

REALISMO SCIENTIFICO SENZA SCIENTISMO: LA PROPOSTA DI HILARY PUTNAM

ANTONIO LIZZADRI (*)

SUNTO. – La riflessione di Hilary Putnam sul realismo scientifico ha subito frequenti distorsioni all'interno del dibattito epistemologico contemporaneo. Non è un caso che, recentemente, in *Philosophy in an Age of Science* (2012), lo stesso Putnam abbia voluto denunciare in maniera esplicita l'indebita identificazione del suo originario realismo scientifico con lo scientismo, nonché l'illegittimità delle conseguenti critiche di incoerenza a fronte della rivalutazione della metafisica degli anni Novanta. D'altra parte, in *Matematica, materia e metodo* (1975), Putnam aveva già condotto una critica serrata allo scientismo neopositivista e alla sua concezione strumentale e anti-realista della scienza. L'articolo intende dunque presentare tale critica a partire dall'analisi di alcuni saggi del primo volume dei *Philosophical Papers* per poter così far emergere "in contro-luce" i caratteri effettivi del suo realismo scientifico. Il realismo scientifico si manifesterà innanzitutto come un *atteggiamento* del filosofo, ovvero dello scienziato, di fronte all'attività scientifica: a differenza del "deduttivismo" antirealista che impone dall'alto i propri canoni metodologici come garanzia imprescindibile di verità, il realista scientifico rifiuta un simile "feticismo" per il metodo, nella convinzione che l'attività scientifica operi di per sé nell'ambito della verità, ovvero nello spazio definito dalla relazione tra un soggetto e qualcos'altro. Più precisamente, tale polarità verrà verificata attraverso la critica di Putnam al convenzionalismo geo-cronometrico di Adolf Grünbaum (*An Examination of Grünbaum's Philosophy of Geometry*, 1963) in termini di "rilevanza esistenziale" delle teorie scientifiche, pur nel riconoscimento di elementi convenzionali nella definizione del riferimento delle grandezze teoriche.

ABSTRACT. – The reflection of Hilary Putnam over the scientific realism endured frequent distortions inside the contemporary epistemologic debate. Just recently, in fact, in *Philosophy in an Age of Science* (2012), Putnam himself wanted to explicitly denounce the undeserved identification of his originary scientific realism with the scientism, as well as the illegitimacy of the resulting criticism of incoherence considering the new appreciation of metaphysics of the Nineties. On the other hand, in *Mathematics, matter and*

(*) Università Cattolica del Sacro Cuore, Milano, Italia.
E-mail: antonio.lizzadri@unicatt.it

method (1975), Putnam has already led a fierce criticism against the logical empiricist scientism and its deceptive and non realistic concept of science. The paper intends to present this criticism starting with the analysis of some essays from the first volume of the *Philosophical Papers*, in order to bring to the “backlight” surface the actual nature of his scientific realism. The scientific realism will, first of all, show itself like the *attitude* of the philosopher, or rather of the scientist, in front of the scientific activity: differently from the non-realistic “deductivism” which prior imposes its own methodological rules as an essential warranty of truth, the scientific realism refuses such “feticism” of the method, sure that the scientific activity works by itself in the sphere of truth, as in inside the space defined by the relationship between a subject and something else. Such polarity will be verified through Putnam’s criticism against the geo-chronometric conventionalism of Adolf Grünbaum (*An Examination of Grünbaum’s Philosophy of Geometry*, 1963), in terms of “existential relevance” of scientific theories, even when recognising conventional elements in the definition with reference to physical quantities.

1. REALISMO SCIENTIFICO E ANTIREALISMO: LE QUATTRO FACCE DELLA MEDAGLIA

La scoperta di paradigmi alternativi alla fisica classica – dalla teoria della relatività alla meccanica quantistica – ha dato nuovo impulso - per il loro alto grado di astrazione non solo dall’evidenza empirica, ma anche dalla logica ordinaria – al dibattito sui fondamenti della conoscenza scientifica: le entità inosservabili postulate dalla teoria fisica sono dotate di esistenza come gli oggetti della vita ordinaria, godono piuttosto di una qualche priorità ontologica o possono al massimo essere considerati come meri strumenti predittivi? Quale rapporto sussiste tra linguaggio matematico e dati osservativi? Una connessione strutturale o meramente convenzionale? Paradigmi alternativi sono commensurabili o parlano di “mondi” radicalmente differenti?

La molteplicità di risposte - e delle loro combinazioni - rende particolarmente arduo definire un quadro nitido e stabile delle differenti “identità epistemologiche” nel dibattito tra realisti e anti-realisti.

Basti pensare che persino un autorevole sostenitore del realismo scientifico come Hilary Putnam ha vissuto, suo malgrado, una simile “crisi di identità”: « Il “realismo scientifico”, termine che avevo impiegato ripetutamente nei primi due volumi dei miei *Philosophical Papers* (apparsi nel 1975), viene identificato con quello che in *Realismo e ragione* avevo chiamato “realismo metafisico”: col risultato che si interpreta quella conferenza, e di fatto l’intero “Putnam intermedio”, come una sconfessione di quasi tutto quello che avevo scritto nei due volumi retrospettivi [...] Ora si tende a credere che quei volumi rappresentino

un periodo di “realismo metafisico” nel corso della mia evoluzione! Per quanto un fraintendimento di questo genere sembri destinato a non scomparire dalla critica, permettetemi comunque di ripeterlo e sottolinearlo: mi sono *sempre* considerato un realista scientifico, anche se naturalmente non *solo* un realista scientifico.» [1]

La vicenda intellettuale di Hilary Putnam assume un valore paradigmatico nel dibattito sul realismo scientifico non solo poiché, esplicitandone fraintendimenti e pregiudizi, ha contribuito a chiarificare e riordinarne le questioni, ma anche, come vedremo, per l'originalità e l'efficacia delle soluzioni proposte.

Che cosa significa dunque essere realisti in filosofia della scienza? Quali interpretazioni ammette il realismo scientifico? Perché non può essere assimilato al realismo metafisico?

Sempre in *Philosophy in an Age of Science*, e sempre in riferimento a *Realism and Reason*, Putnam affermava: «Il mio “realista metafisico” credeva che una data cosa, o un certo sistema di cose potesse essere descritto, se la descrizione è completa e corretta, in uno e un solo modo, e a questo modo è demandato di stabilire con precisione una “ontologia” e una “ideologia” [...] ossia uno e un solo dominio di individui e uno e un solo dominio di predicati per questi individui.» [2]

Il realismo metafisico è dunque, nel gergo di Putnam, innanzitutto una forma di riduzionismo ontologico. Per comprenderne più precisamente la natura, un'indicazione importante viene proprio dalla raccolta di saggi in cui è confluita anche la conferenza incriminata e in cui, peraltro, Putnam denunciava già il pericolo di fraintendimento tra realismo scientifico e realismo metafisico: «Il “realismo” di cui sto parlando viene spesso chiamato dai suoi sostenitori “realismo scientifico”. Se evito qui tale termine, è perché “realista scientifico”, come etichetta, comporta un certo *tono* ideologico – un tono reminiscente da vicino del materialismo del diciannovesimo secolo, o, per essere espliciti, dell'ateismo rozzo. In realtà, se un “realista scientifico” è uno il quale crede, *inter alia*, che *tutta* la conoscenza degna del nome sia parte della “scienza”, allora io non sono un “realista scientifico”. Ma la conoscenza scientifica è certamente una fetta ragguardevole della nostra conoscenza; e della sua natura e del suo significato si sono occupati tutti i grandi filosofi minimamente interessati alla teoria della conoscenza [...] E se in ciò che segue concentrerò la mia attenzione sulla conoscenza scientifica, è perché su di essa si è concentrato il dibattito, e non per una mia personale propensione con lo scientismo.» [3]

Emerge così chiaramente come anche ai tempi di *Realism and Reason* Putnam intendesse occuparsi e approfondire il realismo scientifico dei *Philosophical Papers*, rinunciando tuttavia a tale “etichetta” per non essere riassorbito nel monopolio culturale dello scientismo.

Putnam vuole allora indicare un percorso alternativo per sostenere la validità e la verità della conoscenza scientifica, evitando cioè il riduzionismo e il materialismo del realismo metafisico: «In base ad un modo di concepirlo, il realismo è una teoria *empirica*. Uno dei fatti che questa teoria spiega è la tendenza delle teorie scientifiche a “convergere” nel senso che le teorie precedenti risultano, molto spesso, casi limite delle teorie successive (il che autorizza a ritenere che i termini teorici conservino il loro riferimento attraverso la maggior parte dei mutamenti di teoria). Un altro dei fatti che la teoria spiega è quello più universale per cui l’uso del linguaggio contribuisce al raggiungimento dei nostri scopi, alla soddisfazione dei nostri desideri, o cose del genere.» [4]

Ecco allora la prima importante indicazione che Putnam offre per non smarrirsi nel dibattito sul realismo scientifico: è innanzitutto necessario chiarire se si intende il realismo come questione *metafisica*, riguardante la concezione generale del rapporto tra linguaggio e realtà - alla maniera del realismo metafisico riduzionista che “è, o ha la pretesa di essere, un modello della relazione di *qualsiasi* teoria corretta con tutto o una parte de IL MONDO” [5] - o se si intende piuttosto il realismo come una questione *empirica*, riguardante alcuni fatti riscontrabili nella concreta attività scientifica, come la convergenza dei paradigmi succedutisi nella storia della scienza, o, più in generale, il successo dell’interazione tra linguaggio e realtà. Finché non si esplicita su quale piano si intende affrontare la questione del realismo, ci si continuerà a confondere nel dibattito, etichettando gli altri (e talvolta persino se stessi) in maniera sconveniente.

D’altra parte, la possibilità di fraintendimento è acuita dal fatto che tra i due piani sussiste un rapporto di “complementarietà inversa”: «si può benissimo essere un realista riguardo alla verità, essere, anzi, quel tipo assai speciale di realista circa la verità che in *Realismo e ragione* definivo “realista metafisico”, ed essere al contempo uno strumentalista riguardo alle teorie scientifiche [...] oppure si può essere un anti-realista in fatto di verità e un non-strumentalista in riferimento alle teorie scientifiche (e questa era la mia posizione nella fase di “realismo interno”).» [6] Infatti, da un lato, se si assume la tesi materialista secondo cui *l’unica* interpretazione vera della realtà è prerogativa della scien-

za, allora neanche rispetto alle entità inosservabili postulate dalla fisica sarà possibile assumere un impegno ontologico e, di conseguenza, le teorie scientifiche potranno al massimo essere considerate come meri strumenti predittivi; dall'altro, se si nega il realismo metafisico ammettendo una pluralità di interpretazioni compatibili del mondo – si badi bene dunque, per inciso, che il realismo interno di Putnam è “anti-realista” *in quanto nega* il realismo metafisico, *non in quanto tale!* - allora, in una simile cornice di pluralismo ontologico, ci sarà spazio anche per un qualche riconoscimento della consistenza oggettiva delle grandezze fisiche, e la scienza non si limiterà alla previsione di fenomeni, ma dirà qualcosa sul mondo.

Come si è detto, Putnam crede nell'oggettività della scienza in virtù della possibilità di riformulare teorie passate come casi limite di teorie successive, poiché tale convergenza autorizzerebbe “a ritenere che i termini teorici conservino il loro *riferimento* attraverso la maggior parte dei mutamenti di teoria”. Nei *Philosophical Papers* questa tesi viene corroborata considerando le trasformazioni subite dal concetto di spazio nel passaggio dalla fisica classica alla teoria della relatività.

2. CRITICA DELL'ANTIREALISMO (SCIENTIFICO)

Nella prospettiva antirealista e riduzionista dello scientismo, l'avvento della relatività dimostrerebbe inequivocabilmente come le grandezze fisiche non rappresentino proprietà intrinseche della realtà, ma semplici entità convenzionali postulate per compiere previsioni: lo spazio relativistico, infatti, diventando relativo al tempo, non possiede più una topologia assoluta (quella descritta univocamente dalla geometria euclidea), ma, a seconda della curvatura spazio-temporale, assumerà proprietà topologiche radicalmente differenti, descritte da sistemi geometrici alternativi (parabolici, iperbolici, ecc.) Le grandezze fisiche fondamentali dello spazio e del tempo perdono così, dal punto di vista ontologico, il loro tradizionale carattere di universalità, dal punto di vista epistemico, quello dell'a-priorità, diventando entità convenzionali definite a posteriori sulla base di criteri empirico/materiali (il raggio di luce, il regolo rigido, ecc.) scelti arbitrariamente per ragioni di utilità o semplicità esplicativa: «Quando la geometria euclidea venne spodestata, fu addotto l'argomento che “retta” significa soltanto “raggio di luce” e che “qualunque sciocco può facilmente vedere” che la geometria

interpretata è empirica. Secondo questa concezione, era stata una specie di svista considerare *a priori* la teoria dello spazio fisico [...] i difensori della geometria non euclidea cercavano così di minimizzare l'impatto delle loro proposte (o, piuttosto, di renderle più appetibili) adottando, nel presentarle, uno stile operativo estremizzato [tuttavia] il fatto quasi inconcepibile che la geometria euclidea è falsa – falsa rispetto a *traiettorie nello spazio*, non falsa solo rispetto a “raggi di luce” - ha un'importanza epistemologica che la filosofia dovrà prima o poi affrontare, anche se continua a rimandare la resa dei conti.» [7]

Putnam ha intrapreso da pioniere l'importante sfida epistemologica sorta dal “crollo” della geometria euclidea, vedendo chiaramente quale fosse il nodo teoretico da sciogliere: come è possibile che un sistema concettuale possa perdere del tutto il carattere di necessità e a-priorità di cui godeva legittimamente e indiscutibilmente un tempo? Infatti, «non possiamo più affermare che sono analitici i principi della geometria euclidea: perché gli enunciati analitici sono veri, e noi non possiamo più affermare che i principi della geometria euclidea sono veri. Voglio però ricordare che prima delle ricerche dei matematici dell'Ottocento i principi della geometria euclidea erano tanto *prossimi* all'analiticità quanto possono arrivare ad esserlo le asserzioni non analitiche. Essi avevano cioè lo status seguente: nessun esperimento descrivibile poteva di per sé in alcun modo scaltarli. Nessuno scienziato ragionevole avrebbe accettato come motivazione sufficiente per respingere la geometria euclidea dei puri e semplici risultati sperimentali, non integrati in una nuova teoria.» [8] «Se qualcuno fosse stato in grado di costruire un enorme triangolo di luce e avesse mostrato che la somma degli angoli risultava superiore a 180° , egli non avrebbe convinto gli antichi Greci che la geometria euclidea era falsa, ma solo che la luce non viaggiava in linea retta.» [9]

Non si tratta di una semplice suggestione, ma di una dinamica strutturale nell'evoluzione scientifica: intraprendendo la strada che sempre all'inizio degli anni Sessanta anche Thomas Kuhn avrebbe intrapreso valorizzando il rilievo epistemologico della storia della scienza, Putnam, con particolare attenzione alla storia dell'astronomia [10], osserva che un singolo insuccesso empirico, per quanto incontrovertibile, non è sufficiente per falsificare un'intera teoria: «Le teorie, nel periodo della loro permanenza in carica, sono altamente immuni da falsificazioni; la loro carica decade quando compare sulla scena una teoria migliore (o una tecnica esplicativa completamente nuova), *non un enunciato di base*. E i successi non “confermano” una teoria, una volta

che essa è divenuta paradigmatica, perché la teoria non è un' "ipotesi" che abbia bisogno di conferma, ma la base di *un'intera* tecnica di spiegazione e predizione, e forse anche di una tecnologia.» [11]

È dunque a motivo del carattere olistico della conoscenza – che non consente di fondare l'edificio del sapere su presunti "enunciati di base" dal momento che la stessa osservazione risulta evidente e cogente solo all'interno di un intero sistema teorico - che, anche nel caso della geometria euclidea, non sarebbe stato possibile confutarla tramite un singolo risultato sperimentale. Non solo: osservazione e teoria sono così reciprocamente implicate che «abbandonare la geometria euclidea prima che la geometria non euclidea venisse inventata, sarebbe stato "lasciare sgretolare i nostri concetti"» [12], avrebbe cioè compromesso il nostro "uso delle posizioni spaziali" [13], causando la perdita delle coordinate attraverso cui normalmente ci si orienta nell'esperienza.

Una volta compreso quale fosse il grado di necessità della geometria euclidea in virtù del carattere olistico della conoscenza umana, si può anche comprendere meglio l'errore principale della soluzione operazionista a fronte del crollo della geometria euclidea: «la distanza non può essere "definita operazionalmente" tramite un regolo d'alluminio, né tramite un regolo di legno, né tramite un regolo di ferro, né tramite uno strumento ottico di misura, né in termini di qualsiasi altro criterio operativo *unico*. I criteri che possediamo per la nozione di distanza la definiscono collettivamente, non individualmente [...] È a causa del *carattere ad agglomerato* dei concetti geometrici che i metodi usualmente proposti dagli operazionisti non hanno avuto successo.» [14] Inoltre, il carattere olistico della conoscenza consentirebbe di vedere, più in generale, l'errore di prospettiva dell'operazionismo nell'interpretare il significato della crisi dei fondamenti: lungi dallo svelare l'a-posteriorità della geometria, l'intera vicenda testimonierebbe infatti che, se la stessa evidenza empirica diventa cogente solo all'interno di un sistema teorico compiuto, allora, il crollo della geometria euclidea avrebbe piuttosto dimostrato la sussistenza di una irriducibile componente a-priori nelle stesse scienze empiriche basate sull'osservazione.

In questo modo, Putnam non intende riproporre *tout court* una concezione trascendentale dell'esperienza, ma trovare una sintesi tra le istanze virtuose sia della tradizione razionalista sia di quella empirista: «oggi ci si deve preoccupare dei travisamenti operati dall'empirismo contemporaneo molto di più che di quelli operati dal kantismo. E se fu una distorsione da parte del kantismo sostenere che asserzioni come

“ogni evento ha una causa”, “lo spazio ha tre dimensioni”, i principi della geometria, ecc., siano immuni da revisioni, è ugualmente un errore assimilarle, come fanno alcuni filosofi della scienza seguaci dell’empirismo, a ordinarie generalizzazioni empiriche. [...] possono non esserci nella scienza “verità necessarie” nel senso di giudizi “apodittici” irriducibili, ma tuttavia essa possiede dei *principi-quadro*, e la loro revisione è (a) possibile, ma (b) costituisce un fatto completamente diverso dalla revisione di un’ordinaria generalizzazione empirica.» [15]

Com’è possibile tutto ciò? Com’è possibile sostenere che i “principi-quadro” delle scienze empiriche che definiscono le grandezze fisiche fondamentali possono essere rivisti, senza per questo essere logicamente equiparabili alle ordinarie generalizzazioni per induzione? Come è possibile cioè sostenere (con Quine) il carattere olistico della conoscenza, secondo cui le credenze affrontano *collettivamente* il tribunale dell’esperienza senza particolari immunità, ma allo stesso tempo sostenere (oltre Quine) che una qualche distinzione logica delle credenze sia necessaria e che il loro riferimento non sia indeterminato?

Per rispondere a tali quesiti, Putnam approfondisce la critica all’operazionismo concentrandosi sulla versione proposta all’inizio degli anni Sessanta da Adolf Grünbaum; Grünbaum, infatti, riprendendo alcune intuizioni del pensiero di Hans Reichenbach [16], elaborò un aggiornamento dell’operazionismo, a cui diede il nome di “convenzionalismo geocronometrico” (CG) [17].

Per comprendere la peculiarità del convenzionalismo di Grünbaum è anzitutto necessario distinguerlo dall’accezione banale con cui l’operazionismo classico ha generalmente inteso la convenzionalità della metrica. Infatti, il convenzionalismo banalmente inteso afferma che nel passaggio dalla geometria euclidea a quelle non-euclidee non si sarebbe assistito ad alcuna rivoluzione concettuale, in cui principi a-priori sarebbero decaduti allo *status* di mere asserzioni empiriche, poiché, in realtà, si sarebbe semplicemente verificato un caso di “ridenominazione”, tale per cui nomi come “retta” e “congruente”, ad un certo punto, avrebbero iniziato ad essere usati in riferimento ad altri oggetti e ad altri fenomeni. Insomma, la scelta di una metrica dipenderebbe semplicemente dal fatto che “ad un rumore non vincolato si può assegnare il significato che si vuole” [18]. Dato che la convenzionalità della metrica è spiegata banalmente sulla base della fondamentale arbitrarietà del significato delle parole, Grünbaum denomina questa tesi “convenzionalismo semantico banale” (CSB) [19].

L'obiettivo del "convenzionalismo geocronometrico" è invece dimostrare, non solo, che il convenzionalismo non è affatto un fenomeno banale, ma anche che sia un errore continuare a parlarne in termini semantici: Grünbaum intende cioè far emergere la "profondità logica" del convenzionalismo e al contempo realizzarne adeguatamente la vocazione anti-realista. Infatti, se l'insegnamento principale consegnato dall'avvento delle geometrie non-euclidee ha riguardato proprio l'impossibilità di continuare a considerare la realtà spaziale nella sua immediatezza percettiva come modello assoluto della geometria, allora, è evidente che il CSB, limitandosi semplicemente a banalizzare le questioni semantiche coinvolte nella definizione di una metrica, non avrebbe potuto rispondere in maniera soddisfacente alla specifica "domanda di teoria" posta dalla crisi dei fondamenti di fine Ottocento.

Per avanzare una proposta teorica effettiva, i sostenitori del convenzionalismo avrebbero dovuto *dimostrare* perché - non riaffermare tautologicamente che - la semantica è irrilevante nella definizione di una metrica: il CG elaborato da Grünbaum, a partire dal recupero delle "definizioni coordinative" di Reichenbach, dovrebbe proprio riuscire ad apportare finalmente una spiegazione logica profonda al fenomeno apparentemente superficiale del convenzionalismo.

Secondo Grünbaum, il concetto di "definizione coordinativa" può costituire la base logica di una spiegazione seria del convenzionalismo, che eviti cioè anche solo banali compromissioni semantiche, poiché teorizza proprio il fatto che l'assegnazione di un significato alle nozioni metriche sia *successiva* alla definizione coordinativa di regole di corrispondenza: «prima si sceglie una metrica arbitrariamente, poi si scopre l'insieme [più semplice] di leggi fisiche esprimendole in quella metrica e, da ultimo, si determina la rimettrizzazione che concorda con la definizione di congruenza che noi realmente impieghiamo, cioè che la lunghezza di un corpo solido debba rimanere costante durante il trasporto» [20].

Il permanere nell'esperienza percettiva della congruenza delle dimensioni di un corpo nel tempo ("la definizione di congruenza che noi realmente impieghiamo") nonostante la scoperta dei fenomeni relativistici della contrazione delle lunghezze e della variazione della massa con l'aumentare della velocità [21], non potendo essere più spiegata ricorrendo al fatto che tale proprietà topologica dipende dall'intrinsecità della metrica, nel CG viene spiegata, dal punto di vista fisico, introducendo l'azione di "forze universali", dal punto di vista logico, inver-

tendo radicalmente l'ordine di consequenzialità tra principi geometrici e percezione. Per quanto riguarda il primo punto si rimanda a qualche utile riferimento bibliografico [22], ch  una sua trattazione esulerebbe dalle attuali finalit ; ci concentreremo invece pi  direttamente sui presupposti epistemologici del CG.

Nel sistema-mondo euclideo/newtoniano i principi geometrici erano auto-evidenti, poich  immediatamente disponibili nella percezione dello spazio: i principi erano cio  ricavati per astrazione dalla percezione, e quindi logicamente conseguenti ad essa.

Tuttavia, secondo i convenzionalisti, l'inesorabile perdita di univocit  tra percezione e geometria nel mondo relativistico (dal momento che sono possibili pi  modelli geometrici dello spazio nonostante la topologia percepita sia rimasta fundamentalmente euclidea) avrebbe inevitabilmente richiesto di invertire quell'ordine, affermando cio  che   la percezione dello spazio ad essere conseguenza dei principi, pur rimanendo la topologia intrinsecamente euclidea. Infatti, se la metrica non pu  pi  essere interpretata naturalmente, l'unica alternativa percorribile   che assuma arbitrariamente un significato *in seguito* alla definizione coordinativa di regole di corrispondenza, vale a dire, di regole che consentano di coordinare la corrispondenza tra piano dei principi e piano della percezione, "informando" cos  lo spazio di per s  metricamente amorfo (anche se non topologicamente). D'altra parte, nel CG l'intrinsecit  della topologia - a fronte dell'arbitrariet  della metrica - dipende semplicemente dal fatto che la sua adozione consente di formulare l'insieme di leggi fisiche pi  semplice. In sostanza, secondo Grünbaum, non percepiamo lo spazio cos  come lo percepiamo (cio  secondo una topologia euclidea), perch    metricamente cos , ma semplicemente perch  l'esperienza percettiva dello spazio configurata in questo modo si   consolidata in virt  della semplicit  delle leggi che ha consentito di formulare.

Come   possibile valutare la proposta del CG?   innanzitutto evidente che i punti nodali riguardino la sostenibilit  dell'asimmetria tra metrica e topologia e il parallelo richiamo alla semplicit  delle leggi scientifiche. A tal proposito, Putnam, riepilogando il pensiero di Grünbaum, afferma: «La scelta di una metrica   una questione di pura convenzione: un continuo non pu  avere intrinsecamente una metrica contrapposta a un'altra. [Inoltre] va notato che la scelta di ci  che Grünbaum considera come la vera o intrinseca topologia dello spazio   giustificata dal fatto che essa porta a leggi pi  semplici; ad esempio:

“Non si danno mai catene causali discontinue”. [...] In breve, lo spazio possiede una topologia intrinseca, ma non possiede una metrica intrinseca *anche se le conseguenze di un cambiamento di metrica sarebbero essenzialmente simili alle conseguenze di un cambiamento di topologia*, comporterebbero, cioè, un’incredibile complicazione delle leggi fisiche. [...] Mi sembra che questa posizione rasenti la contraddizione vera e propria.» [23]

Non solo, secondo Putnam, è palesemente contraddittorio risolvere la perdita di univocità tra geometria e percezione introducendo un’asimmetria tra convenzionalità della metrica e intrinsecità della topologia (dal momento che gli effetti di un mutamento metrico coinciderebbero con quelli connessi ad un mutamento topologico, e coinvolgerebbero peraltro proprio il fattore attraverso il quale si è giustificata l’intrinsecità (la semplicità), ma, anche riguardo alla possibilità stessa di “disimpegnare ontologicamente” l’intrinsecità della topologia riducendola ad una questione di mera semplicità delle leggi di natura, va fatta qualche osservazione: «Grünbaum non sarebbe d’accordo con Newton sul fatto che i corpi possiedono una proprietà non relazionale che è la loro identità di posizione (assoluta) in istanti diversi. Ciò che, in tal caso, egli forse direbbe è che tale proprietà dovrebbe essere analizzata come la proprietà di essere in quiete rispetto a un corpo solido in modo che, se quest’ultimo è considerato un sistema di riferimento, le leggi di natura assumono allora una forma semplicissima [...] Si osservi che si è tentato in questo modo di “sbarazzarsi tramite un’analisi” della nozione di spazio assoluto per ogni nozione teorica. L’asserzione che gli oggetti macroscopici consistono di atomi, ad esempio, è stata “analizzata” come “se significasse” che gli oggetti macroscopici si comportano in modo tale che, introducendo gli atomi, otteniamo le leggi di natura più semplici. Ogni riferimento a grandezze oggettive può essere sostituito da riferimenti a leggi oggettivamente semplicissime [...] Mi sembra che la proposta di analizzare *lo stato di quiete assoluta* come *lo stato di quiete rispetto a un possibile sistema in cui le leggi di natura assumono una forma estremamente semplice* fa parte di una proposta generale di tradurre tutte le asserzioni sulle grandezze fisiche in asserzioni sulla forma delle leggi di natura. Si tratta di una forma particolare di riduzionismo. Da parte mia non credo che un siffatto programma riduzionista possa essere realizzato [...] Ma, anche se ciò accadesse, la cosa importante è che la possibilità di tradurre asserzioni sulla quiete assoluta in asserzioni sulla semplicità delle leggi di natura, *non riesce assolutamente a mostrare*

che la proprietà dello stato di quiete assoluta (in un mondo newtoniano) non è oggettiva.» [24] Infatti, il problema fondamentale di qualsivoglia forma di riduzionismo dipende dal fatto che le manovre di riduzione, per quanto certificabili dal punto di vista dimostrativo, presuppongono sempre la disponibilità ad accettare un giudizio di valore, o meglio di disvalore, secondo cui una certa qual cosa “*non è altro che...*”.

Putnam conclude così la critica al convenzionalismo geocronometrico, passando alla *pars construens* della sua proposta. Più precisamente, bisogna ora comprendere in che modo sia ancora possibile parlare di oggettività nella scienza, ovvero di realismo scientifico, laddove l'avvento delle geometrie non euclidee e della relatività hanno rivelato che modelli teorici assoluti, slegati cioè da elementi definitivi convenzionali, non sono più percorribili.

3. CONVENZIONI E REALTÀ

Per saggiare la conciliabilità di oggettività e convenzionalità, Putnam mette innanzitutto in evidenza il punto fondamentale che, al di là delle apparenze, differenzierebbe il CG di Grünbaum dal convenzionalismo di Reichenbach. Infatti, sebbene entrambi possano essere considerati “convenzionalisti”: «Le *motivazioni* di Grünbaum e di Reichenbach sono del tutto diverse. Grünbaum è incline a sottolineare “la intrinseca indifferenza metrica” dello spazio-tempo, mentre Reichenbach si preoccupa di sottolineare la *dipendenza di tutta la conoscenza* da definizioni coordinative [...] Perché Reichenbach si preoccupa tanto di sottolineare il carattere convenzionale delle nostre definizioni? La risposta è duplice. Il CSB asserisce soltanto che il significato che diamo alle parole è arbitrario. Esso non sostiene che alle parole si assegna un significato mediante *definizioni*. Pertanto ciò che Reichenbach asserisce è una tesi epistemologica del tutto speciale. Che non si possano confermare o infirmare le leggi empiriche e che esse, in realtà, non possano nemmeno avere tale status finché tutti i termini che vi ricorrono non abbiano un significato, è banale. Non è invece banale che sia necessario *per prima cosa* attribuire alle parole un significato mediante delle *definizioni*, e, secondo la maggioranza degli attuali filosofi della scienza, ciò, in realtà, non è vero. Eppure è proprio ciò che Reichenbach si preoccupa di asserire in termini molto decisi. Egli sostiene *sia* che, *prima* che si possa discutere la verità o falsità di una

legge fisica, bisogna aver definito tutti i termini teorici pertinenti mediante “definizioni coordinative”, *sia* che le definizioni devono essere univoche, cioè devono determinare univocamente l’estensione dei termini teorici.» [25]

La differenza fondamentale tra il convenzionalismo di Grünbaum e il convenzionalismo di Reichenbach consiste dunque nel fatto che, per il primo, la convenzionalità è sinonimo di arbitrarietà, mentre per il secondo, rappresenta *la specialità* della conoscenza umana; in altri termini, Reichenbach non si sarebbe limitato a rispondere alla crisi dei fondamenti “rimontando al contrario” il *puzzle*, cioè invertendo l’ordine logico e cronologico del rapporto tra percezione e metrica, ma si sarebbe lasciato interrogare profondamente dal “dramma delle convenzionalità”, riuscendo così ad intravedere proprio nella crisi della conoscenza umana i primi segnali di ripresa: se il senso fondamentale del convenzionalismo consiste nel fatto che *non si dà significato se non mediante definizioni*, il convenzionalismo è allora, a ben vedere, una tesi sulle *condizioni di possibilità* della conoscenza del mondo, e quindi, una tesi sulla possibilità della conoscenza stessa: «Mi sembra che chi identifica la concettualizzazione con l’attività linguistica, e l’attività linguistica con la risposta a situazioni osservabili in conformità a regole del linguaggio che sono esse stesse nulla più che convenzioni o stipulazioni implicite (nel senso ordinario, non filosofico, di “stipulazione” e “convenzione”) abbia una concezione profondamente distorta della conoscenza umana. Non bisogna cadere nell’errore di supporre che padroneggiare l’uso completo di un’espressione equivalga a padroneggiare un repertorio di singoli usi, che i singoli usi siano il prodotto di qualcosa come una stipulazione o una convenzione implicite, e che convenzioni e stipulazioni siano arbitrarie. [D’altra parte] la nozione di convenzione non arbitraria è, naturalmente, un’assurdità: le convenzioni servono proprio per *risolvere* questioni che sono arbitrarie.» [26]

In definitiva, secondo Putnam e Reichenbach, il convenzionalismo, lungi dal rappresentare la rassegnata teorizzazione dell’arbitrarietà della conoscenza, costituisce piuttosto la sua *risoluzione*, in quanto espressione di un’esigenza strutturale della ragione umana: che *tutta* la conoscenza *dipenda* da definizioni coordinative.

D’altra parte, non è un caso che Reichenbach, pur affermando che il significato delle leggi fisiche procede mediante definizioni, sottolinei anche che “le definizioni devono essere univoche, cioè devono determinare univocamente l’estensione dei termini teorici”, ponendosi

così “in notevole disaccordo con l’idea attualmente in voga che i termini teorici sono solo parzialmente interpretati” [27]. Tuttavia, Putnam rileva una certa incoerenza nel modo in cui Reichenbach sostiene questa tesi complementare relativa all’oggettività dell’estensione dei termini teorici. Facendo riferimento all’edizione inglese di *The Philosophy of Space and Time* del 1958, Putnam afferma: «Reichenbach vede chiaramente e pone in rilievo più volte che la nostra conoscenza *nel complesso* rimane “oggettiva” nonostante contenga un elemento convenzionale. Rispetto alle singole asserzioni egli è meno sicuro. A p. 21 si trova la sorprendente affermazione che le asserzioni che i pavimenti e i soffitti delle stanze sono piani e che le pareti delle stanze sono rettangolari non sono asserzioni sintetiche bensì definizioni. Si tratta chiaramente di un errore vero e proprio. Le nostre “definizioni coordinative” possono essere arbitrarie, ma, *dato* le nostre “definizioni coordinative”, è un fatto oggettivo che noi viviamo in case con pareti rettangolari e non in igloo. A p. 37 c’è un tentativo disperato di chiarire questa confusa posizione sull’ “oggettività” delle nostre asserzioni. Scrive Reichenbach: “Fino a che non si era precisato in quali punti del sistema metrico intervengono definizioni arbitrarie, tutti i risultati delle misure rimanevano indeterminati; soltanto scoprendo i punti d’arbitrarietà, identificandoli come tali e classificandoli come definizioni, otteniamo risultati oggettivi nelle nostre misure fisiche. *Il carattere oggettivo dell’affermazione fisica viene così trasferito ad una affermazione concernente rapporti.* Una affermazione concernente il punto d’ebollizione dell’acqua non viene più considerata come una affermazione assoluta ma come una affermazione concernente un rapporto tra l’acqua bollente e la colonnina di mercurio. Esiste una simile affermazione oggettiva concernente la geometria dello spazio reale: *si tratta di una affermazione concernente un rapporto tra l’universo e regoli rigidi.* È chiaro che questo non funziona.» [28] Secondo Putnam, infatti, non è possibile far dipendere il piano dell’esistenza oggettiva dal piano delle definizioni poiché, semmai, è il primo a ricomprendere il secondo: infatti, sebbene la mediazione teorico-strutturale sia certamente condizione necessaria per individuare il riferimento oggettivo delle grandezze fisiche, non è affatto condizione sufficiente: «Le regole di corrispondenza vengono sempre usate *in congiunzione* con delle teorie, e di solito con delle teorie di *rilevanza esistenziale*. Se la teoria del campo elettromagnetico fosse risultata completamente falsa, allora, anche se le sue regole di corrispondenza fossero di per sé coerenti, non affermeremmo che *esiste la grandezza “differenza di*

potenziale”, e che essa si misura con un voltmetro perché questo è il modo in cui la definiamo; [affermeremmo piuttosto] che la differenza di potenziale non esiste. Dunque, le entità e le grandezze teoriche non “esistono per definizione”.» [29]

Sembrerebbe così essere giunti infine ad un’aporia: le definizioni coordinative sono necessarie per determinare il riferimento delle grandezze fisiche ma non sono sufficienti, in quanto il linguaggio e la prassi scientifica dimostrano che tali grandezze non esistono *per definizione*. Ma allora è davvero possibile conciliare oggettività e convenzionalità?

Secondo Putnam, tale possibilità dipende dal superamento di un errore che, nonostante le importanti differenze evidenziate, accomuna tanto Grünbaum quanto Reichenbach: «Tuttavia, in un punto importante Reichenbach si è sbagliato. Sedotto dall’analisi erronea che lo stesso Einstein fece della propria teoria della relatività speciale (analisi che Einstein sembra in seguito ritrattare), Reichenbach *identificò* il problema di specificare il meccanismo del riferimento per i termini di grandezza con il problema di separare gli elementi definitivi dagli elementi empirici della teoria scientifica. Per Reichenbach, la distinzione analitico-sintetica era essenziale. Il compito del filosofo si riduceva tutto al compito di decidere quali enunciati della teoria scientifica sono veramente analitici, contrariamente alle apparenze, e quali sono veramente sintetici. Ma a questa concezione egli giunse appunto perché identificava il problema della separazione degli elementi analitici o definitivi dagli elementi sintetici o empirici della scienza con il problema della spiegazione del meccanismo del riferimento dei termini scientifici.» [30] I pre-giudizi e le pre-occupazioni filosofiche avrebbero cioè impedito a Reichenbach di riconoscere quanto avviene nella concreta prassi scientifica, inducendolo a sacrificare l’irriducibile “rilevanza esistenziale” delle teorie per difendere strenuamente l’analiticità. Ancora di più Grünbaum, sebbene per ragioni opposte, avrebbe commesso una simile ingerenza “deduttivista” in campo scientifico [31] imponendo dall’alto canoni epistemologici fuorvianti e astratti. In definitiva, sia Reichenbach sia Grünbaum avrebbero commesso l’errore molto comune nel dibattito sul realismo scientifico denunciato fin dall’inizio di questo articolo: avrebbero cioè addotto argomenti metafisici (o anti-metafisici che dir si voglia) per affrontare questioni empiriche, confondendo così il realismo in quanto teoria empirica col realismo in quanto tesi metafisica.

Putnam insiste sulla reciproca irriducibilità di tali prospettive,

richiamando diverse volte le parole di Newton secondo cui “corrompono la matematica e la filosofia coloro che confondono le vere qualità con le loro relazioni e con le misure comuni [ovvero che] occorre astrarre dai sensi, e considerare le cose in sé, distinte da ciò che sono soltanto le loro misure sensibili” [32].

Ma come è possibile invocare Newton quale figura risolutiva di un dibattito che è nato proprio dal suo superamento? A tale obiezione Putnam risponde innanzitutto che: «L'etere a tre dimensioni di Newton è stato sostituito da un campo quadri-dimensionale; non per questo, però, Newton ha perso credito come filosofo; egli è stato soltanto superato come fisico [...] Quando Newton scrive che nelle disquisizioni filosofiche “occorre astrarre dai sensi, e considerare le cose in sé, distinte da ciò che sono soltanto le loro misure sensibili”, egli non intendeva negare che vi siano misure sensibili per le grandezze teoriche e neppure che ci formiamo le nozioni di grandezze teoriche *astruendo da* quelle misure sensibili. Non è un caso che Newton abbia usato il linguaggio dell'empirismo a lui contemporaneo, né che abbia ripetutamente riconosciuto il suo debito intellettuale verso l'empirismo. Quale che sia stato l'errore di Newton, se pure di errore si trattava, esso non consisteva nel negare che le nostre nozioni di grandezze e relazioni teoriche sorgano per astrazione da misure sensibili. Ciò che Newton sosteneva è che un corpo ha la proprietà oggettiva di essere nello stesso luogo (assoluto) in due istanti diversi. *Le ragioni della sua affermazione erano, come è ben noto, di carattere fisico e non metafisico*: nel sistema fisico newtoniano si ottengono predizioni diverse in due universi le cui velocità e posizioni *relative* sono tutte le stesse in un dato istante, se uno dei due universi consiste di corpi in quiete rispetto al sistema dell'etere e l'altro è in moto rispetto allo stesso sistema. In breve, il sistema dell'etere, o spazio assoluto, rappresenta una nozione teorica che Newton introdusse per spiegare fenomeni osservabili.» [33]

Putnam è dunque convinto che sia certamente opportuno “tornare a Newton” poiché, sebbene egli sia stato superato *come fisico*, avrebbe ancora molto da insegnare *come epistemologo*: «Questo capitolo, dunque, è in parte una difesa di Newton contro quanti, come Riemann e Grünbaum, hanno cercato di criticarlo su basi filosofiche. Sono in completo accordo con l'affermazione di Newton, secondo la quale “corrompono la matematica e la filosofia coloro che confondono le vere qualità con le loro relazioni e con le misure comuni”.» Dal punto di vista *filosofico*, infatti, l'*impostazione* newtoniana è, secondo

Putnam, di gran lunga più corretta rispetto a quella di Grünbaum o Reichenbach, poiché costoro, nonostante l'aggiornamento scientifico, sarebbero stati ugualmente capaci di regredire dal punto di vista metodologico, "confondono le vere qualità con le loro relazioni e con le misure comuni". A prescindere dagli "errori" in fisica, Newton avrebbe cioè tenuto opportunamente distinta la questione *empirica* della definizione del riferimento degli enti geometrici dalla questione *metafisica* della loro modalità d'esistenza. Infatti, come si è letto, Newton non ha sostenuto una concezione realistica dello spazio in virtù di qualche tesi metafisica favorevole o ostile a una modalità d'esistenza assoluta delle grandezze fisiche, ma si era limitato ad *indurre l'esistenza dello spazio assoluto osservando predizioni differenti*. Al contrario, in Reichenbach e Grünbaum i rispettivi pregiudizi filosofici riguardanti la distinzione analitico/sintetico avrebbero impedito di «dare un quadro fedele di una delle più grandi conquiste scientifiche di tutti i tempi. Il risultato finale di tale conquista è anticipato da Wheeler con le seguenti parole: "La visione di Clifford e di Einstein può essere riassunta in una sola frase 'un universo geometrico-dinamico': un mondo le cui proprietà sono descritte dalla geometria, e da una geometria la cui curvatura cambia nel tempo – una geometria dinamica" [34] L'interpretazione corretta della geometria dinamica, o teoria generale della relatività, va intesa come una teoria scientifica che introduce un concetto teorico – il campo metrico. *Tuttavia*, tale "costruzione" o "entità postulata" (a seconda dell'atteggiamento filosofico che si preferisce nei confronti delle teorie scientifiche) *non è del tutto senza precedenti nella storia del pensiero scientifico*. In un mondo newtoniano non v'è alcuna metrica *spazio-temporale* fisicamente significativa; ossia, la nozione di distanza spazio-temporale globale fra due punti-eventi non ha alcuna rilevanza fisica. Riesce piuttosto utile descrivere la relazione fra due eventi dando due numeri piuttosto che uno solo: la separazione temporale fra i due eventi e la loro separazione spaziale. [...] *Tuttavia, se si considera lo spazio in un certo istante, allora anche in un mondo newtoniano esiste un campo metrico oggettivo*, sebbene esso risulti molto meno interessante del campo metrico della geometria dinamica. Esso è meno interessante proprio perché non è dinamico. È costante (un piatto spazio euclideo) e non cambia nel tempo. Pertanto non può intervenire né come effetto né come causa in alcun processo fisico. Costituisce piuttosto, secondo le parole di Wheeler, "solamente un'arena entro la quale si muovono campi e

particelle come entità ‘fisiche’ ed ‘estranee’”. [35] Poiché i punti dello spazio e le relazioni spaziali non compaiono né come causa né come effetto nella fisica di Newton, a quell’epoca la geometria aveva, come teoria scientifica, uno status particolare. *Nondimeno, in un mondo newtoniano, spazio e tempo hanno un significato fisico in quanto, come processi fisici, dipendono in modo semplice da una reale separazione spaziale e temporale.* Inoltre, non si tratta di un fatto di mera semplicità descrittiva. Se adottiamo una metrica diversa o una diversa cronometria, di modo che, ad esempio, un intervallo di tempo diventi ciò che ordinariamente chiameremmo (intervallo di tempo)³, allora sarà sempre vero che il comportamento degli orologi in un mondo newtoniano dipende in modo semplice dall’intervallo di tempo trascorso, ma ora si spiegherà questo fatto invariante dicendo che gli orologi misurano il cubo dell’intervallo di tempo. Sia che spieghiamo tale fatto con le parole con le parole “gli orologi misurano un intervallo di tempo”, oppure con le parole “gli orologi misurano un intervallo di tempo al cubo” *il fatto rimane lo stesso. Ed è la stessa grandezza a godere dello stesso significato.*» [36]

In conclusione, solo un atteggiamento genuinamente realista, che non “corrompe la matematica” (cioè la fisica) con indebite ingerenze filosofiche e che, a sua volta, non corrompe la filosofia assolutizzando la scienza come sistema metafisico inconsapevole e auto-contraddittorio, può riconoscere che l’oggettività del riferimento delle grandezze fisiche permane attraverso la maggior parte dei mutamenti di una teoria, pur nel riconoscimento della mediazione di definizioni coordinative. Oggettività e convenzionalità sono allora conciliabili poiché valgono su due piani differenti e allo stesso tempo complementari: più precisamente, la convenzionalità caratterizza *dal punto di vista empirico il meccanismo operativo* (mediante l’adozione di un opportuno criterio materiale) attraverso cui le grandezze fisiche acquisiscono un riferimento; l’oggettività, invece, rappresenta *l’ideale regolativo* della stessa conoscenza umana, la quale viene così a configurarsi come processo genetico di graduale approssimazione alla verità, in cui teorie precedenti possono essere tradotte come “casi limite” delle teorie successive.

Già a partire dal 1923, il matematico Élie Cartan si era impegnato a dimostrare che è possibile usare il principio di equivalenza della relatività generale come base per una formulazione alternativa della teoria della gravitazione newtoniana [37]. D’altra parte, occorre a questo punto mettere subito in pratica l’insegnamento del buon “vecchio” Newton,

lasciando la parola ai filosofi della natura di professione e promuovendo così nuovamente il dialogo interdisciplinare e transdisciplinare.

BIBLIOGRAFIA

- [1] PUTNAM H., *Philosophy in an Age of Science*, edited by M. De Caro and D. Macarthur, Cambridge (Mass.)-London, Harvard University Press, 2012; ed. it. a cura di M. De Caro e D. Macarthur, *La filosofia nell'età della scienza*, Il Mulino, Bologna, 2012, pp. 74-75.
- [2] *Ivi*, p. 84.
- [3] PUTNAM H., *Meaning and Knowledge*, testo delle *John Locke Lectures*, Oxford 1976, pubblicate in PUTNAM H., *Meaning and the Moral Sciences*, London & Boston, Routledge & Kegan Paul, 1978, pp. 7- 80, trad. it. PUTNAM H., *Significato e conoscenza in Verità e etica*, Il Saggiatore, Milano, 1982.
- [4] PUTNAM H., *Realism and Reason*, in Proceedings of the American Philosophical Association, 50 (1977), pp. 483-498. Ripubblicato in PUTNAM H., *Meaning and the Moral Sciences*, London & Boston, Routledge & Kegan Paul, 1978, pp. 123-128, trad. it. PUTNAM H., *Significato e conoscenza in Verità e etica*, Il Saggiatore, Milano 1982, p. 142.
- [5] *Ibidem*.
- [6] PUTNAM H., *Philosophy in an Age of Science*, edited by M. De Caro and D. Macarthur, Cambridge (Mass.)-London, Harvard University Press, 2012; ed. it. a cura di M. De Caro e D. Macarthur, *La filosofia nell'età della scienza*, Il Mulino, Bologna, 2012, pp. 128-129.
- [7] PUTNAM H., *What is Mathematical Truth?*, in «Historia Mathematica», 2 (1975), pp. 529-545; ripubblicato in PUTNAM H., *Mathematics, Matter and Method, Volume I*, Cambridge, Cambridge University Press, 1975, pp. 60-78; trad. it. PUTNAM H., *Che cosa è la verità matematica?* In PUTNAM H., *Matematica, materia e metodo*, Milano, Adelphi, 1993, pp. 80-98, p. 98.
- [8] PUTNAM H., *The Analytic and the Synthetic*, in H. FEIGL, G. MAXWELL (eds.), *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol. II, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1962, pp. 358-397. Ripubblicato in *Mind, Language and Reality: Philosophical Papers*, Volume II, Cambridge & New York, Cambridge University Press, 1975, pp. 33-69; trad. it. di R. Cordeschi, *L'analitico e il sintetico*, in PUTNAM H., *Mente, linguaggio e realtà*, Adelphi, Milano 2004 (terza edizione), pp. 54-80, p. 69.
- [9] PUTNAM H., *It ain't necessarily so*, in PUTNAM H., *Mathematics, Matter and Method, Volume I*, Cambridge, Cambridge University Press, 1975, pp. 237-249 ; trad. it. PUTNAM H., *Non è necessariamente così*, in PUTNAM H., *Matematica, materia e metodo*, Milano, Adelphi, 1993, pp. 260-272, p. 266.
- [10] Si vedano, ad esempio, i casi di studio del calcolo dell'orbita di Urano, della scoperta di Nettuno o della derivazione della Legge di gravitazione universale in

- PUTNAM H., *The «corroboration» of theories*, in PUTNAM H., *Mathematics, Matter and Method, Volume I*, Cambridge, Cambridge University Press, 1975, pp. 250-269; trad. it. PUTNAM H., *La «corroborazione» delle teorie*, in PUTNAM H., *Matematica, materia e metodo*, Milano, Adelphi, 1993, pp. 273-294.
- [11] *Ivi*, p. 288.
- [12] PUTNAM H., *It ain't necessarily so*, in PUTNAM H., *Mathematics, Matter and Method, Volume I*, Cambridge, Cambridge University Press, 1975, pp. 237-249; trad. it. PUTNAM H., *Non è necessariamente così*, in PUTNAM H., *Matematica, materia e metodo*, Milano, Adelphi, 1993, pp. 260-272, p. 266.
- [13] *Ibidem*.
- [14] *Ibidem*.
- [15] PUTNAM H., *Philosophy of Physics*, in E. H. DONNELL Jr. (ed.), *Aspects of Contemporary American Philosophy*, Physica-Verlag, Würzburg, Rudolf Liebing K.G., 1965, pp. 27-40. Ripubblicato in *Mathematics, Matter and Method: Philosophical Papers*, Volume I, Cambridge University Press, Cambridge 1975, pp. 79-92; trad. it. di G. Criscuolo, *Filosofia della fisica*, in PUTNAM H., *Matematica, materia e metodo*, Adelphi, Milano 1993, pp. 99-112, p. 108.
- [16] REICHENBACH H., *Philosophie der Raum-Zeit Lehere*, Berlin, 1928; trad. it. *Filosofia dello spazio e del tempo*, Feltrinelli, Milano 1977.
- [17] GRÜNBAUM A., *Geometry, chronometry and empiricism*, in FEIGL H., MAXWELL G. (ed.), *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol. III, University of Minnesota Press, Minneapolis 1962, pp. 405-526.
- [18] PUTNAM H., *An Examination of Grünbaum's Philosophy of Space and Time*, in B. BAUMRIN (ed.), *Delaware Seminar in the Philosophy of Science*, 2, New York, Interscience, 1963, pp. 93-129. Ripubblicato col titolo *An Examination of Grünbaum's Philosophy of Geometry* in *Mathematics, Matter and Method: Philosophical Papers*, Volume I, Cambridge, Cambridge University Press, 1975, pp. 93-129; trad. it. di G. Criscuolo, *Una analisi della filosofia della geometria di Grünbaum*, in PUTNAM H., *Matematica, materia e metodo*, Adelphi, Milano 1993, pp. 113-149, p. 119.
- [19] In inglese TSB "trivial semantical conventionalism". Cfr. GRÜNBAUM A., *Geometry, chronometry and empiricism*, in *Op. cit.*, p. 420.
- [20] PUTNAM H., *An Examination of Grünbaum's Philosophy of Space and Time*; trad. it. *Op. cit.*, p. 124.
- [21] EINSTEIN A., «Zur Elektrodynamik bewegter Körper», "Annalen der Physik", 17, 1905, pp. 891-921.
- [22] Cfr. PUTNAM H., *An Examination of Grünbaum's Philosophy of Space and Time*; trad. it. *Op. cit.*, p. 124; PUTNAM H., *The Refutation of Conventionalism*, in *Nous*, 8 (1974). Ripubblicato in *Mind, Language and Reality: Philosophical Papers*, Volume II, Cambridge & New York, Cambridge University Press, 1975, pp. 153-191; trad. it. di R. Cordeschi, *La refutazione del convenzionalismo*, in PUTNAM H., *Mente, linguaggio e realtà*, Adelphi, Milano 2004 (terza edizione), pp. 177-214, in particolare pp. 195-199 e pp. 209-214; PUTNAM H., *The Logic of quantum mechanics* in *Mathematics, Matter and Method: Philosophical Papers*,

- Volume I, Cambridge, Cambridge University Press, 1975; trad. it. di R. Cordeschi, *La logica della meccanica quantistica*, in PUTNAM H., *Matematica, materia e metodo*, Adelphi, Milano 1993, pp. 211-213.
- [23] PUTNAM H., *An Examination of Grünbaum's Philosophy of Geometry*, in *Op. cit.*; trad.it. *Op. cit.*, pp. 122-23.
- [24] *Ivi*, p. 121.
- [25] *Ivi*, p. 142 e p. 141.
- [26] PUTNAM H., *The Analytic and the Synthetic*, *Op. cit.*; trad.it. PUTNAM H., *L'analitico e il sintetico*, *Op. cit.*, p. 62.
- [27] PUTNAM H., *An Examination of Grünbaum's Philosophy of Geometry*, in *Op. cit.*; trad.it., *Op. cit.*, p. 142.
- [28] *Ibidem*.
- [29] *Ivi*, p. 143.
- [30] PUTNAM H., *The Refutation of Conventionalism*, in *Nous*, 8 (1974). Ripubblicato in *Mind, Language and Reality: Philosophical Papers*, Volume II, Cambridge & New York, Cambridge University Press, 1975, pp. 153-191; trad. it. di R. Cordeschi, *La refutazione del convenzionalismo*, in PUTNAM H., *Mente, linguaggio e realtà*, Adelphi, Milano 2004 (terza edizione), pp. 177-214, p. 199.
- [31] PUTNAM H., *The «corroboration» of theories*, *Op. Cit.* trad. it. *Op. cit.*, p. 283.
- [32] NEWTON I., *Principia*, (a cura di Cajori), Berkeley 1947, pp. 7-8; edizione originale del 1687. Putnam riporta la prima citazione sia in PUTNAM H., *An Examination of Grünbaum's Philosophy of Geometry*, in *Op. cit.*; trad.it., *Op. cit.*, p. 120, sia in PUTNAM H., *A Philosopher Look at Quantum Mechanics*, in R. G. GOLDONY (ed.), *Beyond the Edge of Certainty: Essays in Contemporary Science and Philosophy*, New Jersey, Prentice Hall, 1965, pp. 75-101. Ripubblicato in *Mathematics, Matter and Method: Philosophical Papers*, Volume I, Cambridge, Cambridge University Press, 1975, pp. 130-158; trad. it. di G. Criscuolo, *Osservazioni di un filosofo sulla meccanica quantistica*, in PUTNAM H., *Matematica, materia e metodo*, Adelphi, Milano 1993, pp. 150-177, p. 150.
- [33] PUTNAM H., *An Examination of Grünbaum's Philosophy of Geometry*, in *Op. cit.*; trad.it., *Op. cit.*, p. 118 e p. 120.
- [34] WHEELER J.A., *Curved empty space-time as the building material of the physical world*, in NAGEL E., SUPPES P., TARSKI A., *Logic, Methodology and the Philosophy of Science. Proceedings of the International Congress for logic, methodology and philosophy of science*, Stanford University Press, Stanford (Cal.) 1962, pp. 361-74, p. 361.
- [35] *Ibidem*.
- [36] PUTNAM H., *An Examination of Grünbaum's Philosophy of Geometry*, in *Op. cit.*; trad.it., *Op. cit.*, pp. 117-18.
- [37] Per un resoconto del lavoro di Cartan si veda FRIEDMAN M., *Dynamics of Reason*, CSLI Publications, Stanford 2006; trad. it. di Gabbani C., *Dinamiche della ragione*, Guerini e Associati, Milano 2006, pp. 134-135 e FRIEDMAN M., *Foundations of Space-Time Theories. Relativistic Physics and the Philosophy of Science*, Princeton University Press, Princeton 1983, sezioni III.4 e III.8.