

Vittorio Somenzi

Antologia e Testimonianze

1918-2003



FONDAZIONE
BANCA AGRICOLA MANTOVANA

Vittorio Somenzi 1918-2003
Antologia e Testimonianze

a cura di

Barbara Continenza
Gilberto Corbellini
Roberto Cordeschi
Elena Gagliasso
Carmela Morabito
Massimo Stanzione

*Un ringraziamento particolare
a Gian Paolo e Sandro Somenzi*

In copertina

Gianfranco Russo
Senza titolo, 1999, olio su tela, cm 80x80
collezione privata

Realizzazione editoriale
Publi Paolini, Mantova

© 2011 Fondazione Banca Agricola Mantovana
Proprietà artistica e letteraria riservata per tutti i Paesi
Ogni riproduzione anche parziale è vietata

Deroga a quanto sopra potrà essere fatta secondo le seguenti modalità di legge:
Fotocopie per uso personale del lettore possono essere effettuate nei limiti del 15% di ciascun volume dietro pagamento alla SIAE del compenso previsto dall'art. 68, commi 3, 4, 5 e 6 della legge 22 aprile 1941 n. 633. Le riproduzioni per uso differente da quello personale potranno avvenire solo a seguito di specifica autorizzazione rilasciata dall'editore.

Edizione fuori commercio

ISBN 978-88-95490-27-4

Sommario

- 7 *Avv. Mario De Bellis*
- 9 **Premessa**
Giorgio Bernardi Perini
- 10 **Introduzione**
Daniela Coloni, sindaco di Redondesco
- 14 **Zio Vittorio**
Mariagrazia Flaminio Somenzi
- 17 **Vittorio Somenzi: una biografia**
Renzo Dall'Ara
- 33 **Natura, macchine, cervello e conoscenza. Attualità del pensiero di Vittorio Somenzi**
Gilberto Corbellini – Roberto Cordeschi
- Antologia degli scritti**
- Fisica e operazionismo**
- 50 **Introduzione**
Massimo Stanzione
- 54 **Interazione elettrodinamica di due elettroni e teoria di Welker della superconduttività (1941)**
- 64 **I fondamenti della fisica in alcune critiche moderne (1948)**
- 70 **Una esemplificazione della metodologia operativa (1951-52)**
- 77 **Fisica e filosofia (1951)**
- 80 **Informazione e teoria dell'informazione (1954)**
- 83 **I fondamenti filosofici della meccanica quantistica (1955)**
- 87 **Il paradosso dei gemelli (1957)**
- 90 **L'operazionismo in fisica (1958)**
- Cibernetica, bionica e intelligenza artificiale**
- 112 **Introduzione**
Roberto Cordeschi
- 116 **Si può meccanizzare l'induzione? (1955)**
- 119 **La cibernetica tra scienza e filosofia (1962)**
- 125 **Sulla 'logica' del cervello (1966)**
- 130 **Uomini e macchine (1967)**
- 140 **Aspetti filosofici del problema della 'intelligenza artificiale' (1968)**
- 144 **Intelligenza naturale e intelligenza artificiale (1972)**
- 148 **Cibernetica e materialismo dialettico (1972)**
- 155 **Cibernetica, informatica e filosofia della scienza (1993)**
- Evoluzione: biologia, mente e cultura**
- 174 **Introduzione**
Barbara Continenza – Carmela Morabito
- 177 **Entropia, informazione e problema mente-corpo (1963)**
- 181 **Dalla materia inerte alla materia vivente e pensante (1965)**
- 205 **Forma, informazione e vita (1967)**
- 209 **Mente, vita e materia (1967)**
- 218 **Sui rapporti tra mente e cervello (1977)**
- 223 **Epistemologia evoluzionistica e creatività scientifica (1978)**
- 227 **Evoluzionismo ed etologia (1980)**
- 233 **Tra 'fisico' e 'mentale' (1982)**
- 237 **Il darwinismo nella filosofia della scienza (1983)**
- 243 **Natura e cultura: anticipazioni naturali delle innovazioni tecnologiche (1987)**
- 249 **Storicità Unicità Complessità (1987)**
- 253 **Evoluzione, cervello, mente (1988)**
- 261 **Naturale e artificiale (1995)**
- 266 **Informazione e vita (1998)**
- Storia, scienza e arte**
- 276 **Introduzione**
Elena Gagliasso
- 281 **Arte e conoscenza in Jean-Paul Sartre (1947)**
- 292 **Arte e conoscenza in Paul Valéry (1948)**
- 296 **Leonardo e i principi della dinamica (1954)**
- 305 **Recenti ricostruzioni di macchine vinciane (1958)**
- 310 **Le scienze matematiche e fisiche e le tecniche nei secoli XVII e XVIII (1964)**

- 323 Il principio d'inerzia in Cusano e Galileo (1964)
- 326 La problematica delle scienze nel pensiero di Paolo Filiassi Carcano (1979)
- 330 Eugenio Colorni filosofo della scienza (1986)
- Testimonianze**
- 339 Vittorio Somenzi e il confronto delle idee
Dario Antiseri
- 342 Parla Somenzi
Paolo Artuso
- 344 Vittorio Somenzi: un prezioso incontro
Carlo Enrico Bernardelli
- 348 Vittorio Somenzi, l'eccezione che fa strada
Carlo Bernardini
- 351 Ricordando Vittorio...
Mario Bernardo
- 354 A proposito di Vittorio Somenzi e di una tesi di laurea su Kant
Mirella Capozzi
- 357 Il lavoro culturale di Vittorio Somenzi
Vincenzo Cappelletti
- 359 A seminal mind
Arturo Carsetti
- 362 Si può meccanizzare l'induzione?
Carlo Cellucci
- 365 Vittorio Somenzi tra filosofia e storia della scienza
Guido Cimino
- 369 L'opera di Vittorio Somenzi per il rinnovamento della cultura scientifica in Italia
Salvo D'Agostino
- 372 Un'interpretazione somenziana del concetto di verità
Massimo Dell'Utri
- 375 Il cavaliere della tavola epistemologica
Mauro Di Giandomenico
- 378 La lezione storica
Federico Di Trocchio
- 381 Vittorio Somenzi, l'altruismo e i 'pesci sentinella': alcuni ricordi personali
Mauro Dorato
- 384 La geometrizzazione del mondo esterno
Paolo Facchi
- 387 Vittorio Somenzi, amico e interlocutore intellettuale
Giacomo Gava
- 389 Filosofia e pratica empirica (per finire con gli spaghetti)
Simone Gozzano
- 391 L'affetto e la memoria
Anna M. Ludovico
- 394 Somenzi e la psicologia
Luciano Mecacci
- 396 Cinquant'anni dopo
Mauro Nasti De Vincentis
- 400 La materia pensante
Alberto Oliverio
- 403 Informazione ed evoluzione
Pietro Omodeo
- 407 Vittorio Somenzi: un maestro alla ricerca dei modelli. Come non detto!
Maurizio Panetta
- 410 Uno che ha previsto quello che sarebbe successo
Domenico Parisi
- 412 Vittorio Somenzi maestro di un non allievo
Antonio Rainone
- 414 Scienza e umanesimo in Vittorio Somenzi
Arcangelo Rossi
- 418 Al di là degli steccati accademici
Silvano Tagliagambe
- 421 Somenzi e la cibernetica: reminiscenze e riflessioni
Giuseppe Trautteur
- 423 Un saluto
Genevieve Vaughan
- 425 Vittorio Somenzi: il maestro di una nuova filosofia
Franco Voltaggio
- 427 Dalla cibernetica alle neuroscienze: un omaggio a Vittorio Somenzi
Tiziana Zalla
- 431 **Scritti di Vittorio Somenzi**

Natura, macchine, cervello e conoscenza

Attualità del pensiero di Vittorio Somenzi

Gilberto Corbellini, Roberto Cordeschi

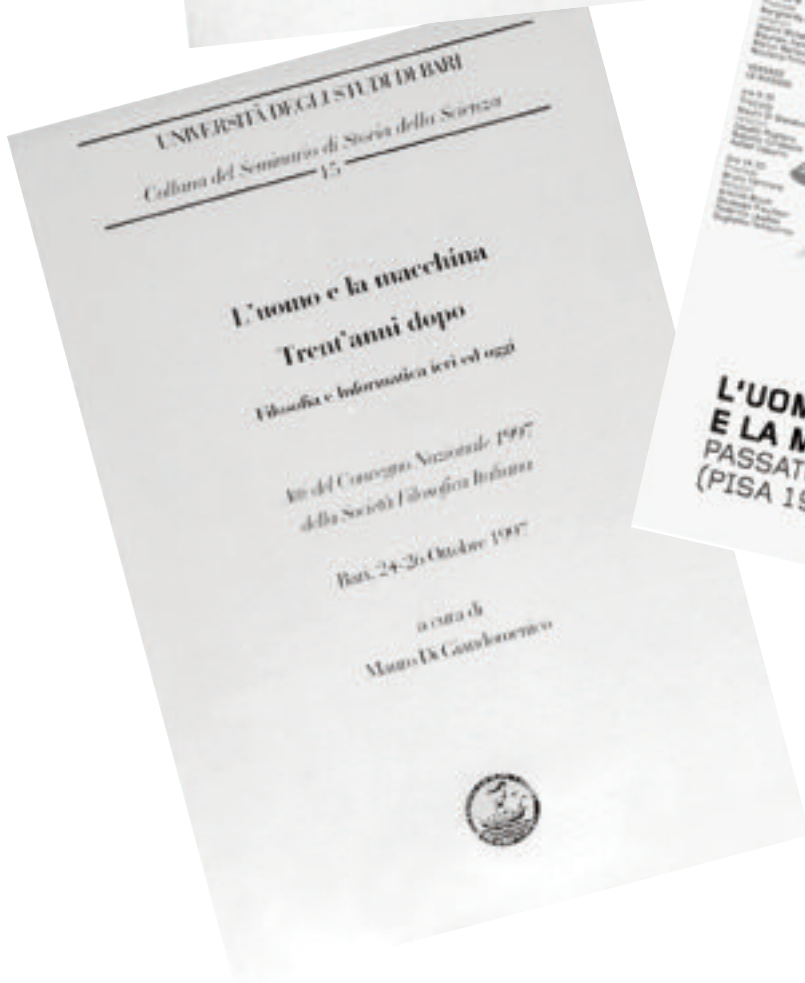
Ricordare Vittorio Somenzi significa confrontarsi con un insieme piuttosto vasto di temi e linee di ricerche, oggetto delle sue riflessioni, che in Italia non hanno trovato la sollecita attenzione dedicata loro da filosofi e scienziati di altri paesi occidentali. E questo per motivi che sono in parte gli stessi all'origine, nel nostro Paese, della perdurante carenza di interesse per la cultura scientifica, di un solido pensiero laico e di un dibattito politico pragmatico e costruttivo.

Nelle storie della filosofia italiana del Novecento, del pensiero di Somenzi non vengono quasi mai presentate in modo articolato le specifiche posizioni. Ciò è probabilmente dovuto al fatto, rilevato da Dario Antiseri e Silvano Tagliagambe in un ritratto intellettuale che invece cattura i principali percorsi teoretici esplorati da Somenzi, che questi è stato “una figura atipica nell'ambito della filosofia italiana e del panorama delle riflessioni in campo epistemologico, soprattutto per il tipo di formazione e le vicende che lo condussero all'insegnamento e all'attività di ricerca, ai quali arrivò da fisico sperimentale e da ufficiale del Genio aeronautico”¹. Viene subito in mente che di Benedetto Croce si diceva amasse fare dell'ironia sulla filosofia di Herbert Spencer, sottolineando che era un ingegnere ferroviario. Per la verità, ci fu un momento in cui la filosofia e la cultura italiana si accorsero della rilevanza dei temi affrontati da Somenzi. Abbiamo deciso di far partire la nostra ricognizione sul suo pensiero proprio da quella fase di attenzione, perché ha rappresentato anche un crinale rispetto all'evoluzione della sua riflessione filosofica. Nel concepire questo saggio, abbiamo anche scelto di mettere soprattutto in luce il fatto che il percorso di ricerca intrapreso da Somenzi si è collocato al livello delle implicazioni filosofiche dei risultati scientifici, a cominciare dalla possibilità di utilizzare le conquiste delle scienze empiriche per mettere ordine e dare un senso concreto alle grandi tradizioni filosofiche occidentali. Il fatto che il pensiero di Somenzi si sia strutturato a partire dai risultati della ricerca scientifica, articolandosi attraverso un'analisi critica del significato filosofico di quei risultati, implicherebbe che per un esame del suo sviluppo e delle sue peculiarità ci si soffermasse sulle conquiste della fisica e della sua storia, della teoria dell'informazione e della cibernetica, della neurobiologia, dell'etologia e della psicologia comparata, della biologia molecolare e della teoria neodarwiniana dell'evoluzione. Il che, ovviamente, non è praticabile se si vuole rimanere nei limiti stabiliti per questo saggio introduttivo. Nondimeno è essenziale tener presente che l'approccio filosofico di Somenzi era solidamente fondato su una frequentazione costantemente aggiornata della letteratura scientifica, e, in questo senso, cercheremo di fornire alcune esemplificazioni.

Torniamo ora al momento in cui le idee di Somenzi sono state per così dire temporaneamente al centro dell'attenzione del mondo filosofico italiano: siamo nel 1967. In quell'anno, presso l'Università di Pisa, si tenne dal 22 al 25 aprile, il XXI Congresso della Società Filosofica Italiana dedicato al tema *L'uomo e la macchina*. L'idea era venuta ad Augusto Guzzo e ad altri filosofi italiani, tra cui Guido Calogero e Franco Lombardi, sull'onda dell'impatto, anche a livello mediatico, che stava avendo la pubblicazione, avvenuta due anni prima, del libro *La filosofia degli automi*. Il libro, pensato e curato da Somenzi per l'editore Boringhieri, consegnava al mondo culturale italiano, mentre cominciava a diffondersi la cosiddetta ‘rivoluzione informatica’, una raccolta di testi classici sulla logica delle macchine automatiche e sulla possibilità di simulare, nei nuovi sistemi artificiali di elaborazione dell'informazione, le capacità degli organismi di adattarsi alle diverse situazioni ambientali, nonché le funzioni cognitive peculiari della specie umana. L'antologia di testi proposta da



Gli Atti del XXI Congresso Nazionale di Filosofia "L'uomo e la macchina", tenutosi a Pisa il 22 e 23 aprile del 1967 e i due convegni di Bari (1997) e di Pisa (2007) nella ricorrenza dei trenta e quarant'anni del Congresso di Pisa del 1967.



Somenzi suscitò curiosità negli ambienti umanistici, dato che, oltre ai filosofi, ne parlarono scrittori come Italo Calvino e Alberto Moravia, nonché un giornalista all'epoca già noto come Giorgio Bocca. Apparentemente, tutti sembravano interessati a discutere le premesse e le implicazioni metodologiche nonché i fondamenti storico-filosofici dell'analogia fra le nuove macchine a controllo automatico e gli organismi viventi, incluso l'uomo. Ma non mancavano il sospetto e il tradizionale pessimismo con cui gli intellettuali umanisti sono soliti giudicare gli avanzamenti scientifici, che spesso non capiscono in tutta la loro portata. Fu del resto lo stesso Presidente della Società Filosofica Italiana e del Congresso, Augusto Guzzo, a prendere atto che da una parte vi era chi negava la possibilità che i nuovi automi sarebbero mai riusciti ad acquisire un livello di autonomia vitale o decisionale, mentre dall'altra si schieravano coloro che presagivano l'avvento di tale risultato.

Al Congresso pisano, inaugurato dall'allora Rettore nonché matematico Alessandro Faedo, si iscrissero 400 partecipanti, e furono 70 le comunicazioni presentate da filosofi e matematici. Gli atti furono pubblicati in tre volumi. La risonanza di quel congresso fu tale che nei successivi anni 1987, 1997 e 2007 esso venne ricordato con diverse iniziative. In occasione del ventennale, la rivista *Nuova Civiltà delle Macchine*, diretta da Francesco Barone, organizzò dal 29 al 31 ottobre a Forlì un convegno su "Conoscenza e Intelligenza Artificiale", nell'ambito del quale si tenne una tavola rotonda su "L'uomo e la macchina vent'anni dopo". Dedicata alla memoria di Augusto Guzzo, morto novantaduenne un anno prima, la tavola rotonda vide la partecipazione di Francesco Barone, in qualità anche di moderatore, Vittorio Mathieu, Vittorio Somenzi e Roberto Vacca. Gli interventi furono pubblicati l'anno dopo dalla rivista *Nuova Civiltà delle Macchine*. Successivamente, dal 24 al 26 ottobre 1997, Mauro Di Giandomenico organizzò un convegno dedicato al trentennale del Congresso di Pisa del 1967. *L'uomo e la macchina trent'anni dopo. Filosofia e informatica ieri e oggi* è il titolo del volume curato da Di Giandomenico, pubblicato nel 2000 e che raccoglie gli interventi all'incontro di Bari. Lo stesso Somenzi inviò un intervento, poi pubblicato nel volume². Infine, dopo la scomparsa di Somenzi, avvenuta nel 2003, nei giorni 17 e 18 maggio 2007 si tenne a Pisa, organizzato da Claudio Pogliano, un incontro intitolato *L'uomo e la macchina. Passato e presente (1967-2007)*, per ricordare il quarantennale del Congresso del 1967 e per aggiornare la riflessione filosofica sul tema.³

Nel suo intervento al Congresso pisano, Somenzi espresse in modo molto chiaro la prospettiva teoretica all'interno della quale si stava muovendo la sua riflessione, che egli riteneva potesse indicare alla ricerca filosofica contemporanea e italiana in particolare, una strada per recuperare in modo originale rapporti più stretti con il sapere naturalistico. Rapporti che, come egli ricordava nelle sue frequenti incursioni nella storia della scienza, avevano peraltro prodotto risultati formidabili, come la nascita di una tradizione filosofica laica nell'età classica, e la rivoluzione scientifica nell'età moderna. Nella relazione di preparazione del Congresso, scritta nell'estate del 1966, Somenzi descriveva le implicazioni filosofiche, scientifiche, sociologiche e culturali dell'ipotesi che alimentava da alcuni decenni la ricerca empirica in diversi ambiti scientifici, per la quale i comportamenti adattativi dei sistemi viventi semplici e complessi, incluso l'uomo e le sue prestazioni cognitive, si potevano considerare in linea di principio riproducibili *meccanicamente*. Questa tesi si ispirava a un concetto del tutto nuovo di macchina, messo a fuoco nel corso degli anni Quaranta e Cinquanta, da punti di vista diversi, da Alan Turing, Claude Shannon, Norbert Wiener e William Ross Ashby. Una macchina, infatti, non era più soltanto un apparato meccanico di trasformazione dell'energia, ma qualsiasi sistema operativo che, sulla base di un programma o più in generale della sua organizzazione funzionale, apparisse in grado di elaborare risposte adeguate agli stimoli ricevuti in ingresso. Somenzi faceva osservare che "come conseguenza dell'accettazione di una definizione così ampia di 'macchine' si [era] verificato negli ultimi tempi un progressivo avvicinamento tra i concetti di fenomeno od oggetto 'naturale', e di 'modello' esplicativo dello svolgimento del fenomeno o della struttura

dell'oggetto, e di 'artefatto' che realizza la produzione artificiale di quanto, fino a un certo momento, era stato osservato solo in natura". Venivano cioè "visti come macchine" sia un organismo vivente, "nel quale sono stati analizzati i singoli cambiamenti di stato che nel loro insieme costituiscono il suo comportamento", sia un modello che descrive in termini fisici le funzioni del vivente, "sia l'artefatto che ripete da solo le operazioni del sistema vivente e rispetto al quale il sistema vivente viene a trovarsi, in pratica, nel medesimo rapporto in cui sta il progetto di una macchina ordinaria rispetto alla macchina realizzata"⁴.

Somenzi proponeva ai filosofi di raccogliere una sfida che, attraverso la collaborazione con gli scienziati, e partendo dai risultati dell'indagine sperimentale e teorica sui principi che regolano il funzionamento dei sistemi materiali organizzati, avrebbe dovuto portare a "una spiegazione esclusivamente scientifica sia dei fenomeni vitali che delle nostre attività mentali". In un articolo del 1969 sulle tendenze della ricerca epistemologica in Italia, Somenzi caratterizzava il suo approccio come fondato sulla "possibilità che gli studi di filosofia della scienza, estendendosi dal campo delle scienze da tempo costituite al campo interdisciplinare delle scienze in corso di sviluppo, come la cibernetica stessa, la biologia molecolare, la psicolinguistica e l'etologia, conducessero alla costruzione di *una filosofia scientifica* ben più agguerrita di quella propugnata vent'anni fa da Hans Reichenbach sulla base di un'esplicita rinuncia ad affrontare con strumenti e metodi scientifici la problematica filosofica dei valori, in particolare dei valori etici ed estetici"⁵.

Come reagirono i filosofi? Dai commenti e dal dibattito seguito all'intervento di Somenzi al Congresso pisano si evince soprattutto un senso di iniziale disorientamento, a cui seguivano diversi tipi di risposte... adattative. Quasi tutti riconobbero che la sfida c'era, e tutti si resero conto che si trattava di un approccio che mirava a rifondare l'epistemologia materialista, anche se quasi nessuno comprese che si trattava di una prospettiva del tutto originale. Di fatto, proprio l'assunzione materialistica di tale prospettiva era ciò che più inquietava. Ad esempio, Guido Calogero, che a Pisa presentò un saggio intitolato *L'uomo, l'automa e lo schiavo*⁶, sostenne che l'interesse filosofico per la cibernetica poteva nascere soltanto nell'ipotesi che le macchine pensanti sollevassero un problema morale, il che sarebbe però accaduto solo se esse si fossero rivelate capaci "di soffrire e godere, oltre che di dialogare con l'uomo". Chiudendo i lavori del Congresso, Calogero, riconobbe che i filosofi sanno poco di quello che fanno gli scienziati, ma invitò i colleghi a studiare comunque soprattutto la "compossibilità" degli avanzamenti scientifici in rapporto alla "condizione della civiltà in generale"⁷.

Va detto, comunque, che le idee di Somenzi hanno suscitato interesse e hanno prodotto momenti di confronto culturale, che a posteriori si possono giudicare significativi e lungimiranti, paradossalmente più tra i filosofi italiani per così dire tradizionali che tra quelli che nell'immediato secondo dopoguerra si erano dedicati alla riflessione epistemologica sulla natura della conoscenza scientifica. Somenzi ha trovato per esempio in Franco Lombardi un interlocutore molto curioso e motivato a promuovere, sulle pagine della rivista *De Homine*, le idee e i temi da lui coltivati. Inoltre, con Francesco Barone, a cui si deve un efficace inquadramento storico delle poliedriche sfaccettature filosofiche del pensiero neopositivista, Somenzi ha costantemente collaborato a partire dagli anni Ottanta, sia partecipando alle attività culturali promosse da *Nuova Civiltà delle Macchine*, di cui Barone diventò direttore nel 1983, sia dirigendo congiuntamente una collana di epistemologia presso l'editore Armando Armando. Attraverso la collana co-diretta insieme a Barone, ma anche in altre collane dello stesso editore, Somenzi ha promosso la pubblicazione di numerosi testi epistemologici orientati in senso naturalistico, nonché di libri di scienziati come Conrad Waddington, Peter Medawar, William Thorpe, Donald Campbell, Karl Popper, John Eccles e altri, che si sono cimentati con questioni di natura filosofico-epistemologica. Rispetto ad altri filosofi della scienza italiani, Somenzi ha assunto da subito, come vedremo, una posizione critica circa l'impostazione epistemologica dell'empirismo logico, e in que-



Vittorio Somenzi nel novembre 1966 all'Accademia dei Lincei con Franco Lombardi e Augusto Guzzo.

sto senso egli ha anche cercato di sostenere il proprio approccio con la promozione editoriale di autori che erano in primo luogo scienziati impegnati a usare gli sviluppi della loro disciplina per impostare su basi nuove l'analisi di problemi filosofici tradizionali. Così, ad esempio, presso Boringhieri Somenzi fece tradurre un autore come John Zachary Young, e curò *La fisica della mente*, un'antologia che inaugurava in Italia un interesse per il problema mente-cervello al di fuori della tradizione del pensiero analitico. Nondimeno, l'atteggiamento filosofico di Somenzi, forse anche in ragione della sua formazione, non risultava facilmente circoscrivibile all'interno di una speculazione epistemo-

logica fine a se stessa, o che pretendesse di spiegare agli scienziati il significato o i limiti delle loro scoperte, dato che si nutriva teoreticamente proprio dei problemi e degli avanzamenti scientifici più rilevanti. A Calogero, Somenzi rispondeva per esempio che, benché non ancora sofferenti, già per il solo fatto di essere ‘intelligenti’, le nuove macchine potevano aiutarci “a capire cosa succede nella nostra testa quando pensiamo e parliamo, [e] ciò rivestirà un sicuro interesse per il filosofo che tutt’ora attende una soluzione dei classici problemi della logica e della gnoseologia, indipendentemente dagli eventuali legami di queste con l’ontologia e con l’etica”⁸.

Ma attraverso quali percorsi tematici e ragionamenti teoretici Somenzi era giunto a concepire un progetto allo stesso tempo così ambizioso e tanto provocatorio per una tradizione filosofica come quella italiana, che da decenni si era adagiata, in modo abbastanza autoreferenziale, su prospettive oscillanti tra storicismo, idealismo, esistenzialismo e fenomenologia? E quali sono stati gli sviluppi generali del progetto filosofico di Somenzi? In che misura, cioè, le sue aspettative hanno trovato riscontro negli sviluppi della riflessione filosofica e della ricerca scientifica?

Si possono considerare come delle costanti del pensiero filosofico di Somenzi da un lato la critica dell’antropomorfismo e dell’antropocentrismo, che da sempre caratterizzavano le teorie della conoscenza, e, dall’altro, il tentativo di ricondurre all’operare concreto di meccanismi sia naturali che artificiali le capacità dei sistemi organizzati di modificarsi adattivamente come risultato dell’interazione con l’ambiente. Del resto, non per caso egli non aveva abbracciato la prospettiva dell’operazionismo, studiando inizialmente negli Stati Uniti con il fisico e premio Nobel Percy William Bridgman, di cui tradusse *La logica della fisica moderna* per i tipi di Boringhieri nel 1952. Proprio nell’introduzione alla traduzione italiana, Somenzi spiegava che, proponendo il punto di vista operazionista, Bridgman era andato oltre i tradizionali atteggiamenti epistemologici che utilizzavano regolarmente qualche ‘incognita’ non riconducibile ai dati dell’esperienza, concependo un “programma puramente tecnico, in cui il risultato è confrontabile con il progetto, e non compaiono incognite irriducibili”⁹. Nondimeno Somenzi considerava orientato ancora in senso empirista l’approccio di Bridgman, dal momento che questi continuava a distinguere, per esempio, le operazioni ‘fisiche’ e quelle ‘mentali’. Già nel 1949, egli aveva giudicato del tutto possibile “definire in termini di operazioni i concetti stessi di ‘fisico’ e ‘mentale’”¹⁰. Nel fondare, insieme a Silvio Ceccato e Giuseppe Vaccarino, la scuola di metodologia operativa, egli riteneva che l’accento dovesse essere messo sull’osservazione delle modalità attraverso cui il fisico, o lo scienziato in generale, hanno usato e usano i termini teorici specifici del loro settore di indagine: a partire da tali osservazioni ci si sarebbe trovati nelle condizioni di “‘rifare’ le operazioni che *presumibilmente* sono state compiute da chi, antenato o contemporaneo, li ha messi in circolazione. Una volta trovate più serie di operazioni che permettano tutte di giungere a uno dei termini in uso in un dato stadio della fisica, si ha una più grande libertà nella scelta di quella unica serie con cui introdurlo in uno stadio successivo, di maggiore ‘consapevolezza operativa’”¹¹. L’acquisizione della “consapevolezza operativa” era cioè un processo di selezione da un repertorio di possibili operazioni concrete, selezione che dipendeva dal differenziale di funzionalità esplicativa che le diverse serie di operazioni manifestavano. In questa sua interpretazione dell’operazionismo si può trovare il collegamento con l’attenzione che immediatamente egli rivolgeva alla teoria della comunicazione e alla cibernetica. Infatti, per Somenzi, l’operazionismo epistemologico rimaneva ancora troppo legato alle peculiarità umane di usare le operazioni concrete per definire i concetti e risolvere i problemi. La cibernetica offriva invece nuove opportunità alla sua critica all’antropocentrismo, con il messaggio di Wiener di uno studio *unificato* di organismi e macchine.

Pur condividendo la tesi della cibernetica per la quale organismi e macchine potevano essere studiati sotto il profilo di una comune organizzazione funzionale, Somenzi era scettico

su alcune posizioni del funzionalismo come era inteso nella nascente Intelligenza Artificiale. Così, programmi per calcolatore in cui la simulazione prescindeva del tutto dalla riproduzione delle procedure effettivamente utilizzate da un organismo o dall'uomo nell'esecuzione di un compito, non erano da lui ritenuti interessanti per fini esplicativi. Ed è da notare che proprio in questa direzione si stavano orientando le simulazioni che avrebbero interessato le future scienze cognitive. Il funzionalismo della cibernetica costituiva per Somenzi un'opzione strumentale, nel senso che lo scopo era quello di scoprire i principi generali che governano la costruzione e l'attività di sistemi adattativi complessi, sia naturali che artificiali. Nei confronti dell'Intelligenza Artificiale egli manifestò un'attenzione costante e critica al tempo stesso, richiamando, in diverse occasioni, la matrice cibernetica che sopravviveva in essa. Questo nonostante l'insoddisfazione che egli non mancò di esprimere nei confronti degli esiti incerti del programma interdisciplinare originario della stessa cibernetica.

L'impianto materialistico dell'opzione epistemologica di Somenzi emergeva dalla sua critica del concetto di 'riduzione', reso famoso dai neopositivisti, come "spiegazione di una teoria o di un insieme di leggi sperimentali fissate per un certo settore di indagine, mediante una teoria (...) formulata per qualche altro settore"¹². Somenzi faceva notare che una caratteristica costitutiva delle strutture viventi, studiate dalla biologia, a seguito delle scoperte della biologia molecolare risulta essere l'elaborazione di informazione. Un fenomeno, questo, trattabile con il linguaggio fisico-matematico al pari di qualsiasi altro fenomeno naturale. Quindi l'operazione di 'riduzione' non dovrebbe consistere tanto nel ricondurre *formalmente* le teorie della biologia o della psicologia a quelle della fisica, ma nell'allargare il campo d'influenza teorica della fisica in base al concetto di informazione, "in modo tale che i suoi schemi possano applicarsi anche a quelle attività mentali dell'uomo, che prima erano ritenute non effettuabili da strutture materiali, pur essendo evidente la necessità di un cervello per la loro manifestazione"¹³.

In altri termini, l'insufficienza del linguaggio della fisica e della chimica a dare una descrizione della variabilità e dell'auto-riproducibilità degli organismi viventi e delle attività cognitive degli organismi pensanti veniva superata attraverso l'introduzione, nel linguaggio descrittivo ed esplicativo delle scienze fisiche, di "una nuova grandezza ben definita, l'informazione, accanto alle grandezze da tempo utilizzate in fisica e in matematica e ai vari derivati della loro reciproca combinazione"¹⁴. La vera novità dell'analogia organismo-macchina e uomo-macchina consisteva quindi, per Somenzi, nella possibilità di arricchire il nuovo concetto di 'macchina' attraverso la sua applicazione al campo dei fenomeni biologici dove, accanto agli *aspetti funzionali* dei processi adattativi, i cui meccanismi avevano peraltro ispirato lo sviluppo dalla tradizione cibernetica, vi erano gli *aspetti evolutivi*, che rinviavano a un differente quadro concettuale, rispetto a cui un'accezione meramente 'computazionale' di macchina mostrava i suoi limiti.

La discussione tra filosofi e scienziati intorno alla teoria del "cervello come macchina" di Turing aveva fatto emergere "l'ipotesi che tutte le attività mentali siano prodotte da un sistema biologico limitato nello spazio e nel tempo, quale è il cervello umano anche se considerato nella sua lenta evoluzione dal cervello animale o addirittura dal mondo inorganico, ma che questo sistema sia talmente complesso da non potersi più considerare una macchina, se non in un senso ancora più generale di quello inteso da Turing"¹⁵. Ma anche a partire dalle osservazioni di von Neumann sul linguaggio del cervello, per Somenzi, si poteva concludere che non solo la 'logica' dei sistemi adattativi complessi non corrisponde ai principi di coerenza e di precisione della matematica e della logica, ma che una macchina di Turing andrebbe piuttosto ripensata come qualcosa di analogo a un organismo vivente, qualcosa, cioè, che risulta da una strategia evolutiva basata sulla selezione naturale di variazioni ereditarie¹⁶.

La critica all'antropocentrismo della gnoseologia tradizionale e all'antropomorfismo che so-

pravvive nei modelli esplicativi dei processi adattativi naturali e artificiali induceva Somenzi a svolgere un'analisi dei rapporti storici e concettuali fra la cibernetica e i principi dell'evoluzionismo darwiniano e neodarwiniano. Da questo itinerario egli sarebbe uscito con una posizione fortemente orientata verso un 'materialismo evoluzionistico' in cui confluissero i contributi scientifici ed epistemologici che descrivono la genesi dei complessi adattamenti naturali in termini di *selezione* all'interno di un repertorio di strutture materiali differenziate. Il quadro filosofico in cui Somenzi collocava l'operazione di de-antropomorfizzazione del concetto di selezione naturale consisteva nel "tentativo di dare un significato di attualità al materialismo meccanicistico e al meccanicismo materialistico dei secoli XVIII e XIX, sulla base della 'pretesa' di ricondurre fenomeni biologici e psicologici a fenomeni fisici, ivi inclusi i cambiamenti di forma o disposizione spaziale e temporale di ciò che la fisica fa oggetto dei propri studi chiamandolo di volta in volta materia o energia, onda o particella"¹⁷.

Somenzi si dedicò, negli anni Cinquanta, a ridefinire il concetto di informazione, cercando di depurarlo dalle sue incrostazioni antropomorfe, per ricondurlo a dinamiche materiali di interazioni funzionali tra strutture organizzate, quindi dotate di forma. L'ipotesi da cui partì era che attraverso la teoria dell'informazione il mondo della 'forma' aristotelicamente intesa, "nel senso di una forma inerente a ogni oggetto materiale e da questo non separabile"¹⁸, diventasse accessibile all'indagine scientifica. In questo modo, egli riteneva attualizzabile una concezione materialistica che, in un primo momento, quando ancora prevalevano in Somenzi le istanze fisicaliste rispetto alle successive interpretazioni biologiche o, meglio, evoluzionistiche della cibernetica, assumeva connotati strettamente metodologici. Nel 1958 egli aveva scritto che mentre il fisicalismo del Circolo di Vienna "si limitava a propugnare l'estensione dei metodi caratteristici della fisica ai campi della biologia e della psicologia, mantenendo un notevole rispetto per le peculiarità che differenziano i relativi fenomeni da quelli tipici della materia inanimata, il nuovo atteggiamento che sembra emergere dall'insieme delle ricerche effettuate con le tecniche sopra indicate tende a una decisa riduzione dei fenomeni biologici e mentali a un particolare stato della materia, che si può denominare rispettivamente lo stato di 'materia vivente' e lo stato di 'materia pensante'"¹⁹.

Somenzi, a differenza dei filosofi o storici delle scienze cognitive e della biologia molecolare incapaci di analisi metodologica, aveva accolto con meditata prudenza alcune famose asserzioni di Norbert Wiener, come quella che "l'informazione è informazione, non materia né energia", o l'altra che "nessun materialismo che non ammetta questo può sopravvivere al giorno d'oggi"²⁰. Quest'ultima conclusione di Wiener apriva, senza volerlo, la strada a letture idealistiche e dualistiche, cioè antropomorfe, del concetto di informazione. Ciò è accaduto in diversi ambiti della speculazione filosofica, ma in modo particolare nel contesto delle scienze biologiche²¹. Il problema a cui immediatamente egli applicò la sua ipotesi che l'informazione veicolata da una struttura non è separabile dalla costituzione materiale della struttura, se non come finzione utile a costruire modelli o generalizzazioni euristiche, fu quello dei rapporti mente-cervello.

Somenzi riconosceva un convergenza tra le interpretazioni dualistico-antropomorfe del concetto di informazione e la soluzione dualistica del problema mente-corpo. Il concetto di informazione, inteso come caratterizzazione del trasferimento di una forma distinta dal suo supporto energetico e materiale, "nel senso che la forma possa sussistere fisicamente senza tale supporto, o il supporto senza forma", veniva da lui criticato a più riprese sulla base della logica considerazione che ogni 'migrazione' o 'flusso' di una forma da un supporto all'altro comporta "la trasformazione di un oggetto dalla forma A alla forma B come l'effetto della sua interazione con un altro oggetto, la cui forma B muta a sua volta in C"²². Questa interpretazione corrisponde, sul piano della descrizione delle attività mentali e del funzionamento del cervello inteso come elaboratore di informazione, al vecchio dualismo



*Accademia Nazionale dei Lincei,
ottobre 1967, Vittorio Somenzi
con Corrado Böhm
(il primo a sinistra).*

che “considera l’attività mentale come un fenomeno di natura essenzialmente diversa da quella della concomitanti trasformazioni che avvengono nel cervello”²³.

Ma come risolveva Somenzi il problema di un’interpretazione materialistica della teoria dell’informazione? Senza entrare nella complessa discussione che si svolgeva negli anni Cinquanta e Sessanta intorno al tentativo di stabilire analogie formali tra la struttura matematica dei concetti di informazione ed entropia²⁴, egli suggeriva di attribuire al vivente “il ruolo di trasformatore della forma dello stimolo nella forma della risposta, la quale può variare o addirittura mancare, a seconda della forma assunta al momento dalle strutture interne del vivente, sia ereditaria o sia ambientale la causa di tale loro conformazione”²⁵. E continuava con una metafora particolarmente efficace. “Come il solco del disco è ‘un solo e medesimo solco’, sia che lo si guardi al microscopio o che lo si percorra con una puntina collegata a un emettitore di suoni, così la forma di una rete di cellule nervose è ‘una sola e medesima forma’, sia che se ne osservi la geometria delle strutture molecolari, sia che se ne registri l’attività elettrica, sia che si esamini il comportamento dell’animale pilotato da tali cellule”²⁶.

Interpretando la ‘macchina elaboratrice di informazione’ come “una macchina operatrice, che trasforma determinate forme di segnali in entrata in determinate forme di segnali in uscita”, Somenzi si metteva nella condizione teorica di caratterizzare le attività mentali non

tanto come coincidenti con la struttura anatomico-molecolare del cervello o con gli impulsi specifici che percorrono le reti nervose, quanto con “l’interazione specifica” tra l’attività spontanea o indotta e la struttura del cervello. Egli poteva così fare a meno di qualunque assunzione dualistica. Di fronte a tentativi, abbastanza frequenti da parte degli stessi scienziati, di salvare le concezioni che attribuivano qualche qualità speciale ai rapporti mente-cervello Somenzi rispondeva nei seguenti termini: “ciò che manca [...] ai neurofisiologi dualisti o trialisti, è la conoscenza della possibilità di generazione, trasmissione, elaborazione e conservazione di informazione da parte di strutture materiali, contenenti anche organi specifici per la codificazione e decodificazione di questi messaggi. Se gli esempi forniti finora dal mondo dei calcolatori elettronici possono lasciare scettico chi sa valutare il grado di complessità delle attività mentali, esempi più convincenti della possibilità di esaurire nelle caratteristiche della struttura le caratteristiche della funzione si possono trarre dal mondo biologico stesso: la struttura del materiale ereditario è risultata sufficiente a spiegarne le capacità autoriproduttive ed evolutive senza ricorso a entità immateriali che traducessero l’informazione contenuta negli acidi nucleici nell’informazione della proteine nell’organismo adulto. Anche in questo caso, l’interazione con l’ambiente basta a giustificare differenze individuali non previste dal programma genetico, e la complessità della storia di ciascun individuo impedisce la riduzione completa del fenotipo al genotipo, senza che si renda necessaria una spiegazione non materialistica dell’ontogenesi”²⁷.

Riteniamo che il lettore informato sui recenti sviluppi scientifici, teorici e sperimentali, della biologia evoluzionistica e della biologia funzionale non avrà difficoltà a riconoscere la valenza del tutto attuale della lettura proposta da Somenzi. È singolare, ma non così strano alla fine, che i filosofi della biologia e un certo numero di biologi con aspirazioni teoriche si siano dati tanta pena per cercare di far rientrare i duri fatti delle scienze del vivente nei loro schemi epistemologici precostituiti. Schemi che talvolta erano e sono ispirati da istanze piuttosto ideologiche che epistemologiche. Va ricordato che Somenzi è sempre stato laicamente refrattario rispetto a improbabili commistioni, decisamente all’ordine del giorno in un paese iperideologizzato come l’Italia, tra questioni di natura epistemologica e politica.

L’inquadramento teorico suggerito da Somenzi, a partire da un punto di vista che cercava di cogliere nell’insieme le linee di sviluppo della biologia che emergeva dalla rivoluzione genetico-molecolare prodottasi negli anni Cinquanta e Sessanta, di fatto funziona tranquillamente per catturare proprio le idee più originali e sinteticamente produttive della nuova biologia²⁸. Più esplicitamente, la tesi che è l’organizzazione delle strutture biologiche a *estrarre* l’informazione dall’ambiente, e che l’organizzazione di informazione nei sistemi biologici comporta una loro ‘trasformazione’ come sistemi materia/energia, metteva Somenzi in una posizione privilegiata per cogliere le novità delle spiegazioni in chiave selettiva delle dinamiche adattative a livello epigenetico. Egli afferrò immediatamente il significato ‘filosofico’ delle teorie immunologiche e il processo di generalizzazione del principio esplicativo della selezione a tutti i fenomeni di cambiamento adattativo che avvengono durante l’ontogenesi.

Negli anni Settanta del Novecento Somenzi effettuava un lavoro analogo sul concetto biologico di ‘selezione’, che tendeva anch’esso a racchiudere elementi antropomorfici e vitalistici, rappresentati dall’idea che all’ambiente spetti di ‘interpretare’ l’informazione contenuta nel pool genico di una popolazione o nel programma genetico di un organismo: durante la filogenesi ‘scegliendo’ tra le variazioni quelle più adatte a sopravvivere e riprodursi, nell’ontogenesi ‘attivando’ o ‘sopprimendo’ l’espressione dell’informazione ereditaria. Somenzi applicò al concetto di *selezione* lo stesso ragionamento elaborato per interpretare oggettivamente *l’informazione*: “La selezione, intesa come riproduzione di determinate strutture organiche a preferenza di altre, non viene a rigore operata dall’ambiente sulla base del ventaglio di possibilità offerte dal materiale ereditario con le sue mutazioni;

in concreto, essa viene operata dal materiale ereditario stesso, che *accetta* dall'ambiente determinati apporti e ne *respinge* altri in base alla propria struttura formale, ovvero attraverso il *cervello* delle leggi fisico-chimiche che determinano la riproducibilità o meno di tale struttura in quel certo ambiente”²⁹. Egli sviluppò questa idea avendo presenti i processi di replicazione e trascrizione dell'informazione genetica codificata nel DNA, e considerando i problemi implicati nell'ipotesi che, attraverso il processo selettivo, vi sia un ulteriore apporto di informazione da parte dell'ambiente, sotto forma di *un'interpretazione* del messaggio ereditario. Il programma genetico è soggetto a mutazioni e ricombinazioni, e queste variazioni potranno propagarsi all'interno del pool genico della popolazione solo se saranno in grado di 'selezionare' strutture, presenti nell'ambiente, che siano vantaggiose dal punto di vista della sopravvivenza e della riproduzione del fenotipo che ne è portatore.

A modo suo, Somenzi aveva colto il senso verso cui stava muovendo il processo di ridefinizione scientifica dei fondamenti materiali delle esperienze conoscitive umane. L'esperienza del materialismo positivista aveva intrapreso un vicolo cieco, in quanto le scienze chimico-fisiche alle quali esso faceva riferimento non contenevano i concetti e le metodologie necessarie a descrivere e spiegare l'organizzazione particolare che assume la materia vivente. La critica, su basi organicistiche e vitalistiche, di questa aspirazione materialistica avrebbe portato a mettere in luce l'aspetto cosiddetto emergente dei fenomeni biologici, ovvero la loro intrinseca creatività e capacità di produrre delle novità funzionali a partire dall'associazione fra strutture materiali che in partenza erano prive di tali proprietà (il cosiddetto materialismo emergente). Gli sviluppi della fisiologia e della biochimica, e infine l'avvento della biologia molecolare, dimostrarono comunque l'unità di composizione e di funzionamento del mondo vivente: al di là della diversità delle forme e delle prestazioni funzionali, tutti i viventi impiegano gli stessi materiali per produrre le stesse reazioni. Riferirsi a un generico materialismo, privo di adeguate specificazioni, non avrebbe oggi più alcun senso. Ma avrebbe ancor meno senso sostenere l'esistenza di principi immateriali irriducibili alle proprietà maturate dalla materia vivente nel corso dell'evoluzione biologica, e da cui dipendono le funzioni degli organismi in condizioni sia normali sia patologiche.

Viene quasi spontaneo, qui, ricordare quello che scriveva il filosofo francese Gaston Bachelard in *Le materialisme rationnel* del 1953: “la science n'a pas la philosophie qu'elle mérite... un arrière-fond de philosophie nourrie de convictions non discutées est souvent le refuge nocturne du savant... le savant ne professe même pas toujours la philosophie clairvoyante de sa propre science”³⁰. Nonché richiamare il fatto che proprio a partire dall'attualità di quella considerazione, uno scienziato della statura di Jean Pierre Changeux ha elaborato negli ultimi due decenni le coordinate teoriche e scientifiche di una visione materialistica delle basi naturali del pensiero e della cultura che insistono, diversamente dalla tradizione del materialismo ingenuo, non sulla natura della materia di cui il cervello è fatto, ma sull'organizzazione che tale materia assume. Dal livello molecolare, per salire a quello cellulare e quindi alla struttura gerarchica di aree funzionalmente specializzate e alla loro integrazione funzionale attraverso scambi paralleli e continui di segnali³¹.

Apprendo nel 1987 a Cesena il Congresso della Società Italiana di Logica e Filosofia della Scienza, Somenzi sintetizzava i contenuti del suo punto di vista materialista ed evoluzionista, che fondava su una generalizzazione del principio darwiniano della selezione, inteso come fondamentale meccanismo creativo in grado di generare materialmente l'organizzazione strutturale. “I meccanismi esplicativi forniti dall'evoluzionismo darwiniano, in termini di variazioni a caso e selezione ambientale, possono venire estesi (come in certo senso auspicava Spencer) anche alla materia inorganica e venire utilizzati sia per spiegare la formazione della materia vivente primordiale, sia per spiegare la formazione di altre strutture particolarmente ordinate, dai cristalli alle galassie. [...] Le teorie evoluzionistiche giustificano la sussistenza di queste procedure [quelle di trattamento chimico dell'informazione

nei vegetali e negli animali provi di sistema nervoso], accanto a quelle molto più sofisticate realizzabili dalle reti di neuroni, in molti animali forniti di gangli nervosi e di cervelli di crescente specializzazione. Tutto ciò che appare esageratamente riduzionistico nell'approccio diretto al problema dei rapporti tra mente e cervello non appare più tale quando del cervello umano si traccia la storia individuale e di specie. La via 'all'ingiù' della spiegazione riduzionistica non fa che ripercorrere la via 'all'insù' della comparsa della vita sulla terra e dell'uomo fra gli animali, nonché dello sviluppo dell'adulto dall'embrione e delle sue interazioni 'selettive' con l'ambiente"³².

Concludendo questo tentativo di ricostruire il senso coerente di sviluppo del pensiero filosofico di Vittorio Somenzi, non vorremmo lasciare l'impressione, che è spesso la cifra dei saggi esegetici scritti per ricordare qualcuno che non c'è più, di aver detto che Somenzi aveva capito tutto, e che tutte le questioni aveva risolto. Più limitatamente, riteniamo di aver mostrato l'unità problematica di fondo della sua ricerca teoretica, e di aver messo in luce come Somenzi si sia confrontato con un panorama di tematiche originali, ai confini tra scienza e filosofia, che forse in Italia nessuno ha mai affrontato con tale ampiezza. Per natura refrattario agli scolasticismi e alle ideologie, Somenzi è stato poco valorizzato dalle culture filosofica e scientifica italiane, quasi sempre schierate su contrapposizioni schematiche e conformiste. Ma il suo ripensamento del materialismo scientifico alla fine si è dimostrato di gran lunga più fecondo, proprio alla luce degli sviluppi più recenti delle scienze naturali, dei tanti sincretismi che hanno attraversato o stanno ancora attraversando come meteore la riflessione filosofica sulla scienza.

Note

- ¹ D. Antiseri, S. Tagliagambe, *Storia della filosofia. Filosofi italiani del Novecento*, Bompiani, Milano, 2008, vol. 13, pp. 108-27:108.
- ² V. Somenzi e R. Cordeschi, "Naturale e artificiale", in M. Di Giandomenico (a cura di), *L'uomo e la macchina: trent'anni dopo. Filosofia e Informatica ieri e oggi*, Edizioni G. Laterza, Bari, 2000, pp. 13-29. Per iniziativa di Mauro Di Giandomenico sono stati ristampati in forma anastatica gli Atti del Congresso del 1967.
- ³ Allo stesso Pogliano si deve un'accurata ricostruzione delle giornate del congresso di Pisa: v. C. Pogliano, "1967: il congresso della Società Filosofica Italiana", in *Athenet*, 2007, n. 20, URL: http://www.unipi.it/athenet/20/art1_1.htm. Una cronaca dell'incontro pisano del 2007 è stata pubblicata da S. Salvia, "L'uomo e la macchina. Passato e presente", *Rivista di Storia della Filosofia*, 3, 2009, pp. 505-511.
- ⁴ V. Somenzi, "Uomini e macchine", in AA. VV. *L'uomo e la macchina. Atti del XXI Congresso Nazionale di Filosofia*, Edizioni di Filosofia, Torino, 1967, vol. I, pp. 51-65:62.
- ⁵ V. Somenzi, «La filosofia e la metodologia della scienza oggi in Italia», *Man and World*, 1969, 2(2), pp. 285-295:291.
- ⁶ G. Calogero, «L'uomo, l'automa e lo schiavo», *La Cultura*, 1966, 4(1), pp. 1-11.
- ⁷ AA.VV., *L'uomo e la macchina*, cit., vol. 3, p. 299.
- ⁸ V. Somenzi, "Uomini e macchine", in *L'uomo e la macchina*, cit., vol. 1, p. 61.
- ⁹ V. Somenzi, "Introduzione", in P.W. Bridgman, *La logica della fisica moderna*, Boringhieri, Torino, 1952, p. 11.
- ¹⁰ V. Somenzi, "Fisica e metodologia", *Methodos*, 1949, 1(3), pp. 278-283:278.
- ¹¹ *Ibid.* p. 281.
- ¹² E. Nagel, *La struttura della scienza*, Feltrinelli, Milano, 1968, p. 347.
- ¹³ V. Somenzi, "Uomini e macchine", cit., pp. 30-31.
- ¹⁴ V. Somenzi, "La cibernetica tra scienza e filosofia", in *De Homine*, 1962, 4, pp. 29-38: 32.
- ¹⁵ V. Somenzi, *Uomini e macchine al Congresso di Pisa*. Edizioni di Filosofia, Torino 1968, p. 28.
- ¹⁶ Vedi V. Somenzi, "Sulla logica del cervello", in *Archivio di Filosofia* 1966, 1, pp. 39-45; Idem, "La domanda assurda: può il cervello pensare?", in *Archivio di Filosofia* 1968, 1, pp. 41-45.
- ¹⁷ V. Somenzi, "Mente, vita e materia", in *Giornale critico della Filosofia*, 1967, 3, pp. 343-351, e 4, pp. 520-527: p. 345.
- ¹⁸ V. Somenzi, "Uomini e macchine", cit. p. 30.
- ¹⁹ V. Somenzi, "La cibernetica tra scienza e filosofia", cit. p. 35.
- ²⁰ N. Wiener, *La cibernetica. Controllo e comunicazione nell'animale e nella macchina*, Milano, Il Saggiatore, 1968 (ed. orig. 1948), p. 177.
- ²¹ Cfr. G. Corbellini e V. Somenzi, "Forma e informazione in biologia. Tra Aristotele e Gerald Edelman", *La Nuova Secondaria*, 1995, 5, pp. 34-38.
- ²² V. Somenzi, "Mente, vita e materia", cit., p. 345.
- ²³ *Ibid.*
- ²⁴ Cfr. G. Corbellini, "Introduzione" in V. Somenzi, *La materia pensante*, Clueb, Milano, 1991, pp. 7-41; e in particolare alle pp. 15-18.
- ²⁵ V. Somenzi, "Mente, vita e materia", cit., p. 520.
- ²⁶ *Ibid.* p. 526.
- ²⁷ V. Somenzi, "Sui rapporti tra mente e cervello", in *Medicina nei secoli*, 1977, 1, pp. 61-69.
- ²⁸ Si veda il terzo capitolo di G. Corbellini, *Ebm. Medicina basata sull'evoluzione*, Laterza, Roma, 2007.
- ²⁹ V. Somenzi, "Mente, vita e materia", cit., p. 348.
- ³⁰ G. Bachelard, *Le materialisme rationnel*, PUF, Paris, 1953, pp. 19-20.
- ³¹ Jean-Pierre Changeux, *L'Homme de vérité*, Éditions Odile Jacob, Paris.
- ³² V. Somenzi, "Evoluzione, cervello, mente", in *Temi e prospettive della logica e della filosofia della scienza contemporanea*. Clueb, Bologna, 1988, vol. II, pp. 81-89:82.