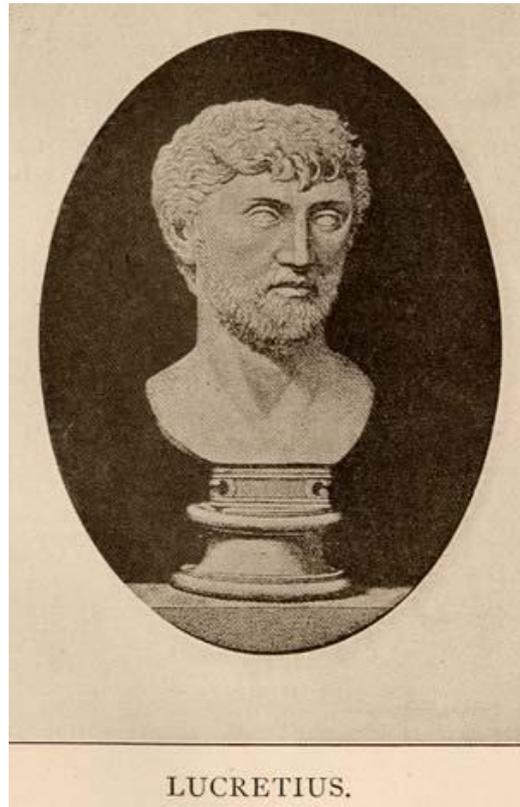


Ottavio Serra
Il clinamen in Lucrezio e le fluttuazioni quantistiche



L'atomismo di Democrito.

E' degno di nota che i Greci abbiano immaginato i più importanti modelli che la scienza moderna utilizza per descrivere i fenomeni fisici: dal modello del *continuo* (lo *pneuma* degli stoici = *campo* di Maxwell e di Einstein) al modello *corpuscolare* (gli *atomi* di Democrito = *particelle elementari* della fisica moderna).

Tra questi, particolare suggestione presenta l'ipotesi atomistica avanzata, pare per primo, da Leucippo e sviluppata da Democrito di Abdera (nato verso il 460 a.C. e vissuto per più di 90 anni).

Delle sue numerose opere ci restano però pochi frammenti, forse perché l'ideologia dominante in Atene, imposta dall'autorità di Platone, impedì che le opere dei filosofi non *ortodossi* fossero ricopiate e diffuse.

Da questo punto di vista Platone, che pure ebbe meriti grandissimi per la filosofia e al quale la cultura occidentale è debitrice di concetti fondamentali, quale quello di *legge universale*¹, nei confronti di Democrito ebbe parole sferzanti, come "*parla come uno che non ha finito di imparare*", che contribuirono a relegare Democrito ai margini della cultura greca.

Democrito postula che tutta la realtà sia un composto di atomi e di vuoto (di essere e di non essere). Muovendosi nel vuoto, si scontrano e si respingono, oppure si agganciano, formando i corpi accessibili ai sensi.

E' notevole l'affermazione che tutto ciò avviene non a caso, ma per assoluta necessità. Va perciò rimarcato che il giudizio degli antichi, ripreso da Dante su un *Democrito che il mondo a caso pone* (Inferno, canto IV), non risponde alla reale concezione del filosofo di Abdera.

Democrito rinunciò a trovare la causa del movimento degli atomi, assumendo una posizione non diversa da quella che avrebbe preso Newton circa la natura dell'attrazione dei corpi oltre 2000 anni dopo.

Per Democrito le così dette proprietà secondarie (qualitative diciamo noi), sono la conseguenza della disposizione degli atomi. *Illusione i colori, illusione gli odori, illusione i sapori: unica realtà gli atomi e il vuoto.* Queste idee saranno sviluppate da Epicuro e rese immortali dalla poesia di Lucrezio. Saranno poi riprese e fatte proprie dalla scienza moderna.

La fisica di Epicuro.

Il pensiero di Epicuro (Samo 341, Atene 270 a.C.), ancorché profondamente originale, ha le sue premesse nell'ambito della classica opposizione greca tra *phýsis* e *nòmos*: il filosofo prende infatti le mosse da un radicale rifiuto del *nòmos* o cultura, che gli appare in generale, in tutte le sue manifestazioni, come deprecabile fonte di false opinioni, atte solo a complicare e rendere angosciosa l'esistenza umana (esemplare il caso dell'attività politica): per essere felici e conoscere la verità, occorre liberarsi di queste fallaci sovrastrutture e basare le proprie convinzioni sull'osservazione di ciò che veramente e indubitabilmente è, cioè la *phýsis* o natura.

In particolare, due sono i bersagli di Epicuro in ambito filosofico: gli astratti sistemi logico-matematici cui si era ridotta la speculazione nella seconda metà del IV secolo, soprattutto nell'ambito dell'Accademia e del Peripato; e specialmente il cosiddetto "*teleologismo òntico*" di Platone e della sua scuola, ovvero la convinzione che tutto ciò che esiste esista per un fine (voluto, naturalmente, da una Mente divina). Il primo atteggiamento risulta di nessuna utilità pratica: e se la filosofia non aiuta l'uomo a vivere meglio, è, secondo Epicuro, altrettanto inutile di una medicina che non sappia guarire le malattie. Il secondo ingenera nell'uomo timori ed angosce e lo espone al rischio della manipolazione ideologica, perché sarà facile fargli credere che ciò che gli viene imposto dall'alto sia voluto da un Dio.

Al contrario, per Epicuro ogni uomo ha il diritto e il dovere di ragionare in modo autonomo, rinnegando ogni condizionamento socio-politico: non tutti, evidentemente, saranno in grado di comprendere ogni dettaglio della verità (a questa ristretta minoranza è dedicato il trattato *Perì phýseos*); l'essenziale del discorso è però alla portata di tutti ed è più che sufficiente per vivere bene (a questo scopo sono destinate le lettere divulgative *A Erodotò, A Pitocle e A Menècimo*).

E' per questo motivo che per Epicuro la branca più importante della filosofia è la fisica.

Tutta la realtà è fatta di atomi, anche l'anima che, dissolvendosi con la morte, mostra quanto sia puerile aver timore della fine.

Questa concezione indusse Dante a porre tra gli eresiarchi Epicuro e i suoi seguaci, *che l'anima col corpo morta fanno* (*Inferno*, X).

Del resto, anche presso i pensatori antichi, probabilmente per influsso del platonismo, dominante specialmente in campo etico, la filosofia di Epicuro fu associata a una concezione edonistica e volgare della vita, basti pensare al *carpe diem* e al celebre *Epicuri de grege porcus* di oraziana memoria.²

Ecco, in breve, il pensiero di Epicuro.

Il nulla non è pensabile: ciò che è pensabile è necessariamente corporeo. Ciò che è corporeo si estende necessariamente nello spazio (*chòra*). Ciò che è corporeo e si estende nello spazio è divisibile, ma non all'infinito: se infatti fosse divisibile all'infinito, si ridurrebbe a nulla. Poiché, dunque, noi pensiamo la realtà, se ne deduce che essa è corporea, si estende nello spazio ed è divisibile, ma non all'infinito. La trasformazione che vediamo accadere in natura è permessa proprio dal fatto che i corpi sono composti di particelle più piccole, ché, se fossero semplici e indivisibili, non potrebbero trasformarsi. Le particelle indivisibili (e invisibili) da cui è formata la realtà si chiamano atomi.

Ecco una prima differenza rispetto a Democrito: questi, infatti, concepiva l'atomo come un ente matematico astratto, un punto geometrico privo di effettiva grandezza fisica, il che lo aveva esposto alle contestazioni di Aristotele; ora, la non-visibilità dell'atomo non significa che esso non abbia una sua consistenza fisica, visibile se non altro con gli occhi della mente. Gli atomi sono dunque, per Epicuro, forniti di una loro forma, di una loro grandezza e di un loro peso; non solo: sono anche qualitativamente differenziati, ché, altrimenti, "tutto nascerebbe da tutto", il che non è. Non a caso il

termine adottato talvolta da Epicuro per definire l'atomo è "seme" (sperma), evidentemente desunto da Anassagora (il solo filosofo per il quale Epicuro esprima ammirazione).

Ciò che esiste (il reale) è costituito dall'aggregazione degli atomi nello spazio vuoto. Né gli atomi né il vuoto esistono: essi sono dunque *enti*, non *esistenti*. La realtà, cioè, li presuppone, ma essi non sono realtà (non si danno, infatti, nella realtà, né lo spazio vuoto né singoli atomi a sé stanti). Se poi l'atomo, in quanto grandezza fisica, ha un peso, è inevitabile che esso segua una sua direzione nell'infinito spazio vuoto, cioè si muova: per cui le tre condizioni che rendono pensabile il reale sono: atomi, vuoto e movimento.

Ed ecco una seconda differenza rispetto a Democrito che coinvolge la spinosa questione del clinamen: se gli atomi, come sostiene Democrito e come postula anche Epicuro, cadono nel vuoto, dall'alto verso il basso, a identica velocità (nello spazio infinito, la velocità non può che essere assoluta), come possono incontrarsi e formare così gli aggregati corporei?

Nasce così la teoria della *παρεγκλισις* (il lucreziano *clinamen*), che certamente non risale a Democrito: in base a questa teoria gli atomi avrebbero la possibilità di deviare (**di pochissimo**) spontaneamente dalla loro traiettoria per incontrare altri atomi e formare così i corpi. Criticatissima e talvolta derisa, questa curiosa teoria fisica pare elaborata a posteriori, per giustificare in qualche modo l'esistenza del libero arbitrio. Infatti, se tutto accade in base a pure e semplici leggi meccaniche, in assenza di un principio spirituale, come si spiega la capacità dell'uomo di effettuare scelte autonome, varie e contraddittorie?

Ma sul *clinamen* torneremo tra breve.

Epicuro, per sua stessa ammissione, aborre il rigido determinismo meccanicistico dei fisici e di Democrito, più ancora di quanto detesti le favole della religione tradizionale: nel libero arbitrio crede fermamente e ne giudica incontestabile l'esistenza. Ma, poiché l'uomo è formato di atomi, anche il libero arbitrio non può risalire che agli atomi: bisogna dunque pensare che gli incontri degli atomi (dai quali dipendono quelle che chiamiamo *scelte*) non avvengano in modo meccanico e necessario, bensì in maniera, per così dire, *spontanea*. Tuttavia di questa teoria non vi è traccia in Epicuro: essa viene riportata soltanto dai suoi discepoli (cfr. Lucrezio), non si sa con quanta fedeltà rispetto alle teorie del Maestro.

Il motivo del clinamen potrebbe comunque essere frutto di una errata interpretazione di un passo - effettivamente oscuro - della Lettera ad Erodoto, in cui Epicuro parla dell'incontro-scontro degli atomi nel vuoto.

Sembra infatti di intendere che l'equivoco di base consista nell'immaginare le traiettorie di caduta degli atomi come parallele, quasi che per ciascuno di essi l'alto e il basso si trovassero nel medesimo luogo, mentre Epicuro dice chiaramente che "l'alto e il basso non si possono predicare dell'infinito, né come il punto più alto né come il punto più basso" (Lettera ad Erodoto, 60).

Quando dunque Epicuro dice che gli atomi cadono dall'alto verso il basso, alluderà evidentemente all'alto ed al basso relativi alla traiettoria di ogni singolo atomo, come intendeva Democrito: il che significa che le traiettorie non sono affatto parallele, perché ogni singolo atomo cade verso il suo basso ed interseca le traiettorie degli altri atomi, ciascuno teso verso il suo basso. Così facendo, talvolta gli atomi cozzano gli uni contro gli altri, e rimbalzando deviano dalla loro traiettoria naturale. Da questa osservazione di Epicuro, probabilmente fraintesa, potrebbe essere nata la teoria del clinamen.

La varietà degli aggregati corporei è dovuta ad originarie differenze tra gli atomi: essi sono infatti, come si diceva, diversi per forma, peso e grandezza, anche se la loro grandezza - sottolinea Epicuro - non può essere "una qualsiasi", come sosteneva Democrito, perché in tal caso avremmo atomi infinitamente piccoli (e dunque l'annullamento degli atomi) ed atomi così grossi da poter essere percepiti con i sensi.

Gli atomi restano sempre quelli che sono: al contrario, gli aggregati corporei mutano in continuazione, avendo infinite possibilità di aggregazione. La formazione di un nuovo aggregato corporeo è ciò che chiamiamo nascita, mentre la disgregazione di tale aggregato è ciò che definiamo morte. Naturalmente, però, gli atomi non vanno perduti, ma tornano ad aggirarsi nello spazio in attesa di

essere, per così dire, riciclati in una nuova aggregazione: per cui si può dire che, mentre i singoli aggregati hanno un'esistenza limitata nel tempo, la materia in sé è eterna (con un apparente paradosso, Lucrezio parlerà di *mors immortalis*, alludendo al fatto che gli atomi di cui siamo composti continueranno ad esistere dopo la nostra morte, indifferenti ad essa, essi sì immortali). Di qui la famosa formula che sintetizza il principio-chiave della fisica epicurea: "nulla nasce dal nulla; nulla ritorna nel nulla; tutto si trasforma".

Il numero degli atomi è infinito, così come infinito è lo spazio vuoto (se non fosse infinito, da che cosa sarebbe delimitato?). E, poiché infinite sono pure le possibilità di aggregazione, infiniti sono i mondi possibili, ciascuno in sé destinato a perire: anche la Terra, perciò, non è che uno degli infiniti mondi possibili ed è destinata, prima o poi, a morire.

Nulla di nuovo sotto il Sole: sembrano le parole di un cosmologo moderno, poniamo di Andrei Linde o di Alan Guth (i multiversi e gli infiniti big bang).

Non deve sfuggire la portata etica di questa affermazione: contro la presunzione che porta l'uomo a credere se stesso ed il suo pianeta al centro dell'universo, Epicuro afferma che l'uomo non è che uno degli infiniti aggregati di atomi possibili, così come lo è la Terra, e non esiste alcun progetto divino che lo voglia re del creato e lo autorizzi a ritenersi superiore alle altre forme viventi. E' evidente qui il rifiuto convinto e polemico, da parte di Epicuro, di ogni teleologismo (finalismo): ciò che accade non accade per uno scopo prestabilito (da chi?), per cui non esiste il Destino ed è completamente irrazionale l'interpretazione che l'uomo dà di alcuni fenomeni naturali, come le malattie, il fulmine o il terremoto, quasi che essi accadessero allo scopo di punire l'uomo. Essi dipendono dall'incontro casuale e non necessario degli atomi, e non "significano" nulla.

E tuttavia Epicuro non si professa ateo: egli crede, o *dice di credere*, nell'esistenza degli dèi, appunto perché solo ciò che è reale è pensabile, e noi pensiamo gli dèi: essi dunque sono dotati di un'esistenza materiale, ma sono fatti di atomi leggeri e speciali e dispongono di un continuo "ricambio" di atomi, per cui sono immortali. La loro sede è negli spazi cosmici posti fra i vari mondi (gli intermundia lucreziani).

Ad essi, in quanto immortali, perfetti e beati, va tributata la nostra venerazione, ma in modo del tutto disinteressato e gratuito: non certo allo scopo di ottenerne favori, come di solito fa l'uomo, la cui preghiera è quasi sempre mercenaria; pregare in questo modo non solo è moralmente spregevole, ma anche del tutto inutile, perché gli dèi si disinteressano completamente delle vicende cosmiche, e quindi anche di quelle umane: infatti la loro condizione di beatitudine non è compatibile con il turbamento che deriverebbe dall'occuparsi e preoccuparsi delle alterne vicende degli aggregati corporei.

Gli aggregati di atomi potrebbero essere interpretati come le moderne molecole. Le molecole possono dissolversi e quindi le cose si trasformano

*e una forza operosa le affatica
di moto in moto; e l'uomo e le sue tombe
e l'estreme sembianze e le reliquie
della terra e del ciel traveste il tempo.³*

Il *clinamen* in Lucrezio.

L'ipotesi del *clinamen* non si trova, almeno esplicitamente, negli scritti di Epicuro che ci sono rimasti.

La fonte che abbiamo è il *De rerum Natura* di Lucrezio (96 – 53 a.C.). Ecco come il grande poeta latino espone l'idea nel libro II:

- 1 Illud in his quoque te rebus cognoscere avemus,
- 2 corpora cum deorsum rectum per inane feruntur
- 3 ponderibus propriis, incerto tempore ferme
- 4 incertisque locis spatium depellere paulum,

5 tantum quod momen mutatum dicere possis.
6 Quod nisi declinare solerent, omnia deorsum,
7 imbris uti guttae, caderent per inane profundum,
8 nec foret offensus natus nec plaga creata
9 principiis: ita nil umquam natura creasset.
(Libro II, vv. 216-224)

10 Quare in seminibus quoque idem fateare necessest,
11 esse aliam praeter plagas et pondera causam
12 motibus, unde haec est nobis innata potestas,
13 de nilo quoniam fieri nil posse videmus.
14 Pondus enim prohibet ne plagis omnia fiant
15 externa quasi vi. Sed ne mens ipsa necessum
16 intestinum habeat cunctis in rebus agendis
17 et devicta quasi cogatur ferre patique,
18 id facit exiguum clinamen principiorum
19 nec regione loci certa nec tempore certo.
(Libro II, vv. 284-293)

1. Anche ciò desideriamo che tu conosca fra questi argomenti:
2. i corpi primi, quando sono tratti nel vuoto verso il basso in linea retta
3. dal peso che loro appartiene, in tempo assolutamente indeterminato,
4. e in luoghi indeterminati declinano un po' dal percorso,
5. tanto quanto basta a dire che il moto è stato cambiato.
6. Perché se non fosse fatto normale questa deviazione, tutti giù in basso,
7. come gocce di pioggia, cadrebbero nel vuoto profondo,
8. né vi sarebbero mai stati scontri, né urti sarebbero stati prodotti
9. tra i principi; e così nulla mai avrebbe natura creato.

Questa leggera declinazione (clinamen) è necessaria a Lucrezio per rendere conto della formazione delle cose per urti di atomi, perché nel vuoto tutti i corpi, in particolare gli atomi, cadono con la stessa velocità (a rigore, con la stessa accelerazione), non essendo frenati dall'aria che impedisce ai corpi più leggeri di cadere così velocemente come i più pesanti. Sembra di ascoltare Galilei! Però il fatto che per Lucrezio, come per Epicuro, i corpi cadano nel vuoto per effetto del peso è un passo indietro rispetto a Democrito: nell'infinito spazio vuoto i corpi non hanno peso.

10 E perciò, negli atomi occorre che tu ammetta questo,
11 che esista, oltre agli urti e ai pesi, una causa ulteriore
12 del movimento, donde sorge per noi questo innato potere:
13 ché vediamo che dal nulla non può nascer nulla.
14 Impedisce infatti il peso che tutte le cose avvengano
15 come per forza a essi esterna. Ma che anche l'intelligenza debba
16 seguire un'interna necessità, nel compiere tutti gli eventi,
17 sopraffatta, sia costretta come a patire e subire,
18 di ciò è causa una piccola declinazione dei principi delle cose,
19 in un luogo non determinato, né in tempo determinato.⁴

Questa piccola deviazione dalla traiettoria rettilinea non avviene in un luogo o in un tempo determinati, è assolutamente imprevedibile e rassomiglia in modo stupefacente ai processi stocastici della fisica quantistica, all'emissione *spontanea* (di un fotone) da parte di un atomo eccitato, o al decadimento radioattivo, o alla creazione di una coppia elettrone – positrone per fluttuazione del vuoto.

Subito dopo (vv. 294-332) Lucrezio espone due importanti corollari. Nel primo, vv. 294-307, sostiene la conservazione della materia e del moto degli atomi. Nel secondo, (vv. 308-332) espone con mirabili immagini poetiche come si concilii l'incessante moto degli atomi con la quiete (apparente) dei corpi visibili a occhio nudo.

Riporto questi ultimi versi dall'incredibile sapore di modernità.

Illud in his rebus non est mirabile, quare,
omnia cum rerum primordia sint in motu,
summa tamen summa videatur stare quiete,
praeter quam siquid proprio dat corpore motus.
omnis enim longe nostris ab sensibus infra
primorum natura iacet; qua propter, ubi ipsa
cernere iam nequeas, motus quoque surpere debent;
praesertim cum, quae possimus cernere, celent
saepe tamen motus spatio diducta locorum.
nam saepe in colli tondentes pabula laeta
lanigerae reptant pecudes, quo quamque vocantes
invitant herbae gemmantes rore recenti,
et satiati agni ludunt blandeque coruscant;
omnia quae nobis longe confusa videntur
et velut in viridi candor consistere colli.
praeterea magnae legiones cum loca cursu
camporum complent belli simulacra cientes,
fulgor ibi ad caelum se tollit totaque circum
aere renidescit tellus supterque virum vi
excitur pedibus sonitus clamoreque montes
icti reiectant voces ad sidera mundi
et circum volitant equites mediosque repente
tramittunt valido quatientes impete campos;
et tamen est quidam locus altis montibus, (unde)
stare videntur et in campis consistere fulgor.

E in questo non c'è da stupirsi del motivo per cui, benché tutti i principi delle cose [**gli atomi**] siano in movimento, la totalità, tuttavia, appaia stabile, in quiete totale, eccetto che qualcosa inizi un moto con il proprio corpo. Tutta la natura dei corpi primi si trova infatti molto al di sotto della forza dei nostri sensi. E perciò, poiché non riesci a vederli, debbono sottrarci anche i movimenti; soprattutto perché anche le cose che riusciamo a scorgere, spesso nascondono i loro movimenti, pur separate da distanza locale. Così su un colle, brucando su ricchi pascoli, le pecore, portatrici di lana, quiete s'avanzano, ognuna là dove l'erba l'invita, coperta di fresca rugiada, e sazi giocano gli agnelli e dolcemente cozzano; ma tutto ciò da lontano ci appare confuso e come se, sul verde del colle, stesse ferma una macchia bianca. Ancora, quando grandi legioni della loro corsa riempiono la spianata dei campi, risvegliando fantasie di guerra, quivi un fulgore si eleva al cielo e tutta, d'intorno

di bronzo risplende la terra e, di sotto, la forza dei soldati
suscita, con il batter dei piedi, rimbombi: percossi dal suono,
i monti rilanciano le voci alle stelle del mondo
e intorno volano i cavalieri, che d'improvviso
attraversano i campi nel mezzo, scotendoli con decisa energia.
Tuttavia c'è un qualche luogo, su alte montagne, donde
tutto sembra fermo e che nei campi ci sia solo, immoto, un fulgore.

Le fluttuazioni quantistiche.

In Lucrezio vanno sottolineati due concetti: la conservazione della materia (la conservazione della massa-energia, diremmo oggi) e la conciliazione tra *l'eterna danza degli atomi* e l'immobilità dei loro aggregati macroscopici, mirabilmente espressa con la similitudine del gregge osservato da lontano (è impossibile avere elettroni e nuclei fermi, ma il *masso* che precipita dal *vertice di lunga erta montana, ...batte sul fondo e sta. Là dove cadde, immobile giace in sua lenta mole*⁵...).

La concezione più controversa e che tuttavia presenta un'insospettata analogia con i più recenti sviluppi della fisica è però quella del *clinamen*.

Abbiamo detto che questa fu derisa, già nell'antichità, perché contrastava con l'idea, sia pur vaga, di conservazione del moto che risaliva alla scuola ionica. In età moderna fu ritenuta cervellotica, perché violava la conservazione della quantità di moto, conservazione che vale sia nella meccanica newtoniana, sia in quella einsteiniana.

Tuttavia, nella meccanica quantistica abbiamo il principio di indeterminazione di Heisenberg, secondo il quale non si dà (non si potrà mai dare) con precisione arbitrariamente elevata il valore della posizione e della quantità di moto di una particella quantistica (elettrone o altro). L'indeterminazione di Heisenberg vale anche per altre coppie di grandezze cosiddette incompatibili, per esempio energia e tempo. Ciò significa che si possono avere *per breve tempo* violazioni della conservazione dell'energia o della quantità di moto; quest'ultima, nella fattispecie, corrisponderebbe al *clinamen* di Lucrezio.

Ricordo che il principio di indeterminazione permise, negli anni 30 del XX° secolo, al fisico giapponese Ideki Yucawa di stimare la massa del pione (la particella che cementa protoni e neutroni nel nucleo), assumendo che il tempo massimo di violazione della conservazione dell'energia fosse il tempo impiegato dal pione ad attraversare un nucleo, se potesse viaggiare alla velocità della luce.

Il principio di indeterminazione consente anche di giustificare le *fluttuazioni del vuoto*, cioè la continua *creazione* di coppie: particella – antiparticella dal *nulla*, con successiva *annichilazione*, dato che la violazione non può *durare troppo*. Naturalmente, più le particelle sono pesanti (pardon, hanno massa grande), meno tempo passa tra la creazione e l'annichilazione della coppia, che per questo motivo viene detta *virtuale*. Perciò la coppia che più facilmente si crea è quella più leggera, elettrone – positrone.

Più facilmente vuol significare con probabilità maggiore: la fluttuazione del vuoto, come ogni altro processo quantistico, è di natura essenzialmente stocastica (probabilistica).

La fluttuazione del vuoto ha suggerito allo scienziato inglese Stephen Hawking l'idea che se una coppia virtuale viene creata in prossimità della superficie di un buco nero, questo potrebbe assorbire una delle due particelle e l'altra, non potendo più annichilirsi con la partner, verrebbe irradiata all'esterno come particella *reale*: pertanto il buco nero non sarebbe così *nero* come si crede.⁶ Ma qui siamo ai confini della ricerca contemporanea.

Su un ottimo libro divulgativo, ma di non facile lettura, scritto dal fisico Gian Carlo Ghirardi⁷ dell'università di Trieste, è riportata una bella pagina del filosofo americano Bas van Fraassen, con il titolo *Un illuminante parallelo storico*, parallelo, s'intende, tra il *clinamen* lucreziano e la stocasticità della meccanica quantistica.

Conclusione.

Aristotele aveva respinto il vuoto, rifacendosi alla concezione degli Eleati, secondo i quali il vuoto è il nulla e il nulla non esiste.

Gli stoici avevano riempito il vuoto di un mezzo *continuo* che permea tutte le cose e tiene unito il cosmo, lo *pneuma*, e lo fa vivere, come il respiro fa vivere un essere animale e l'uomo.

Democrito, con Epicuro e i pensatori della sua scuola, come il poeta Lucrezio, negano il continuo e considerano necessario il vuoto per il moto degli atomi.

La fisica moderna, come l'indagine greca, oscilla tra le due concezioni: gli atomi e lo spazio vuoto, il contenitore infinitamente esteso di Newton, dall'altro il campo continuo di Maxwell che spiega i fenomeni elettromagnetici e in particolare quelli luminosi come ondulazioni o vibrazioni del campo. I due modelli, corpuscolare e ondulatorio, coesistono fino ad Einstein, il quale dapprima bandisce l'etere cosmico introdotto per giustificare (visualizzare) la propagazione del campo elettromagnetico (*se il campo, la luce, consiste di vibrazioni, che cos'è che vibra?*).

Il dualismo *onde – corpuscoli* diventa stridente con lo stesso Einstein nella teoria dei quanti di luce presentata nella prima delle celebri memorie del 1905, che gli valse il premio Nobel, e si aggrava con la teoria di Louis de Broglie, secondo il quale il *dualismo* vale non solo per la luce, ma anche per la materia *ordinaria* (gli elettroni i giorni dispari sono particelle e i giorni pari onde?).

Ma già con la relatività generale del 1916 Einstein in un certo senso recupera il concetto di etere, come spazio, vuoto sì di materia, ma dotato di proprietà fisiche dovute all'interazione con la materia, una tensione che ricorda lo *pneuma* degli stoici.

La fisica quantistica recente concepisce lo spazio non più vuoto, ma pullulante di coppie di particelle e antiparticelle che si creano spontaneamente e si annichilano in una frenetica *danza di Siva*.⁸

Nella moderna fisica le concezioni inconciliabili dei pensatori greci, trasmesseci nelle opere dei filosofi e dei poeti, Platone, Aristotele, Lucrezio, hanno trovato una sintesi provvisoriamente soddisfacente, fino a quando nuovi e inaspettati fenomeni non facciano entrare in crisi le concezioni acquisite.



Śiva Natarāja, bronzo di ambiente brahmanico, India del Sud, XII secolo.

¹ Joseph Bochenski: “La logica formale” Vol I (dai presocratici a Leibniz), Einaudi, Torino 1972.

² Orazio, Epistola IV, 16.

³ Ugo Foscolo: “Dei Sepolcri”.

⁴ Tito Lucrezio Caro, “*La natura delle cose*”, traduzione di G. Milanese, Mondadori, Milano 1992, pagg. 100-101; 104-107.

⁵ Alessandro Manzoni, “Il Natale”, Inni sacri.

⁶ Stephen Hawking: “Dal big bang ai buchi neri”, Rizzoli, Milano 1990.

⁷ Gian Carlo Ghirardi, “Un’occhiata alle carte di Dio”, Net Gruppo Editoriale “Il saggiatore”, Milano 2003, pagina 379.

⁸ Fritjof Capra: “Il Tao della fisica”, Adelphi Edizione, Milano 1993.