

LHC e la fine del mondo

di Stefano Marcellini (2008)

L'autore, originario di Ancona, è ricercatore presso l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare di Bologna

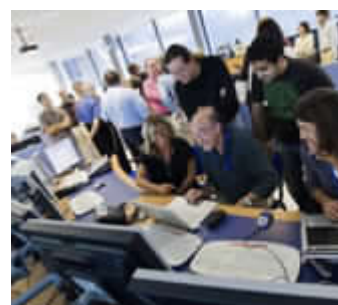
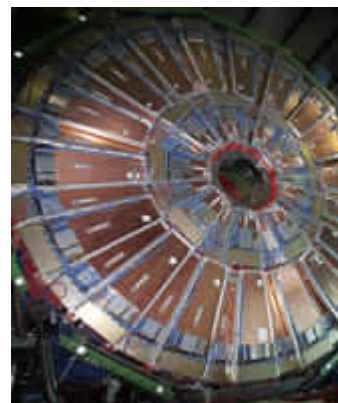
La recente accensione dell'acceleratore **LHC** (Large Hadron Collider) al CERN di Ginevra, ha portato questo grande progetto scientifico all'attenzione dell'opinione pubblica, non solo per la sua importanza scientifica e tecnologica, ma anche per la paura, alimentata dai mass media, che il progetto fosse potenzialmente pericoloso. In particolare è stata avanzata l'ipotesi che la terra potesse essere inghiottita da un buco nero prodotto dalle collisioni nell'acceleratore. Penso sia necessario, a questo punto, fare un po' di chiarezza in proposito.

LHC è un acceleratore in grado di accelerare protoni e farli collidere ad un'energia di 14 TeV nel centro di massa. Questa energia è 7 volte maggiore di quella del più potente acceleratore finora costruito. È un progetto del CERN, il più importante laboratorio al mondo per lo studio della fisica delle particelle elementari, a cui partecipano migliaia di ricercatori da tutto il mondo, italiani compresi, e che ha avuto inizio ormai quasi venti anni fa. Lo studio delle interazioni ad alta energia ad LHC permetterà di studiare come mai è stato fatto finora il mondo subnucleare e le sue proprietà, portando, probabilmente, a nuove importanti scoperte. È un progetto tecnologicamente molto all'avanguardia, al quale hanno partecipato anche numerose industrie italiane (per ulteriori dettagli, [in inglese: http://public.web.cern.ch/public/en/LHC/LHC-en.html](http://public.web.cern.ch/public/en/LHC/LHC-en.html).)

La questione ha inizio quando il Prof. Otto Rössler (un biochimico dell'Università di Tubinga) lancia il seguente allarme: *nelle collisioni ad alta energia fra protoni a LHC potranno prodursi buchi neri in grado di autoalimentarsi, inghiottendo il materiale circostante, e distruggere l'intero pianeta, stima il Prof. Rössler, entro pochi anni. Occorre quindi fermare gli scienziati del CERN prima che portino a compimento questo folle proposito* (i dettagli dell'appello di Rössler sono reperibili in: <http://wissensnavigator.ch/documents/spiritualottoeroessler.pdf>).

La grancassa mediatica dei giornali e delle tv, non solo in Italia per la verità, riporta la notizia con l'interrogativo: "Il 10 settembre (giorno di accensione di LHC) avverrà la fine del mondo?" Quale titolo migliore di questo per far vendere giornali! Sulla rete si moltiplicano i blog, i dibattiti e gli appelli per fermare il CERN. In tanti si chiedono se è lecito che il "delirio di onnipotenza" degli scienziati del CERN possa arrivare a tanto, e si manifestano dubbi sulle totali rassicurazioni che il CERN e la comunità scientifica internazionale hanno dato e continuano a dare in merito.

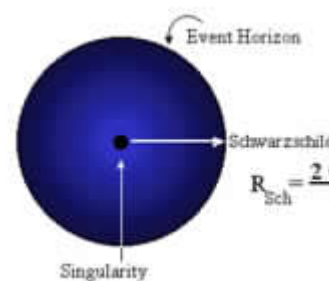
Vediamo come stanno le cose. Secondo la teoria della gravitazione LHC ha un'energia di gran lunga inferiore a quella necessaria a produrre un buco nero. Un buco nero è, dal punto di vista concettuale, un oggetto con un campo gravitazionale sufficientemente intenso da impedire a qualunque tipo di segnale, luce compresa, di allontanarsi dalla sua superficie. Questo concetto viene caratterizzato da una grandezza che si chiama **raggio di Schwarzschild**. Qualunque oggetto ha il suo raggio di



L'inaugurazione del 10 settembre al CERN Control Centre (@ [CERN](https://twitter.com/CERN))



Il prof. Otto Rössler



raggio di Schwarzschild

Schwarzschild, che dipende dalla sua massa e da altre costanti fondamentali. Vediamo cosa significa con un esempio: se la Terra fosse grande più o meno come un mirtillo, con tutta la sua massa concentrata in una sfera di circa mezzo centimetro di diametro, essa sarebbe un buco nero, perché il campo gravitazionale a questa distanza sarebbe così forte da impedire alla luce di uscirne. Il raggio di Schwarzschild caratterizza quindi la dimensione che deve avere un oggetto per essere un buco nero. Nel caso della terra il raggio di Schwarzschild è di circa mezzo centimetro, distanza ampiamente più piccola del raggio vero della terra, entro la quale tutta la materia è effettivamente distribuita. E infatti la Terra non è un buco nero! In pratica un qualunque oggetto, per poter essere, dal punto di vista matematico, un buco nero, dovrebbe essere più piccolo del suo raggio di Schwarzschild. Nel caso del Sole, ad esempio, il raggio di Schwarzschild è circa 3 km, ovvero se il Sole fosse una sfera di 3 km di raggio (o più piccolo) sarebbe, dal punto di vista matematico, un buco nero. Corpi celesti molto massicci possono effettivamente diventare buchi neri, in particolare condizioni, se la materia, in seguito a particolari fenomeni astrofisici, viene ad essere concentrata in una porzione di spazio molto piccola, tanto da far essere il raggio di Schwarzschild maggiore del raggio del corpo celeste stesso. La superficie individuata dal raggio di Schwarzschild in un buco nero si chiama "orizzonte degli eventi", ed è la superficie di non ritorno: una volta attraversata, non si ritorna più indietro!

Anche una particella elementare, o un agglomerato di particelle elementari, hanno un loro raggio di Schwarzschild specifico, che dipende unicamente dalla loro massa. Un protone ha un raggio di Schwarzschild di circa 10^{-54} metri, ovvero 10^{35} volte più piccolo delle sue effettive dimensioni. In altri termini, per diventare un buco nero, il protone dovrebbe avere una massa 10^{35} volte maggiore. Ad LHC due protoni nel momento dell'urto hanno un'energia soltanto 7000 volte più grande della loro massa a riposo. Quindi il condensato di materia prodotto a LHC nell'istante della collisione fra due protoni è ancora 32 ordini di grandezza più leggero di quello necessario per formare un buco nero, secondo la teoria della gravitazione. Questo certifica il fatto ben noto che la forza di gravità è del tutto trascurabile nel mondo delle particelle elementari, per lo meno alle energie a cui le abbiamo finora studiate. Anche ad LHC questo rimane quindi ampiamente valido.

Esistono però alcune teorie che prevedono che le cose possano andare diversamente. Secondo queste teorie la forza di gravità in realtà è solo in apparenza più debole delle altre interazioni fondamentali. Infatti, esse prevedono che lo spazio contenga più dimensioni delle 3 che conosciamo. Il motivo per cui non vediamo queste dimensioni aggiuntive è che esse sono "arrotolate" su se stesse in uno spazio molto piccolo. Le linee del campo gravitazionale di un corpo, quindi, si perderebbero principalmente in queste dimensioni aggiuntive a noi invisibili, e pertanto le uniche linee a noi percepibili sarebbero quelle che attraversano le dimensioni spaziali a noi note. In questo modo la gravità potrebbe essere realmente molto intensa e tuttavia apparirci debole. Va sottolineato che non esiste nessun tipo di evidenza sperimentale, e neanche nessun tipo di indicazione a supporto della veridicità di queste teorie. Tuttavia esse sono prese in considerazione dai fisici, perché possono aprire scenari radicalmente nuovi, e LHC potrebbe essere un banco di prova importante. A questo punto, se in realtà la forza di gravità è molto più intensa di quello che crediamo, diventa possibile, in linea di principio, anche con un acceleratore, creare buchi neri submicroscopici. Sebbene tali buchi neri abbiano una massa estremamente piccola, e quindi il loro campo

(www.astro.cornell.edu)



Interconnessione dell'ultimo settore del LHC nel tunnel (@ [CERN](https://www.cern.ch))

gravitazionale percepito a distanze macroscopiche sarebbe a tutti gli effetti nullo, si potrebbe pensare che a lungo termine essi potrebbero fagocitare la materia circostante e inghiottire l'intero pianeta entro qualche anno. Vedremo però che le cose non stanno così. È comunque importante ricordare che la possibilità paventata da Rössler di produrre buchi neri a LHC si basa sul presupposto che queste teorie, finora senza nessun tipo di supporto sperimentale, siano valide. Questo punto, tutt'altro che trascurabile, non è mai da lui menzionato.

Sebbene la pubblicazione del lavoro di Rössler sia stata rifiutata da tutte le riviste scientifiche del settore (lo afferma lui stesso), in quanto giudicato affetto da errori (ma questo lui evita di dirlo), il CERN ha comunque preso seriamente la questione, e ha istituito un gruppo di lavoro per valutare gli eventuali rischi, ben prima delle affermazioni pubbliche di Rössler. Infatti già nel 2003 il CERN aveva istituito un comitato di esperti che aveva valutato i possibili rischi legati a LHC, e aveva stilato un documento il quale affermava la completa infondatezza di qualunque preoccupazione in merito. Nel 2008 il CERN ha istituito un nuovo comitato per valutare ulteriormente la questione alla luce dei dati sperimentali raccolti in questi ultimi anni. Il comitato, composto di fisici teorici di altissimo livello, ha stilato una serie di documenti, che sono accessibili alla pagina <http://public.web.cern.ch/Public/en/LHC/Safety-en.html> ribadendo e anzi rafforzando la totale infondatezza di ogni allarmismo.

La questione può essere riassunta nel seguente modo. Qualora eventuali buchi neri dovessero essere prodotti, essi sarebbero buchi neri subnucleari e, secondo la meccanica quantistica (uno dei capisaldi della fisica) devono decadere (evaporare) istantaneamente. Questo processo si chiama, in gergo, evaporazione di Hawking. In aggiunta, il modo stesso in cui verrebbero prodotti a LHC li rende altamente instabili. Rössler, nel suo tentativo di confutare questo aspetto, ha commesso diversi errori tecnici, evidenziati dal gruppo di lavoro del CERN nella pagina quotata sopra.

Alla luce delle conoscenze attuali, quindi, e pur ammettendo la possibilità di produrre buchi neri a LHC, possibilità ricordiamo subordinata alla validità di alcune teorie finora assolutamente mai dimostrate, le considerazioni di Rössler sul rischio che tali buchi neri possano essere pericolosi per la terra sono sbagliate. Alcuni potranno obiettare che non c'è motivo di credere ai fisici del CERN piuttosto che a Rössler. Ognuno è libero di pensarla come crede, ma sul piatto della bilancia abbiamo il parere dei maggiori esperti al mondo del settore contro il parere di un biochimico.

Rimane comunque una questione molto importante. Finora si è discusso di teorie, e sarebbe comunque lecito o comunque comprensibile dubitare di qualunque teoria se il rischio è quello di distruggere la Terra. Quindi il punto veramente rilevante a supporto dell'infondatezza dell'appello di Rössler, e opportunamente evidenziato dal gruppo di lavoro del CERN, è che collisioni analoghe a quelle che avverranno a LHC, o di energie anche superiori, avvengono continuamente, da 5 miliardi di anni, sulla nostra Terra, a causa del continuo bombardamento dei raggi cosmici, che sono appunto protoni, come quelli di LHC, provenienti dallo spazio. Queste collisioni avvengono sulla Terra, sul Sole, sui pianeti e su tutti i corpi celesti dell'universo. Quindi se queste collisioni fossero capaci di produrre oggetti in grado di distruggere la Terra, lo avrebbero già fatto da un bel pezzo. Il fatto stesso che

siamo qui a parlarne ci garantisce sulla totale infondatezza delle preoccupazioni di Rössler. Si può stimare che i raggi cosmici, nelle loro interazioni con la materia della terra, abbiano compiuto l'equivalente di centomila esperimenti analoghi all'intera durata del progetto LHC, e che sul Sole questo numero salga a un miliardo, e nonostante questo il Sole esiste ancora. Questa stima può essere estesa alle altre stelle e quindi portare all'evidenza inconfutabile che, nonostante nell'universo, per mezzo dei raggi cosmici, avvengano continuamente collisioni come quelle che si verificheranno a LHC, stelle e galassie continuano ad esistere e non c'è una produzione di buchi neri o di altri oggetti pericolosi in grado di distruggerle. Questo è un dato di fatto, e non una teoria, alla quale sarebbe comunque lecito non credere, in situazioni di possibile grave rischio. Collisioni ad alta energia pari a quelle di LHC sono state realmente misurate da molti esperimenti sui raggi cosmici, ed è ben noto che avvengono naturalmente da miliardi di anni.

Esiste un'ulteriore obiezione, avanzata da Rössler, sul fatto che ad LHC i buchi neri verrebbero prodotti fermi, mentre nei raggi cosmici sarebbero prodotti in movimento, e quindi sarebbero capaci di uscire dalla Terra. L'obiezione, apparentemente plausibile, ad un'analisi approfondita risulta però sbagliata. Di nuovo il riferimento è la pagina del CERN sopracitata.

Occorre infine ricordare che obiezioni del tutto analoghe erano state avanzate già alcuni anni fa, prima dell'entrata in funzione di un acceleratore denominato RICH, negli Stati Uniti. Già allora era stata paventata la possibilità di produrre buchi neri distruttivi. Anche la trasmissione Report se ne era occupata. L'acceleratore RICH funziona ormai da diversi anni, e siamo ancora tutti qui a gozzovigliare!

A parte questo vorrei però fare alcune considerazioni a lato.

- In primo luogo occorre constatare come molti mass media abbiano posto l'attenzione sulla possibile apocalisse più che sulla portata scientifica e tecnologica del progetto LHC, alimentando inutili paure per il puro intento di vendere più copie di giornali. Nel loro completo disinteresse verso una corretta informazione, in tanti hanno perfino trascurato di dire che in ogni caso, anche se ci fosse stato un reale pericolo, il 10 settembre 2008 non sarebbe comunque accaduto nulla, perché ancora nessuna collisione si è verificata a LHC. Anzi, i protoni sono stati soltanto immessi nell'acceleratore senza essere accelerati.
- In secondo luogo, curiosando sui vari forum in rete che sono proliferati con l'imminente accensione di LHC, appare chiaro come in tanti domini la diffidenza, se non addirittura la paura, verso la scienza. Nel 2008 tutti usano internet (il web è stato inventato proprio al CERN), il computer, il cellulare e il GPS, si fanno le TAC o le risonanze magnetiche, si usa il laser per piccoli interventi chirurgici un tempo invasivi, eppure il sentimento di tanti verso la scienza è di diffidenza e paura. In tanti si chiedono a cosa servono questi esperimenti, e se non sarebbe il caso di preoccuparsi invece di cose più importanti. Dimenticano che nessuna delle "innovazioni" che hanno veramente cambiato il mondo sarebbe stata possibile senza la ricerca di base. Il GPS, tanto per citare un esempio banale, ha bisogno di correzioni previste dalla Relatività Generale per funzionare correttamente. Chi mai, ai tempi di Einstein, avrebbe potuto solo immaginare che

una teoria apparentemente astratta e distante dal mondo quotidiano come la Relatività Generale sarebbe risultata indispensabile per far funzionare un oggetto che adesso tutti hanno in macchina? A Pavia è stato fondato l'anno scorso un centro all'avanguardia per la cura di alcuni tipi di tumore, difficilmente curabili con le tecniche tradizionali. Esso utilizza tecnologie che in passato sono state sviluppate per lo studio delle particelle elementari, proprio al CERN. Anche per esse si sarebbe potuto dire, con grande miopia: "Ma a cosa servono?".

Oggi si usano i prodotti della scienza nella vita quotidiana e di essi non si potrebbe fare a meno, eppure si guarda ancora alla scienza come un possibile nemico dell'umanità. Su questo la scuola italiana avrebbe veramente tanto da lavorare.