

*** NOVA ***

N. 239 - 01 OTTOBRE 2011

ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI

NEUTRINI TACHIONICI

Piero Bianucci, in due articoli sui neutrini pubblicati su www.lastampa.it, ricorda, tra l'altro, il contributo del fisico Erasmo Recami, nato a Catania nel 1939, professore all'Università di Bergamo, con esperienze di insegnamento e ricerca in università di altri Paesi:

«Si dà il caso che un altro italiano, Erasmo Recami, Università di Bergamo, sia il profeta (inascoltato) dei tachioni. Nato a Catania nel 1939, autorevole biografo di Ettore Majorana, ricercatore in numerose università americane, fin dal 1968 Recami sostiene l'esistenza di particelle superluminali, neutrini inclusi. Vedi, ad esempio: "Physics Letters", 25 settembre 1986 [E. Giannetto, G.D. Maccarrone, R. Mignani, E. Recami, "Are muon neutrinos faster-than-light particles?", *Physics Letters B*, volume 178, issue 1, pp. 115-120]. Un suo contributo in tal senso si trova anche nel volume celebrativo dedicato ad Einstein nel centenario della sua nascita (1979).

Il discorso sarebbe lungo e complesso. Accontentiamoci di dire che l'analisi di Recami esclude i paradossi che di solito vengono associati ai tachioni, come i "viaggi nel passato". Insomma, niente storie da film di Hollywood. Una sola eloquente citazione da un suo articolo su *Il Nuovo Cimento*: "Una serie di esperimenti cominciati nel 1971 sembra indicare che il quadrato della massa dei neutrini muonici, e più recentemente anche dei neutrini elettronici, sia negativo; il che, se confermato, vorrebbe dire che tali neutrini hanno massa immaginaria e sono quindi tachionici, o in buona parte tachionici".»

Su Tuttoscienze de La Stampa del 6 marzo 1996 (n. 708, p. 2) abbiamo ritrovato un articolo di Erasmo Recami che ritorna attuale. Lo riportiamo di seguito.

VACILLA IL MURO DELLA LUCE. INDIZI DEI TACHIONI, SENZA SMENTIRE EINSTEIN.

Negli ultimi tempi la stampa internazionale (e, al seguito, quella italiana) ha dato notizia di articoli scientifici sulla possibilità di raggiungere velocità maggiori di quella della luce nel vuoto. Non pare giusto che i nostri giornali vadano a rimorchio di *Newsweek* e *Sunday Times* dato che in questo campo la scuola teorica italiana probabilmente non è seconda a nessun'altra. Per di più gli articoli citati dalla stampa internazionale sembrano a volte solo esercizi elementari; altre volte si parla di lavori seri, ma con fini propagandistici (in questo caso da parte della stampa Usa) a detrimento dei contributi sperimentali europei. E' opportuna, quindi, qualche notizia più diretta e meno fantasiosa. Cominciamo col ricordare che la possibile esistenza di oggetti più veloci della luce (super-luminali) ha attratto l'attenzione dei fisici fin da tempi lontani. Uno dei primi a nominare particelle «più veloci dei raggi del Sole» fu Lucrezio, nel 50 a. C. circa, nel suo famoso «De Rerum Natura». Ancora in epoca pre-relativistica, non pochi furono gli studi al riguardo, da quelli di J. J. Thomson a quelli del grande Sommerfeld. Con l'avvento della teoria della Relatività Speciale di Einstein, a partire dal 1905, si diffuse però la convinzione che la velocità della luce (c) fosse necessariamente il limite massimo. Ad esempio, Tolman nel 1917 credette di avere dimostrato in un suo «paradosso» che l'esistenza di particelle con velocità maggiori di c avrebbe permesso l'invio di informazioni nel passato. Il che bloccò per oltre mezzo secolo le ricerche sulle velocità superluminali. Gli oggetti superluminali sono stati chiamati tachioni, T , da G. Feinberg, dalla parola greca che significa veloce, il che a suo tempo ci ha indotto a coniare il termine bradioni, B , per gli ordinari oggetti subluminali. Vengono chiamati infine luxoni gli oggetti che viaggiano esattamente alla velocità della luce, come i fotoni. La relatività speciale, abbondantemente verificata, può essere costruita su due semplici e naturali postulati: 1) le leggi fisiche valgono non solo per un osservatore particolare, ma per tutta la classe degli osservatori inerziali; 2) spazio e tempo sono omogenei e lo spazio è isotropo. Da questi postulati si deduce teoricamente che deve esistere una, e una sola, velocità

«invariante»; e l'esperienza diretta ci dice che tale velocità è quella, c , della luce nel vuoto: infatti, la luce possiede la caratteristica di presentare sempre la stessa velocità (circa trecentomila chilometri al secondo), anche se le corriamo incontro, oppure la inseguiamo. E' proprio questa caratteristica, di essere invariante, a rendere la velocità della luce del tutto eccezionale; nessun bradione, e nessun tachione, potrà godere della stessa proprietà. Un'altra conseguenza dei nostri due postulati è che l'energia totale di una comune particella cresce al crescere della sua velocità v , tendendo all'infinito quando v tende a c . Quindi occorrerebbe forza infinita per far raggiungere a un bradione la velocità della luce. Questo fatto ha generato la diffusa opinione che la velocità c non possa essere né raggiunta né superata. Però, come esistono i fotoni, che nascono, campano e muoiono sempre alla velocità della luce (senza mai aver avuto bisogno di accelerare per raggiungerla), così possono esistere particelle - i tachioni - che viaggiano sempre a velocità V maggiori di c . Aggiungiamo che, sempre a partire dagli stessi due postulati (più un terzo, ancora più ovvio), la teoria della relatività pare generalizzabile in modo da inglobare gli oggetti superluminali. Anche secondo la relatività estesa la velocità c della luce, oltre che invariante, è una velocità limite: ma ogni valore limite possiede due lati, e vi ci si può avvicinare sia da valori inferiori, sia da valori superiori! In realtà, la formulazione usuale della relatività speciale è molto limitativa. Ad esempio, anche lasciando da parte i tachioni, essa può essere elegantemente e facilmente ampliata in modo da includere l'antimateria, purché si ricorra a una regola di reinterpretazione del tutto naturale, inizialmente proposta da Stueckelberg, da Richard Feynman e da Sudarshan, secondo la quale, in parole povere, i segnali sono trasportati solo dagli oggetti che «paiono avere» energia positiva. Ma lasciamo l'antimateria per tornare ai tachioni. Una forte obiezione alla loro esistenza si basa sull'opinione che coi tachioni si possano inviare segnali nel passato, per il fatto che un tachione T , che a un primo osservatore appaia diciamo emesso da A e assorbito da B , può apparire a un secondo osservatore come un tachione T' in viaggio all'indietro nel tempo con energia negativa. Tuttavia, applicando la «regola di reinterpretazione», T' apparirà al nuovo osservatore semplicemente come un antitachione emesso da B e assorbito da A , e quindi in viaggio in avanti nel tempo e con energia positiva, anche se nella direzione «spaziale» opposta. Con ciò, viaggi nel passato ed energia negativa scompaiono... A partire da questa osservazione è possibile risolvere i paradossi causali associati ai moti superluminali: paradossi tanto più istruttivi e divertenti quanto più sofisticati, ma che qui non possiamo affrontare. Ben 4 differenti settori della fisica sperimentale sembrano oggi suggerire l'effettiva esistenza di moti superluminali. In primo luogo, una serie di esperimenti cominciati nel 1971, sembra indicare che il quadrato m^2 della massa a riposo m dei neutrini muonici, e più recentemente dei neutrini elettronici, sia negativo; il che vorrebbe dire che questi neutrini sono tachionici, o in buona parte tachionici. In secondo luogo, altre osservazioni sperimentali, questa volta astrofisiche, hanno rivelato, sempre a partire dal 1971, la presenza di oggetti molto veloci (la rivista «Nature» vi dedicò due sue copertine) espulsi dal nòcciolo di vari quasar; e tali velocità risultavano superluminali se i quasar sono davvero molto distanti da noi, come normalmente si ritiene. L'anno scorso sono state scoperte apparenti espansioni superluminali in oggetti (chiamati provvisoriamente mini-quasar) della nostra Galassia!: e in questo caso le incertezze sulle distanze sono di poco peso. In terzo luogo, nell'ambito della meccanica quantistica (e precisamente nei fenomeni detti di «tunnelling»), si era predetto che l'attraversamento della barriera potesse avvenire a velocità tachioniche. Effettivamente, dal 1992, vari esperimenti effettuati da Nimtz a Colonia, ma anche da Ranfagni a Firenze, hanno verificato che i fotoni in effetto tunnel viaggiano con velocità di gruppo superluminali. Questi esperimenti hanno avuto vasta risonanza, anche nella stampa non specializzata. Fotoni in fase di *tunnellamento* non costituiscono altro che onde cosiddette «evanescenti»: e dalla relatività estesa si sapeva che queste ultime dovevano possedere velocità maggiori di c ; il tutto appare quindi coerente. Infine, due gruppi di ingegneri americani (tra cui Lu e Ziolkowski) hanno riscoperto che qualunque equazione d'onda (omogenea) ammette soluzioni tanto sub quanto super-luminali; e ciò in una serie di bei lavori, del tutto indipendenti dalle precedenti o parallele scoperte di Bateman, Barut o Rodrigues e Vaz. Questi ingegneri hanno anche spiegato in dettaglio come generare le configurazioni ondose superluminali, ad esempio nel caso delle onde elettromagnetiche; e già le hanno concretamente prodotte in acustica. Hanno cioè prodotto onde che viaggiano indeformate a velocità maggiori di quella del suono nel mezzo considerato. Queste onde superluminali (o super-soniche), avendo tipicamente la forma a X predetta da chi scrive nel 1982, costituiscono al momento la miglior verifica della relatività estesa. E' curioso che la prima applicazione di queste onde a X (la cui esistenza è prevedibile anche nel caso delle onde sismiche, e di quelle gravitazionali) è in corso nel campo medico, e precisamente nel campo dell'ecografia. Solo qualche anno fa l'ipotesi che i tachioni potessero venire usati per ottenere ecografie meglio focalizzate avrebbe suscitato l'ilarità qualsiasi fisico, incluso il sottoscritto.

ERASMO RECAMI (Università di Campinas, Brasile)

