

Felice Accame

Postfazione a Percy W. Bridgman, **Così stanno le cose**
(Odradek, Roma 2012)

Potrei soltanto dire che, nel 1946, il fisico Percy W. Bridgman (Cambridge, Stati Uniti, 21 aprile 1882 – Randolph, 20 agosto 1961) ricevette il Premio Nobel per i suoi studi sugli effetti delle alte pressioni sulla termodinamica di materiali vari, aggiungendovi che questo suo libro, **Come stanno le cose**, pubblicato nel 1956 e ora nella sua prima traduzione italiana rappresenta la riflessione più matura – e più ampia – dell'autore. Non direi nulla di sbagliato. Potrei anche ricordare che Bridgman fu tra gli undici firmatari della lettera-manifesto che Bertrand Russell ed Albert Einstein – due nomi che hanno sopraffatto gli altri¹ - inviarono ai “governanti del mondo” nel vano tentativo di por fine alla corsa agli armamenti nucleari. Non direi nulla di sbagliato, ma non mi sentirei a posto con la mia coscienza politica. Mi sembrerebbe di tradire una persona – tradire la storia di quella scienza cui questa persona ha dedicato molto della propria vita, sminuire la fatica che ha fatto per rimediare a quanto di presuntuosamente erroneo in questa storia ci ha trovato, buttar via l'eredità che ci ha lasciato ignorando tutto ciò che in essa era in forma di compito, per me e per tutti, e, prima ancora, tradire davvero una persona nel senso più semplice dei termini – non un fisico con le sue teorie, non uno scienziato con i suoi risultati e i suoi dubbi, ma una persona – uno che, una volta tanto, parla in prima persona e parla della necessità di parlare in prima persona – di come si è convinto del fatto che un resoconto scientifico vada scritto usando la prima persona singolare -, uno che del metterci la faccia, dunque, fa un assunto epistemologico.

Allora devo farla più lunga – e devo esprimermi mostrando quanto abbia apprezzato la lealtà che ha usato lui nei miei confronti – nei nostri confronti.

Le notizie più recenti di Bridgman – posso parlare soltanto di ciò che è pervenuto direttamente a me – mi arrivano da un romanzo o, meglio, un finto romanzo o, meglio ancora, un resoconto scientifico scritto in forma di romanzo: **Il segreto delle tre pallottole** di Maurizio Torrealta ed Emilio Del Giudice (rispetto l'ordine voluto in copertina). In esso, gli autori raccontano una storia tragica – una nostra storia tragica – il cui “nocciolo” sta “nella falsificazione di alcuni termini, nell'occultamento di una scoperta e in una strategia bellica criminale”: “la falsificazione dei termini è il fatto che chiamiamo proiettili all'uranio impoverito proiettili fatti con prodotti radioattivi di scarto provenienti da reattori nucleari”, l'occultamento è quello che concerne la fusione fredda, un procedimento che “se applicato all'uranio, permette di realizzare l'innesco di un processo nucleare senza bisogno della massa critica” e la strategia bellica – criminale – è quella di usare uranio sporco “per inquinare e decimare le popolazioni nemiche per generazioni”. E' nel cercare un'origine di questa storia che Torrealta e Del Giudice si imbattono in Bridgman e in un suo articolo pubblicato sulle pagine della “Physical Review” nel novembre del 1935, i cui contenuti furono poi ripresi da Bridgman in **The Physics of High Pressure**, un libro pubblicato nel 1947. In quell'articolo, Bridgman “annunciava che esiste una soglia critica di pressione oltre la quale la materia solida si polverizza e vengono emesse radiazioni ionizzanti e particelle veloci” – un “effetto Bridgman”, dunque, che - tenuto quatto quatto nei laboratori militari russi e americani per anni - potrebbe costituire la causa della polverizzazione di un proiettile di uranio².

Torrealta e Del Giudice riferiscono anche di un incontro tra Bridgman e Oppenheimer. Sono andato, allora, a verificare la cosa nel libro di Rhodes dedicato alla storia dell'invenzione della bomba atomica ed ho potuto appurare che Oppenheimer effettivamente lavorò nel laboratorio di Bridgman (“un uomo del quale si voleva diventare apprendisti”, lasciò detto il primo del secondo; “una scommessa”, ma che “se farà bene” sarà destinato ad “un successo insolito”, lasciò detto il secondo del primo), dal quale si fece scrivere, invano, una lettera di raccomandazione per essere assunto da Rutherford. Molti anni dopo – a Los Alamos in attività – le loro strade si ri-incrociarono, perché Oppenheimer inviò Robert R. Wilson a “trattare” – si noti il verbo e se ne deduca quel che c'è da

dedurre – con Bridgman la cessione del ciclotrone dell'Università di Harvard nel mastodontico piano di collaborazione alla costruzione della bomba³.

Notizie meno recenti le ho avute dalle piacevoli memorie interattive di Heinz von Foerster ed Ernst von Glasersfeld – **Come ci si inventa**, cui, per l'edizione italiana, nel 2001, mi permisi di aggiungere a sottotitolo, **Storie, buone ragioni ed entusiasmi di due responsabili dell'eresia costruttivista**. Giungendovi per vie tutt'affatto diverse, entrambi

considerano il pensiero di Bridgman fondamentale per la propria formazione ed entrambi, pur non avendolo conosciuto direttamente, hanno in mano indizi sufficienti a stimarlo come brava persona⁴.

Bridgman – o, più esattamente, quanto di suo tradotto in italiano, **La logica della fisica moderna**, **La natura della teoria fisica** e i saggi raccolti da Bruno Cermignani sotto il titolo de **La critica operativa della scienza**⁵ – l'avevo letto indottovi da Silvio Ceccato e tramite le sue lenti – che, come tutte le lenti, qualche deformità all'oggetto sul quale sono applicate la procurano⁶. Poi, per mia fortuna, ho potuto usufruire delle letture che ne hanno fatto, prima, Vittorio Somenzi e, poi, Bruno Cermignani, entrambi ben a giorno delle tesi di Ceccato e, dunque, nella posizione più opportuna per poter apportare correzioni e chiarimenti approfonditi laddove Ceccato – per ragioni che vedremo - era stato troppo sbrigativo.

L'idea che me ne sono fatta, comunque, non è cambiata granché: che si trattasse di un pensatore originale e di uno che rischiasse sempre e soltanto di suo qualsiasi cosa dicesse era evidente; che, pur considerandole un passo avanti rispetto alle altre disponibili sul ristretto mercato della riflessione metodologica, le sue tesi non mi convincessero del tutto, con dispiacere – con un dispiacere crescente - l'ho sempre dovuto ammettere. Nel saggio dove credo di esser stato più preciso, **La funzione ideologica delle teorie della conoscenza**⁷, mi riferisco a Bridgman sei volte. La prima, favorevolmente, a proposito della sua consapevolezza circa le ipostatizzazioni nella storia della scienza di concetti quali materia, movimento, forza, massa, spazio e tempo. Gli riconoscevo quello che Somenzi considerava “il particolare valore polemico dell'atteggiamento di Bridgman” che “risiede soprattutto (...) nell'affermazione della possibilità di far discendere dalla richiesta stessa di una definizione operativa una selezione decisiva tra i vari prodotti linguistici suscettibili di impiego scientifico, e quindi di ottenere per questa via una distinzione netta tra i termini che si possono introdurre o continuare ad usare nelle scienze, e quelli la cui conservazione od introduzione costituirebbe un ostacolo al raggiungimento degli scopi tecnici particolari che differenziano il discorso scientifico da quello filosofico, religioso o d'altro genere”. In relazione a questo merito, tuttavia, occorrerebbe individuarne alcuni corollari. Non solo come fa Somenzi, pronto a far notare che “in questo senso, l'operazionismo appare come una manifestazione post-ottocentesca di ciò che in filosofia si indica genericamente col nome di ‘scientismo’”, dove non mancherebbe “la componente antimetafisica caratteristica tra l'altro del positivismo logico di origine centro-europea e del comportamentismo di marca americana”. Perché, volendo “porre invece in evidenza l'originalità di Bridgman rispetto ai pensatori di tali correnti anteriori o contemporanee, è opportuno soffermarsi sulle argomentazioni, svolte in margine alla fisica moderna, che hanno dato luogo alla nascita dell'operazionismo ed ai suoi sviluppi più interessanti dal punto di vista metodologico”⁸. Ma anche facendo notare che a Bridgman – come, tranne rare e parziali eccezioni, a tutti coloro che sulla sua strada l'hanno preceduto – mancano gli strumenti per distinguere tra metafore riducibili ad operazioni e metafore irriducibili senza pervenire, prima o poi, ad una contraddizione; mancano, in altre parole, proprio quegli strumenti che hanno permesso a Ceccato un'analisi radicale della teoria della conoscenza e delle sue conseguenze.

Né pro né contro, la seconda circostanza in cui mi riferisco a Bridgman è per fare una constatazione di ordine storico, ovvero a proposito degli operazionismi di cui ha potuto usufruire Ceccato nel percorso che l'ha portato a formulare la propria teoria, perché – in una genealogia dove spicca il nome di Dingler - uno di questi è sicuramente quello di Bridgman. Che poi questo “operazionismo” lo si possa davvero – onestamente, dico – chiamare così è tutto da vedere e, anzi, tutto da ricusare. Mentre Ceccato è lesto nello scaricarselo di dosso – passando da “metodologia operativa” a “logonica” e a “terza cibernetica” per designare la propria proposta teorica – e non pensa affatto che

gli tocchi doverosamente di alleviarne anche Bridgman, Somenzi, più equo e più caritatevole, rammenta che operazionismo, è locuzione che “va considerata come un’abbreviazione, effettuata in omaggio alla tradizione filosofica degli **ismi**, di quelle che Bridgman stesso preferisce usare”, ovvero “**operational viewpoint, operational attitude, operational approach**, etc.”. Fatto è che “la graduale estensione di questo tipo di analisi a campi diversi dalla fisica, come la matematica, la psicologia e la semantica, ha finito con l’autorizzare l’uso del termine ‘operazionismo’ per l’insieme delle ricerche avviate da Bridgman, quantunque egli” – meglio ribadirlo – “non aspirasse alla costruzione di un nuovo sistema filosofico e si limitasse a proporre l’adozione di un atteggiamento – o criterio – operativo nell’esame delle questioni di carattere epistemologico sollevate dallo sviluppo delle scienze moderne e dei rispettivi linguaggi”⁹.

La terza circostanza in cui mi riferisco a Bridgman è a proposito della teoria della relatività e delle reazioni più e meno sorprese suscitate nella comunità più e meno scientifica.

In sintesi, la tesi di Bridgman è che "Einstein non riportò nella sua teoria della relatività generale la profondità e gli insegnamenti ch'egli stesso ci aveva dato con la sua teoria particolare". I suoi dubbi riguardano “le operazioni che si devono compiere per applicare le equazioni a una qualsiasi situazione fisica concreta”, l’identificazione del “punto” data l’amorfità dello “spazio vuoto” e cosa possa intendersi per “orologio” dato che la sua specificazione “ha presentato molte difficoltà, e attualmente sembra che la parola 'orologio' sia definita implicitamente, con un circolo vizioso, cioè col dire che esso è un apparecchio fisico così costruito da funzionare appunto nel modo in cui la teoria della relatività dice che un 'orologio' funziona". Gli eventi sarebbero trattati da Einstein “convenzionalmente”, “come elementi primitivi non analizzati e non analizzabili”, mentre a lui sembra che “l’evento, quando sia considerato come qualcosa che può essere osservato contemporaneamente da due sistemi di riferimento, non possa più assolutamente trattarsi come un elemento primitivo o non analizzabile” e l’inevitabile conclusione è che Einstein, “con la sua convinzione che sia possibile liberarsi da qualsiasi sistema particolare di coordinate, con la sua convinzione che sia utile farlo, e col suo modo di trattare l’evento come qualcosa di primitivo e non analizzato” abbia introdotto “nella teoria della relatività generale precisamente quel punto di vista non critico, preeinsteiniano, che, come egli stesso ci ha dimostrato in modo così convincente nella sua teoria particolare, nasconde la possibilità di un disastro”. Che questo punto di vista “non critico” e “preeinsteiniano” corrisponda ad una forma di realismo non dichiarato – e che io non possa che trovarmi d’accordo con lui - va da sé. A maggior ragione dopo aver riflettuto sulla risposta di Einstein¹⁰.

Il quale prima prende le distanze da "quasi tutti i fisici teorici", dicendosi convinto che "il carattere essenzialmente statistico della teoria quantistica contemporanea dev'essere attribuito unicamente al fatto che essa opera con una descrizione incompleta dei sistemi fisici"; poi sostiene come necessarie - per "superare il solipsismo" - le distinzioni fra "impressioni dei sensi" e "idee pure e semplici", e fra fattore 'oggettivo' " e "fattore 'soggettivo' "; poi mette in discussione molto brevemente il principio di complementarità di Bohr, poi si sofferma sul saggio di Reichenbach a lui dedicato e, finalmente, dice che "ciò che si è discusso sino a questo punto è legato strettamente al saggio di Bridgman” – ovvero alle sue contestazioni – “cosicché mi sarà possibile esprimermi molto brevemente, senza dovermi cautelare troppo dal timore di essere frainteso". La prima di queste espressioni perentorie, allora, afferma che "per poter considerare un sistema logico come una teoria fisica, non è necessario porre la condizione che tutte le sue affermazioni possano essere interpretate e 'verificate' a una a una 'da un punto di vista operativo'", perché “de facto questo non è mai stato ottenuto da nessuna teoria prima d'ora, e non si può letteralmente ottenere". Credo che nessuna possa contraddire la prima parte di questa affermazione, ma credo anche che chiunque l’affermi – una volta giunto alla sua seconda parte – si debba ritenere impegnato perlomeno a spiegarne il perché. C’è una sicurezza nella negazione di principio di un’analisi operativa – a prescindere si noti da cosa si possa intendere per “operazione” – che lascia sgomenti. Einstein è peraltro convinto che "per poter considerare una teoria come una teoria fisica è necessario soltanto che essa contenga affermazioni empiricamente verificabili in senso generale" ed è altresì presumibile che della

vaghezza di un “empirico verificabile in senso generale” si possa accontentare. Se non che è lesto nell’aggiungere che questa sua formulazione, “presentata in questo modo, è assolutamente imprecisa, poiché la 'verificabilità' è una qualità che non si riferisce solamente all'affermazione stessa, ma anche alla coordinazione dei concetti in essa contenuti con l'esperienza” e, qui, non gli si può negare di individuare un punto cruciale. Chi si attendesse, però, qualcosa di più di una semplice segnalazione è destinato a rimanere piuttosto deluso, perché Einstein si affretta a chiuderla lì dicendo che “probabilmente non è necessario che mi metta a discutere questo delicato problema, poiché è probabile che non esista alcuna differenza sostanziale di opinione su questo punto”. Tutta questa “probabilità”, tuttavia, in qualche modo deve rimordergli la coscienza perché, più avanti, ci tiene a sottolineare come sia “inevitabile” che lui “appaia all'epistemologo sistematico come una specie di opportunista senza scrupoli”¹¹.

La quarta circostanza in cui mi riferisco a Bridgman è quella che mi sarebbe piaciuto fosse affrontata da Einstein e che ritengo decisiva per ragionare sul rapporto tra Bridgman e Ceccato e, con Ceccato, tutta la Scuola Operativa Italiana¹². Ne parlo (sfavorevolmente) a proposito della sua dichiarata consapevolezza di non sapere distinguere operazioni mentali e operazioni fisiche. Somenzi, cui la lacuna non provoca grandi preoccupazioni – o, almeno, provoca meno preoccupazioni di quante non ne provochi l’irrevocabilità con cui Ceccato, invece, proprio questa distinzione compie -, fa rilevare in proposito che lo stratagemma di Bridgman per evitare la contrapposizione di operazioni mentali e fisiche – il parlare di ‘operazioni con carta e matita’ ed operazioni eseguite con altri strumenti – non porta molto lontano dal momento che questa “nuova distinzione lascia sempre impregiudicata la questione dell’intervento di un’attività non manuale sia nell’uno che nell’altro caso”¹³. In questi ultimi conti con se stesso – al tempo in cui si fa possibile quanto urgente dirsi e dirci **Come stanno le cose** -, Bridgman non modifica questa sua presa di posizione: confessa il proprio imbarazzo nel parlare di una “mente” e di un’attività “mentale” – teme forse di sminuire il proprio “materialismo”, teme quei riflussi idealistici che Ceccato ha eluso investendo la coppia correlativa di “mente” e “cervello” del rapporto di “funzione” e “organo”¹⁴ -, definisce come imprecisabile anche una distinzione tra pubblico e privato, ma ne parla – ne parla eccome – come costantemente distingue tra un uso pubblico ed un uso privato delle parole. Non sto accusandolo di una contraddizione – sarebbe puerile da parte mia -, sto segnalandone il coraggio – quello di un uomo che avvia uno scontro durissimo con l’intero apparato concettuale del sapere ereditato pur sapendo benissimo di poter disporre di una strumentazione raccogliatrice e sostanzialmente inadeguata, preferendola comunque ad altra che, magari apparentemente migliore, sia potenzialmente derivata dallo stesso apparato concettuale che deve affrontare.

Se, allora, potevo imputare a Bridgman una cautela eccessiva nel non voler superare quella soglia che l’avrebbe potuto condurre a restituire – nell’operare – quel che c’è di mentale al mentale, conseguentemente, mi riferivo a lui una quinta volta nel constatarlo disarmato nei confronti dei fenomeni “del divenire del significato”. Non senza ironia, Bridgman fa notare che “è più probabile che si esiga dal nostro prossimo un’analisi del significato delle parole che usa piuttosto che farla noi stessi”, ma non è certo sostituendo alla domanda “cosa significa la parola x ?” con la domanda “che cosa intendo io quando uso la parola x?” che si risolve il problema. Così come ci si può chiedere il significato del significato – e così come è necessario chiederselo -, ci si può chiedere il significato dell’“intendere” – e non è meno opportuno chiederselo. D’altronde, quando distingue tra un significato nel passato, nel futuro e nel presente, e dichiara di avere “un’inclinazione molto forte a pretendere da un significato che sia un significato- adesso”, non fa che risollevarne quell’afflizione ricorrente nella storia del pensiero, così ben riferita – un esempio che vale per tutti - da Antoine-Louis-Claude Destutt de Tracy allorché, negli **Eléments d'Idéologie** (1801-1815), si lamenta dell’impossibilità di conferire a tutte le lingue del mondo le proprietà dell’algebra. Nelle lingue naturali, dice il filosofo “ideologo”, “siamo il più sovente ridotti a delle congetture, a delle induzioni, a delle approssimazioni (...) Non abbiamo quasi mai la certezza perfetta che questa idea, che ci siamo costruita sotto il tal segno e per dati mezzi, sia esattamente in tutto e per tutto quella a cui attribuiscono lo stesso segno sia colui che ce lo ha insegnato sia gli altri uomini che se ne

servono. Donde spesso le parole prendono insensibilmente significazioni diverse, senza che nessuno si accorga del cambiamento; per cui sarebbe giusto dire che ogni segno è perfetto per chi lo inventa, ma ha sempre qualcosa di vago e incerto per chi lo riceve (...) Dirò di più: ho detto che ogni segno è perfetto per chi lo inventa, ma questo non è vero a rigore che per il momento in cui l'inventa" – ecco il "significato- adesso" che piace a Bridgman – "perché quando si serve dello stesso segno in altro momento della sua vita, o in altra disposizione di spirito, costui non è più del tutto sicuro di riunire esattamente sotto questo segno la stessa collezione d'idee della prima volta"¹⁵.

Tuttavia, se – come ho fatto notare in uno dei miei tanti passaggi sul suo pensiero - dalla critica alla tradizione, nella ricerca della "precisione richiesta dall'uso scientifico", Bridgman è stato indotto "a scartare il metodo di trattare il nostro ambiente in termini di oggetti dotati di proprietà", ed a sostituirlo con "un punto di vista che considera la riduzione in attività o in operazioni come un metodo più sicuro e migliore di analisi", venendo dunque – come dice già ne **La logica della fisica moderna** - a considerare i "concetti come costrutti, nel senso di costrutti con operazioni" - ragion per cui "il significato delle parole è determinato dalle operazioni", e, anzi, "il significato è sinonimo delle operazioni" -, pur nella convinzione che sia "impossibile separare ciò che facciamo con le mani da ciò che facciamo con la 'mente'", queste operazioni risultano eseguite e, pertanto – come checchessia di eseguito, con tutte le difficoltà del caso specifico – analizzabili. E' in questo senso che ho sempre riconosciuto il suo come un contributo essenziale non solo per l'aver messo in guardia dall'uso di certe nozioni non-operazionali in fisica, ma anche per aver fatto intravedere la possibilità di una teoria operativa del significato. Se tale possibilità non trova ulteriore seguito nello sviluppo del suo pensiero, ciò non significa affatto la sua rinuncia all'analisi – una rinuncia che ne contraddirebbe gli assunti metodologici¹⁶.

Tanto è vero che Bridgman, rendendosi conto della quantità di "fenomeni associati al divenire del significato, dei quali noi siamo di solito del tutto inconsapevoli" e paragonandoli alla "struttura fine dei fenomeni spettroscopici" – parlando così di "fenomeni della struttura fine del significato" -, afferma che "l'invenzione di un metodo per affrontare tutti questi fenomeni del divenire del significato sarebbe analoga all'invenzione delle flussioni di Newton" e conclude che "forse" tale compito richiederebbe "una capacità intellettuale ancora maggiore"¹⁷.

La sesta e ultima volta che, ne **La funzione ideologica delle teorie della conoscenza**, mi riferisco a Bridgman è in chiusura del mio saggio. Avevo tentato di mostrare come la consapevolezza delle proprie operazioni e dei loro risultati – valori inclusi – fosse incompatibile con la teoria della conoscenza e con l'uso che di questa hanno fatto e continuano a fare le varie forme di potere che hanno governato e continuano a governare l'umanità. Avevo attribuito i fallimenti e le degenerazioni dei movimenti oppositivi ai conti non fatti e/o lasciati sciaguratamente in sospeso (vedi la rivoluzione sovietica) con la filosofia e, nonostante qualche dubbio suscitatommi dalla sua interpretazione del pensiero di Marx – schematizzato e troppo ridotto alle versioni dei vari comunismi realizzati – ho chiamato Bridgman a sostegno. Infatti, laddove dice che ogni analisi operativa delle situazioni sociali ci riconduce inevitabilmente alle componenti individuali" e che "**l'individuo è l'unità in termini della quale tutti i nostri concetti sociali trovano, in ultima analisi, i loro significati**", Bridgman si dice anche convinto che "nessuna filosofia totalitaria dello Stato o della società può sopravvivere a tale consapevolezza"¹⁸. Bene – voglio ribadirlo -, di ciò sono sempre più convinto anch'io. Tanto quanto ci ho tenuto a suo tempo evidenziare questi aspetti del pensiero di Bridgman ci tengo tuttora.

Torniamo ora al mio dispiacere nel dovergli rimproverare qualcosa ed alla mia prima lettura sotto la lente propostami a suo tempo da Ceccato ed entusiasticamente accettata anche per quanto di semplicificante comportava. Alla finfine, lo si accusava di empirismo – e, conseguentemente, di essersi lasciato invischiare in quel comportamentismo da cui Ernst von Glasersfeld vorrebbe invece salvarlo¹⁹. Vorrei – lo vorrei davvero – dire che mi ero sbagliato e che, ora che so **Come stanno le cose**, so anche quanto sono stato ingiustamente frettoloso nel giudicarlo. Ma non sarei del tutto onesto e, in primis, mi sembrerebbe di buttar via tutto quello che mi ha insegnato. Come dice bene Bruno Cermignani, con Bridgman, "tutti i vecchi problemi si fluidificano, rivelano il carattere

apparente delle loro 'distanze', sfumano gli uni negli altri togliendo valore ai vecchi schemi che li sorreggevano”²⁰ senza per questo aspirare, come sottolineava Somenzi, alla risomministrazione di un nuovo sistema filosofico. Ma – più per autodeterminazione che per altro, indubbiamente non per sbadataggine – resta un empirista – e, per certi versi ben circostanziati, anche comportamentista -, ma di un rigore analitico e di una profondità nell’analisi davvero rari - tanto da aprire la strada a chi dei limiti dell’empirismo – e del comportamentismo – si vuole affrancare. Magari sfuggendo anche al gran calderone della filosofia in cui l’empirismo – e il comportamentismo –, da tempo, si dibattono invano.

Note

- ¹ Gli altri furono Max Born, Leopold Infeld, Frédéric Joliot-Curie, Hermann J. Muller, Linus Pauling, Cecil F. Powell, Joseph Rotblat e Hideki Yukawa.
- ² Cfr. M. Torrealta e E. Del Giudice, **Il segreto delle tre pallottole**, Edizioni Ambiente, Milano 2010, pp. 89-92 e pag. 112.
- ³ Cfr. R. Rhodes, **L'invenzione della bomba atomica**, Rizzoli, Milano 2005, pag. 131 e pag. 490.
- ⁴ Cfr. H. von Foerster e E. von Glasersfeld, **Come ci si inventa**, Odradek, Roma 2001, pp. 28-31.
- ⁵ La versione italiana de **La logica della fisica moderna** è stata pubblicata da Boringhieri nel 1952, quella de **La natura della teoria fisica** è stata pubblicata dalla Nuova Italia nel 1965 e quella dei saggi inclusi ne **La critica operativa della scienza** è stata pubblicata da Boringhieri nel 1969.
- ⁶ Per farsi un'idea più diretta di quel che Ceccato pensava di Bridgman, cfr. S. Ceccato, **Un tecnico tra i filosofi**, vol. 2, Marsilio, Padova 1966, pp. 157-158.
- ⁷ Cfr. F. Accame, **La funzione ideologica delle teorie della conoscenza**, Spirali, Milano 2002.
- ⁸ Cfr. V. Somenzi, **L'operazionismo in fisica** in F. Rossi-Landi (a cura di), **Il pensiero americano contemporaneo**, Edizioni di Comunità, Milano 1958, pag. 207-208.
- ⁹ Cfr. V. Somenzi, **Introduzione Sull'operazionismo di Bridgman** in P. W. Bridgman, **La logica della fisica moderna**, Boringhieri, seconda edizione, Torino 1965, pag. 7.
- ¹⁰ Cfr. P. W. Bridgman, **Le teorie di Einstein e il punto di vista operativo**, in P. A. Schilpp (a cura di), **Einstein scienziato e filosofo**, Torino 1958, pp. 281-301. Ho già analizzato questa discussione in F. Accame, **Scienza, storia, racconto e notizia**, Società Stampa Sportiva, Roma 1996, pp. 93-107.
- ¹¹ Cfr. A. Einstein, **Replica alle osservazioni dei vari autori**, in P. A. Schilpp (a cura di), cit., pp. 610-631.
- ¹² Per storia, teorie e conseguenti applicazioni, interpreti più e meno eretici della Scuola, cfr. F. Accame, **La funzione ideologica delle teorie della conoscenza**, cit.
- ¹³ Cfr. V. Somenzi, **L'operazionismo in fisica**, cit., pag. 209.
- ¹⁴ Per un'esposizione della teoria relativa, cfr. F. Accame, **L'individuazione e la designazione dell'attività mentale**, Espansione, Roma 1994.
- ¹⁵ Citato da U. Eco, **La ricerca della lingua perfetta nella cultura europea**, Laterza, Roma-Bari 1993, p. 311.
- ¹⁶ F. Accame e M. M. Sigiani in **Modello della mente e problema del significato dal punto di vista metodologico-operativo**, in "Methodologia" 8, 1991 e in P. Ciaravolo (a cura di), **Informatica e metodica filosofica**, Cadmo, Roma 1990, pp. 41-57.
- ¹⁷ Cfr. P. W. Bridgman, **The Operational Aspects of Meaning**, in "Synthèse", 8, 1950, in P. W. Bridgman, **La critica operativa della scienza**, cit., Torino 1969, pag. 212.
- ¹⁸ Cfr. P. W. Bridgman, **Some Implications of Recent Points of View in Physics**, in "Revue internationale de Philosophie", 10, 1949, in P. W. Bridgman, **La critica operativa della scienza**, cit., pag. 199.
- ¹⁹ Cfr. E. von Glasersfeld, **Prefazione** a questo stesso volume.
- ²⁰ Cfr. B. Cermignani, **Introduzione** a P. W. Bridgman, **La critica operativa della scienza**, cit., pag. 28. Per un ampio confronto tra Bridgman e Ceccato con risultati non tutti condivisibili, cfr., B. Cermignani, **Analisi di analisi**, stampato in proprio, Roma 1992, pp. 1-67.