

Materia prima \equiv Vuoto quantistico: una correlazione a lungo raggio

Francesco Panizzoli

Istituto Superiore di Scienze Religiose Ecclesia Mater
panizzolifra@gmail.com

Abstract In this article I propose that, in the current state of scientific progress, the *quantum vacuum* is the best physical candidate to perform that theoretical function that Aristotle assigned to the *prime matter*, and that therefore the hylemorphic paradigm of science, after ups and downs, still remains consistent because it is corroborated by the latest physics of the microscopic (quantum *and* relativistic). Mine is not an apologetic intent; I intend to show that, in the realist approach of Kripke-Putnam's causal theory of reference, an accredited physical theory (the *Quantum Field Theory*) and a precise philosophical conceptual framework (i.e. Aristotelian-Thomistic) can mutually enrich each other (to the point of claiming that, if Aristotle were living today, he would say: "the quantum vacuum is the prime matter").

Keywords: Prime Matter, Quantum vacuum, Hylemorphism, Symmetry breaking, Scientific paradigm

Received 25/01/2023; accepted 09/05/2023.

0. Introduzione

Vi sono termini cruciali nella storia della conoscenza occidentale, veri e propri "attori" del ricco e affascinante svolgimento di questa. Uno di essi è senz'altro il termine "materia" (M) che qui considereremo come fulcro di un fecondo rapporto, lungo secoli e ancora vivo, tra la fisica e la filosofia.

Vorrei affrontare la sua vicenda come una esemplificazione di quanto Kripke 1972 e Putnam 1975 sostengono a proposito della teoria causale del riferimento. Essa riesce a mostrare come «si possono paragonare anche teorie radicalmente diverse», e che

non occorre essere d'accordo con Popper o con Feyerabend sul fatto che accettare l'esistenza di un cambiamento radicale di paradigma nella scienza è incompatibile con l'idea di una crescita nella conoscenza oggettiva (Popper e Feyerabend, naturalmente, mentre concordano su tale incompatibilità, non sono d'accordo su che cosa respingere, se il cambiamento radicale di paradigma o la crescita nella conoscenza oggettiva). Possiamo tenerci i nostri slittamenti di paradigma e anche la nostra conoscenza oggettiva (Putnam 1975, trad. it.: 307).

Le due teorie/paradigmi che intendo porre in correlazione, come da titolo, sono quella particolare filosofia della natura che ha la sua matrice dottrinale in Aristotele

(compendiata dall'espressione "ilemorfismo" (MF)¹) e la contemporanea Teoria quantistica dei campi (TQC)², ossia una teoria fisica del microscopico che fonde insieme la Meccanica quantistica delle origini, la Relatività ristretta e la più classica Teoria dei campi. Le confronteremo rispetto alla concezione precisa di "materia prima" (MP) che hanno rispettivamente enucleato e che *rigidamente* manteniamo attraverso l'ampio arco di tempo – anche in questo senso è una correlazione "a lungo raggio", ma non solo – che li separa e che, per quanto diremo, li fa convergere (per *par condicio* daremo qualche accenno, nelle conclusioni, al termine ad essa associato: "forma", F).

Vorrei in particolare sviluppare un'ermeneutica di MF che porta a pronunciare un'equivalenza (\equiv), al netto delle conoscenze fisico-sperimentali di oggi, tra il concetto di MP (relativamente, ovviamente, a quella porzione di universo costituita da enti corporeo-materiali; ossia non consideriamo qui la potenzialità immateriale propria degli enti spirituali) e la realtà del "vuoto quantistico" (*vacuum* o *ground state*, VQ) che la TQC eleva a fondamentale «modello della realtà fisica dei campi quantistici» (Preparata 2002, trad. it.: 66) – e non solo. Senza troppi giri di parole, vorrei sostenere che allo stato attuale del progresso scientifico, il VQ è il miglior candidato fisico a svolgere quella funzione teorica che Aristotele assegnava a MP, e che dunque il paradigma ilemorfico della scienza, dopo alterne vicissitudini, rimane ancora consistente perché corroborato dalla più recente fisica del microscopico, in modo inaspettato (certamente da Aristotele, ma anche dagli scienziati di oggi con velleità filosofiche). Vorrei mostrare questo senza alcun intento apologetico a favore di qualsivoglia paradigma, ma per confermare quanto questo metodo consenta effettivamente un progresso nella conoscenza *sia filosofica che fisica*, nella direzione del *realismo*, cui peraltro possono rientrarvi Putnam (per sua stessa ammissione), Kripke (dal mio punto di vista³), Aristotele (per antonomasia) e la TQC proposta da Preparata 2002⁴.

1. Teoria causale del riferimento

In cosa consista questo approccio epistemologico è presto detto (al netto delle differenze tra i due, che qui tralasciamo). Il riferimento (il denotato) reale, "cosale", dei nomi (propri e di genere naturale) è fissato *non* tramite intensione (nel senso di uno stato psicologico); *non* in termini di fascio di proprietà associate univocamente a ciascun nome (fino a renderlo ad esse *sinonimo*), ma attraverso un *battesimo* iniziale (Kripke 1972, trad. it.:93), un *puntare il dito* (Putnam 1975, trad. it.: 311) – operato da un esperto di una qualsiasi materia in questione, o da un qualsivoglia soggetto – il quale innescherà una

¹ Per una introduzione tecnica e tradizionale dell'ilemorfismo si può far riferimento a Fatta (1935; 1936a; 1936b); Barzaghi (1993); Basti (2022); Berti (2011).

² Per una introduzione ampia e completa alla TQC, cfr. Weinberg (1995-2000); Preparata (2002) e Blasone-Jizba-Vitiello (2011).

³ Accostiamo Kripke a Putnam per l'influenza che il primo ha avuto sul secondo per stessa ammissione di quest'ultimo.

⁴ In estrema sintesi, questo realismo dell'indagine fisica (e filosofica) comporta che è insufficiente professare soltanto la relatività del quadro concettuale (linguistico, metodologico, ontologico) entro cui si studia un aspetto, un problema, una dimensione del mondo. Come se si dicesse: ha senso solo ciò che la teoria postula e di cui parla coi suoi strumenti. Vi sono infatti, nell'impostazione realista, alcuni termini, che sono *trans teorici* (cfr. Putnam 1975: 221), che cioè escono dal quadro concettuale e gettano un ponte "fisso" con la realtà naturale, la quale "parla" alla teoria sia nel senso che la verifica/corroborata/falsifica, sia nel senso che può sorprenderla con comportamenti che non rientrano nel quadro concettuale, e che comportano dunque una rivisitazione anche sostanziale di esso. Non accettare questa revisione è sintomo di pregiudizio ontologico (idealista), che Putnam e Preparata rubricano come *convenzionalismo*. Questo atteggiamento elabora teorie e calcoli *ad hoc* per coordinare le misurazioni (e le previsioni di esse) e dunque avvalorare lo schema concettuale presupposto; il realismo evita di farlo.

catena causale che avrà questa caratteristica peculiare: ogni parlante della catena che utilizzerà quel termine *intenderà riferirsi* a ciò cui il primo si riferiva, quando battezzava. In questo modo si evitano, secondo Putnam, le fallacie del neopositivismo e della concezione standard del significato (Frege-Russell), che recano di fondo i problemi di ogni *idealismo* in teoria della conoscenza⁵, impedendo di fatto un vero progresso oggettivo di essa.

Ora, inutile dire quanta diversità tra i modelli scientifici (e filosofici) avvicendatisi nella storia del pensiero occidentale, rispetto ad M (e a MP come caso ultimo di essa)⁶. Eppure, se applichiamo il metodo Putnam-Kripke descritto scopriamo una feconda collaborazione tra i nostri due paradigmi proposti. Vediamo in che senso.

Il punto primario da affrontare è il seguente: cosa *intendeva* Aristotele quando utilizzava M nella sua indagine speculativa sul mondo fisico-naturale (quando faceva, dunque, anche una onto-logia, una indagine razionale, su ciò che esiste)? E cosa intende fare un fisico del microscopico quando, nel '900, indaga la realtà e le sue "stranezze" osservative? Stando alla proposta di Putnam, è «oltremodo probabile nel caso di termini della scienza teorica» che «chi originariamente impone il nome, o l'esperto del caso, intenda denominare una cosa [la materia] con il termine M, ma che per ignoranza e disattenzione individui questa cosa con una descrizione sbagliata» (*Ivi.* 301)⁷. Continua Putnam: il *principio del beneficio del dubbio* da accordare, dunque, a chi ha imposto il nome – Aristotele – comporta che chi si trova «all'altra estremità della catena di trasmissioni o di cooperazioni [e] non è chi ha imposto il nome», ma un *esperto* del caso specifico – un fisico della TQC – assuma che il primo, al netto dello sviluppo della conoscenza specifica sul problema, «accetterebbe modifiche ragionevoli della sua descrizione» (*Ibidem*). Noi qui sosteniamo che Aristotele accetterebbe queste modifiche sia per le ragioni che diremo, e sia per l'esemplificazione "letterale" che i due paradigmi MF e TQC offrono al principio di Putnam: essi si trovano, storicamente, ai due estremi della catena di trasmissione (in questo senso ci disinteressiamo di cosa è accaduto nel mezzo)!

Il principio del beneficio del dubbio è, dunque, «precisamente un procedimento per *conservare il riferimento nel passaggio da una teoria a un'altra*» (*Ivi.* 307), ossia per continuare a parlare di M e con essa continuare a *riferirsi* a un qualcosa soggetto a un continuo progresso conoscitivo, trasversalmente alle teorie che si avvicendano. Un effettivo progresso nella conoscenza *di* M, non soltanto dei suoi costrutti teorici e, dunque, delle "tante" materie che li soddisfano (*entia non sunt multiplicanda*).

Vediamo, dunque, in sintesi i due paradigmi, e poniamoli, successivamente, in correlazione.

2. Materia prima

Il concetto M è uno dei fulcri teoretici dell'analisi del movimento condotta da Aristotele talvolta "verso l'alto" (come in *Metaphysica* e *De Coelo*), talvolta verso il basso, "fino in fondo" alla realtà, come nello straordinario trattato *De generatione et corruptione*. In questa opera Aristotele è un fisico teorico in senso proprio, perché indaga come sia possibile quel particolare tipo di movimento che non affetta mutamenti parziali o accidentali, bensì *la totalità* della sostanza nel suo sinolo di M e F. Tale movimento è, appunto, la generazione (e la corruzione) della sostanza stessa. La domanda diventa subito meta-

⁵ Ossia, non conoscere qualcosa *della* realtà, ma solo *delle* impressioni che il soggetto ha, e che egli coordina in equazioni teoriche (analitiche) adeguate.

⁶ Sono numerosi i testi sia di divulgazione scientifica che di filosofia sul tema. Cfr. ad esempio Jammer 1974; Baggott 2017.

⁷ Nella citazione di Putnam, sostituiamo la lettera 'T' che lui utilizza come nome per un generico termine, con la nostra 'M'.

fisica: se la generazione è un movimento non relativo ad un aspetto della sostanza, ma al non-essere assoluto di questa, *da dove* inizia il movimento? Forse è un movimento generativo dal *nulla* (dal vuoto)? E, specularmente: se la corruzione è anch'essa riguardante tutta la sostanza, essa porta verso il nulla? Perché, allora l'universo non si è ancora annichilito?⁸ A maggior ragione se sosteniamo, dice Aristotele, che i) ciò da cui si generano le cose *non è un infinito in atto*⁹; ii) tale movimento di generazione e corruzione è *continuo*¹⁰. La risposta a queste domande conduce a trattare di un sostrato che permane al di sotto dei mutamenti, che si conserva ad ogni processo di generazione e corruzione e che funge da causa materiale di ogni corpo sensibile da esso generato, che è in potenza in questa causa. Ecco, dunque, MP (la qualifica di “prima” appartiene più alla storiografia che al dettato aristotelico, ma esprime adeguatamente proprio ciò che Aristotele *vuole intendere*: non una materia di qualsivoglia sostanza, nemmeno una materia prima qualificata, come l'*acqua* di Talete o il *fuoco* di Eraclito, ma quella realtà potenziale condizione di ogni sostanza).

Noi [...] affermiamo che vi è una qualche materia dei corpi sensibili, però questa non è separabile, ma è sempre con una contrarietà, e da essa si producono quelli chiamati elementi. [...] Principio e anche primo è la materia non separabile, ma fungente da sostrato ai contrari. Né infatti il caldo costituisce la materia per il freddo né questo per il caldo, bensì ciò che funge da sostrato per entrambi¹¹.

M non esiste in sé, separata da ciò di cui è materia; non è dunque percepibile in quanto tale¹² e anzi la generazione è proprio un movimento verso la materia percepibile¹³. Essa è principio (*archè*) della sostanza e del divenire, condizione necessaria (ma non sufficiente) sia di realtà che di intelligibilità del mondo fisico. Si potrebbe dire che essa è e *non è* (come in uno stato mediano): è perché è qualcosa di reale, seppur non accessibile ai sensi; *non è* perché non ha una forma definita e definitiva, ma è la suscettibilità ad essere formata.

Essa, infatti, non opera da sola: in essa vi è una mescolanza di *contrari* (caldo-umido, freddo-umido, caldo-secco, freddo-secco¹⁴) che a loro volta generano gli elementi primi (Aria, Acqua, Fuoco, Terra) che per contrapposizione reciproca (azione-passione) costituiscono i corpi sensibili del macroscopico. Importante che i contrari sono *in M* tra loro mescolati, ma non in atto *in senso assoluto*, altrimenti si escluderebbero l'uno con l'altro della coppia; piuttosto in una modalità «intermedia»¹⁵ (*metaxu*: l'uno più o meno in atto dell'altro) che determinerà la prevalenza di uno dei due nel corpo misto risultante. Qui

si prospetta un aspetto di particolare interesse: [...] la materia prima non consiste in alcunché su cui agiscono le contrarietà primarie, non ha cioè una realtà e comunque una determinatezza che oltrepassino dette contrarietà, ma *consiste nella condizione della mescolanza* di esse in entelechia e in senso non assoluto: [...] tutti i contrari lo sono se li si considera complessivamente e in rapporto simultaneo (Zanatta 2019: 139).

⁸ *De Gen.*, A 3, 318 a 15-19.

⁹ *De Gen.*, A 3, 318 a 21; *Physica*, Γ, 4-8.

¹⁰ *De Gen.*, A 3, 318 a 14.

¹¹ *De Gen.*, B 1, 329 a 27-32.

¹² *De Gen.*, A 4, 319 b 14-17.

¹³ *De Gen.*, A 4, 319 b 14-21.

¹⁴ *De Gen.*, B 3, 330 a 30-b 7.

¹⁵ *De Gen.*, B 7, 334 b 1-12.

La corrispondenza tra il non avere M una esistenza autonoma «e il suo non avere altra consistenza che nella mescolanza anzidetta» è strettamente connessa con la sua specificità di essere «pura potenza o potenza assoluta»¹⁶:

in quanto tale, solo in senso assoluto si può dire che è “informata” dai contrari, giacché in senso ontologico “è” invece i contrari in entelechia in modo non assoluto, coincide cioè con essi in tale condizione (Zanatta 2019: 139).

La MP è dunque una mescolanza attivo-passiva di contrari, incessantemente rapportantesi l'uno con l'altro in modo simultaneo, *da cui* derivano gli elementi che non sono altro che un diverso e più completo grado di attualizzazione della mescolanza.

3. Vuoto quantistico

Anche “vuoto” (*vacuum*) è un termine cruciale della storia della conoscenza occidentale¹⁷. Noi qui lo consideriamo per come ce lo consegna la TQC e cioè: uno stato ad energia nulla che però non è, per questo, asettico, spento e, appunto, vuoto, al contrario. Esso è come un “brodo” microscopico sempre in attività in cui si verifica un'ininterrotta perturbazione quantistica che genera e annichila coppie di particelle in un tempo velocissimo (esse *emergono* da questa incessante fluttuazione per una dinamica, anch'essa fondamentale, chiamata *Spontaneous Symmetry Breaking*¹⁸). È dunque un sistema fisico come tutti gli altri, misurabile, investigabile¹⁹. Il fattore 0 che lo denota può essere inteso come la somma nulla di tensioni opposte, di energie contrastanti, di – come si scoprirà –

¹⁶ Da un punto di vista strettamente metafisico, l'espressione “materia prima” della tradizione latina (e dunque inglese, italiana...) trae in inganno, perché concentra l'attenzione speculativa ancora sul concetto di materia. Il corrispettivo propriamente tecnico dovrebbe corrispondere all'espressione greca (che però Aristotele non usa in questi termini) di *prote dynamis*, ossia *dinamica primaria* (la *dynamis* esprime forza, potere). Così la materia prima, più che essere una materia (nel senso intuitivo spontaneo, e filosofico tradizionale) è una dinamica potenziale universale *capace* di generare. Che, da un punto di vista metafisico, si oppone alla purezza dell'Atto primo e primario (di un Motore o Causa primo/a).

¹⁷ Anche in questo caso la bibliografia è vastissima.

¹⁸ Anche un'indagine sul concetto di *simmetria* viaggia parallela a quella sul vuoto e sulla materia. La bibliografia in merito è sterminata perché essa, da caratteristica estetico-descrittiva degli stati fisici, negli ultimi 100 anni (sicuramente dal grande teorema di Noether, 1918) è assurta a vera e propria norma regolatrice della realtà fisica. Basti citare un aforisma di Steven Weinberg, nella sua *Dirac Memorial lecture* del 1986: «al livello più profondo, tutto quello che troviamo sono simmetrie, e risposte alle simmetrie» (Masiero-Pietroni 2011). Essa è diventata la caratteristica fondamentale delle leggi e della struttura della realtà. Cfr. Weyl 1952; Stewart-Golubitsky 1992; in lingua italiana, il monumentale studio in due volumi di Ghirardi 2018-2019; Barone 2013; Coleman 1985. A maggior ragione se la fisica teorica introduce il concetto di ‘rottura spontanea’ della simmetria, una realtà fisica dirompente e strettamente connessa, come accennato, all'emergere dal VQ di “particelle” del tutto particolari. Cfr. i testi degli autori fondamentali di questa scoperta: Englert-Brout 1962; Goldstone-Salam-Weinberg 1964; Higgs 1964; 1964a; 1966; Nambu-Jona Lasinio 1961. Per una riflessione più generale cfr. Branding-Castellani 2003; 2017.

¹⁹ «Come tutti i sistemi fisici, anche per il vuoto vale il principio di indeterminazione che regola il comportamento dei sistemi su scala microscopica. Energia e tempo proprio di un qualunque sistema, compreso lo stato di vuoto, non possono essere misurati contemporaneamente con precisione grande a piacere: il prodotto delle loro incertezze non può scendere al di sotto di un certo valore minimo. Quando diciamo che il vuoto ha energia nulla, significa che, realizzando un numero molto elevato di misure, si ottiene zero come valore medio dei risultati; le singole misure danno valori fluttuanti, positivi o negativi, diversi da zero, che si distribuiscono su una curva statistica a valore medio nullo. Il principio di indeterminazione ci dice che più piccolo è l'intervallo di tempo in cui si effettua la misura, maggiori sono le fluttuazioni di energia che ne risulterebbero» (Tonelli 2019: 36).

materia e anti-materia²⁰. Negli acceleratori di particelle in cui si conducono gli esperimenti, tutte queste caratteristiche vengono studiate perché riprodotte “bombardando” il vuoto con l’energia dei fasci di collisione. Quanto maggiore è l’energia della collisione, tanto più massicce sono le particelle che si estraggono, il tutto rispettando le leggi fondamentali della conservazione dell’energia e della carica elettrica: i) maggiore è la massa della coppia di particelle che si intende estrarre, minore sarà il tempo a disposizione per intervenire; ii) non è possibile prelevare una particella carica senza una sua opposta (il vuoto, altrimenti, si caricherebbe).

Si intuisce la portata del capovolgimento concettuale rispetto alla fisica classica (e del senso comune). TQC ci dice, infatti, anzitutto 1) che il vuoto *non è vuoto*, piuttosto una sorta di riserva universale di energia, viva, dinamica, potenziale; 2) inoltre, che ogni oggetto fisico, sia esso un corpo materiale o un campo di forze, è *intrinsecamente fluttuante* in modo spontaneo anche in assenza di forze esterne; la materia, cioè, contrapposta fin dall’epoca classica al concetto di *campo* fisico, ora «diventa campo» (Preparata 2001: 61); 3) i corpi non sono solamente collegati *nel* vuoto, ma sono collegati *dal* vuoto.

Si tratta [...] di una interazione reciproca; cioè, i corpi determinano il vuoto e allo stesso modo il vuoto determina i corpi. È una dinamica complessa [...]. Il vuoto è l’insieme di tutte le oscillazioni possibili provocate da ogni genere di corpi esistente in natura, fino alle più lontane galassie. Quindi, come tale, i moti del vuoto, nella sua totalità, sono imprevedibili; posso studiare solo le cose più vicine a me; non posso, tuttavia, mettere in connessione un evento che succede qui con un evento che accade in una lontana galassia. Il vuoto è, però, l’insieme di tutte le possibili oscillazioni e, pertanto, l’insieme di queste oscillazioni, in una certa misura, accade in modo imprevedibile (anche se non totalmente). Il grado di imprevedibilità è stabilito da una costante universale: la costante di Planck. Si tratta di un numero abbastanza piccolo per cui si può giustificare (Del Giudice 2010: 259).

4. MP ≡ VQ

Giungiamo dunque, dopo queste brevi annotazioni, alla nostra proposta ermeneutica: VQè, ad oggi, quella realtà fisica (matematicamente formalizzata e con riscontro sperimentale) che si comporta come Aristotele indicava dovesse fare MP. Importante precisare un dato: io non ho mai trovato²¹, negli scritti di impianto filosofico MF, un tale

²⁰ «L’analogia potrebbe essere estesa al silenzio, inteso come sovrapposizione di tutti i suoni possibili che si cancellano l’un l’altro quando si sommano in opposizione di fase, o al buio che può nascere dall’interferenza distruttiva di onde luminose» (Tonelli 2019: 38).

²¹ Ho condotto una indagine bibliografica secondo due criteri: 1) temporale: gli ultimi cento anni; 2) imprinting culturale: mi sono rivolto anzitutto a quelle riviste italiane che per storia e radici culturali sono teoricamente affini a MF, in particolare: *Rivista di Filosofia Neo-Scolastica*, *Divus Thomas*, *Gregorianum* (è evidente che questo excursus è incompleto; allo stesso tempo, però, è sufficientemente esemplificativo). Queste sono protagoniste soprattutto nei primi decenni della nuova fisica, tra gli anni ’20-’50 del secolo scorso. Parallelamente alle riviste, sono fondamentali i Congressi Tomistici Internazionali – in particolare il II e IV, rispettivamente degli anni 1936 e 1955 – perché tematizzano sempre, come sezione del Congresso, la questione “Tomismo e Scienza”: cfr. Rossi 1937; Vanni Rovighi 1955. L’ultimo Congresso Tomistico Internazionale, svoltosi a Roma nel settembre 2022, non è riuscito a formulare interessanti progressi su questo rapporto, se non nell’auspicarlo. Allargando lo sguardo al “neo-aristotelismo” contemporaneo (Novak-Novotny-Sousedik-Svoboda 2012; Tahko 2013; Novotný-Novák 2014; Berti 2017; Simpson-Koons-Teh 2018; Feser 2019) i risultati, sorprendentemente, non cambiano. Si avvicina moltissimo alla nostra interpretazione de Landázuri 2017, che applica MF al dualismo particella/onda. La pubblicazione dettagliata della ricerca è in corso d’opera in un altro contesto.

affiancamento concettuale²², se non in un recente passaggio sintetico di Basti 2014²³ che recita così:

l'interpretazione metafisica della struttura formale di **RN** [*Realismo Naturale*] significa semplicemente che l'azione causale di Γ [la *Causa prima*], nella sua interpretazione ontologica, *suppone* l'esistenza del vuoto quantistico (materia prima come *dynamis*). Viceversa, nella sua interpretazione metafisica si estende anche all'essere dell'esistenza del vuoto quantistico – della *materia prima* nella vulgata aristotelica. Ovvero, in termini tomisti, l'interpretazione ontologica di Γ è quella di una *causalità fisica universale* che include, come nella cosmologia evolutiva attuale, tutto l'uni(multi-)verso (Basti 2014: 328).

In questo passaggio sono affermate, in maniera molto contratta, alcune posizioni teoriche decisive, ossia:

- a) l'associazione di VQ a MP;
- b) nel concorso delle cause seconde con la Prima, questa suppone VQ “sorgente” e “bacino” di quelle;
- c) in “ultimo”, anche l'*esistenza* di VQ dipende dalla Causa prima Γ .

Soffermiamoci, qui, soprattutto sul punto a) che espone la correlazione e facciamone una disamina nella nostra prospettiva epistemologica.

Anzitutto una precisazione: MP, di per sé stessa, *non esiste*, mentre VQ si²⁴! Non è qualcosa che si può ritrovare *separata* da ciò di cui è materia, come un *quid* o una *cosa* concreta in atto²⁵: non è misurabile né quantificabile; non è delimitabile e non ha una forma propria che la rende un composto. In termini propriamente metafisici MP e F (ossia organizzazione della materia) sono due *principi* teorici attraverso cui (*ut quo*) risulta l'unico composto concreto che è il *sinolo*, ossia una realtà naturale fisico-corporea, un “questo” determinato *ente (ut quod)*²⁶. Non sono due “parti” che sommandosi o componendosi danno come risultato una terza cosa²⁷; piuttosto possono intendersi come *determinabilità* (M) e come *determinazione* (F)²⁸.

Il *dualismo*: determinabilità e determinazione, risponde ad esigenza metafisica. Quanto esiste nel mondo fisico non può esistere se non in un modo determinato;

²² Segnalo due riferimenti importanti, invece, fuori dalla bibliografia qui sopra citata. Il primo è la rassegna fisico-filosofica che conduce Heisenberg (1958) – un fisico! – accostando esplicitamente il concetto fisico di energia alla *potentia* di Aristotele, ammettendo senza remore, nella discussione sulla natura della realtà e dell'interpretazione della “nuova” scienza, la coppia materia-forma. Il secondo riferimento è Strumia (2021) che, sulla scia di Heisenberg, conduce un'analisi approfondita della possibilità di interpretare la fisica quantistica in termini di potenza-atto, la coppia teorica aristotelica per eccellenza. Purtroppo Strumia non concede molto all'accostamento MP/VQ che noi qui proponiamo.

²³ Non a caso lo scritto di Basti si avvale dei lavori di Vitiello 2012; 2016; Del Giudice-Vitiello 2007 e Blasone-Jizba-Vitiello 2011.

²⁴ A scanso di equivoci, precisiamo inoltre che il VQ non è affatto il *nulla* metafisico: esso è una realtà fisica ricca, viva, energetica, esistente; il *nulla* è la assoluta assenza di tutto questo.

²⁵ «Non è cosa (*quid*), né quantità (*quantum*), né qualità (*quale*), né qualsiasi altra caratterizzazione attraverso cui l'ente è determinato», *In Metaph.* 1, VII, lect. 2.

²⁶ «Tale possibilità [di essere e non essere] è la causa materiale per gli esseri generabili, mentre la causa finale è la figura e la forma: questa è la definizione della realtà sostanziale di ciascun essere», *De Gen.*, B 9, 335 a 335 b7.

²⁷ «Ipostatizzazione dei principi costitutivi di un ente corporeo in quanto ente corporeo, cioè della materia prima e della forma sostanziale: ecco una prima misinterpretazione, la quale compromette l'unità dell'ente» (Fatta 1935: 526).

²⁸ M da sola «è cieca» e costituisce «l'aspetto oscuro» dell'individuo corporeo. F, da sola, «è vuota», e costituisce «l'aspetto luminoso» (Fatta 1935: 536). MP e F sostanziale sono, diciamo così, la condizione *metafisica* della fisica (cfr: Fatta 1933: 406).

ma ogni determinazione presuppone un soggetto determinabile. Ora né la determinazione, da sola, né il soggetto determinabile, da solo, è capace dell'esistenza. Soltanto una determinabilità determinata può esistere. [...] Sostrato ultimo di ogni determinazione è quella radicale determinabilità, ossia quel "primum subiectum substans", che la scolastica chiama, sulle orme di Aristotele, "materia prima" (Fatta 1935: 528).

Essa è pura potenza passiva, pura indeterminazione, che si distingue dalla "materia seconda" e da tutte le altre materie "terze", "quarte" ... della serie, in quanto queste sono MP *attuata* da forme. In quanto principio sostanziale «è fuori dell'ordine sensibile ed è nell'ordine metafisico; la seconda è la materia ordinaria quale cade o può cadere sotto i sensi ed è nell'ordine fisico» (Fatta 1932: 142).

Se, dunque, da una parte MP non è un elemento fisico, ma è un principio metafisico, VQ, invece, non è pura potenzialità (concetto metafisico), ma qualcosa "che è", qualcosa "che esiste", indubbiamente²⁹. D'altra parte, abbiamo visto che, per Aristotele, MP esiste in un qualche modo, cioè è qualcosa di reale, perché essa è effettivamente un sostrato materiale-potenziale del divenire. Deve dunque essere "qualcosa". Ma allora?

Eccoci giunti al punto della nostra interpretazione. Non sappiamo esattamente cosa Aristotele indicasse (proprio nel senso del "puntare il dito") di materiale, di oggetto naturale che "sta là fuori", con il termine teorico M³⁰; per lo meno non abbiamo la stessa chiarezza che possiamo postulare in Talete che battezza l'acqua principio primo, o Eraclito che indica il fuoco. Non sappiamo se egli l'abbia mai fatto né se fosse in grado di farlo³¹. Sappiamo, però, cosa egli intendeva: un sostrato universale della realtà; un principio unico, universale, al fondo di ogni divenire sostanziale. MP è così il nome di un *ruolo* teorico, di una *funzione* che diremmo anche *trascendentale*, ossia costitutiva del concreto, ma mancante, o forse "deficitaria", della componente dell'estensione.

Viene da chiedersi allora se essa, *così intesa*, non sia in definitiva ciò che cercano anche i fisici con il loro lavoro (a favore o senza alcuna professione di ilemorfismo, non importa). Non è questo il cuore della fisica contemporanea (e della fisica di ogni tempo): la ricerca di un principio fisico comune, irriducibile, costitutivo di tutta la realtà («tutte le particelle elementari sono fatte della stessa sostanza, che può esser chiamata energia o materia universale», Heisenberg 1958, trad. it.: 188)? Un qualcosa che permei o sia alla base di tutti i processi conosciuti; che esprima il sostrato sempre determinabile e mai "consumabile" del divenire; che escluda ogni forma assoluta di creazione ed annichilamento fisico dell'universo, non solo alle origini, ma ad ogni istante temporale?

Non solo. La cosa rilevante, dal nostro punto di vista, è che Aristotele propone uno *stereotipo* (ossia un fascio di proprietà descrittive) di tale sostrato universale che ha delle

²⁹ Su questo anche A. Strumia: «da materia prima, oltre a non avere estensione in quanto non ancora "segnata" dalla quantità, a differenza del vuoto che è comunque una regione spazio-temporale, è pura potenza e richiede una causa adeguata "esterna" ad essa per essere attuata in "materia seconda", mentre il vuoto quantistico sembrerebbe racchiudere in sé anche la capacità di attuare la materia» (Strumia 2017: 258).

³⁰ Per Putnam, è proprio questa *vaghezza* del riferimento dei termini teorici, che però denotano rigidamente, a concedere il progresso della conoscenza del significato dello *stesso* termine (*significato* che comprende tanto l'insieme delle descrizioni associate al termine, tanto l'estensione di esso, come vedremo subito).

³¹ MP non è propriamente definita e non si dà per conoscenza diretta; solo per *analogia* in relazione ai vari tipi di mutamento: «*la* materia che funge da sostrato del movimento e *quella* che funge da sostrato della generazione e corruzione, *quella* che funge da sostrato del mutamento quantitativo e *quella* che funge da sostrato del mutamento quantitativo, cioè dell'accrescimento e della diminuzione in quantità. Questi vari tipi di materia vanno considerati come una serie ordinata secondo anteriorità e posteriorità, con la materia del movimento in testa alla serie. Pare naturale, anche in considerazione dei procedimenti usati da Aristotele nel caso di altre serie del genere, supporre che per lui – anche se egli non lo dice esplicitamente –, questa serie continui fino ad un *primum* assoluto, che è *la materia in quanto tale* come sommo principio materiale» (Leszl 1973: 266).

fortissime analogie di principio con il VQ della TQC, ovviamente con tutti i distinguo. Come abbiamo esposto sopra, la MP di Aristotele è un bacino potenziale di realtà, indistinta ma non “spenta”, dove convivono contrarietà in continua attività, dalle quali emergono, proprio per il prevalere dell’una o dell’altra, gli elementi fondamentali (i “mattoncini” di materia) che poi vanno a combinarsi e a costituire, su scale sempre crescenti, il macroscopico (sfido un qualsiasi fisico della materia contemporaneo, a non rimanere meravigliato da questa intuizione di “fisica teorica” *ante litteram*). Se questo è plausibile, e se lo è anche il “processo alle intenzioni” di Aristotele che abbiamo fatto, ecco allora che si instaura la correlazione a lungo raggio tra Aristotele e la fisica contemporanea (in particolare TQC). Dal punto di vista del Filosofo abbiamo, seguendo lo schema del *vettore* putnamiano del significato (Putnam 1975, trad. it.: 294-295):

- un *termine* teorico: MP (*sintassi*);
- una stessa *intensione*: il concetto di “sostrato universale”/“principio fisico” (che per Aristotele è *sinonimo* di MP) con tutta una serie di caratteristiche specifiche, appunto lo stereotipo, molto molto molto simili (*semantica*);

queste sono sorrette da

- una stessa *intenzione*: voler cercare proprio questo principio, e farlo, attuare questa impresa scientifica, agire (*pragmatica*);

alle quali si aggiunge

- una “nuova” *estensione*: è la TQC – ossia una competenza di esperto – ad assegnare a MP il denotato, dicendo: $MP \equiv VQ$ (ossia: ciò che si intende e si cerca come MP, al livello delle conoscenze scientifiche di oggi, può essere assegnato alla realtà fisica del VQ)³². Questa non è una identità, ovviamente, ma una equivalenza, \equiv , *fino a prova contraria*, tra un termine, l’insieme delle sue descrizioni definite e la sua estensione.

Indicatori sintattici	Indicatori semantici	Stereotipo	Estensione
MP “materia prima”	sostrato universale; principio fisico; potenzialità reale;	non separato; non percepibile; continuo; inesauribile; mescolanza; ...	VQ

La correlazione sarebbe stata perfetta se la fisica e la TQC usassero anch’esse, come termine tecnico, MP. E ritengo che questo non avvenga più per una idiosincrasia storica, che per una incompatibilità teorica di principio (come abbiamo sostenuto). Nulla vieta che entrambe le discipline inizino a “prestarsi” i termini, proprio in nome della convergenza di intenti (*l’intenzione di riferirsi alla stessa “cosa”, seppur da ricercare*) di cui abbiamo parlato, e che è la condizione basilare della teoria causale del riferimento, e

³² Qui usiamo il termine VQ *come* Putnam usa H₂O nella sua esemplificazione del significato di “acqua”, ossia come sigla o abbreviazione di tutto il sistema di equazioni della TQC che individuano, univocamente, la realtà fisica in questione, il vuoto quantistico.

dunque, in questa prospettiva, di un effettivo progresso nella conoscenza sia fisica che filosofica (e del reciproco arricchirsi) *della* realtà.

Concedendo ad Aristotele il beneficio del dubbio, possiamo credere che oggi, egli, se fosse un fisico del microscopico e avesse accesso alle equazioni di TQC, agli acceleratori di particelle e a tutto l'armamentario ultra-raffinato della fisica contemporanea, modificherebbe volentieri le sue descrizioni di MP, in nome della sua stessa, ben nota, *adeguazione* alla realtà.

Per concludere, vorrei sottolineare che abbiamo usato l'espressione "correlazione a lungo raggio", nel titolo e nel confronto dei due paradigmi, appositamente, perché essa indica una dinamica fondamentale associata al modello del vuoto e alla *Spontaneous Symmetry Breaking*. Infatti

la dinamica quantistica genera tra i componenti elementari [...] correlazioni su grandi distanze (grandi rispetto alle dimensioni caratteristiche dei componenti stessi, e quindi fino ad alcune centinaia di micron): si hanno così moti ed oscillazioni "in fase", appunto coerenti. I componenti elementari in tal modo correlati assumono un comportamento "collettivo" che caratterizza il loro "insieme" in quanto tale. Siamo in presenza della transizione dalla scala microscopica dei componenti elementari e delle loro proprietà fisiche, alla scala macroscopica caratterizzata da proprietà di coerenza non più attribuibili ai singoli componenti ma al sistema stesso (Vitiello 2010: 14).

Correlazione mediata da una *quanto* detto "di Goldstone", con delle caratteristiche del tutto peculiari che lo rendono profondamente affine alla funzione che Aristotele assegnava a F^{33} : un'altra corrispondenza tra i due paradigmi? Sembra che MF e TQC siano destinate a studiarsi reciprocamente.

Bibliografia

Baggott, J. (2017), *Mass*, Oxford University Press, Oxford (*Massa*, Adelphi, Milano 2019).

Barone, V. (2013), *L'ordine del mondo. Le simmetrie in fisica da Aristotele a Higgs*, Bollati Boringhieri, Torino.

Barzaghi, G. (1993), «Materia e forma: senso metafisico ed espansioni analogiche dell'ilemorfismo in S. Tommaso d'Aquino», in *Divus Thomas*, vol. 96, n. 3, pp. 9-61.

Basti, G. (2014), «L'ontologia formale del "realismo naturale", cosmologia evolutiva e partecipazione dell'essere», in *Divus Thomas*, vol. 117, n. 2, pp. 229-334.

Basti, G., Capolupo, A., Vitiello, G. (2017), «Quantum Field Theory and Coalgebraic Logic in Theoretical Computer Science», in *Prog. in Bioph. & Mol. Biol. Special Issue, Quantum information models in biology: from molecular biology to cognition*, 130, pp. 39-52.

³³ Su questa correlazione cfr. Panizzoli (2018; 2022)

Blasone, M., Jizba, P., Vitiello, G. (2011), *Quantum Field Theory and Its Macroscopic Manifestations. Boson Condensation, Ordered Patterns and Topological Defects*, London.

Branding, K., Castellani, E. (2003), *Symmetries in Physics. Philosophical reflections*, Cambridge University Press, Cambridge.

Branding, K., Castellani, E. (2017), «Symmetry and Symmetry Breaking», *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, plato.stanford.edu.

De Landázuri, M.C.O. (2017), «Hylemorphism in Quantum Physics», in *Acta Philosophica*, vol. 3, pp. 395-404.

Del Giudice, E. (2010), «Fisica quantistica e vuoto», in *Rivista di Filosofia Neo-Scolastica*, vol. 2, pp. 253-262.

Del Giudice, E., Vitiello, G. (2007), «Quantum fluctuations, gauge freedom and mesoscopic/macroscopic stability», in *Journal of Physics*, Conference Series, 87.

Englert, F., Brout, R. (1964), «Broken symmetry and the mass of the gauge vector mesons», in *Physical Review Letters*, vol. 13, pp. 321-323.

Fatta, M. (1932), «La quantità continua dell'individuo materiale e l'individualità», in *Rivista di Filosofia Neo-Scolastica*, vol. 24, n. 2, pp. 141-161.

Fatta, M. (1933), «Tra fisica e metafisica», *Rivista di Filosofia Neo-Scolastica*, 25, 4/5, pp. 397-409.

Fatta, M. (1935), «Ilemorfismo e fisica contemporanea», *Divus Thomas*, 38, pp. 523-536.

Fatta, M. (1936a), «Ilemorfismo e fisica contemporanea (continuazione)», in *Divus Thomas*, vol. 39, pp. 143-152.

Fatta, M. (1936b), «Ilemorfismo e fisica contemporanea (continuazione)», in *Divus Thomas*, vol. 39, pp. 229-242.

Feser, E. (2019), *Aristotle's revenge. The Metaphysical Foundations of Physical and Biological Science*, Editiones scholasticae, Neunkirchen-Seelscheid.

Goldstone, J., Salam, A., Weinberg, S. (1962), «Broken Symmetries», in *Physical Review*, 127, n. 3, pp. 965-970.

Heisenberg, W.K. (1958), *Physics and Philosophy*, George Allen and Unwin Edition (trad. it. *Fisica e filosofia*, il Saggiatore, Milano 2003).

Higgs, P. (1964), «Broken Symmetries, Massless Particles and Gauge Fields», in *Physics Letters*, 12, pp. 132-133.

Higgs, P. (1964a), «Broken Symmetries and the Masses of Gauge Bosons», *Physical Review Letters*, 13, pp. 508-509.

Higgs, P. (1966), «Spontaneous Symmetry Breakdown without Massless Bosons», *Physical Review*, 145, pp. 1156-1163.

Jammer, M. (1961), *Concepts of mass in classical and modern physics*, Harvard University press, Cambridge, (trad. it. *Storia del concetto di massa nella fisica classica e moderna*, Feltrinelli Editore, Milano 1974).

Kripke, S.A. (1972), *Naming and Necessity*, Basil Blackwell, Oxford 1980 (trad. it. *Nome e necessità*, Bollati Boringhieri, Torino 1999).

Leszl, W. (1973), «La materia in Aristotele», in *Rivista Critica di Storia della Filosofia*, 28/ 3, pp. 243-270.

Masi, R. (1949), «L'ilemorfismo di fronte alla fisica di oggi», in *Divus Thomas*, vol. 52, pp. 41-48.

Masiero, A., Pietroni, M. (2011), «Il mistero della simmetria. Dall'Alhambra alle particelle», in *asimmetrie*, pp. 4-11.

Nambu, Y., Jona-Lasinio, G. (1961), «Dynamical Model of Elementary Particles Based on an Analogy with Superconductivity», in *Physical Review*, 122, pp. 345-358.

Novotný, D. D., Novák, L. (2014), *Neo-Aristotelian Perspectives in Metaphysics*, Routledge.

Panizzoli, F. (2018), «Il bosone, la monade e l'essenza», in *Intersezioni*, XXXVIII, 1, pp. 93-114.

Panizzoli, F. (2022), «Forma e materia tra metafisica classica e fisica contemporanea: SSB», in *Studia Anselmiana*, pp. 31-54.

Preparata, G. (1997), «Sulle tracce del vuoto», in *Il Nuovo Saggiatore*, 3, pp. 22-30.

Preparata, G. (2001), *L'architettura dell'universo. Lezioni popolari di fine secolo su ciò che la scienza è riuscita a capire sulla struttura dell'Universo*, Bibliopolis, Napoli.

Preparata, G. (2002), *An Introduction to a Realistic Quantum Physics*, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., Danvers MA (trad. it. *Una introduzione a una Fisica Quantistica Realistica*, Aracne, Roma 2023).

Putnam, H. (1975), *Mind, Language and Reality. Philosophical Papers, Vol. 2*, Cambridge University Press, Cambridge (trad. it. *Mente, linguaggio e realtà*, Adelphi, Milano 1987).

Rossi, A. (1937), «Il 2° congresso tomistico internazionale (23-28 novembre 1936)», in *Divus Thomas*, 40, pp. 361-396.

Simpson, W.M.R., Koons, R.C., Teh, N.J. (2018), *Neo-Aristotelian perspectives on Contemporary Science*, Routledge.

Strumia, A. (2017), *Dalla filosofia della scienza alla filosofia nella scienza*, Edusc-Sisri, Roma.

Strumia, A. (2021), «A 'Potency-Act' Interpretation of Quantum Physics», in *Journal of Modern Physics*, vol. 12, n. 7, pp. 959-970.

Tahko, T.E. (2013), *Contemporary Aristotelian Metaphysics*, Cambridge University Press.

Tonelli, G. (2019), *Genesi. Il grande racconto delle origini*, Feltrinelli, Milano.

Vanni Rovighi, S. (1955), «IV Congresso Tomistico Internazionale (Roma 13-17 settembre 1955)», in *Rivista di Filosofia Neo-Scolastica*, 47, n. 6, pp. 685-692.

Vitiello, G. (2010), «Stati coerenti e domini coerenti nella fisica della materia vivente», in *La medicina biologica*, 2010/4, pp. 13-18.

Vitiello, G. (2012), «Struttura e funzione. Una funzione ecologica integrata», in *Rivista di Filosofia Neo-Scolastica*, 4, pp. 625-637.

Vitiello, G. (2016), «Il meccanismo di Higgs e la freccia del tempo», in *Rivista di Filosofia Neo-Scolastica*, 2, pp. 361-371.

Weinberg, S. (1995-2000), *The Quantum Theory of Fields: Volume 1-3*, Cambridge UP, Cambridge.

Zanatta, M. (2019), *Monografia Introduttiva a Aristotele, La generazione e la corruzione*, Mimesis, Milano, pp. 15-242.