

Information versus Matter and Energy

LEONE MONTAGNINI

Responsabile Ufficio Biblioscienze
e Ufficio qualità e Customer care
Istituzione Biblioteche di Roma
l.montagnini@bibliotechediroma.it

La concezione dell'informazione in Wiener e le sue conseguenze sull'oggi

Il primo convegno Macy sulla cibernetica

È il 17 marzo 1946, domenica, siamo in una sala del Beekman Hotel, un grattacielo art déco, tra la 1st Avenue e l'East 49th Street di Manhattan, New York.¹ Nella sala del Beekman si sta svolgendo un incontro interdisciplinare tra una ventina di scienziati, organizzato dalla fondazione filantropica Macy, che promuove la ricerca di idee nuove soprattutto in medicina.²

La polvere della guerra appena finita non si è ancora depositata in terra, come usano dire gli americani. Le ferite morali e quelle fisiche fanno male. Il mondo piange i morti e guarda al futuro con sentimenti di speranza ma anche di incertezza. Nelle orecchie di tutti risuonano i due mostruosi boati di quelle due sole bombe che hanno distrutto due intere città, mettendo la parola fine alla guerra e rivelando quali potenze la scienza fosse in grado di evocare dalla natura. I più sensibili, inoltre, già intuiscono che le due bombe hanno chiuso una guerra aprendone virtualmente un'altra, che diverrà nota come "Guerra fredda", ma che potrebbe degenerare in una Terza guerra mondiale. Questo clima non renderà facile l'incontro, né i successivi. Il convegno sarà il primo di una serie di dieci, della durata di due giorni ciascuno e conclusasi nel 1953. Saranno noti come Macy conferences on Cybernetics. Come i successivi, esso si protrarrà fino a sera inoltrata e lo stesso avverrà all'indomani.

Tra i presenti ci sono tre matematici di genio. Uno è John von Neumann,³ ungherese, 43 anni. Ha manifestato straor-

dinarie doti matematiche fin da bambino ed è divenuto, giovanissimo, uno degli assistenti prediletti del grande David Hilbert, il capo riconosciuto della scuola matematica tedesca. Nel 1928 Johnny, come gli amici cominceranno a chiamarlo, è stato scoperto dagli americani al congresso matematico di Bologna ed è stato assunto all'Institute for Advanced Study (IAS) di Princeton.⁴ L'IAS, che dal 1933 è divenuto la sua sede stabile, è la torre d'avorio per antonomasia. I suoi ospiti sono esentati dall'insegnamento, stipendiati solo per svolgere attività di ricerca pura. Tra di essi ci sono anche Albert Einstein, l'eminente matematico Hermann Weil e il logico Kurt Gödel, che nel 1931, con la scoperta dei teoremi di incompletezza, ha tolto ogni speranza a

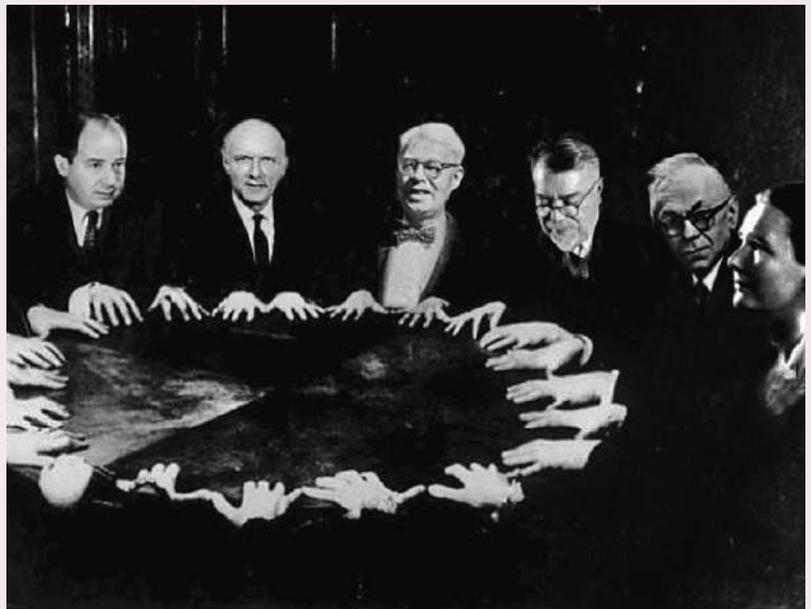
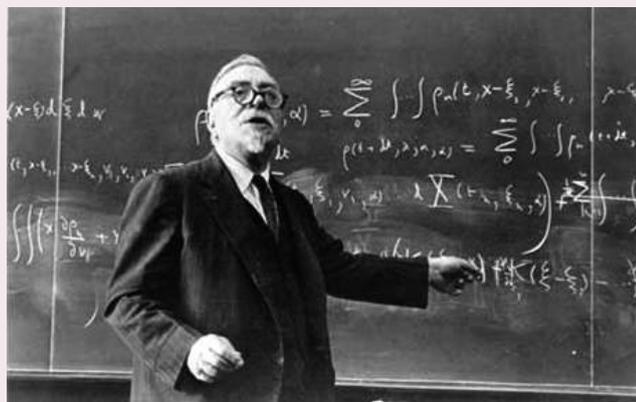


Foto di una scherzosa seduta spiritica durante il 3° Convegno Macy sulla Cibernetica (1947). Da sinistra a destra: John von Neumann (matematico), Heinz von Förster (fisico), Lawrence Frank (sociologo eclettico), Norbert Wiener (matematico), Heinrich Klüver (psicologo), Molly Harrower (psicologa)

chi voleva fondare la matematica su basi assolutamente certe, come avevano provato a fare tra il 1911 e il 1913 Whitehead e Russell con i loro *Principia Mathematica* e poi lo stesso Hilbert.⁵

In linea con la propria vocazione pura, la tecnologia e gli ingegneri sono stati proscritti dall'IAS. Questo, però, è stato vero solo fino a quattro o cinque mesi prima del nostro convegno al Beekman. Infatti Johnny è riuscito a convincere la dirigenza dell'IAS a ospitarvi la costruzione del primo vero computer elettronico programmabile, che sarà conosciuto come "IAS computer", e ne sta dirigendo i lavori. Ogni computer successivo, a parte pochi tentativi di architettura parallela, saranno ispirati a questo prototipo e giustamente detti ad "architettura von Neumann".

Intorno al tavolo del Beekman si intravede anche la rotondeggiante figura di Norbert Wiener.⁶ 52 anni, statunitense di nascita, è un matematico dalla "towering stature", per dirla con le parole che useranno i suoi colleghi americani alla sua morte (1964), ma con un profondo background filosofico. In realtà gran parte della sua grandiosa conoscenza e profonda abilità matematica sono frutto di studio autodidattico. Ottenuto a 14 anni il B.S. in matematica, corrispondente alla nostra laurea triennale, ha proseguito con studi filosofici, ottenendo a Harvard, a 17 anni l'M.A., la laurea magistrale, e poi a 18 il Ph.D., il dottorato di ricerca, entrambi in filosofia. E filosofia ha continuato a studiare durante il successivo biennio post-dottorale al Trinity College di Cambridge (Regno Unito) con Russell, in Germania con Husserl e, infine, di nuovo negli Stati Uniti, alla Columbia University con John Dewey. Si è specializzato in logica e filosofia della scienza, senza mai trascurare insegnamenti che diremmo oggi "continentali", di estetica, filosofia della storia e un'assidua frequentazione dei filosofi idealisti angloamericani.⁷ Infine ha abbandona-



Norbert Wiener

to definitivamente la filosofia per la matematica, quando nel 1919 è stato assunto presso il Dipartimento di matematica del Massachusetts Institute of Technology, il "mitico MIT" di oggi, che allora era solo un politecnico per la formazione di ingegneri, ma che già costituiva una delle principali fucine tecnologiche del mondo. Così il fine filosofo si è trovato trapiantato nel mondo dell'ingegnere dalle mani sporche di grasso. Qui si svolgerà tutta la sua carriera matematica, di successo in successo, fino alla morte, mentre, con i suoi particolarissimi occhiali filosofici, poteva vedere dalla finestra privilegiata dell'MIT le innovazioni tecnologiche di punta nell'atto del loro sorgere, intuendone anche i futuri sviluppi e le ricadute sulla società, come pochi altri. Il terzo matematico è Walter Pitts.⁸ Da tre anni è assistente di Wiener all'MIT. È appena ventitreenne ma possiede un curriculum da Nobel o almeno le potenzialità per vincerlo. Il lettore può immaginarselo come il Matt Damon di *Will Hunting*.⁹ Viene da un passato di ragazzo di strada, un teppistello senza famiglia che ama le scazzottate. Ma è anche un ragazzo prodigio che, da autodidatta, si è costruito una cultura vastissima, frutto di vaste letture nelle biblioteche pubbliche di Chicago: una cultura che fa da corredo a brillantissime doti logiche e matematiche personali. A 12 anni, inseguito da una banda rivale, si è nascosto in una biblioteca dove ha trascorso la notte. Qui si è appassionato alla lettura del primo volume dei *Principia Mathematica* di Russell e Whitehead. Si è appuntato quelli che considerava errori e inesattezze, poi ha spedito una lettera a Russell, che lo ha invitato subito a venire a studiare con lui a Cambridge.¹⁰ Pitts non è andato. Era un ragazzino ed era solo: Russell non poteva saperlo. E forse a Pitts è stato sufficiente dimostrare a se stesso le proprie doti. Qualcosa di simile non a caso ha fatto qualche anno dopo con Rudolf Carnap, uno dei filosofi del Circolo di Vienna, emigrato in America per via delle persecuzioni hitleriane, dove ha ottenuto una cattedra all'Università di Chicago. Pitts ha sottolineato con cura e commentato l'ultimo libro del professore e glielo ha consegnato, accomiatandosi senza presentarsi. Dopo lunghe ricerche, Carnap lo ha rintracciato. Così in breve tempo Pitts è divenuto una delle menti più contese di Chicago: da Carnap a Rashevsky, il padre della biomatematica, a Warren McCulloch, uno psichiatra alle prese con la modellizzazione del cervello e amico di Wiener. Alla fine dell'agosto del 1943, senza abbandonare la collaborazione con McCulloch, lo ritroviamo, ventenne, all'MIT come assistente di Wiener. Nel periodo del nostro con-

vegno sta scrivendo una tesi di Ph.D. che avrebbe sanato la sua mancanza di un curriculum ortodosso.

Oltre questi tre matematici, sono presenti al Beekman il citato McCulloch, il neurofisiologo Arturo Rosenblueth e l'ingegnere Julian Bigelow, da pochi giorni divenuto ingegnere capo del progetto di computer di von Neumann allo IAS. Tutti hanno in vario modo lavorato insieme ai tre matematici durante la guerra appena finita, costituendo un gruppo dalle cui ricerche è nato qualcosa che appare come una nuova disciplina che non ha però ancora nemmeno un nome. Solo nell'estate del 1947 Wiener la battezzerà "cybernetics".¹¹

Accanto a questi studiosi che condividono le idee "cybernetiche", ne siedono altri che sanno poco di questo nuovo campo, coltivato sotto la cappa di segretezza imposta dagli americani alle ricerche militari. Sono neuroanatomisti, neurofisiologi, psicologi, c'è anche uno statistico, un ecologo, un filosofo, due antropologi culturali, Gregory Bateson e Margaret Mead, e un sociologo, Paul Lazarsfeld. Quest'ultimo gruppo di persone è interessato soprattutto a conoscere alcuni risultati delle ricerche di guerra dei primi, soprattutto di Wiener, di cui hanno colto dei frammenti trapelati, tra il 1942 e il 1943, attraverso la fitta maglia del segreto militare imposto alle ricerche belliche, e riguardanti il "feedback". Per capire di cosa si discuterà al convegno occorre perciò tornare alle ricerche di guerra.

Le ricerche sui predittori antiaerei

È noto che gli Stati Uniti entrarono nel secondo conflitto mondiale con la dichiarazione di guerra al Giappone dell'8 dicembre 1941, il giorno dopo Pearl Harbor. Però la mobilitazione dei loro scienziati era iniziata nel 1940, quando Roosevelt aveva creato l'NDRC (National Defense Research Committee), un comitato ristrettissimo per coordinare con le esigenze delle forze armate tutti gli scienziati civili. È affidato a Vannevar Bush, un ingegnere proveniente dall'MIT, amico tra l'altro di Wiener.¹² Wiener nel 1940, matematico a stretto contatto con gli ingegneri da decenni, era uno dei massimi esperti di calcolo automatico al mondo e non solo in campo analogico, come comunemente si pensa.¹³ Non a caso propose all'NDRC un progetto per la realizzazione di una serie di calcolatori digitali elettronici ultraveloci che prevedevano qualcosa di molto simile a quella che oggi chiamiamo memoria ad accesso casuale o RAM. Sarebbero serviti per risolvere problemi matematici relativi all'aerodinamica e alla fisica delle esplosioni, problemi



Di fronte allo IAS computer, da sinistra: Julian Bigelow (già collaboratore di Wiener, ora ingegnere capo), Hermann Goldstine (matematico che ha lavorato all'ENIAC e all'EDVAC), Robert Oppenheimer (già direttore del Los Alamos Laboratory, ora direttore dell'IAS), von Neumann (direttore del progetto del computer)

che per avere una soluzione sufficientemente precisa richiedevano sequenze di milioni di operazioni aritmetiche (somme e divisioni, ma a milioni).¹⁴ Però l'NDRC decise che per l'immediato il progetto non fosse prioritario, rimandandolo a guerra finita.¹⁵

In effetti nel 1940 la questione più urgente era rappresentata dalla difesa antiaerea, mentre Londra era sotto le bombe dei veloci bombardieri d'alta quota della Luftwaffe, dispiegati da Hitler nella Battaglia d'Inghilterra. Il fine dei "bombardamenti strategici" nazisti era di deprimere il morale dei civili martellando le città e forzare così alla resa la granitica volontà di Churchill. Perciò è comprensibile che a Wiener sia stato rifiutato il progetto di un computer, ma accettato un progetto



Il predittore M10 dello US Army, sviluppo delle ricerche dei Bell Laboratories e di quelle di Wiener. Accanto si vede il cannone d'alta quota

riguardante i predittori antiaerei, al quale lavorò dalla fine del 1940 all'inizio del 1943, affiancato dai primi mesi del 1941 dal giovane matematico e ingegnere elettronico Julian Bigelow. Un predittore¹⁶ è un dispositivo che mette in grado un artigliere di prevedere con un certo anticipo la posizione futura di un aereo nemico. Il progetto di Wiener contemplava lo sviluppo di un sistema antiaereo innovativo per il quale egli creò anche un'elaborata e difficilissima teoria matematica. Nella fase finale il suo sistema era così congegnato: un radar rilevava la traiettoria dell'aereo nemico, inviando il segnale relativo a un calcolatore analogico – che secondo Wiener e altri avrebbe potuto essere anche digitale. Il calcolatore eseguiva una previsione, restituendo un segnale indicante la posizione futura dell'aereo, e comandando automaticamente i servomotori di un pesante cannone d'alta quota. In caso di mancato bersaglio, il radar restituiva anche la misura dell'errore e correggeva automaticamente la mira. Tale principio, in cui una differenza è usata per autocorreggere il livello di una grandezza prefissata, tipico della teoria dei controlli automatici, è detto feedback negativo o retroazione negativa.¹⁷ Il sistema continuava a sparare finché l'aereo non veniva giù o riusciva a sfuggirgli.

Occorre anche aggiungere che il sistema contemplava anche il comportamento di componenti umani: il pilota nemico e gli addetti alla centrale antiaerea. Wiener e Bigelow si resero conto che anch'essi potevano essere trattati con le stesse metodiche dei componenti artificiali. In generale si resero conto che il sistema era essenzialmente un insieme di dispositivi artificiali e umani in cui fluivano messaggi, informazione. E che i messaggi non erano solo di natura elettrica. Essi scoprirono che l'ingegneria delle telecomunicazioni, quella che studia telefonia, telegrafia, radar, televisione, nel trattare un messaggio di natura elettrica lo fa, si può dire, solo per accidente, in quanto in realtà ciò che fluisce è una "forma", che va a risiedere su diversi supporti, e che può essere amplificata o ridotta. Leggiamo in *Cybernetics*:

Per quanto riguarda l'ingegneria delle telecomunicazioni, era già apparso chiaro a Bigelow e me che i problemi di questa erano inseparabili da quelli dell'ingegneria dei controlli, e che entrambi dovevano essere impostati dal punto di vista non dell'ingegneria elettrica, bensì della più fondamentale nozione di messaggio, fosse questo trasmesso per via elettrica, meccanica o nervosa.¹⁸

Nel circuito (o insieme di circuiti) della centrale antiaerea fluisce "informazione", passando da un suppor-

to a un altro. All'inizio c'è informazione potremmo dire meccanica, data dalla rotta dell'aereo. Essa è captata dal flusso di microonde emesso e ricevuto dal radar, e ridotta a una piccola corrente elettrica, che viene filtrata da eventuali rumori, come avviene in telefonia, e poi è trattata dal calcolatore predittore che produce un'altra fievole corrente indicante la posizione futura dell'aereo. Il flusso informativo che scorre nel sistema nervoso degli addetti al sistema controlla il loro comportamento per muovere le manopole che forniscono dati al sistema. E queste manovre sono azioni meccaniche. Dato che esse sono a scatti, introducono un disturbo, il quale viene trattato alla stregua di un qualsiasi "rumore", e "filtrato" come avviene in un amplificatore ad alta fedeltà. La corrente finale indicante la posizione dell'obiettivo è infine opportunamente amplificata comandando il movimento meccanico di un pesante cannone d'alta quota, finché il proiettile non viene sparato e il ciclo non ricomincia.

Wiener comprende molto precocemente, nel corso della ricerca, che ha a che fare con una tecnologia non della "materia/energia" come quella del passato, ma "dell'informazione", sottoposta a leggi nuove. La prima era stata sempre interessata principalmente alla produzione di una grande quantità di energia (es. macchine a vapore, turbine idrauliche connesse a dinamo ecc.), alla sua trasmissione (per es. con alberi rotanti o linee ad alta tensione), alla sua trasformazione in altre forme di energia (come trasformatori, trasduttori), al suo utilizzo (per es. motori termici o elettrici, sistemi di riscaldamento ecc.). Al contrario questa tecnologia generalizzata dell'informazione ha interesse alla produzione di informazione (da parte del cervello di una persona che parla oppure da parte di un dispositivo che invia automaticamente un segnale di stop a un altro, come il termostato che spegne il motore del frigorifero quando si è raggiunta la temperatura desiderata); alla sua trasmissione (su linee telefoniche, telegrafiche ecc.); alla sua trasformazione (filtraggio del rumore, codifica ecc.); al suo utilizzo da parte di un essere umano o di una macchina (come nel caso del frigorifero citato). In tutto ciò il livello energetico a cui avvenivano queste operazioni era inessenziale entro limiti piuttosto ampi. Anzi risultava agevole trattare un segnale a livelli energetici bassissimi per poi amplificarne i risultati secondo i propri bisogni. Emergeva qui la visione di una nuova disciplina tutta incentrata sull'informazione, ed è questa la scienza a cui Wiener nel 1947 dà il nome di "cibernetica".

Wiener ebbe chiarissima questa visione, almeno dall'1 febbraio 1942, data di uscita di un libro soprannominato *Yellow peril*, sottoposto a segreto militare, e diffuso in 300 copie numerate secondo una rigida lista di distribuzione, col divieto di darlo a chicchessia o anche di rivelarne parzialmente il contenuto.¹⁹ Esso conteneva la matematica utilizzata dal computer-predittore, che già da sola costituiva una grande scoperta matematica: la "teoria della predizione e del filtraggio delle serie temporali stazionarie", che Wiener dovette condividere col russo Andrei Kolmogorov, giuntovi contemporaneamente.²⁰ Lo *Yellow peril* non accenna ai segnali nervosi, ma già tra il 1941 e il 1942 Wiener aveva cominciato a includere la neurofisiologia nei suoi studi, come attestano numerosi documenti.²¹ In quel periodo Wiener e Bigelow andarono a consultarsi con un vecchio amico del primo, Arturo Rosenblueth, allora neurofisiologo a Harvard.

Wiener e Bigelow ipotizzavano che la mano di un individuo che voglia afferrare un bicchiere d'acqua segua una traiettoria determinata da una serie di costanti aggiustamenti successivi controllati dalle sensazioni che l'individuo ha della posizione della sua mano, e utilizzando perciò il meccanismo del feedback negativo, come accadeva nella centrale antiaerea. Se era così, essi ragionavano, allora doveva verificarsi il caso di un feedback instabile, un fenomeno che colpisce spesso i sistemi di controllo a feedback, dovuto a difetti dei sistemi di compensazione, che ne provoca una oscillazione indesiderata. Chiesero allora a Rosenblueth se esistesse una patologia in cui un individuo cerca di prendere un bicchiere, manca la presa e la mano comincia a oscillare. La risposta di Rosenblueth fu un secco sì: è una malattia che si chiama tremore di mèta, correlata a lesioni del cervelletto. Ciò fece ipotizzare a Wiener e Bigelow che quest'organo fosse la sede di "dispositivi" di compensazione dei comportamenti a feedback negativo.²²

L'episodio rivestì per Wiener un ruolo paradigmatico ma non tanto per il feedback. In esso egli vide un esempio di come teorie edificate per progettare macchine potevano servire a spiegare il funzionamento di organismi viventi; viceversa un neurofisiologo avrebbe potuto dare delle buone indicazioni al progettista di sistemi artificiali. Queste riflessioni confluirono nell'articolo *Behavior, Purpose and Teleology*, scritto da Wiener, Rosenblueth e Bigelow e uscito all'inizio del 1943 su una rivista di filosofia.

Le ricerche sul calcolatore digitale

A questo episodio di *crossfertilization* tra neurofisiologia e tecnologia, se ne aggiunse presto un altro, che rinforzò in Wiener la convinzione che la nuova scienza dell'informazione doveva essere profondamente interdisciplinare e comparativa.²³ Si trattava delle ricerche sul computer digitale elettronico programmabile e sul suo parallelo nel cervello umano.

L'NDRC aveva affidato a von Neumann, che aveva anche una laurea in chimica oltre che in matematica, il compito di studiare la matematica delle esplosioni. È molto probabile che sia stato per queste sue competenze, approfondite nei primi tre anni di guerra, che nel 1943 egli fu chiamato a Los Alamos, il laboratorio incaricato di progettare e costruire le bombe nucleari nell'ambito del più vasto Progetto Manhattan. Qui von Neumann si occupò di progettare la bomba a implosione del plutonio, quella che rase al suolo Nagasaki. Lo studio della fluidodinamica delle esplosioni implicate in quest'ultimo progetto richiedeva – come ben sapeva Wiener dal 1940 – sequenze di milioni di calcoli. Ma il progetto per calcolatori ultraveloci di Wiener era stato bocciato e nel 1943 erano disponibili solo calcolatrici da tavolo e lenti calcolatori a schede perforate dell'IBM e della Bell, utilizzanti relè. A Los Alamos ci si rese conto che bisognava reperire tutte le risorse di calcolo presenti negli Stati Uniti (e nel Regno Unito). Von Neumann fu autorizzato, forse caso unico, a entrare e uscire liberamente da Los Alamos per reperire queste risorse. Nello stesso lasso di tempo, tra il 1943 e il 1945, il suo legame già da decenni esistente con Wiener si rinsaldò, come dimostrato da un ampio carteggio. Che von Neumann per il problema di Los Alamos si sia rivoltò,



L'ENIAC della Moore School nella fase di sviluppo successiva all'arrivo di von Neumann

to anche a Wiener era nella natura delle cose, visto che questi era il massimo esperto in America di macchine di calcolo analogiche e digitali. Però a Wiener non fu mai spiegato a cosa servissero i calcoli di von Neumann, secondo una prassi consueta con coloro che non risiedevano a Los Alamos.

In più di una sede²⁴ ho mostrato come quando nell'agosto 1944 von Neumann scoprì l'unico computer elettronico in costruzione nel paese, l'ENIAC della Moore School, diede subito indicazioni dettagliate per trasformarlo secondo le idee guida che coincidono con quelle espresse da Wiener nel 1940. Abbiamo numerosi documenti, sebbene frammentari, che dimostrano una collaborazione strettissima tra von Neumann, Wiener e Pitts per mettere insieme le idee alla base dell'"architettura von Neumann", che già si ritrovano nel *First Draft on Edvac* del 1945.²⁵

Appena divenuto assistente di Wiener, nel dicembre 1943, Pitts con McCulloch aveva dato alle stampe un articolo rivoluzionario: *A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity*. Vi si dimostrava come una rete di neuroni, concepiti come interruttori automatici (cioè relè), sotto certe condizioni, sia dotata della stessa capacità computazionale della Macchina Universale di Turing, cioè della macchina ideale introdotta da Alan Turing in un articolo del 1936 che si ritiene fino a oggi segnare il confine oltre il quale esistono solo problemi privi di soluzione.²⁶ Appena Wiener ebbe visto l'articolo di McCulloch e Pitts si rese conto che, sostituendo ai neuroni formali del loro schema delle valvole termoioniche (dette anche elettroniche), si sarebbe rapidamente giunti a un progetto per un veloce "cervello elettronico". Insieme a Bigelow, si precipitò a darne una copia a von Neumann.²⁷ Wiener scriverà il 16 ottobre 1945:

Insieme a Walter [Pitts] e a von Neumann, ho idee molto precise per quanto riguarda la relazione tra computer e cervello, principalmente sul fatto che entrambi siano in essenza dei dispositivi a commutazione, dove la connessione di particolari complessi di canali aperti e chiusi fa sì che nuovi canali siano opportunamente aperti o chiusi.²⁸

Abbiamo qui dunque un secondo esempio del metodo di *crossfertilization* caro ai cibernetici. Nel progettare il primo "cervello elettronico" erano state utilizzate le conoscenze degli esperti di cervelli umani; viceversa i concetti dei progettisti di computer potevano aiutare a capire meglio il funzionamento del cervello umano.

Gli scienziati sociali affascinati dal feedback

Come ho detto, la tecnologia o teoria generalizzata dell'informazione concepita da Wiener coincide con ciò che nel 1947 chiamerà "cibernetica", decisione che prese nello scegliere il titolo del suo libro del 1948, *Cybernetics, or Control and Communication in the animal and the machine*. La scelta è fuorviante perché non rende giustizia alla centralità dell'informazione, che sta alla base della nuova scienza. Sappiamo, però, che in prima battuta egli aveva pensato a un'altra denominazione, con riferimento al messaggero, ἄγγελος in greco. Scartò, però, qualcosa come "angelotics" o "angeletics", temendo le connotazioni religiose che avrebbe portato con sé. Pensò allora al κυβερνήτης, il pilota delle navi,²⁹ con riferimento al ruolo svolto nella cibernetica dalla teoria dei controlli automatici, che era però certamente meno centrale delle sue idee sull'informazione e già chiare nello *Yellow peril* del 1942.³⁰

Ma torniamo al nostro convegno al Beekman Hotel. Gli studiosi che non avevano lavorato con Wiener condividevano una metafisica influente (cioè un complesso di idee non verificabili, dunque neopositivisticamente metafisiche, ma che orientano positivamente la scoperta) che possiamo definire "olistico-relazionale". Erano particolarmente interessati ad approfondire la nozione di causalità circolare nel vivente e nella società: fenomeni cioè del tipo A causa B, B causa C, e C causa A.³¹ Ciò spiega anche la presenza tra di essi di George H. Hutchinson, uno dei padri fondatori dell'ecologia, intesa come scienza che studia gli ecosistemi in quanto sottoposti a processi causali circolari interconnessi, come accade nella biosfera, concetto coniato da Hutchinson. Delle idee confluite nell'articolo *Behavior, Purpose and Teleology*, e ascoltate da molti di essi già a latere di un convegno del 1942 organizzato sempre dalla Macy essi avevano colto, dal loro punto di vista, soprattutto la nozione di feedback.³² Da allora aspettarono con ansia la fine della guerra per riparlare.³³ Occorre sottolineare che nemmeno *Behavior, Purpose and Teleology* faceva parola delle riflessioni di Wiener sulla centralità dell'informazione. Ignari di ciò il gruppo delle scienze socio-umane era come mesmerizzato dal feedback, concetto in cui vedevano la possibilità di matematizzare le loro idee sulla causalità circolare ma che, in realtà, sebbene non con quel nome, era un vecchio arnese degli ingegneri almeno dall'epoca di Watt, per non risalire all'età ellenistica.³⁴ Nasce qui, molto probabilmente, una vera e propria leggenda dura a morire nelle scienze socio-

umane che vede in Wiener lo scopritore del feedback. Il nocciolo della cibernetica è nel punto di vista informazionistico ben attestato già nello *Yellow Peril* (1 febbraio 1942), che fu purtroppo declassificato e pubblicato solo nel 1949. Il contenuto matematico del libro era difficilissimo,³⁵ cosa che del resto vale per tutta la matematica di Wiener,³⁶ e questo non ne agevolò la circolazione. Lo stesso si può dire per *Cybernetics* (1948) che, nonostante sia stato un best seller, è sempre stato un libro molto citato e poco letto.

Le discussioni ai convegni Macy sulla cibernetica

Veniamo finalmente ai contenuti del convegno del 17 e 18 marzo 1946. Il primo a parlare, la mattina del primo giorno fu von Neumann, che presentò il nuovo computer elettronico digitale e il progetto che stava realizzando proprio in quei giorni all'IAS di Princeton. Seguì una relazione del neuro-anatomista Lorente de N., uno dei massimi esperti della teoria neuronale, che mostrò il parallelo del computer con il cervello umano. Nel pomeriggio fu la volta di Wiener che, per rispondere alle richieste del gruppo delle scienze socio-umane, parlò delle macchine contenenti feedback. Seguì Arturo Rosenbluth che discusse dei meccanismi a feedback rinvenibili nell'organismo umano. La sera Gregory Bateson e Margaret Mead posero l'esigenza di capire maggiormente come la causalità circolare opera nella società; esigenza che restò inavasa.

Essendo chi scrive anche sociologo, sa bene quanto siano importanti nelle fenomenologie sociali i processi a causalità circolare: si pensi alla profezia che si auto-adempie di William Thomas, al circolo vizioso della povertà di Gunnar Myrdal o all'effetto San Matteo di Robert Merton. Secondo la mia esperienza, un *bias* cognitivo che non raramente presiede alla allocazione delle risorse in un vasto sistema bibliotecario consiste nel basarsi sulle alte performance o ancor peggio sulle alte risorse di base di una biblioteca, senza verificare se le alte performance non dipendano semplicemente dalle più ampie dotazioni. In tal modo si danno ancora più risorse a questi ultimi e meno a quelli con scarse performance, ottenendo l'anno successivo ancora maggiori performance per quelli con già alte performance e minori per quelli con basse. È l'effetto San Matteo di Merton, che riscontra nella società il detto evangelico: "A chi ha sarà dato, a chi non ha sarà tolto anche quello che non ha".

Su questo punto le scienze socio-umane incontrarono un muro di gomma da parte di Wiener e degli altri cibernetici.³⁷ In realtà il 17 marzo 1946 era stato presentato l'approccio metodologico della cibernetica: la *crossfertilization* tra esperti di macchine e di animali. Il giorno dopo avrebbe finalmente fatto la sua apparizione l'informazione. I lavori della mattina del 18 marzo furono aperti da una relazione della psicologa sperimentale Molly Harrower, che sull'onda del suo interesse per la causalità circolare, si intratteneva sugli atteggiamenti ripetitivi in una persona con danni cerebrali, confrontandoli con le ripetitività nevrotiche. Il suo discorso fu ripreso da Lawrence Kubie, neurofisiologo divenuto psicanalista. Per dare conto delle ripetitività nevrotiche propose una spiegazione neurofisiologica basata sui circuiti riverberanti da poco riscontrati nel cervello umano. Kubie usò espressioni tipiche del linguaggio freudiano e in generale psicoanalitico, come "energia che viene liberata" e "tensione psichica".

Queste frasi portarono scompiglio tra i cibernetici. Wiener si infuriò spiegando che non si poteva usare la nozione di energia per parlare di sistemi di comunicazione che elaborano informazione.³⁸ In realtà dal punto di vista dei cibernetici i processi riverberanti rinvenuti nel cervello avrebbero dovuto essere concepiti come flussi di informazione e non di energia e, nello specifico, come il corrispettivo delle linee di ritardo utilizzate, per esempio, nell'ENIAC come memorie rapide e riscrivibili, cioè RAM.³⁹ In quel generale trambusto vide così la sua epifania l'approccio informazionistico dei cibernetici. In tutti i successivi incontri il tema della causalità circolare venne costantemente eluso, e si trattò invece soprattutto di cervelli, computer e informazione. Il gruppo con retroterra olistico si era recato come Colombo verso le Indie della causalità circolare e aveva scoperto l'America della cibernetica. Riassume McCulloch in un memorandum distribuito all'inizio del decimo e ultimo convegno Macy:

I nostri incontri sono iniziati soprattutto perché Norbert Wiener e i suoi amici matematici, ingegneri delle telecomunicazioni e fisiologi, avevano dimostrato l'applicabilità delle nozioni di *feedback* negativo a tutti i problemi della regolazione, all'omeostasi, e all'attività diretta a scopo, nelle macchine a vapore quanto nelle società umane. Alla fine delle prime cinque sessioni, di cui non sono stati pubblicati gli atti, abbiamo scelto di incontrarci una volta l'anno [...]. Quando avvennero questi cambiamenti, comunque già avevamo scoperto, *che ciò che era cruciale in tutti i problemi riguardanti il feedback*

*negativo in qualsiasi servo-sistema non era l'energia restituita, ma le informazioni circa il risultato dell'azione fino al momento attuale. Il nostro tema si è spostato lentamente e inevitabilmente su di un campo [l'informazione] dove Norbert Wiener e i suoi amici erano anche qui i numi tutelari.*⁴⁰

I primi cinque convegni furono caratterizzati da un travagliato battibeccare tra “cibernetici” e “olisti”. La cesura tra il quinto e il sesto convegno Macy cui allude McCulloch era stata dettata dall'uscita del libro *Cybernetics*, in cui Wiener aveva messo finalmente tutti i puntini sulle “i”, introducendo anche l'agognata denominazione per la nuova scienza e dicendo cosa significasse per lui e i suoi amici. Rispondeva inoltre con un secco no alle pretese degli scienziati sociali, come Bateson e Mead, che volevano capire come funzionasse la causalità circolare nella società. Li invitò al contrario a studiare la società dal punto di vista della comunicazione.⁴¹

Dopo *Cybernetics* vi furono alcuni come Bateson che accettarono di restare e puntarono a creare una sorta di sintesi hegeliana tra l'informazionismo di Wiener e il proprio peculiare approccio olistico-relazionale. Non a caso i processi a causalità circolare che rinveniamo nel Bateson successivo alle Macy conferences sono principalmente di tipo informazionistico.⁴² Lo stesso fece uno psicologo sociale come Alex Bavelas, esperto di piccoli gruppi, che si mise a studiare i flussi informativi al loro interno. Altri, come Lazarsfeld e la Harrower, gettarono la spugna e si dimisero.

L'incerto statuto epistemologico dell'informazione

La concezione dell'informazione in Wiener è la stessa che ritroviamo in Shannon.⁴³ Quest'ultimo nel suo primo articolo del 1948 la mutuò in gran parte dalla matematica dello *Yellow peril* (1942) ed ebbe la possibilità di seguire da vicino tutte le ricerche di Wiener dal 1940 al 1948. Scrive Wiener nello *Yellow Peril*: “Nessun apparato per inviare informazione è utile se non è progettato per operare, non su di un particolare messaggio, ma su un insieme di messaggi, e la sua efficacia va valutata mediante il modo in cui esso funziona in media rispetto ai messaggi di questo insieme”.⁴⁴ Wiener si raffigura un messaggio come una curva che si svolge nel tempo, estratta su un insieme ampio di curve. In un testo più divulgativo spiega: “Il messaggio è un modello trasmesso che acquista il suo significato per il fatto di essere stato prescelto tra una gran quantità di modelli”.⁴⁵

Leggiamo – senza riferimento a Wiener – nell'esordio dell'articolo di Shannon del 1948: “L'aspetto significa-

tivo [della *communication theory*] è che il messaggio effettivo è quello selezionato su un insieme possibile di messaggi”.⁴⁶ Shannon, è vero, riconosce il debito che ha verso Wiener, ma solo nella terza parte del saggio, dove osserva: “La *communication theory* si occupa propriamente, come è stato sottolineato da Wiener, non di operazioni su funzioni particolari, ma di operazioni su insiemi di funzioni”.⁴⁷ In nota aggiunge che la “*communication theory* è pesantemente indebitata con Wiener in molta della sua filosofia di base e teoria. Il suo classico rapporto ‘The Interpolation, Extrapolation, and Smoothing of Stationary Time Series’ [*Lo Yellow peril*], [...] contiene la prima chiara formulazione della *communication theory* in quanto problema statistico, lo studio delle operazioni su serie temporali”.⁴⁸

La principale differenza tra la concezione della teoria dell'informazione di Wiener e quella di Shannon sta nel fatto che quest'ultimo vietò a se stesso e agli altri di usare i concetti di quella teoria fuori dai rassicuranti recinti di questa o quella specializzazione tecnica, all'interno dei quali essa è utilizzabile in maniera rigorosa. Al contrario Wiener tese a usarla con disinvoltura al di fuo-



Walter Pitts (a destra) con il suo caro amico, Jerome Y. Lettvin. Siamo nella fase di “Cosa l'occhio della rana dice al cervello della rana”, dopo la fase di rottura con Wiener

ri di tali steccati. Wiener non ignorava, ritengo, l'ambiguità di cui soffre la nozione di informazione una volta che sia posta fuori dai binari di un campo ben definito. Ma da questa applicazione non ortodossa emergeva un quadro estremamente suggestivo e questo per lui era sufficiente come giustificazione per proseguire. Ciò, d'altro canto, era il tipico modo di Wiener di lavorare anche in matematica:⁴⁹ seguire un'idea in quanto fortemente suggestiva, seguirla fino in fondo, come un cane da tartufo segue il proprio naso, perché la ritiene rilevante, "considerevole" direbbe Heidegger. Solo in un secondo tempo Wiener si sarebbe preoccupato di conferire ai concetti scoperti col suo metodo la coerenza necessaria.

Purtroppo nel caso dell'informazione Wiener non passò alla seconda fase, e nessun altro ci riuscì. La nozione di informazione fuori del contesto strettamente tecnico non ottenne allora e non ha ancora oggi, dopo 70 anni, quella chiarezza d'uso che possiedono la massa, l'energia, l'entropia in fisica. La questione di dare uno statuto teorico ed epistemologico chiaro e ben fondato al concetto di informazione, più volte affrontata in questi anni non è giunta mai a una soluzione accettabile.⁵⁰ Sul finire del 1945 Wiener visse una profonda crisi di coscienza, a causa del bombardamento atomico sul Giappone, amareggiato circa l'uso cinico che il governo aveva fatto dell'invenzione, uso che gli dimostrava come fosse pericoloso mettere le invenzioni in mani sbagliate. Forse aveva anche capito di avere dato una mano consistente e inconsapevole alla stessa realizzazione delle bombe, con l'aiuto fornito a von Neumann nel modificare l'ENIAC. Wiener, che era stato il massimo protagonista delle ricerche sul computer digitale, non ne volle più sapere di informatica, che vedeva troppo invischiata nelle ricerche militari.⁵¹

Le discussioni dei dieci convegni Macy sulla cibernetica, dal 1946 al 1953 furono l'unico modo in cui si continuò a ragionare di cibernetica come teoria generale dell'informazione. Ma sia Wiener che von Neumann nel 1949 diedero le dimissioni. Vi fu un'interruzione *soft* del suo sodalizio con von Neumann già nel 1945, che ebbe pesanti conseguenze teoriche. Vi invito a leggere i loro carteggi, chiari e profondi: questi due uomini erano qualcosa di davvero prodigioso. Le questioni morali fecero divergere totalmente le loro vie dalla fine del 1945. Wiener divenne scrittore e usò spigliatamente i rapporti con la stampa per farsi portabandiera di una scienza pacifica e responsabile. Von Neumann fu trascinato nel vortice della guerra fredda e divenne il consi-

gliere scientifico più ascoltato dalle agenzie governative, tanto amato dai falchi che Kubrick con buone probabilità è a lui che si è ispirato nel disegnare la figura del Dottor Stranamore.⁵²

Wiener continuò a lavorare sul rapporto cervello-computer a livello sperimentale fino al 1949 o 1950, con Rosenblueth e Pitts. Ma vi fu anche un litigio, mai ben chiarito, anche tra McCulloch e Pitts da una parte e Wiener dall'altra, che - tra l'altro - minò alle fondamenta lo sviluppo umano e intellettuale di una mente promettente in una psicologia fragile come quella di Pitts. Questi bruciò la sua tesi di dottorato non ancora discussa, in cui stava lavorando a un modello di cervello con forte parallelismo e sottoposto a processi causali. Una cosa simile fa Matt Damon in *Will Hunting* e, come nel film, si cercò invano di rimettere insieme i frammenti salvati dalle fiamme. Pitts si ripiegò in una depressione sempre più nera da cui non si riprese più. Uno degli ultimi lavori cibernetici a tutti gli effetti è *What the frog's eye tells the frog's brain* [Cosa l'occhio della rana dice al cervello della rana].⁵³ Ma ormai Wiener era lontano anni luce dal gruppo, che sotto la montante marea dell'intelligenza artificiale, vide sciogliersi come la neve gli ultimi tentativi di portare avanti la cibernetica.

Dilaniata da queste tensioni intestine che bloccarono la collaborazione tra menti davvero straordinarie, la cibernetica dal 1953, negli USA e nel Regno Unito, si frammentò rapidamente in una molteplicità di specializzazioni, dalla biomatematica, alla bionica, alla teoria dell'informazione, ai controlli automatici, all'informatica, alle neuroscienze, non più unita dal collante dell'interdisciplinarietà, né dalla nozione unificante di informazione, né dalla genialità dei suoi fondatori. Anzi secondo Vittorio Somenzi la mancata prosecuzione delle ricerche cibernetiche fu determinata soprattutto dalla mancanza di menti altrettanto eccelse.⁵⁴ Fu rimpiazzata dalla più "disciplinata" intelligenza artificiale.

Il computer come motore di una nuova rivoluzione industriale

Dopo quanto detto non deprimiamoci più di tanto e seguiamo le preziose riflessioni del principale teorico della cibernetica, Norbert Wiener. Questi già dal 1945 aveva compreso che la cibernetica in fieri, quando si sarebbe diffusa, non avrebbe lasciato le cose come prima, ma avrebbe avuto un profondo impatto sulla società. Una delle sue previsioni riguardava l'avvento di una

massiccia automazione industriale, innescata dalla diffusione dei computer digitali. Ne scriveva il 16 ottobre 1945 all'amico italiano Giorgio de Santillana, suo collega all'MIT:

In associazione con il feedback e con l'apparato di predizione, [i computer] costituiscono un'adeguata centrale di comando per dispositivi di controllo automatico di catene di montaggio automatiche, per il controllo automatico di impianti chimici ecc.⁵⁵

Oggi un ingegnere parlerebbe di uso del computer per i controlli di processo, applicazione poi diventata classica. Wiener era giunto a questa intuizione considerando il cervello umano come un modello dei "cervelli elettronici" del futuro: esso indicava come i computer sarebbero potuti divenire leggeri, a basso consumo, a buon mercato, ubiqui. Aveva vissuto la crisi del 1929 da adulto americano e temeva che una diffusione troppo rapida e spinta dell'automazione industriale avrebbe portato a una sotto-occupazione da tecnologia, non concedendo alla società un tempo sufficiente a trovare le necessarie compensazioni. È eccezionale una percezione così convinta tanto da starvi male, quando per molti anni ancora l'opinione prevalente tra gli esperti dell'industria informatica sarà che "8 o 10 grandi cervelli elettronici" sarebbero stati sufficienti "all'intera comunità scientifica e alle rare aziende capaci di utilizzare i loro strani talenti".⁵⁶ Ma per costoro un computer non era che una calcolatrice molto veloce, mentre per Wiener era a tutti gli effetti un cervello artificiale, sebbene dotato di un'architettura molto diversa da quella del cervello umano: opinione condivisa anche dagli altri grandi protagonisti della cibernetica, in primo luogo John von Neumann, Alan Turing e Walter Pitts.

La curvatura epocale della cibernetica

Dopo la crisi di coscienza del 1945, inizialmente Wiener pensò che affinché fosse evitata la temuta rapida espansione dell'automazione industriale, fosse sufficiente non collaborare più. Però nel 1947 un viaggio in Inghilterra lo convinse che gli inglesi stavano più o meno al punto di avanzamento degli statunitensi. Le ricerche di guerra tra USA e Regno Unito erano in realtà state condotte attraverso un fitto scambio tra le due sponde dell'Atlantico di personale e informazioni anche strettamente riservate, compreso lo *Yellow peril*, che gli inglesi avevano studiato a fondo.

Nel 1947 Wiener si convinse perciò che era ormai inuti-

le chiudere la stalla quando i buoi erano scappati e non restava, per mantenere la metafora, che prendere il toro per le corna. Dunque passò dalla linea del massimo riserbo a quella della massima pubblicità, nella speranza di creare nella società civile una consapevolezza dei nuovi problemi che la società andava affrontando, perché fossero in grado di controllare democraticamente l'impatto delle innovazioni tecnologiche cibernetiche sulle loro vite. Da questa considerazione nacque l'iniziativa di pubblicare *Cybernetics*, libro in cui la cibernetica appare non come una semplice nuova disciplina, ma come l'essenza stessa di una nuova epoca.

Il libro contiene un suggestivo affresco diacronico. Vi leggiamo:

Se il secolo XVII e gli inizi del secolo XVIII rappresentano l'età degli orologi, e la fine del secolo XVIII e il secolo XIX costituiscono l'età delle macchine a vapore, il nostro tempo è l'età della comunicazione e del controllo.⁵⁷

Come si vede, la terza tappa, l'epoca in cui si stava entrando, era un'epoca della comunicazione e del controllo, dunque un'epoca "cibernetica" per antonomasia, stando al sottotitolo di *Cybernetics, or Control and Communication in the Animal and the Machine*. Ma scendiamo un po' più nei particolari. L'orologio simboleggia a suo parere un'epoca dominata da una scienza meccanicista e determinista; la tecnica degli orologi corrisponde perfettamente alla fisica del tempo, costituitasi attraverso lo studio del sistema solare. Scrive:

Gli ingegneri civili [...] del XVII secolo e degli inizi del XVIII erano orologiai e molatori di lenti [...]. Un orologio non è altro che un planetario tascabile, e il suo moto è obbligato come quello delle sfere celesti [...]. Il risultato più importante di questa tecnica che segue il modello di Huyghens e Newton è l'età della navigazione, in cui fu per la prima volta possibile calcolare le longitudini con sufficiente precisione e trasformare il commercio sui grandi oceani, da un'avventurosa questione di fortuna, in un traffico regolare. È la tecnica del mercantilismo.⁵⁸

Ognuna di queste epoche ha un corrispettivo nei coevi automi artificiali e nei modelli interpretativi che essi offrono per gli organismi viventi. L'automa dei tempi di Newton è un "carillon a orologeria, con le rigide statuette piroettanti sul coperchio",⁵⁹ mentre più o meno contemporaneamente Cartesio concepisce gli animali come automi a orologeria.

L'età degli orologi viene soppiantata da quella delle

macchine termiche, che va dalla fine del Settecento fino più o meno alla Seconda guerra mondiale. Essa corrisponde in fisica alla termodinamica, mentre l'ingegneria si interessa soprattutto delle fonti di forza motrice. Sotto il profilo economico si ha la prima rivoluzione industriale con l'avvento della fabbrica classica. Tutta quest'epoca è concentrata sul concetto di energia. Adesso l'automa tipo diviene il "glorificato motore termico",⁶⁰ a cui corrisponde una visione dell'organismo vivente come "un motore termico che brucia glucosio, glicogeno o amido, grassi e proteine, trasformandoli in anidride carbonica, acqua e urea".⁶¹

Si perviene infine a una terza fase: l'epoca del controllo e della comunicazione, l'epoca cibernetica. Qui l'ingegneria è soprattutto elettrica, ma non si incentra tanto sulla potenza o sull'energia, quanto sul trattamento dell'informazione. Le macchine in questo ambito sono il telegrafo, il telefono, il radar, la centrale di tiro anti-aereo, il missile che insegue il bersaglio e anche "le meraviglie del computer [the wonders of the automatic computing machine] appartengono allo stesso territorio di idee, che non fu mai di certo così attivamente perseguito in passato quanto al giorno d'oggi".⁶²

Abbiamo già accennato al rapporto che Wiener stabilisce tra l'informazione intesa come nuova grandezza fisica e la materia/energia. Egli sostiene che il consumo energetico di una macchina che elabora informazione, per esempio un computer, non costituisce in alcun modo una misura della sua potenza di elaborazione. Fa notare che la differenza di temperatura del sangue che entra nel cervello e quello che esce è piccolissima. Il basso livello energetico a cui lavorano i neuroni era da mettere in relazione col fatto che il cervello è un sistema che elabora informazioni, non una macchina termica. Von Neumann sosteneva idee identiche.⁶³ Questo discorso spiega perché un computer attuale, rispetto all'ENIAC del 1945 sia molto più potente in termini di elaborazione, con un consumo energetico al confronto davvero risibile.

Anche la biologia in quest'epoca tese a divenire rapidamente una branca della cibernetica nel senso in cui siamo andati definendola. Francis Crick nei giorni in cui stava per scoprire con Watson il modello a doppia spirale del DNA (aprile-maggio 1953) lesse *Cybernetics*.⁶⁴ Poco dopo, biologi, fisici e matematici si applicheranno sul DNA considerandolo come un lunghissimo messaggio scritto in un codice, il "codice genetico", che andava decifrato.⁶⁵ Essi non vedevano più nella cellula un sistema termico, ma in primo luogo un elaboratore di informazione.

L'intuizione del 1945 è incastonata così in *Cybernetics* in un affresco suggestivo e per molti versi profetico. L'avvento dell'età cibernetica avrebbe prima o poi condotto a una seconda rivoluzione industriale:

La prima rivoluzione industriale, la rivoluzione degli "oscuri satanici opifici", rappresentò la svalutazione delle braccia umane di fronte alla concorrenza della macchina [...]. La rivoluzione industriale moderna è analogamente legata alla svalutazione del cervello umano, almeno nelle sue decisioni più semplici e ripetitive. Naturalmente, come l'esperto falegname, l'abile sarto, il meccanico specializzato sono in qualche modo sopravvissuti alla rivoluzione industriale, così lo scienziato e l'amministratore specializzati possono sopravvivere alla seconda. Comunque, una volta che la seconda rivoluzione si sia compiuta, l'essere umano medio, di capacità mediocri, non avrà più niente da vendere che valga la pena di essere acquistato.⁶⁶

Gli ideologi di Stalin si spaventarono a morte di fronte a questa previsione: la scomparsa delle fabbriche classiche – ragionavano – avrebbe portato all'estinzione del proletariato, cioè della classe universale nell'ideologia marxiana, a cui sarebbe appartenuta la futura società del comunismo realizzato, senza classi. Invece di correre ai ripari decisero di mettere all'indice le opere di Wiener e la cibernetica, il che comportò anche un freno allo sviluppo dell'informatica, che dovette essere studiata e praticata dagli scienziati sovietici, anche da quelli nucleari, di nascosto per non contraddire l'ortodossia ufficiale. Riscontrati i danni della censura anticibernetica, seguì la riabilitazione khrushcheviana, addirittura con un intervento del segretario del PCUS in persona in favore della cibernetica e di Wiener, invitato con tutti gli onori nel 1960 a Mosca.⁶⁷

Wiener al confronto con Mumford e Innis

Ma torniamo al discorso centrale di Wiener, quello sull'informazione. Per far risaltare la specificità del suo punto di vista, vorrei confrontare per sommi capi l'affresco storico di Wiener con quelli di altri due studiosi suoi contemporanei: Mumford (nato nel 1895) e Innis (nato lo stesso anno di Wiener, nel 1894) che potrebbero essere classificati come deterministi tecnologici, sostenitori cioè di concezioni che fanno risalire la forma di una società ai mutamenti tecnologici che in essa avvengono; un discorso che vale anche per Wiener. Lewis Mumford, in un libro del 1934 da lui stesso riproposto nel dopoguerra senza cambiamenti sostan-

ziali, distingue tre fasi di evoluzione della tecnica e corrispondentemente della società. Una fase “eotecnica”, che va dal Mille fino alla Rivoluzione industriale della seconda metà del Settecento, contraddistinta dalla progressiva sostituzione alle braccia umane come fonte privilegiata di energia, con animali, acqua, vento. I materiali tipici sono il legno e il vetro (e io aggiungerei il cuoio). Con la rivoluzione industriale del Settecento si passa alla fase “paleotecnica”, in cui la fonte principale d’energia è data dalla macchina a vapore, alimentata a carbone. Nasce il gigantismo industriale, lo sviluppo delle miniere; il materiale preferito è il ferro e i suoi derivati. Infine si perviene – con limiti cronologici maldefiniti in quanto non c’è vera e propria cesura con la precedente – a una terza fase, detta “neotecnica”, in connessione con l’utilizzo dell’elettricità, del motore elettrico, con la conseguente possibilità della dislocazione delle fabbriche lontano dalle fonti energetiche e lo sviluppo delle telecomunicazioni. I materiali principali divengono di nuovo leggeri: materie sintetiche, rame, alluminio. Mumford coglieva anche l’importanza sociale delle telecomunicazioni: uno degli effetti della radio, spiegava, è la restaurazione di un contatto nuovo fra il capo e il suo popolo.

Come si vede il ritmo diacronico è dato dalle trasformazioni che subiscono due livelli: quello dell’energia e quello dei materiali. Dai materiali leggeri e fonti di energia entrambi di origine prevalentemente organica, si passa a materiali pesanti e fonti energetiche di origine minerale. Nella terza fase si arriva a materiali comunque di origine minerale e di sintesi ma leggeri e azionati da motori altrettanto leggeri, come quelli elettrici. Si può aggiungere a conferma del discorso di Mumford anche il ruolo che ebbe la leggerezza del motore a combustione interna (o motore a scoppio), da cui si sviluppò l’automobile, ma soprattutto l’aeronautica. In questa visione di Mumford, a cui non si può negare l’eleganza delle visioni semplici e armoniche, dominano come costanti energia e materia. Lo stesso sviluppo delle telecomunicazioni è visto come semplice ricaduta della scoperta dell’energia elettrica. Come si vede si può parlare di comunicazione e restare legati a una concezione nient’affatto informazionistica à la Wiener.

La conferma la troviamo in un’opera che è quasi coeva a *Cybernetics*, che però non ha risentito del libro di Wiener. Risalgono al 1948 le sei conferenze tenute all’Università di Oxford dall’economista Harold A. Innis (1894–1952),⁶⁸ su cui è basato il volume *Empire and Communications*, uscito nel 1950.⁶⁹ Innis può essere con-

siderato come uno dei padri fondatori della Scuola di Toronto, di cui uno dei discepoli più noti è McLuhan. La tesi centrale del libro è che le civiltà possono essere classificate in base a due tendenze emergenti dai materiali che prevalentemente si utilizzano nei mezzi di comunicazione. Vi sono media che enfatizzano il tempo e sono quelli che utilizzano materiali durevoli come la pergamena, l’argilla o la pietra; e media che enfatizzano lo spazio, utilizzando materiali leggeri e di scarsa durata come il papiro e la carta, adatti all’amministrazione di vaste aree e al commercio. Le società che enfatizzano il tempo favoriscono il decentramento; quelle che enfatizzano lo spazio, la centralizzazione. Così, per esempio, quando Roma conquistò l’Egitto e poté disporre di grandi quantità di papiro, incrementò la sua tendenza all’espansione spaziale e alla centralizzazione.⁷⁰

È importante ricordare qui Innis, perché si è tentati di asserire che l’idea della centralità della comunicazione per la società sia stata introdotta con Wiener.⁷¹ Tale affermazione non è vera e rischia di non far cogliere la peculiarità del discorso wieneriano.⁷² Come si vede tutto il discorso di Innis ruota sul tipo di materiale che si usa come supporto della comunicazione. Il suo discorso non è banale, come non lo è quello di Mumford. Entrambi comunque fanno emergere, per contrasto, la novità del punto di vista di Wiener, che insiste sull’informazione come una terza grandezza non riducibile alla materia e all’energia.

Vorrei far notare anche un altro aspetto significativo. L’idea sopra accennata, parlando di Mumford circa l’introduzione del motore a scoppio come snodo chiave per l’avvento dell’aeronautica, è mutuata da un articolo di Wiener del 1933: *Putting matter to work. The search for cheaper power*. Nel 1933 Wiener ragiona su materia ed energia, e non trova spazio nel suo pensiero la nozione di informazione. In particolare si interessava a come ottenere forza motrice a basso costo, a come conservarla, a come produrre motori leggeri in grado di muovere grandi masse oltre alla loro stessa mole. A ben vedere lo stesso input delle sue stesse ricerche di guerra incentrate sull’aerodinamica (il computer) e sull’abbattimento degli aerei (il predittore) è in linea con questi suoi interessi anteguerra. Da uomo che aveva vissuto la Grande depressione del 1929, i cui effetti non si erano ancora esauriti, anzi avevano quasi fatto da catalizzatore ai fascismi in Europa, Wiener guardava con diffidenza anche ai primi discorsi sull’energia atomica, che avrebbe potuto costituire una fonte di energia a bassissimo prezzo, foriera di disoccupazione da sovrapproduzione.

ne.⁷³ Scoperta l'informazione essa prenderà il posto dell'energia a basso costo.

Dunque c'è un "primo Wiener", anteguerra, che ragiona come Innis e Mumford; e un secondo Wiener, post-bellico, che è pervenuto a una svolta informazionistica attraverso le sue ricerche di guerra.⁷⁴ Ho scavato a lungo per capire da dove attinga il suo informazionismo. Negli scritti antecedenti la Seconda guerra mondiale, nel corso di quasi un quarantennio, non c'è nulla che faccia presagire la sua svolta informazionistica, se non una giovanile infatuazione per Aristotele. La filosofia di Aristotele considera esistere esseri viventi e non viventi, poiché entrambi sono sostanze: un uomo, una statua. Ciascuna sostanza è un tutt'uno (σύνολος) di forma (μορφή) e materia (ύλη). Sembrerebbe che Wiener abbia recuperato la distinzione aristotelica per mettere ordine alle idee scaturite dalle sue ricerche di guerra. La tesi di questa influenza aristotelica a cui ero pervenuto indipendentemente è stata sostenuta anche da Terrell Bynum.⁷⁵ Enrico Berti, eminente esperto di Aristotele, ha pure sostenuto nel 2008 che l'insistenza contemporanea sull'informazione gli appariva come un inatteso recupero del pensiero aristotelico. Il ponte attraverso cui la forma di Aristotele, buttata dalla finestra e che sembra a Berti essere tornata per la porta del nostro tempo, è stato molto probabilmente Wiener.⁷⁶

Informazione *versus* materia ed energia

A differenza di Mumford, di Innis e dello stesso "primo Wiener", il "secondo Wiener" vede l'informazione come una nuova grandezza, accanto alla materia/energia. Di essa ne dà innanzitutto una definizione in negativo: dice quello che non è. Scrive di getto in *Cybernetics*: "L'informazione è informazione, non materia o energia. Al giorno d'oggi, nessun materialismo che non ammetta questo può sopravvivere".⁷⁷ La chiusa diede filo da torcere ai guardiani del materialismo dialettico anche dopo la riabilitazione post-stalinista. Come si faceva a digerire una frase come quella sopra citata, che tirava in causa proprio il materialismo? I filosofi di Khrushchev non riuscivano a trovare nessun cenno alla nozione di informazione nei testi sacri dei padri fondatori, in primo luogo in Engels. E come avrebbero potuto? Il materialismo dialettico di Engels era scolpito nella pietra del materialismo scienziato ottocentesco, tutto materia ed energia.

Storicamente in filosofia il materialismo si contrappone allo spiritualismo. Quello di Wiener non è uno spiritualismo. L'informazione è una grandezza fisica al-

trettanto effettiva della materia e dell'energia, ma è radicalmente altro. È interessante in proposito la difesa che Wiener prende della psicanalisi. Nel settimo capitolo di *Cybernetics*, su "Cybernetics and Psychopathology", distingue tra psicopatologie "organiche" e "funzionali". Queste ultime, a differenza delle prime, non sono riconducibili a danni anatomici. Esse, supposeva, avrebbero potuto essere ricondotte a disturbi della memoria o delle comunicazioni tra le parti del cervello. Ipotizzava, per esempio, che in alcuni casi tali patologie corrispondessero a un accumulo eccessivo di informazioni memorizzate, a un *overloading*. C'è anche bisogno, spiegava, di cancellare i ricordi e di riordinarli, e questo potrebbe essere ciò che succede durante il sonno. I modi spicci per risolvere le malattie mentali, come gli shock elettrici o insulinici, la lobotomia, ipotizzava, non potrebbero avere altro ruolo che cancellare ricordi in eccesso, uccidendo parte del tessuto cerebrale, infliggendo menomazioni più o meno gravi e tra l'altro agendo sulle parti più superficiali del cervello. Lo strumento migliore per risolvere questo tipo di patologie gli sembrava invece proprio la psicoterapia, che consentiva di accedere ai ricordi profondi attraverso interazioni informative tra psicanalista e paziente. Interazioni che rimettono pazientemente in ordine le informazioni custodite nel cervello. Tale approccio non avrebbe avuto senso se Wiener non avesse concepito come effettiva, direi sostanziosa, l'informazione, sia quella contenuta nella memoria del paziente che causa il suo disturbo, sia quella di cui consta l'interazione psicoterapeutica. Un altro aspetto su cui Wiener insiste molto è che l'informazione è sottoposta a leggi completamente diverse rispetto a quelle che riguardano la materia/energia. Per esempio, se in biblioteca ho due copie identiche dei *Promessi sposi*, la massa si raddoppia, ma dal punto di vista della teoria dell'informazione ho la medesima quantità di informazione, da questo punto di vista è come se ne avessi una sola copia. Aumenta però la ridondanza: più copie uguali significa che sarà difficile perderle nel corso del tempo; sarà più facile, inoltre, rispondere ai bisogni degli utenti; e se ben distribuite sul territorio, aumenterà la probabilità che qualcuno ci inciampi sopra adempiendo così alla seconda e alla terza legge di Ranganathan: "Every reader his (or her) book"; "every book its reader".⁷⁸

Nelle trasformazioni basate su energia e materia, è sempre valido il principio di conservazione dell'energia e della materia.⁷⁹ L'energia utile che nel trasferimento dalla centrale elettrica a un motore che la utilizza, si

perde in calore o nell'energia cinetica del motore. Il bilancio energetico è salvaguardato. La materia che si perde in una fissione nucleare la ritroviamo sotto forma di energia.

Non esiste un analogo principio di conservazione per l'informazione. Come aveva già intuito lo statistico Ronald Fisher,⁸⁰ nel corso delle sue trasformazioni l'informazione o resta costante o diminuisce: non può mai crescere. Si pensi alla reiterazione delle fotocopie, usando sempre la copia successiva, che finisce con un foglio di carta illeggibile pieno di puntini neri; oppure alla tendenza del contenuto dei manoscritti a corrompersi nel corso della *traditio*.

Questi fatti ci mostrano come nel trattare fenomeni informativi dobbiamo mettere da parte le nostre abitudini relative alla materia/energia. Nello specifico l'ultimo fenomeno discusso, mostra la somiglianza dell'informazione con l'entropia. Il secondo principio della termodinamica asserisce che in una trasformazione termodinamica l'entropia resta costante o aumenta. Possiamo trasformare una certa quantità di energia messa in una forma a bassa entropia, come l'energia cinetica in calore, una forma a bassa entropia. Ma la trasformazione è irreversibile, nel senso che non tutta l'energia sotto forma di calore poi può essere ricondotta alla forma di energia cinetica. Secondo una metafora che la termodinamica statistica dimostra essere più di una metafora, l'energia in una forma ordinata tende a trasformarsi in una forma meno ordinata.

Se si aggiunge a ciò la somiglianza della forma matematica della misura della quantità di informazione con quella della quantità di entropia, a meno di una costante e di un segno meno, si comprende come i primi cibernetici abbiano considerato l'informazione come entropia negativa o neghentropia, quantità di ordine verso quantità di disordine. Purtroppo a parte queste analogie, l'informazione non può essere facilmente considerata come entropia negativa perché la prima è una grandezza che si esprime come energia su temperatura, mentre la seconda è una grandezza adimensionale. Per ora il discorso è stato accantonato, considerando la somiglianza tra le due nozioni come solo vagamente metaforica,⁸¹ ma prima o poi, a mio parere, è proprio di qui che occorrerà ripartire, per dare uno statuto epistemologicamente convincente all'informazione.

Ma vorrei approfondire meglio la relazione dell'informazione con la materia/energia anche da un altro punto di vista. Sebbene l'informazione, come dimostra la teoria matematica dell'informazione, resti soggetta a

leggi proprie, è relevantissimo e ineludibile il nesso con la materia/energia. Come detto sopra, si scopre che è possibile convogliare la stessa quantità di informazione, mediante quantità nanometriche di materia o di energia. A quel livello può essere più semplice e veloce elaborarla, per poi di nuovo amplificarla fino a portarla ai livelli di materia ed energia che manipoliamo nella vita quotidiana. Questo fenomeno informazionale è continuamente usato nelle nostre macchine informative. L'energia che esercito sulla tastiera del computer digitando è piuttosto ampia, rispetto a quella che usa il microprocessore per elaborare i dati da me immessi. Poi il risultato viene riportato a livelli energetici alla mia portata mediante periferiche di uscita come video, audio, stampante.

Allo stesso modo si immagina di pronunciare la parola "amore" aumentando il volume del microfono. Trasmettiamo sempre la stessa quantità di informazione. Lo stesso accade se abbassiamo il volume fin sotto la soglia della percezione del nostro orecchio. Cambia il grado di percezione da parte dell'uditorio, non la quantità di informazione trasmessa. Analogamente, con la materia, posso scrivere la parola "amore" su un foglio di carta con caratteri da banner, come con caratteri infinitesimali: cambia la massa di inchiostro e carta utilizzati, non la quantità di informazione trasportata.

Il valore dell'informazione

The Human Use of Human Beings, il libro del 1950 in cui Wiener discute dell'impatto delle tecnologie cibernetiche sulla società dice molte cose interessanti. Diviene meno concreto e più vago, a mio parere, parlare del valore dell'informazione, perdendosi in un discorso così fondamentale circa la politica della segretezza nella scienza protrattasi nel dopoguerra, ma che appare debole, quantomeno un po' forzato, circa il valore dell'informazione confusa troppo facilmente con la conoscenza.

Parlando del valore dell'informazione vi sono da fare, a mio parere, considerazioni più efficacemente informative, in qualche modo desunte dallo stesso pensiero di Wiener. Qualcuno ricorderà di quando si andava a comprare del software su CD-ROM e ci veniva consegnata un'enorme scatola contenente un pesante manuale d'uso insieme a un leggerissimo CD-ROM. Ancora accade così quando compriamo un dizionario cartaceo con DVD allegato. In realtà si paga il contenuto informativo del CD-ROM o DVD, ma il produttore ha la necessità di vendere qualcosa di consistente. Come

si può pagare più di 200 euro qualcosa che pesa pochi grammi? Questo fa comprendere quanto sia problematico trattare con l'informazione in un mondo in cui siamo abituati a maneggiare per lo più chilogrammi di oggetti e kilowattora di energia.

Una cosa che colpisce a Roma, non so cosa accada in altre città italiane, è la trascuratezza della segnaletica stradale. Cosa ci vorrebbe, mi chiedevo oltre venti anni or sono, a circondare le vie della mia biblioteca comunale di frecce segnaletiche stradali con su scritto "biblioteca comunale"? C'era un ufficio apposito comunale per la segnaletica, ma non faceva nulla nonostante le reiterate richieste. Questa trasandatezza vale per i centralini o i call center, pubblici o privati, che sono generalmente affidati a personale al minimo livello gerarchico, mentre per la loro rilevanza e difficoltà tali funzioni andrebbero affidate a persone con alta professionalità. Una buona gestione degli uffici che rilasciano indicazioni assicurerebbe meno file agli sportelli, meno lamentele e renderebbe in generale più fluida l'organizzazione dell'ufficio o dell'azienda.

Ma di che tipo di valore stiamo ragionando qui? Non è valore di scambio, ma valore d'uso. Secondo l'economia politica classica e marxiana il valore di scambio di una merce, che corrisponde più o meno al suo prezzo medio, equivale alle ore di lavoro socialmente necessarie per riprodurla. Un cartello stradale messo lì, magari fosforescente che si vede di giorno col sole e di notte con i fari, dura una vita, perciò ha un basso valore di scambio, dunque un basso prezzo. Spostandoci nell'ambito della teoria neoclassica del valore il discorso non cambia. Qui è la rarità di una merce a condizionare il suo prezzo, secondo la nota legge di Say della domanda e dell'offerta. L'offerta di cartelli stradali sarà sicuramente alta, rispetto a molte altre merci, vista la loro semplice riproducibilità e corrisponderà a un basso valore di scambio.

Siamo abituati a misurare il valore d'uso delle merci e dei servizi sulla base del loro valore di scambio: "Questo maglione costa tanto dunque sarà certo di alta qualità". Analogamente, dato che la segnaletica e il dare indicazioni costano poco, è un'attività anche di scarso valore d'uso. Chi mai si è fatto pagare per dare un'indicazione per la strada? Perciò pagherò pochissimo anche il personale dei call center.

Un'altra questione strettamente legata alla precedente, ma di ordine meno psicologico, riguarda il rapporto dei prezzi con i costi di produzione. I costi di R&D per il primo esemplare di un software possono essere alti, milioni di dollari, ma il secondo esemplare può essere

riprodotto con l'impiego di pochissimo tempo, energia e materia. Internet ha anche soppresso la necessità di supporti come DVD e CD. Tutto considerato perciò un programma costato milioni, secondo la definizione classica di valore di scambio (equivalente ripeto al tempo di lavoro socialmente utile per "riprodurre" la merce) esso varrà solo qualche centesimo di euro. In termini classici diremo che il suo valore lavoro socialmente necessario per riprodurlo è quasi nullo. In termini neoclassici che il suo costo marginale tende quasi a zero.

L'informazione ridotta a merce distrugge ogni principio economico liberoscambista. Per scrivere un articolo, un libro, un autore suda sette camice; altrettanto fa un programmatore. Per riprodurre testi e software, una volta ridotti in bit, basta un click. Per garantire all'autore la giusta mercede occorrono leggi sul copyright. In un mondo in cui ci sono merci riproducibili a costi circa zero è necessario che non il libero gioco del mercato ma il produttore, secondo una prassi monopolistica, imponga il prezzo al mercato. Questo produce necessariamente il mercato nero e richiede l'intervento dello Stato. In altre parole, lo si voglia o no, nel tempo delle merci digitalizzate occorre un neomercantilismo. E di fatto è quello che avviene.

Si fa un gran parlare di economia della conoscenza, ma è necessario chiarire la distinzione tra informazione e conoscenza. Per parlare della conoscenza ce ne sono forse di più fini, ma userò la classica distinzione neopositivista tra proposizioni vere, false o prive di senso. In tutti e tre i casi sarà "informazione", ma solo nei primi due casi sarà "conoscenza": conoscenza vera e conoscenza falsa. Ovviamente a noi interessa che sia vera, anche se i filosofi da millenni ci mettono in guardia rispetto alle difficoltà che vi sono nel distinguere tra le due. E a volte persino l'informazione priva di senso ci sembra tale ma può svelarsi vera. Comunque una distinzione tra conoscenza e informazione c'è e va salvaguardata. La conoscenza, oltre a essere soggetta alle questioni gnoseologiche classiche, nella misura in cui è convogliata sotto forma di informazione, è anche soggetta alle leggi della teoria dell'informazione. E questo vale per la conoscenza memorizzata e prodotta dalle nostre teste, nei nostri discorsi, nei nostri computer, nei nostri libri, nelle nostre biblioteche.

I diritti della materia/energia

Il Wiener postbellico appare cittadino di una nuova epoca rispetto a Innis, Mumford e al se stesso d'anteguerra. Appare l'abitante di un tempo che è il nostro

tempo. L'enfasi che egli pone sull'informazione e sulle sue peculiarità è utile, anzi fondamentale, per il nostro tempo. E in Italia troppe persone ancora non hanno assimilato l'importanza dei processi informativi. Nel nostro tempo l'informazione è il nostro pane quotidiano più di qualsiasi altra epoca. Dobbiamo dunque saper nuotare nel mare dell'informazione. Wiener ci dà degli utili suggerimenti in tal senso.

Ma occorre andare oltre Wiener. In *The Human Use of Human Beings*, 1950, scritto nell'estate del 1949, parla del telelavoro, dicendo che un architetto dall'Europa può seguire la costruzione di un edificio in America attraverso fax, telex e telefono. Non mi interessa qui sottolineare la precocità dell'idea, bensì l'enfasi eccessiva che Wiener pone sull'affrancamento dalla materia, contrapponendo le telecomunicazioni al trasporto materiale. Qui parlando del telelavoro, quasi impercettibilmente egli supera un limite invalicabile: pensa alle telecomunicazioni elettriche come all'occasione di un affrancamento totale dalla schiavitù della materia/energia. Nel passaggio dalla carta all'elettricità, alle onde elettromagnetiche, il supporto di energia/materia resta necessario e ineliminabile per quanto piccolo possa essere.

Wiener giunge persino a non escludere la possibilità del teletrasporto: tale idea, dice, "non è intrinsecamente assurda per quanto possa essere lontana dalla realizzazione".⁸² Egli si basa sulla considerazione che "l'identità fi-

sica di un individuo non consiste della materia di cui è formato", ma solo sulla sua forma.⁸³ Forse l'ispirazione aristotelica qui gli fa un pesante pegno. In Aristotele in effetti la materia è mero ricettacolo della forma, come avviene per il marmo modellato dallo scultore, nella metafora usata dal filosofo. Eppure anche nel caso della scultura il marmo ha le sue ragioni, pone dei limiti alle forme possibili. Modellare il marmo non è modellare l'argilla, e allo stesso modo è diverso modellare il legno. Il telelavoro - a vedere bene - è possibile proprio per il poderoso sviluppo delle telecomunicazioni su scala globale permesse dallo sviluppo delle tecnologie elettroniche, e qui parliamo di materia/energia. Come si vede, Innis, sebbene ignorasse il discorso informazionistico, ci permette di integrare il discorso di Wiener e approfondire meglio il nostro *Zeitgeist*. Il suo discorso, se applicato al mondo d'oggi, mantiene una validità fondamentale. Se è vera l'ipotesi che le società in cui predominano supporti effimeri, non conservativi, enfatizzano lo spazio e la centralizzazione, allora l'epoca della generalizzazione delle comunicazioni elettroniche è quella più spaziale e centralistica che possa essere mai esistita. E non c'è forse da stupirsi che in contemporanea si parli di globalizzazione.

Nel discorso di Wiener si intravede in germe una tentazione, simile a quella della colomba di Platone stigmatizzata da Kant: "La colomba leggera, mentre nel li-



Il supercomputer giapponese K - 10,5 petaflop/s (il Tianhe-2 ha 34 petaflop/s)

bero volo fende l'aria di cui sente la resistenza, potrebbe immaginare che le riuscirebbe assai meglio volare nello spazio vuoto di aria".⁸⁴ Così si potrebbe credere che l'informazione, che è sempre più maneggiabile man mano che si riduce il suo contenuto di energia/materia, possa prescindere del tutto da queste ultime. Oggi, il seme di gramigna che inficiava il discorso di Wiener è diventato una pesante ipoteca sulla nostra tecnologia, divenuta vasta come una foresta amazzonica. Ce lo rivela l'emergere della "filosofia digitale", una sorta di pitagorismo riveduto: mentre per i pitagorici i numeri erano gli atomi ultimi della materia, per i filosofi digitali lo è la cifra binaria, il bit.⁸⁵ Ma il bit non esisterebbe senza atomi di materia o quanti di energia. La filosofia digitale sembra la controparte ideologica dell'ipertrofia informazionistica dell'attuale panorama tecnologico, nel quale si assiste a una scarsa attenzione verso le tecnologie della materia/energia. Per esempio, i pacemaker e i defibrillatori cardiaci, che controllano il segnale che stimola il cuore, cioè relativi agli aspetti elettrici che regolano il ritmo cardiaco incorporano un'ampia potenza computazionale e memoria. Essi sono azionati da una batteria impiantata nel petto che va cambiata con un intervento chirurgico ogni otto anni al massimo.

Parallelamente vi sono anche tentativi di simulare la "meccanica cardiaca". Ma il punto debole principale è costituito dalle batterie. Recentemente sono state introdotte delle turbine cardiache che sostituiscono il ventricolo sinistro, quello che invia il sangue ossigenato dai polmoni a tutto il corpo. Ebbene per alimentarle occorrono due batterie grosse e pesanti come due mattoni, o carrelli che il paziente deve trascinarsi dietro. Batterie con un'autonomia di sole otto ore. In *Putting matter at work* (1933) Wiener sottolineava il fatto che l'energia elettrica una volta prodotta non si può conservare ma solo distribuire. Sottolineava anche le difficoltà di accumularla, per esempio in batterie. Proponeva, sulla scorta del suo amico J.B.S. Haldane, di produrre bombole di idrogeno con l'energia elettrica prodotta in sovrappiù.⁸⁶ Dopo oltre 80 anni siamo ancora al palo su queste questioni.

La sottovalutazione della materia/energia permette che si parli comunemente del ciberspazio come se fosse l'Iperuranio di Platone. Si parla di social network e di smarthphone, ma resta nell'ombra il fatto che queste innovazioni si basano su supercomputer di una grandezza che pochi conoscono, e che non sono sotto la sovranità del Paese in cui si usano. Internet non esisterebbe senza enormi dorsali e supercomputer. Uno dei

più grandi calcolatori oggi esistenti al mondo è il cinese Tianhe-2: ha una velocità di elaborazione di picco di 36 petaflop al secondo, cioè di 36 milioni di miliardi di operazioni in virgola mobile al secondo. Posso stimare che l'ENIAC del 1945 non superasse i 1.000 flop al secondo. Però tra alimentazione e dispositivi di raffreddamento il Tianhe-2 assorbe 24 megawatt di potenza, all'incirca la potenza che serve per alimentare 24 mila scaldabagno domestici elettrici. L'ENIAC assorbiva 140 kilowatt. La previsione dei cibernetici è rispettata: il rapporto energetico tra ENIAC e Tianhe-2 è secondo miei calcoli: 140 Joule contro 0,7 miliardesimi di Joule, a parità potenza di calcolo.

Tuttavia i nostri stimatissimi cervelli umani, fantasiosi, creativi, leggeri e a bassa potenza – si stima consumino 20 watt – sono anche lenti e imperfetti. La coesistenza nell'infosfera in cui essi sono immersi insieme a mostri come il Tianhe-2, e di computer analoghi ce ne sono decine se non centinaia sparsi per il mondo (mostri con cui ci rapportiamo a nostra insaputa tramite smarthphone, PC ecc.), non può essere indolore e pone problemi nuovi mai affrontati prima. In breve oggi sarebbe bene correggere così il motto di Wiener: l'informazione è informazione, ma la materia resta materia e l'energia, energia!

NOTE

¹ Cfr. <[http://en.wikipedia.org/wiki/Beekman_\(Panhellenic\)_Tower](http://en.wikipedia.org/wiki/Beekman_(Panhellenic)_Tower)>, aggiornato al 9 febbraio 2015; uno dei principali testi sulle Macy conferences on Cybernetics è Steve J. Heims, *The cybernetics group*, Cambridge (Massachusetts), The MIT Press, 1991 (tr. it. *I cibernetici. Un gruppo e un'idea*. Roma, Editori Riuniti, 1994).

² Cfr. <<http://macyfoundation.org/about/history>>, aggiornato al 9 febbraio 2015.

³ Su von Neumann cfr. W. ASPRAY, *John von Neumann and the origins of modern computing*, Cambridge (Massachusetts)-London, The MIT Press, 1990, p. 11; S.J. HEIMS, *John von Neumann and Norbert Wiener. From mathematics to the technologies of life and death*, Cambridge (Massachusetts), The MIT Press, 1980.

⁴ Cfr. W. ASPRAY, *John von Neumann and the origins of modern computing*, cit., p. 11.

⁵ Cfr. GIORGIO ISRAEL - ANA MILLÁN GASCA, *Il mondo come gioco matematico. La vita e le idee di John von Neumann*, Torino, Bollati Boringhieri, 2008; ed. aumentata *Il mondo come gioco matematico. John von Neumann, scienziato del Novecento*, Roma, La Nuova Italia Scientifica, 1995, che oltre a dare un ampio ritratto di von Neumann aiuta a inquadrare le questioni fondazionali che si pongono nella scuola di Hilbert, di cui Gödel, come von Neumann, faceva parte.

⁶ Sulla figura di Wiener cfr. S.J. HEIMS, *John von Neumann and Norbert Wiener. From mathematics to the technologies of life and death*, cit.; PESI R. MASANI, *Norbert Wiener, 1894-1964*, Basel-Boston-Berlin, Birkhäuser Verlag, 1990, che approfondisce gli aspetti matematici e riduce le distanze di impostazione teorica tra Wiener e von Neumann; LEONE MONTAGNINI, *Le Armonie del Disordine. Norbert Wiener, matematico-filosofo del Novecento*, Venezia, Istituto Veneto di Scienze Lettere ed Arti, 2005 (presentato all'Istituto il 24 aprile 2004), è la prima monografia su Wiener in italiano, dove si delinea il suo itinerario intellettuale approfondendone gli aspetti filosofici, sociologici e si chiariscono alcuni aspetti storiografici rimasti nell'oscurità; sul modo in cui la filosofia si intreccia in Wiener alla sua matematica vedi ID., *Gli occhiali nuovi di un matematico. Il periodo filosofico di Norbert Wiener*, "Atti e memorie dell'Accademia Galileiana di Scienze, Lettere ed Arti già dei Recovrati e Patavina", v. 114, parte II (2001-2002), p. 55-86; ID., *L'arte matematica di Norbert Wiener*, "Lettera matematica Pristem", 93 (2015), p. 43-49 e ID., *Leibniz's deep Footprints in Wiener's Scientific Path*, in *Homage to Gottfried Wilhelm Leibniz as Scientist and Engineer 1646-2016. New Scientific and Epistemological Insights*, a cura di M. Fichant, R. Pisano, A.R.E. Oliveira e P. Bussotti, Dordrecht, Springer, in corso di pubblicazione.

⁷ Wiener studiò estetica con l'ispano-americano George Santayana (Madrid 1863 - Roma 1952), da non confondere con il quasi omonimo Giorgio De Santillana (Roma 1902 - Beverly 1974), italiano, storico e filosofo della scienza, che insegnò all'MIT. Il primo è colui che scrisse: "Those who cannot remember the past are condemned to repeat it", GEORGE SANTAYANA, *The life of reason or the phases of human progress*. vol. I: *Introduction and Reason in Common Sense*, Londra, Archibald Constable & Co., 1906, p. 284. Questo straordinario filosofo, a 39 anni, nel 1912, lasciò Harvard per recarsi prima in Inghilterra, poi in Italia, dove visse la successiva metà della sua vita. Morì in una casa di riposo per poveri, il Calvary Hospital di Roma, praticamente ignorato dai filosofi italiani. Wiener studiò anche con il neoidealista Josiah Royce, ebbe stretti rapporti con William James e con tanti altri filosofi. Cfr. per un'ampia panoramica L. MONTAGNINI, *Le Armonie del Disordine. Norbert Wiener, matematico-filosofo del Novecento*, cit.

⁸ La figura di Pitts è poco studiata. La fonte principale su di lui è l'intervista a Jerome Y. Lettvin, suo caro amico, del 2 giugno 1994, con materiale aggiunto nel 1997, in *Talking nets. An oral history of neural networks*, a cura di James A. Anderson e Edward Rosenfeld, Cambridge (Massachusetts), The MIT Press, 2000, p. 2-3. Recentemente è uscito con l'aggiunta di alcune lettere: AMANDA GEFTER, *The Man Who Tried to Redeem the World with Logic. Walter Pitts rose from the streets to MIT, but couldn't escape himself*, "Nautilus", n. 21 (5 febbraio 2015), <<http://nautilus.us/issue/21/information/the-man-who-tried-to-redeem-the-world-with-logic>>.

⁹ A mio parere gli sceneggiatori di Will Hunting si sono ispirati alle figure storiche di Walter Pitts e di un altro ragazzo prodigio, William Sidis (1898-1944), matematico astrofisico e avvocato, che si laureò a 17 anni a Harvard in legge e a 21 andò in prigione per aver assaltato un ufficio. Venne rilasciato a condizione di essere seguito da uno psicoterapeuta, funzione che fu assunta

dal padre, lo psicologo Boris Sidis; divenne professore all'MIT. Su di lui cfr. AMY WALLACE, *The Prodigy. A Biography of William James Sidis, America's Greatest Child Prodigy*, New York, E.P. Dutton & Co., 1986.

¹⁰ Intervista a Jerome Y. Lettvin, June 2, 1994, con materiale aggiunto nel 1997, in *Talking nets. An oral history of neural networks*, a cura di J.A. Anderson ed E. Rosenfeld, cit., p. 2-3.

¹¹ NORBERT WIENER, *Cybernetics, or control and communication in the animal and the machine*, Paris, Hermann & Cie, 1948. Seguì una nuova edizione New York, MIT Press, e New York-London, Wiley & Sons, 1961, emendata di una serie di refusi e aumentata di due capitoli; su quest'ultima è stata eseguita la traduzione di G. Barosso per la seconda edizione italiana *La Cibernetica, Controllo e comunicazione nell'Animale e nella Macchina*, Milano, Il Saggiatore, 1968, 1982².

¹² FRANKLIN DELANO ROOSEVELT - COUNCIL OF NATIONAL DEFENSE, *Order establishing the National Defense Research Committee*, 27 giugno 1940, Franklin Delano Roosevelt Presidential Library and Museum di Hyde Park, New York (FDRPL), box 2.

¹³ Cfr. L. MONTAGNINI, *Le Armonie del Disordine. Norbert Wiener, matematico-filosofo del Novecento*, cit., p. 130.

¹⁴ N. WIENER, *Collected works. With commentaries*, Cambridge (Massachusetts), The MIT Press, 1976-1985. vol. 4/4, *Cybernetics, science, and society; ethics, aesthetics, and literary criticism; book reviews and obituaries*, 1985, p. 125-134.

¹⁵ Cfr. L. MONTAGNINI, *Le Armonie del Disordine. Norbert Wiener, matematico-filosofo del Novecento*, cit., p. 134.

¹⁶ I predittori erano chiamati "Predictors" dagli inglesi e "Directors" dagli americani.

¹⁷ Secondo le mie acquisizioni, Wiener diede l'idea di unificare le teorie delle telecomunicazioni (che utilizzavano il feedback senza significato controllistico) e l'uso del feedback imboscato nelle pratiche degli ingegneri dei controlli automatici, estendendo a questi ultimi l'approccio frequentistico utilizzato dai primi, cfr. L. MONTAGNINI - MARCO ELIO TABACCHI - SETTIMO TERMINI, *Out of a creative jumble of ideas in the middle of the last Century: Wiener, interdisciplinarity, and all that*, "Biophysical Chemistry", 2015, giugno. Non ha senso considerare Wiener come lo scopritore del feedback, come a volte viene sostenuto. Il principio alla base della retroazione negativa era conosciuto da secoli nell'ambito della teoria dei controlli automatici, sebbene senza alcun nome. Il compianto Roberto Cordeschi ha per esempio mostrato come tale nozione fosse già utilizzata dall'Ottocento, e come lo stesso metodo di comparare macchine utilizzanti feedback ed esseri viventi fosse in uso da tempo. Cfr. ROBERTO CORDESCHI, *The discovery of the artificial. Behavior, mind and machines before and beyond cybernetics*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 2002 (si tratta dell'edizione inglese ampliata di ID., *La scoperta dell'artificiale*, Milano, Dunod-Masson, 1998).

¹⁸ N. WIENER, *La Cibernetica, Controllo e comunicazione nell'Animale e nella Macchina*, cit., p. 31-32.

¹⁹ Il titolo era N. WIENER, *Extrapolation, interpolation, and smoothing of stationary time series, with engineering applications*, Rapporto NDRC n. 370, dell'1 febbraio 1942, poi declassificato e ripubblicato da Wiley & Sons, New York-London, 1949, senza - per quello che se ne sa - che siano stati apportati cambiamenti.

²⁰ ANDREY NIKOLAEVICH KOLMOGOROV, *Sequenze stazionarie nello spazio di Hilbert*, "Bull. Moscow Univ.", 2 (1941), n. 6, p. 1-40, traduzione inglese in *Linear least squares estimation*, a cura di Thomas Kailath, Dowden, Hutchinson & Ross, 1977.

²¹ Cfr. PETER GALISON, *The Ontology of the Enemy. Norbert Wiener and the Cybernetic Vision*, "Critical Inquiry", 21 (1994), n. 1, p. 228-266.

²² Ho sostenuto questa interpretazione in L. MONTAGNINI, *Identities and Differences. A stimulating aspect of Early Cybernetics*, in *Cybernetics and Systems 2010*, a cura di Robert Trappl, Vienna, Austrian Society for Cybernetic Studies, 2010, p. 157-162, articolo che riprende il mio intervento nella sessione presieduta dal compianto Luigi Maria Ricciardi al "Twentieth European Meeting on Cybernetics and Systems Research", Università di Vienna, 6-9 Aprile 2010.

²³ Ivi.

²⁴ Vedi L. MONTAGNINI, *Bit & Plutonium, inc. Le relazioni tra Norbert Wiener e John von Neumann alle origini della cibernetica*, in "Atti dell'Istituto Veneto di Scienze Lettere ed Arti", classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali, 158 fascicolo II (1999-2000), p. 361-390; ID., *Le Armonie del Disordine. Norbert Wiener, matematico-filosofo del Novecento*, capitolo quinto.

²⁵ JOHN VON NEUMANN, *First Draft of a Report on the EDVAC*, contract N. W-670-ORD-4926 between the United States Army Ordnance Department and the University of Pennsylvania, Moore School of Electrical Engineering, University of Pennsylvania, June 30, 1945, ciclostilato di 101 p., impresso solo sul verso, conservato presso The Smithsonian Institution Libraries (TIA).

²⁶ WARREN McCULLOCH - W. PITTS, *A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity*, "Bulletin of Mathematical Biophysics", 5 (1943), p. 115-133.

²⁷ Cfr. WILLIAM ASPRAY, *The Origins of John von Neumann's Theory of Automata*, in *The Legacy of John von Neumann*, a cura di James Glimm, John Impagliazzo e Isadore Singer, Providence, Rhode Island, American Mathematica Society, 1990, p. 289-309, p. 297, nota 13.

²⁸ Wiener a Santillana, 16 ottobre 1945, box 2, folder 69, Archivio Wiener dell'MIT; cito da WALTER D. HELLMAN, *Norbert Wiener and the growth of negative Feedback in scientific explanation [...]*, tesi di dottorato, Oregon State University, discussa il 16 dicembre 1981, p. 242.

²⁹ La radice "κυβερ" che si ritrova nel greco "κυβερνήτης", "timoniere", corrisponde al latino "guber" di "gubernator", timoniere o governatore. Entrambe rimandano a una comune matrice indoeuropea che indica il "timone". Il sostantivo "κυβερνητική" nel significato di arte di governare una nave e, per metafora, uno Stato era già attestato in greco antico. In età moderna ricompare in francese come "cybernétique" con lo stesso significato politico sotto la penna di André-Marie Ampère (1834). Wiener lo riscopre indipendentemente da Ampère, con un significato diverso.

³⁰ N. WIENER, *I am a mathematician. [...]*, Garden City, New York, Doubleday 1956; cito dall'edizione tascabile Cambridge (Massachusetts), The MIT Press, 1964, p. 322.

³¹ Sulle diverse metafisiche influenti che sottostavano alle discussioni delle Macy Conferences on Cybernetics cfr. L. MONTAGNINI, *Philosophical Approaches towards Sciences of Life in Early*

Cybernetics, in *Collective Dynamics on Competition and Cooperation in Biosciences*, a cura di L. M. Ricciardi, A. Buonocore, E. Pirozzi, Melville-New York, American Institute of Physics, 2008, p. 11-17.

³² MARGARET MEAD - GREGORY BATESON, "For God's Sake, Margaret", intervista di Stewart Brand, "CoEvolution Quarterly", Summer 1976.

³³ Sull'interdisciplinarietà e la *crossfertilization* in Wiener e nella cibernetica cfr. L. MONTAGNINI, *Interdisciplinary issues in Early Cybernetics in New Perspectives on the history of cognitive science*, a cura di Gurova, Ropolyi e Pléh, Budapest, Akadémiai Kiadó, 2013, p. 81-89, e ID., *L'interdisciplinarietà per Norbert Wiener e per Eduardo Caianiello*, in *Memoria e progetto. Un modello per il Mezzogiorno che serva a tutto il Paese*, a cura di Pietro Greco e Settimo Termini, Monte San Pietro-Bologna, GEM, p. 47-68.

³⁴ Cfr. STUART BENNETT, *History of Control Engineering 1800-1930*, London, Peter Peregrinus, 1979; e per il periodo precedente Otto Mayr, *The Origins of Feedback Control*, Cambridge (Massachusetts), The MIT Press, 1970.

³⁵ Tanto difficile che John Tukey, colui a cui si attribuisce il merito di aver introdotto il termine "bit", racconta che nei tre anni successivi, tra il 1942 e il 1945, si fecero dello *Yellow Peril* una dozzina di "simplifications" o "explanations" ad uso di matematici e ingegneri. Cfr. JOHN W. TUKEY, *Book review: The Extrapolation, Interpolation and Smoothing of Stationary Time Series with Engineering Applications*, by Norbert Wiener, "Journal of the American Statistical Association", 1952, n. 258, p. 319-321.

³⁶ L'estrema difficoltà della matematica di Wiener mi è stata attestata senza alcuna remora da due matematici di elevata statura, come Giacomo Della Riccia, ultimo collaboratore di Wiener all'MIT tra il 1960 e il 1964, il quale mi onora da 20 anni della sua amicizia, e dal compianto Luigi Maria Ricciardi, mio coordinatore di dottorato a Napoli, già membro autorevole della scuola di cibernetica napoletana di Eduardo R. Caianiello. Ricciardi ebbe il privilegio di assistere a un corso di Wiener a Napoli intorno al 1960.

³⁷ Questi e altri fenomeni a causalità circolare sono stati meravigliosamente studiati in GEORGE P. RICHARDSON, *Feedback thought in social science and systems theory*, Philadelphia, University of Pennsylvania Press, 1991.

³⁸ W. McCULLOCH, *To the members of the conference on teleological mechanisms - Oct. 23 & 24, 1947*, p. 4. Dattiloscritto custodito nella Library of the American Philosophical Society di Philadelphia, Archivio McCulloch. È un fondamentale documento che riassume i primi tre Convegni Macy, di cui non sono usciti i *Proceedings* (esistono solo quelli degli ultimi cinque convegni). Fu preparato da McCulloch a uso dei partecipanti al quarto incontro svoltosi nei giorni 23-24 ottobre 1947. Le fotocopie di esso mi furono inviate dall'APS, in particolare dal curatore Robert S. Cox, che colgo ancora una volta occasione di ringraziare.

³⁹ Sulle memorie, cfr. N. WIENER, *La Cibernetica, Controllo e comunicazione nell'Animale e nella Macchina*, cit., p. 165-169. Sulle linee di ritardo cfr. ALDO DE LUCA - LUIGI MARIA RICCIARDI, *Introduzione alla cibernetica*, Milano, Franco Angeli, 1986, p. 397.

⁴⁰ W. McCULLOCH, *Summary of the points of agreement reached in the previous nine conferences on Cybernetics*, in *Cybernetics. Circular causal and feedback mechanisms in biological and social systems*.

Transactions of the 10th Conference, April 22, 23 and 24, 1953, a cura di Heinz von Förster et al., Princeton (New Jersey), Josiah Macy Jr. Foundation, 1955. Traduzione mia, come pure il corsivo.

⁴¹ Tutta la questione del rapporto tra Wiener e gli scienziati sociali in seno alle Macy Conferences è stata da me approfondita in L. MONTAGNINI, *Norbert Wiener e le scienze sociali. Il qualitativismo metodologico di un matematico*, "Atti dell'Istituto Veneto di Scienze Lettere ed Arti", 159 fascicolo III (2000-2001), p. 469-501.

⁴² ID., *Looking for a "scientific" social science: the Macy Conferences on Cybernetics in Bateson's itinerary*, "Kybernetes", 7/8 (2007), n. 36, p. 1012-1021.

⁴³ Prima di Wiener e Shannon c'erano stati in ogni caso vari tentativi di introdurre misure della quantità di informazione al fine di rendere ottime le telecomunicazioni (Nyquist e Hartley); oppure nell'ambito della statistica (Ronald Fisher) o della fisica (Szilárd). Cfr. JEROME SEGAL, *Le Zéro et le Un. Histoire de la notion scientifique d'information au 20 siècle*, Paris, Syllepse, 2003.

⁴⁴ N. WIENER, *Extrapolation, interpolation, and smoothing of stationary time series, with engineering applications*, New York-London, Wiley & Sons, 1949, p. 4; la traduzione è mia.

⁴⁵ ID., *Introduzione alla cibernetica*, Torino, Bollati Boringhieri, 1966, p. 22-23.

⁴⁶ CLAUDE E. SHANNON, *A Mathematical Theory of Communication*, "The Bell System Technical Journal", 27 (1948), n. 3, p. 379-423, e n. 4, p. 623-656; la traduzione è mia.

⁴⁷ Ivi, p. 626-627; la traduzione è mia. Lascio non tradotta l'espressione in corsivo "Communication Theory". La traduzione diretta più immediata forse sarebbe "Teoria delle telecomunicazioni". All'inizio ci si riferiva a essa come "Mathematical Theory of Communication", poi si iniziò a chiamarla "Teoria dell'informazione di Shannon", obliterando il contributo di Wiener, da questi più volte rivendicato.

⁴⁸ Ivi, nota 4; la traduzione è mia.

⁴⁹ Cfr. L. MONTAGNINI, *L'arte matematica di Norbert Wiener*, cit., p. 43-49.

⁵⁰ Tra i primi ad affrontare il tema vedi YEHOOSHUA BAR-HILLEL - RUDOLF CARNAP, *Semantic Information*, "British Journal for the Philosophy of Science", 4 (Febbraio 1953 - Maggio 1954), n. 13/16. Sulla situazione di incertezza teorica che ancora si trascina, come asseriscono due scienziati della scuola di cibernetica italiana di Eduardo R. Caianiello: SETTIMO TERMINI, *Remarks on the development of Cybernetics*, "Scientiae Mathematicae Japonicae", 64 (2006), n. 2, p. 461-468, e ALDO DE LUCA, *Some Reflections on Cybernetics and its Scientific Heritage*, ivi, p. 243-253.

⁵¹ Su questo cfr.: L. MONTAGNINI, *Wiener's day for Peace. Fra etica e pace*, "Scienza in rete", 26 novembre 2014, <http://www.scienza.inrete.it/contenuto/articolo/leone-montagnini/wieners-day-peace-fra-etica-e-pace/novembre-2014?utm_source=email_campaign703&utm_medium=phpList&utm_content=HTML_email&utm_campaign=Newsletter>; ID., *Norbert Wiener. Il matematico che avvistò il nostro tempo*, ivi, 1 maggio 2014, <<http://www.scienza.inrete.it/contenuto/articolo/leone-montagnini/norbert-wiener-matematico-che-avvisto-nostro-tempo/maggio-2014>>.

⁵² Cfr. ID., *Come Norbert Wiener divenne l'icona di una scienza pacifica e John von Neumann del suo opposto*, "Scienza e Pace", 26 novembre

2014, <http://scienzaepace.unipi.it/index.php?option=com_content&view=article&id=176:come-norbert-wiener-divenne-l'icona-di-una-scienza-pacifica-e-john-von-neumann-del-suo-opposto&catid=24:ritratti>.

⁵³ JEROME LETTVIN - HUMBERTO MATURANA - W. MCCULLOCH - W. PITTS, *What the frog's eye tells the frog's brain*, Proceedings of the IRE, 47 (1959), n. 11, p. 1940-1951.

⁵⁴ VITTORIO SOMENZI, "Cibernetica," in *Enciclopedia Italiana*, Aggiornamenti, vol. IV, 1961-1978, Roma, Istituto Treccani, 1978, p. 430-432. La considerazione di Somenzi è stata richiamata da De Luca nell'articolo *Some Reflections on Cybernetics and its Scientific Heritage*, cit., p. 244. L'articolo di Somenzi risuonò come il *De Profundis* per la cibernetica italiana.

⁵⁵ Norbert Wiener a Giorgio De Santillana, 16 ottobre 1945, box 2, folder 69, Archivio Wiener dell'MIT. Cito da W.D. HELLMAN, *Norbert Wiener and the growth of negative Feedback in scientific explanation* [...], cit., p. 242.

⁵⁶ *Can IBM keep up the pace?*, "Business Week", 2 febbraio 1963, p. 95; citato in SERGIO ROSSI, *Evoluzione dei calcolatori elettronici. Natura e prospettive dell'informatica*, Milano, Hoepli, 1971, p. 15-16.

⁵⁷ N. WEINER, *La Cibernetica, Controllo e comunicazione nell'Animale e nella Macchina*, cit., p. 66.

⁵⁸ Ivi, p. 65-66.

⁵⁹ Ivi, p. 67.

⁶⁰ Ivi, p. 67.

⁶¹ Ivi, p. 69.

⁶² ID., *Cybernetics, or control and communication in the animal and the machine*, cit., p. 39.

⁶³ JOHN VON NEUMANN, *The computer and the brain*, New Haven, Yale University Press, 1958; traduzione italiana parziale *Calcolatore e cervello*, in VITTORIO SOMENZI - ROBERTO CORDESCHI, *La filosofia degli automi. Origini dell'intelligenza artificiale*, Torino, Bollati Boringhieri, 1994 (edizione riveduta di V. SOMENZI, *La filosofia degli automi*, Torino, Bollati Boringhieri, 1965), p. 132-133.

⁶⁴ Cfr. FRANCIS CRICK, *What mad pursuit. A personal view of scientific discovery*, London, Weidenfeld & Nicolson, 1988; traduzione italiana *La folle caccia*, Milano, Rizzoli, 1990.

⁶⁵ Gli storici della biologia in passato avevano escluso un'influenza diretta della teoria dell'informazione sulle ricerche sul DNA e poi sulla decifrazione del codice genetico (da non confondere con il "progetto genoma"). Se questo è parzialmente vero per la teoria dell'informazione in senso stretto, non lo è per l'approccio informazionistico introdotto dalla cibernetica. Lo dimostrano ricerche più recenti, evidenziando un nesso diretto tra le ricerche di Wiener e specialmente quelle di von Neumann sugli automi che si autoriproducono, e i suoi contatti col genetista del gruppo fago Max Delbrück. Cfr. LILY E. KAY, *Who wrote the book of life? A history of the genetic code*, Stanford, Stanford University Press, 2000.

⁶⁶ N. WEINER, *La Cibernetica, Controllo e comunicazione nell'Animale e nella Macchina*, cit., p. 53.

⁶⁷ Cfr. MAXIM W. MIKULAK, *Cibernetica e marxismo-leninismo*, in *The social Impact of Cybernetics*, a cura di C.R. Dechert, New York, Simon & Schuster, 1966, p. 90-107; JOHN J. FORD, *Cibernetica sovietica e sviluppo internazionale*, ivi, p. 108-127, e SLAVA GEROVITCH, *From Newspeak to Cyberspeak. A History of Soviet Cybernetics*, Cambridge (Massachusetts), MIT Press, 2002.

⁶⁸ JOHN ALEXANDER WATSON, *Marginal Man. The Dark Vision of Harold Innis*, Toronto, University of Toronto Press, 2006.

⁶⁹ HAROLD INNIS, *Empire and Communications*, Oxford, Clarendon Press, 1950.

⁷⁰ Cfr. Ivi, *Preface*.

⁷¹ Cfr. PHILIPPE BRETON, *L'utopie de la communication. L'émergence de l'homme sans intérieur*, Paris, La Découverte, 1992, traduzione italiana *L'utopia della comunicazione*, Torino, UTET, 1995, e FLO CONWAY - JIM SIEGELMAN, *Dark hero of the information age*, New York, Basic Books, 2005, traduzione italiana *L'eroe oscuro dell'età dell'informazione*, Torino, Codice, 2005.

⁷² Ringrazio in proposito di cuore la puntigliosa lettura che ha fatto della mia precedente versione di questo saggio il prof. Giovanni Solimine, che mi ha espressamente invitato a considerare Innis.

⁷³ N. WIENER, *Putting matter to work. The search for cheaper power*, "The Technology Review", 35 (1933), p. 47-49, 70, 72.

⁷⁴ Questa evoluzione di Wiener dalla fase della materia/energia a quella dell'informazione è ricostruita dettagliatamente in L. MONTAGNINI, *La rivoluzione cibernetica. L'evoluzione delle idee di Norbert Wiener sulla scienza e la tecnica*, "Atti e memorie dell'Accademia Galileiana", vol. 114, parte II, 2001-2002, p. 109-135; e in *Le Armonie del Disordine. Norbert Wiener, matematico-filosofo del Novecento*, cit.

⁷⁵ TERRELL W. BYNUM, *Norbert Wiener's Vision. The Impact of "the Automatic Age" on Our Moral Lives*, in ROBERT J. CAVALIER, *The impact of the Internet on our moral lives*, New York, State University of New York Press, 2005, p. 11-25; e indipendentemente da me in L. MONTAGNINI, *Le Armonie del Disordine. Norbert Wiener, matematico-filosofo del Novecento*, cit.

⁷⁶ Enrico Berti, senza alcun riferimento a Wiener, ritrovava nell'informazione un riproporsi della forma di Aristotele; *Il concetto aristotelico di metafisica è compatibile con la fisica odierna?*, conferenza nella scuola estiva organizzata da ICEPHY-SILFS-SIF-Comune di Cesena su "Fisica e metafisica. XI Scuola Estiva di Filosofia della Fisica", Cesena, 15-20 settembre 2008, Centro culturale San Biagio, via Aldini 22. In un recente breve carteggio che ho avuto con Enrico Berti, che ha letto il mio contributo

Le Armonie del Disordine, mi ha confermato essere convincente la tesi di un aristotelismo di Wiener, specialmente sul concetto della forma-informazione.

⁷⁷ N. WEINER, *Cybernetics, or control and communication in the animal and the machine*, cit., p. 177.

⁷⁸ SHIYALI R. RANGANATHAN, *Five laws of library science*, 1931; cfr. anche CARLO REVELLI, *Le Cinque leggi in italiano*, "Biblioteche oggi", 28 (2010), n. 8, p. 7-9, <<http://www.bibliotecheoggi.it/content/n2010080701.pdf>>.

⁷⁹ Tenendo conto della relatività ristretta sarebbe bene parlare di energia/materia come di un'unica entità. Infatti atomi di materia e quanti di energia sono convertibili secondo la nota legge $E = m \times c^2$.

⁸⁰ Cfr. J. SEGAL, *Le Zéro et le Un. Histoire de la notion scientifique d'information au 20 siècle*, cit.

⁸¹ In proposito sono illuminanti alcuni dei saggi raccolti nel volume *L'informazione nelle scienze della vita*, a cura di B. Continenza - E. Gagliasso, Milano, Franco Angeli, 1998.

⁸² N. WIENER, *The Human Use of Human Beings*, Boston, Houghton Mifflin Company, e Londra, Eyre & Spottiswoode, 1950; traduzione italiana *Introduzione alla cibernetica*, cit., p. 126. Non tradotto senza indicazione l'ultimo capitolo.

⁸³ Ivi, p. 124.

⁸⁴ IMMANUEL KANT, *Critica della ragion pura*, Laterza, Roma-Bari, 2000, p. 38.

⁸⁵ Una ricostruzione molto utile di questa tendenza specialmente angloamericana è in GIUSEPPE O. LONGO - ANDREA VACCARO, *Bit Bang. La nascita della filosofia digitale*, Milano, Apogeo, 2013, dove soprattutto le parti scritte da Longo, grande esperto di cibernetica e di teoria dell'informazione, prudenti e sagge, maneggiano le argomentazioni dei filosofi digitali con la dovuta cautela.

⁸⁶ Cfr. JOHN B.S. HALDANE, *Daedalus, or, Science and the future*, Londra, Kegan Paul, Trench, Treubner & Co., 1924; traduzione italiana in J.B.S. HALDANE - BERTRAND RUSSELL, *Dedalo, o La scienza e il futuro / Icaro, o Il futuro della scienza*, a cura di Michela Nacci, Torino, Bollati Boringhieri, 1991.

DOI: 10.3302/0392-8586-201506-041-1

ABSTRACT

The paper points out the main phases leading to cybernetic ideas, through military research made during the WWII by scientists from different fields, and first of all Norbert Wiener, a mathematician with a deep philosophical background. Particularly the essay shows how Cybernetics ought to be considered as a generalized theory of information. In addition it investigates in depth the cybernetic notion of information, discussing the importance it still has for us today, trying at the same time to suggest a criticism, as well as showing some new perspectives, emphasizing the importance to restore today the importance of matter and energy.