che viaggiava verso est. Per aerei viaggianti verso ovest, il ritardo è di 273 miliardesimi di secondo. L'effetto è dovuto al moto della Terra ed anch'esso è in accordo con le previsioni teoriche.

*Come se il mare separandosi  
svelasse un altro mare,  
questo un altro, ed i tre  
solo il presagio fossero  
  
d'un infinito di mari  
non visitati da riva -  
il mare stesso, al mare fosse riva -  
questo è l'eternità.  
Emily Dickinson<sup>10</sup>*

Un'osservazione sulla importanza di una particella come *Mentina*. I raggi cosmici, formati in prevalenza da corpuscoli del suo tipo, fanno parte del fondo naturale di radiazioni che la Terra riceve e contribuiscono alle mutazioni genetiche che sospingono l'evoluzione.

Anche se non in misura eccessiva, *Mentina* accarezza il mondo della Biologia.

---

<sup>10</sup> Emily Dickinson (1830–1886); la poesia citata è del 1863 nella traduzione di Margherita Guidacci.