

## Capitolo 2

### La duplice soluzione dell'energia e la supercausalità

Antonella Vannini<sup>1</sup>

#### 2.1 Introduzione

Le pietre miliari del progresso scientifico sono state spesso segnate da scoperte controintuitive. Ad esempio:

- era intuitivo immaginare la Terra piatta, mentre era controintuitivo immaginarla rotonda;
- era intuitivo immaginare il Sole che ruota attorno alla Terra, ma controintuitivo immaginare la Terra che ruota attorno al Sole.

Oggi è intuitivo immaginare il tempo che scorre dal passato verso il futuro, ma controintuitivo immaginare che passato, presente e futuro coesistono!

Dalla relatività di Einstein nasce la descrizione di un universo simmetrico relativamente al verso del tempo: da una parte energia ed onde che si propagano dal passato verso il futuro, dall'altra energia ed onde che si propagano a ritroso dal futuro verso il passato e che noi, che ci muoviamo dal passato verso il futuro, sperimentiamo come *attrattori*.

Einstein indicava questo nuovo modello con il termine *Übercausalität* (supercausalità) e riteneva che fosse necessario estendere l'attuale paradigma scientifico fino a comprendere questo modello.

---

<sup>1</sup> [antonella.vannini@gmail.com](mailto:antonella.vannini@gmail.com)

## 2.2 L'equazione energia/momento/massa e la retrocausalità

La formula  $E = mc^2$ , da sempre associata all'immagine e al lavoro di Albert Einstein, fu in realtà pubblicata per la prima volta da Oliver Heaviside nel 1890 e successivamente perfezionata da Henri Poincaré (1900) e da Olinto De Pretto (1903), divenendo poi famosa con la relatività ristretta di Einstein (1905), il quale la integrò con il momento (la velocità) nell'equazione energia/momento/massa:

$$E^2 = c^2p^2 + m^2c^4$$

In questa equazione, l'energia totale (**E**), in qualsiasi forma essa si manifesti, è il risultato della somma dell'energia presente nel momento (**p**) e nella massa (**m**), moltiplicate per la velocità della luce (**c**).

Dal momento che questa equazione è elevata al quadrato, per ricavare la quantità di energia totale presente nell'oggetto misurato, ossia il valore di E, è necessario calcolare la radice quadrata che, come noto, produce sempre due soluzioni, una positiva ed una negativa. Questo perché il quadrato di un numero può essere prodotto da un numero positivo come da un numero negativo: ad esempio, 4 può essere espresso come  $+2^2$  e come  $-2^2$ . Per questo motivo, quando si calcola la radice quadrata di 4 il risultato sarà duplice: -2 e +2. Ne consegue che le soluzioni dell'equazione energia/momento/massa sono sempre due: una positiva (**+E**) e una negativa (**-E**).

E' importante notare che in base alla relatività ristretta di Einstein:

- la soluzione positiva (+E) descrive energia che si propaga nel verso a noi familiare, cioè dal passato verso il futuro;
- la soluzione negativa (-E) descrive energia che si propaga a ritroso nel tempo, dal futuro verso il passato.

Ovviamente, la soluzione negativa dell'energia fu considerata un assurdo, uno scherzo della matematica, in quanto se fosse stata reale implicava l'esistenza di cause collocate nel futuro che agivano a ritroso sul nostro presente. Questa assurdità si risolveva da sola nei sistemi

inerziali in cui la velocità ( $\mathbf{p}$ ) è pari a zero, cioè in quei sistemi in cui l'osservatore e l'oggetto osservato condividono le stesse velocità. In questi casi, infatti, si toglie dall'equazione energia/momento/massa la componente della velocità (il momento) in quanto  $c^2\mathbf{p}^2=0$  e l'equazione si semplifica nella famosa  $\mathbf{E} = m\mathbf{c}^2$ , con soluzione sempre positiva (+E).

Tuttavia, nel 1924 Wolfgang Pauli (premio Nobel 1945 per la fisica), studiando l'emissione spettrale dei metalli alcalini, scoprì lo spin associato alla rotazione degli elettroni su se stessi. Lo spin degli elettroni corrisponde ad una velocità ( $\mathbf{p}$ ) che non può essere azzerata, in quanto parte costitutiva della materia stessa: infatti, anche un oggetto perfettamente immobile ha in sé il movimento che deriva dallo spin degli elettroni di cui è composto. A questo punto, l'equazione energia/momento/massa tornava necessariamente ad essere espressa tutta al quadrato, producendo così in ogni momento la scomoda soluzione ad energia negativa.

Nel 1926 Klein e Gordon inserirono l'equazione energia/momento/massa all'interno dell'equazione di Schrödinger, che descrive la propagazione delle onde, allo scopo di renderla un'equazione relativistica. Klein e Gordon si trovarono così di fronte al fatto che la loro formula, nota come equazione di Klein-Gordon, presentava due soluzioni: onde che si propagano dal passato verso il futuro (+E) e onde che si propagano a ritroso dal futuro verso il passato (-E).

Nel 1928 Paul Dirac cercò di risolvere l'assurdo dell'energia negativa e delle onde che si propagano a ritroso nel tempo applicando l'equazione energia/momento/massa allo studio dell'elettrone, rendendolo in questo modo relativistico. Con sua grande sorpresa e delusione, tuttavia, la "scomoda" doppia soluzione si presentò nuovamente, nella forma dell'elettrone (+E) e dell'antielettrone (-E).

L'antiparticella dell'elettrone, inizialmente chiamata neg-elettrone da Dirac, fu poi sperimentalmente osservata nel 1932 da Carl Anderson negli sciami di raggi cosmici e da allora indicata con il nome di *positrone*. È importante sottolineare che Anderson fu in questo modo il primo a dimostrare l'effettiva esistenza dell'energia negativa e delle onde che si propagano a ritroso nel tempo: non solo una "stranezza" matematica, dunque, ma anche e soprattutto una realtà empirica. Dalla famosa equazione dell'elettrone formulata da Dirac discende in questo modo un universo fatto di *materia* e di onde che si muovono dal passato verso il futuro, e di *antimateria* e di onde che si muovono in senso inverso, dal futuro verso il passato.

### 2.3 L'esperimento EPR

La teoria della relatività ristretta di Einstein mostra che l'energia positiva può tendere alla velocità della luce, ma non può mai superarla. Ad esempio, per percorrere la distanza che separa la Terra dalla Luna (300.000 Km) un segnale luminoso impiega 1 secondo, mentre per percorrere la distanza che separa la Terra dal Sole (150.000.0000 Km) impiega poco più di 8 minuti. L'energia negativa, invece, viaggerebbe sempre al di sopra della velocità della luce, fatto che consentirebbe di trasmettere segnali in modo istantaneo, indipendentemente dalla distanza spaziale e temporale.

Nel 1980 Alain Aspect realizzò il primo esperimento EPR (Einstein-Podolski-Rosen) che ha di fatto dimostrato la possibilità di trasmettere istantaneamente informazione indipendentemente dalla distanza spaziale (Aspect, 1982). L'esperimento EPR, proposto nel 1935 da Einstein, consisteva nel dividere due elettroni che condividevano lo stesso stato quantico (ossia la stessa orbita attorno ad un nucleo atomico), allontanarli ed effettuare quindi la misura del loro spin. Lo spin o "trottola" è quel fenomeno per cui un elettrone gira su se stesso, come un pallone sull'asse di un giocoliere. Può girare in senso orario o in senso antiorario e, come la punta di un trapano, se gira in senso orario va in su (entra), mentre se gira in senso antiorario va in giù (esce). Per il principio "di esclusione" di Pauli, due elettroni appaiati, che si trovano ad orbitare sullo stesso orbitale di un atomo, se vogliono coesistere, debbono avere uno lo spin in su e l'altro lo spin in giù. Questa "impostazione" naturale, non solo non ammette deroghe, ma resta in vigore anche quando i due elettroni vengono allontanati. In base al principio di esclusione di Pauli, che vige senza alcun limite di spazio e di tempo, se il primo elettrone della coppia inverte il proprio spin, automaticamente e istantaneamente anche il secondo elettrone deve necessariamente invertire il proprio spin. In altre parole, una particella si deve adeguare istantaneamente all'altra anche se viene portata ai confini dell'Universo (Corbucci, 2005).

Nel 1980, due elettroni accoppiati furono separati a Roma presso l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (I.N.F.N.) e uno dei due venne trasportato (confinato in un contenitore magnetico, con complicatissimi accorgimenti) al C.E.R.N. (Centro Europeo di Ricerche Nucleari) di Ginevra. A Ginevra fu poi cambiato lo spin dell'elettrone e istantaneamente anche lo spin

dell'elettrone rimasto a Roma si girò, come atteso in base al principio di esclusione di Pauli. Einstein tuttavia, pur avendo teorizzato questo esperimento, non aveva previsto però che il cambiamento dello spin potesse avvenire a distanza (in questo caso 1.000 km) e istantaneamente. Einstein aveva infatti proposto questo esperimento solo per dimostrare che, essendo lo spin delle due particelle correlato, è possibile conoscere contemporaneamente tutte le informazioni sulle particelle (posizione e velocità) contraddicendo in questo modo il principio di indeterminazione di Heisenberg.

L'esperimento EPR è stato replicato nei laboratori di tutto il mondo e mostra che quando si separano due elettroni accoppiati, indipendentemente dalla loro distanza, la misura sull'uno corrisponde esattamente e istantaneamente alla misura sull'altro. E' come se il secondo elettrone "conosca" che cosa stia accadendo al primo indipendentemente dalla distanza che li separa. L'informazione può in questo modo essere trasmessa a qualsiasi distanza e in modo istantaneo. Nel primo esperimento EPR si è stimato che la velocità di trasmissione superava di almeno venti volte la velocità della luce nello spazio vuoto. In un recente esperimento, effettuato a Ginevra da Nicolas Gisin (Baggott, 2003), si è osservata una velocità che, secondo le stime più conservative, è di almeno 20.000 volte superiore a quella della luce e in base alle stime non conservative è di almeno 30 milioni di volte superiore alla velocità della luce.

Questi risultati mostrano che la trasmissione del segnale non è avvenuta tramite le proprietà dell'energia positiva, ma tramite le proprietà dell'energia negativa, dimostrando in questo modo l'effettiva esistenza dell'energia a segno negativo teorizzata dall'equazione energia/momento/massa.

#### **2.4 Microcosmo e macrocosmo: simmetria e asimmetria del tempo**

Nel 1951 John Stewart Bell dimostrò l'esistenza della famosa simmetria CPT (Charge Parity and Time reversal symmetry), anche nota come *simmetria del tempo*, secondo la quale si osserva, nel microcosmo, una perfetta simmetria di tutti i processi relativamente al verso del tempo (Nambu, 1985). La simmetria CPT è una ulteriore conferma sperimentale ed empirica del fatto che le leggi del microcosmo sono governate dalla duplice soluzione

dell'energia, dal duplice verso del tempo e dalla duplice causalità (Taylor, 2001).

Al contrario, per quanto riguarda il livello macroscopico, nel 1982 l'astrofisico Frautschi dimostrò che, in un universo in espansione come il nostro, l'entropia può solo aumentare e che per questo motivo le leggi della fisica classica mostrano un'asimmetria a favore dell'entropia. Questa ipotesi era stata inizialmente avanzata da Wheeler e Feynman nel 1949, mentre nel 1927, Sir Arthur Eddington (1882-1944) aveva dimostrato che *"l'entropia è la freccia del tempo"*, nel senso che essa obbliga gli eventi fisici a muoversi dal passato verso il futuro. Nel macrocosmo l'esperienza sensibile e comune del tempo è quindi quella di eventi che fluiscono incessantemente dal passato verso il futuro, con cause collocate nel passato.

Questa contrapposizione microcosmo/macrocosmo suggerisce l'esistenza di un duplice livello di descrizione della realtà:

- quello della fisica classica (macrocosmo), nel quale il tempo fluisce dal passato verso il futuro e la causalità è di tipo meccanico;
- quello della fisica quantistica (microcosmo), nel quale il tempo è simmetrico ed unitario e la causalità può fluire in entrambi i versi: dal passato verso il futuro e dal futuro verso il passato.

## **2.5 Hotson e i criteri di una teoria scientifica: il Modello Standard e il Modello Non Standard a confronto.**

La duplice soluzione dell'energia creò non pochi problemi ai fisici degli anni '30. Ecco cosa scrive Heisenberg a proposito:

- "Il capitolo più triste della fisica moderna è la teoria di Dirac" (Heisenberg, 1928a);
- "L'elettrone negativo di Dirac ha fatto diventare Jordan (fisico fondatore della meccanica quantistica con Born e Heisenberg) melanconico" (Heisenberg, 1928b);
- "Considero la teoria di Dirac come spazzatura che non può essere presa seriamente" (Heisenberg, 1934).

L'energia a segno negativo e le onde che si propagano a ritroso nel tempo erano infatti considerate inaccettabili e assurde, nonostante le continue verifiche sperimentali che confermavano la loro effettiva esistenza. Per questo motivo, nel 1934, Heisenberg suggerì di rimuovere la soluzione negativa utilizzando un espediente messo a punto dallo stesso Dirac, per semplificare i calcoli, noto come "sottrazione di ordine zero". Operando in questo modo, si toglieva dall'equazione l'energia associata allo spin delle particelle (cioè  $p$ ), della quale non si teneva più conto nei calcoli. Heisenberg utilizzò questo artificio per affermare l'inesistenza degli stati negativi, dando vita a quello che oggi è noto come Modello Standard della Fisica. Si assiste così in fisica alla nascita di due modelli:

- il Modello Standard (SM), che basa le sue spiegazioni unicamente sull'energia di segno positivo, sulle onde che divergono dal passato verso il futuro e sulle cause collocate nel passato;
- il Modello Non Standard (NSM), che basa le sue spiegazioni su entrambe le soluzioni dell'energia: energia di segno positivo ed energia di segno negativo, onde che si propagano dal passato verso il futuro e onde che si propagano dal futuro verso il passato, cause collocate nel passato e cause (attrattori) collocate nel futuro.

In questo paragrafo viene sintetizzata la discussione fatta da D.L. Hotson nell'articolo *Dirac's Equation and the Sea of Negative Energy*, pubblicato nel 2002 dalla rivista *Infinite Energy*. Hotson utilizza 6 criteri di scientificità per confrontare la teoria del Modello Standard con quella del Modello Non Standard:

1. semplicità: la teoria dovrebbe contenere il minor numero possibile di entità (questo criterio è conosciuto come "rasoio di Ockham");
2. pochi o nessun parametro che possa essere aggiustato manualmente;
3. coerenza matematica: le equazioni sulle quali si basa la teoria non devono produrre operazioni "impossibili", come ad esempio la frazione di due infiniti;
4. accordo con i dati sperimentali, anche quelli anomali o precedentemente rifiutati come coincidenze;

5. causalità: tutti gli eventi devono essere spiegati in base a catene causali;
6. falsificabilità: la teoria deve basarsi su ipotesi che possono essere oggetto di verifica.

*Primo criterio: il rasoio di Ockham*

Il criterio noto come “rasoio di Ockham” è considerato una legge di “economia” per cui, in una dimostrazione qualsiasi, è necessario cercare la massima unità e semplicità possibile delle parti che la costituiscono. La formulazione latina del rasoio, esposta da Guglielmo di Ockham (1295-1349), recita: “*Entia non sunt multiplicanda praeter necessitatem*” (Non si moltiplicano gli enti se non vi è necessità di farlo). Il rasoio di Ockham afferma dunque che il trend delle teorie scientifiche è quello di evolversi dal complesso al semplice, ad esempio:

- prima dell'avvento della chimica moderna si pensava che gli elementi chimici fossero infiniti;
- nel 1890 si arrivò a dimostrare che tutte le manifestazioni della materia potevano essere ricondotte alla combinazione dei 92 atomi;
- negli anni '20 si giunse a dimostrare che i 92 atomi erano riconducibili, a loro volta, alle 3 particelle elementari (elettroni, protoni e neutroni) e alle 4 forze nucleari passando così da 92 combinazioni atomiche a 7 elementi.

Con l'equazione di Dirac il Modello Non Standard riduceva questi 7 elementi alle due soluzioni dell'energia, mentre il Modello Standard, che aveva rifiutato l'esistenza dell'energia a segno negativo, si vedeva costretto ad inventare particelle “ad hoc” in grado di spiegare le proprietà coesive della materia, come i gluoni e i gravitoni, arrivando così alle attuali 36 particelle. Oggi si confrontano perciò due sequenze:

- quella del Modello Non Standard che, a partire dalle due soluzioni dell'energia, passa ai 7 elementi fondamentali (costituiti da 3 particelle e 4 forze), ai 92 atomi per giungere infine alle infinite combinazioni della materia (sequenza: infinito  $\rightarrow$  92  $\rightarrow$  7  $\rightarrow$  2);
- quella del Modello Standard che, a partire dalle 36 particelle, passa ai 7 elementi



fondamentali, ai 92 atomi per giungere infine alle infinite combinazioni della materia (sequenza: infinito  $\rightarrow$  92  $\rightarrow$  7  $\rightarrow$  36).

Se la prima sequenza fosse corretta il Modello Standard sarebbe errato; se la seconda sequenza fosse corretta il criterio di Ockham sarebbe errato. In altre parole, per affermare la correttezza del Modello Standard diventa necessario affermare che il criterio di Ockham è errato.

Il criterio di Ockham si basa sul fatto che l'universo mostra sempre una forte economia e parsimonia di mezzi. Ad esempio, il DNA, che è alla base della vita e che oggi è considerato l'entità più complessa conosciuta, codifica l'informazione utilizzando solo 4 componenti, ossia le quattro basi azotate. La teoria della complessità mostra che 3 elementi non sarebbero stati sufficienti, mentre 5 sarebbero stati ridondanti; il DNA poteva utilizzare un numero illimitato di elementi, ma solo 4 sono stati utilizzati, in quanto solo 4 sono *sufficienti e necessari*.

Analogamente, al fine di ottenere materia stabile sono necessari solamente 3 particelle elementari e di nuovo solo 3 particelle vengono utilizzate: gli elettroni, i protoni e i neutroni.

Infine, la scienza dell'informazione mostra che è possibile generare una complessità illimitata semplicemente partendo da due componenti binarie: sì/no, vero/falso, 0/1. Poiché solo due componenti sono necessarie e l'universo mostra la tendenza alla parsimonia, è lecito ritenere che per la costruzione delle tre particelle sopramenzionate siano sufficienti le due componenti (energia positiva ed energia negativa) evidenziate dalla formula energia/momento/massa.

Appare evidente come il Modello Standard della Fisica si risolva in una palese violazione del criterio di Ockham, che viene invece rispettato dal Modello Non Standard che, partendo dalle 2 soluzioni dell'energia, passa poi alla costruzione delle particelle elementari e delle loro infinite combinazioni.

In conclusione, il Modello Non Standard della fisica afferma che tutte le manifestazioni della realtà sono riconducibili all'infinita combinazione tra onde divergenti (+E) ed onde convergenti (-E).

*Secondo criterio: assenza di parametri che possano essere “aggiustati” manualmente.*

Il secondo criterio implica che una teoria scientifica valida non deve presentare parametri che possano essere aggiustati o aggiunti manualmente. A tal proposito, il Modello Standard, diversamente dal Modello Non Standard, richiede almeno 19 parametri che devono essere inseriti manualmente, tra i quali, ad esempio, il valore della massa a riposo degli elettroni. Inoltre, tutte le subparticelle considerate dal Modello Standard sono particelle che, per pura convenzione, vengono considerate dotate di proprietà (per spiegare le interazioni tra di esse) ma *prive di massa*: i leptoni, i quark, i gluoni, devono avere massa pari a 0, altrimenti i valori nelle formule tendono all'infinito, portando così a soluzioni indeterminate. Infatti, se queste particelle avessero massa diversa da 0, si otterrebbero nelle equazioni rapporti con valori al denominatore pari a 0: ma è noto che il risultato di un qualsiasi numero diviso per 0 tende all'infinito, producendo così un risultato indeterminato. Tuttavia, un universo senza masse è però molto lontano dal nostro nel quale tutte le particelle “pretendono” in modo ostinato di avere una massa! Infine, è da sottolineare che un'altra palese violazione del secondo criterio è la creazione “ad hoc” di particelle (non osservate in realtà, ma solo teorizzate) al fine di spiegare proprietà che le particelle finora ipotizzate non sono in grado di spiegare. Un esempio emblematico in tal senso è il *gluone*: questa particella è così chiamata in quanto la sua proprietà è quella di “incollare” e tenere assieme le componenti dell'atomo (il termine gluone viene infatti dall'inglese *glue*, cioè “colla”), e viene ipotizzata per spiegare come mai le particelle subatomiche rimangano coese. Ovviamente si tratta di un puro artificio: avendo rifiutato la soluzione negativa dell'energia, il Modello Standard non è in grado di comprendere le forze coesive ed attrattive e ciò richiede la creazione “ad hoc” di particelle dotate di questa proprietà.

*Terzo criterio: coerenza matematica.*

Strettamente legato al precedente, questo criterio stabilisce che le equazioni sulle quali si basa la teoria non devono produrre operazioni “impossibili”, come ad esempio la frazione di due infiniti. Nel Modello Standard, tuttavia, si osservano continue operazioni impossibili come

il rapporto tra due infiniti o la conoscenza a priori della soluzione delle equazioni stesse. Ad esempio, mentre gli esperimenti mostrano che la massa a riposo degli elettroni è di 0,511 MeV (MeV: Megaelettronvolt, una delle unità di misura impiegata in fisica atomica e nucleare), le soluzioni del Modello Standard tendono all'infinito e il valore della massa deve quindi essere "normalizzato", cioè inserito manualmente. Il modello matematico non è quindi predittivo, ma richiede la conoscenza a priori (derivante dagli esperimenti) del risultato finale, che viene appunto inserito manualmente violando così anche il secondo criterio. Ciò non si verifica con il modello derivante dalla doppia soluzione dell'equazione di Dirac, che produce sempre risultati precisi e coerenti con le evidenze sperimentali.

*Quarto criterio: accordo con i dati sperimentali.*

Il quarto criterio implica l'accordo con i dati sperimentali. Mentre le equazioni del Modello Standard portano a risultati indeterminati che richiedono la conoscenza a priori della soluzione da inserire manualmente nelle formule, il modello che discende dalla doppia soluzione dell'energia porta a predizioni esatte e precise che possono essere oggetto di prova empirica e quindi di eventuale falsificabilità scientifica.

*Quinto criterio: causalità.*

Il quinto criterio è quello della causalità: tutti gli eventi devono essere spiegati in base a catene causali. Come accennato precedentemente, il Modello Standard, rifiutando la parte negativa dell'equazione di Dirac si priva della possibilità di spiegare casualmente i fenomeni apparentemente assurdi della fisica quantistica, come la non località e il campo unificato. Accettando la soluzione negativa dell'equazione di Dirac tutte queste proprietà "misteriose" diventano logiche conseguenze di cause collocate nel futuro. Ad esempio, per potersi muovere a ritroso nel tempo l'energia negativa deve propagarsi ad una velocità che è sempre superiore a quella della luce. L'informazione trasportata per mezzo di energia negativa può quindi percorrere spazi infiniti in tempi che, per osservatori che si muovono dal passato verso

il futuro, appaiono istantanei. L'esempio classico è quello della trasmissione di informazione per mezzo degli esperimenti EPR che utilizzano lo spin delle particelle.

In conclusione, possiamo dire che le proprietà convergenti dell'energia negativa consentono di spiegare in modo logico e causale (anche se la causa è collocata nel futuro e i suoi effetti sono retrocausali, si muovono cioè a ritroso nel tempo) non solo fenomeni straordinari quali il campo unificato ed il binding, ma anche tutte le forze attrattive e coesive in generale (si pensi, ad esempio, alla forza di gravità).

#### *Sesto criterio: falsificabilità.*

Il sesto ed ultimo criterio comporta che la teoria debba basarsi su ipotesi che possono essere oggetto di verifica. Come precedentemente descritto, le formule del Modello Standard portano a risultati che tendono all'infinito, rimanendo in questo modo indeterminati e, di conseguenza, non predittivi. Questo fatto implica che tali risultati non possano essere oggetto di verifica sperimentale, sfuggendo così al criterio della falsificabilità scientifica. Al contrario, il modello che discende dall'equazione di Dirac produce risultati precisi e predittivi e può sempre essere oggetto di verifica empirica e quindi di eventuale falsificabilità scientifica.

#### *Alcune considerazioni*

Hotson conclude il suo articolo affermando che il rifiuto della soluzione negativa dell'equazione di Dirac, operato nel 1934 da Heisenberg, ha dunque portato alla costruzione di un modello che non soddisfa i criteri di scientificità appena elencati. La conseguenza immediata è quella di un modello che non è in grado di autocorreggersi e che risolve le sue contraddizioni aggiungendo particelle "ad hoc" (come i *gluoni* e i *gravitoni*) che non sono altro che pezze applicate alle falle di un paradigma contraddittorio che non è stato in grado di confrontarsi, già nel lontano 1932, con le prove sperimentali che provano l'effettiva esistenza dell'energia a segno negativo. Questo rifiuto ha portato non solo ad un irrigidimento del paradigma meccanicista, ma anche allo sviluppo, da parte della fisica contemporanea, di modelli e teorie che violano in modo massiccio il principio di conservazione dell'energia,

principio che è invece rispettato dall'equazione di Dirac.

Quando, nel 1928, Dirac presentò l'equazione dell'elettrone con spin affermò che, poiché tutta la materia e l'energia si evolvono sottoforma di onde, questa equazione costituisce la base per una teoria unitaria di tutti gli aspetti dell'universo. Le applicazioni dirette dell'equazione di Dirac portano infatti alla produzione di modelli semplici, logici e coerenti per la comprensione di fenomeni come i campi elettromagnetici, i fotoni, le forze nucleari forti, le onde gamma e la gravitazione. Inoltre, l'equazione di Dirac è coerente con tutte le prove sperimentali, mentre il Modello Standard richiede l'aggiunta continua, ad-hoc, di un numero elevato di particelle e porta a modelli complessi e incomprensibili dove le nuove particelle entrano in contraddizione le une con le altre, al punto che gli stessi Feynman e Bohr hanno affermato che "oggi nessuno comprende la meccanica quantistica" e che "le stranezze della meccanica quantistica devono oggi essere accettate come atto di fede".

Tenendo conto, invece, della soluzione dell'energia negativa le proprietà di non località e di campo unificato diventano logiche conseguenze di cause collocate nel futuro. Si conclude perciò che la formula di Dirac e l'accettazione di tutte le sue conseguenze, rende logici, necessari e causali quei fenomeni (come le proprietà della fisica quantistica) che oggi vengono considerati strani, misteriosi o magici poiché non si riescono a spiegare in base alla pura causalità meccanica.

## **2.6 Una domanda nasce spontanea: perché la soluzione negativa dell'energia è ancora oggi ai margini della fisica?**

Esistono più risposte a questa domanda. Di seguito ne esaminiamo solo alcune:

1. Il Modello Non Standard implica il passaggio dal paradigma della causalità meccanica al paradigma della supercausalità. Anche se il nuovo paradigma si basa su fatti certi, esso si scontra con il nostro modo intuitivo di percepire il tempo e di concepire la realtà. In modo analogo alle difficoltà incontrate da Galileo quando propose il passaggio dal paradigma geocentrico al paradigma eliocentrico, anche oggi le prove sperimentali non sembrano sufficienti a motivare il passaggio dal vecchio al nuovo paradigma. Galileo aveva

dimostrato in modo inoppugnabile che la Terra ruota attorno al Sole, ma ciò era ritenuto semplicemente inaccettabile; in modo analogo, le prove sperimentali inoppugnabili a sostegno del Modello Non Standard e della supercausalità, si scontrano con la nostra percezione intuitiva del tempo che fluisce dal passato verso il futuro e risultano perciò difficili da concepire.

2. Il Modello Non Standard ha portato alla scoperta del punto zero, una fonte praticamente illimitata di energia. Questa scoperta nasce dal fatto che  $(+ E) + (- E) = 0$ , cioè energia positiva più energia negativa è uguale a zero. In questo modo il Modello Non Standard porta a predire l'esistenza di una fonte praticamente illimitata di energia al cosiddetto "punto zero", ossia nel vuoto, restituendo vigore alle teorie secondo le quali il vuoto non esiste come, ad esempio, la teoria sull'etere. Nasce così il filone di ricerca oggi conosciuto come Zero Point Energy (ZPE) o Vacuum Energy e che è oggetto di indagine scientifica da parte di innumerevoli istituti di ricerca; in merito è interessante consultare gli articoli scientifici scaricabili dal sito del *Calphysics Institute* e del *Infinite Energy Institute*. La "Union of Concerned Scientists" (fondata nel 1969 presso il MIT e che unisce oggi oltre 100.000 fra scienziati e ricercatori) ha denunciato ripetutamente il fatto che queste scoperte vengono oggi sistematicamente distorte e contrastate in modo da difendere gli interessi corporativi delle industrie del petrolio. La tensione tra gli interessi corporativi di queste industrie spiega, secondo molti ricercatori, il recente e brutale assassinio di Eugene Mallove direttore dell'*Infinite Energy Institute*.
3. Infine, è importante ricordare che nel 1979 Ilya Prigogine (premio Nobel 1977 per la biochimica) ha mostrato come il rifiuto preconcetto della soluzione negativa dell'energia abbia portato all'incapacità di comprendere i meccanismi che sottostanno le qualità proprie della vita, dividendo in questo modo la cultura in due: da una parte la scienza meccanicista, dall'altra la vita e le finalità, attualmente trattate al di fuori della scienza (religione). Si è venuto così a creare un equilibrio tra scienza meccanicista (cause collocate nel passato) e religione dogmatica (finalità e cause collocate nel futuro) al quale Prigogine dà il nome di "vecchia alleanza". Secondo Prigogine, l'allargamento della scienza alla soluzione dell'energia negativa porterà a ridefinire l'alleanza tra scienza meccanicista e religione, aprendo così la strada ad una nuova cultura in cui scienza e religione si integrano e che Prigogine definisce come "nuova alleanza" (Prigogine, 1979).