

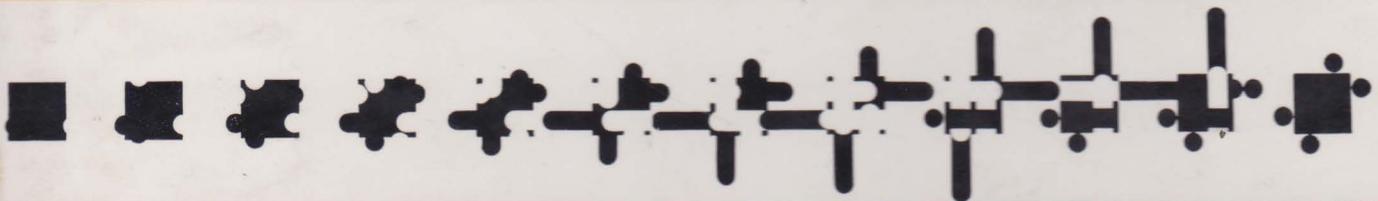


Almanacco
Letterario
Bompiani

1962



LE APPLICAZIONI DEI CALCOLATORI ELETTRONICI
ALLE SCIENZE MORALI E ALLA LETTERATURA



Almanacco Letterario 1962

a cura di Sergio Morando

redazione Franco Quadri

redazione romana Fabio Mauri

archivio Vincenzo Mantovani

copertina e schema grafico Bruno Munari

Le fotografie di questo volume sono di:

Pag. 11 Ansa-UP - p. 12 Giancolombo - p. 13 Publifoto - p. 15 Publifoto - p. 17 Publifoto - p. 18 Publifoto - p. 21 Giancolombo - p. 22 Publifoto - p. 23 Newsblitz - p. 24 Farabola - p. 25 Farabola - p. 26 Publifoto - p. 28 Publifoto-Keystone - p. 29 Publifoto-Keystone - p. 31 Farabola - p. 33 Publifoto - p. 35 Publifoto-Keystone - p. 36 Publifoto - p. 38 Giancolombo - p. 42-43 Publifoto - p. 44 Publifoto - p. 46 Farabola - p. 49 Giancolombo - p. 51 Farabola-Europress - p. 52 Publifoto - p. 55 Publifoto - p. 56 Publifoto - p. 57 Publifoto-Keystone - p. 59 Publifoto - p. 61 Giancolombo - p. 62 Publifoto-Keystone - p. 64 Publifoto-Keystone - p. 65 Publifoto - p. 67 Publifoto - p. 68 Publifoto - p. 69 Publifoto - p. 70 Farabola - p. 71 Publifoto - p. 281 Invernizzi - p. 282 Trevisio, Cagliari, Italy's News Photo - p. 283 Ugo Mulas, Cisventi - p. 284 Leoni, Cisventi, De Rota - p. 286 Publifoto - p. 287 Mario Mulas - p. 288 Trevisio, Bosio - p. 306 Numberone - p. 311 Giancolombo.

Ai lettori

Raccogliere e offrire i dati per un annuale bilancio di cultura è il tradizionale proposito dell'Almanacco letterario, ne spiega il costante successo in Italia e il crescente favore all'estero. Insieme, l'Almanacco cerca di dare al lettore quegli aspetti inediti, a volte curiosi, a volte inquietanti, che sembrano annunciare qualche nuova direzione e dimensione nel futuro. Per questo, nel 1961, avevamo compilato una antologia delle letterature meno tradotte; per la stessa ragione, gli anni scorsi e ora, presentiamo le manifestazioni di punta, i rischi nella letteratura e nell'arte, pittura gestuale e musica elettronica, disegno industriale e nouveau roman, teatro d'avanguardia e happenings a New York.

L'Almanacco di quest'anno pubblica inoltre, nella parte centrale, la prima monografia esistente, a livello non specialistico, sulla nascita del libro nuovo, della biblioteca elettronica. Presentando questo panorama delle applicazioni dei calcolatori elettronici alle ricerche letterarie, il nostro programma era ancor più ambizioso che in passato, tanto da farci temere la presunzione, se non avessimo avuto l'aiuto e il consiglio di autorevolissimi specialisti, quale il padre Roberto Busa S.J. e il prof. Silvio Ceccato. Solo grazie alla loro comprensione e alla collaborazione di eminenti studiosi (dal prof. Aurelio Roncaglia dell'Università di Roma al prof. Tagliavini, Preside della facoltà di lettere e filosofia dell'Università di Padova, all'ing. Valsesia, direttore della Centrale calcoli elettronici della Fiat) abbiamo potuto pensare che anche il nostro lavoro potesse avere una giustificazione, quella di contribuire a creare un ambiente di cultura favorevole alle ricerche di questi nuovi Gutenberg, come li chiama Michele Pacifico (p. 100).

Ormai le immaginazioni della letteratura sugli automi (p. 152), meno misteriose e patetiche di un tempo, ci incalzano in forma precisa e quotidiana: Spallanzani non scaglia più addosso a Natanaele gli occhi sanguinolenti di Olimpia, come nei racconti di Hoffmann, ma il film degli esperimenti del prof. Petrucci (p. 23) ha occupato le cronache nel gennaio di quest'anno. E, riparlandone a pochi mesi di distanza, gli avvenimenti politici (Lumumba, Gagarin, Berlino, l'Alto Adige) hanno già — nonostante le diverse interpretazioni degli editoriali — una fissità che è difficile scuotere radicalmente, in fondo non diversa da quella in cui ci invischiano i personaggi di Robbe-Grillet (p. 174).

È questa la materia con cui dobbiamo fare i conti, quali che siano le deduzioni e i pronostici che se ne traggono. Si potrà adottare il caustico moralismo che suggeriscono i disegni di Feiffer (p. 8) o seguire l'opposto partito, componendo versi con un calcolatore elettronico, per esempio (p. 145). Non pretendiamo in nessun caso di aver scoperto cose nuove, solo ci auguriamo che al lettore sembrino nuovi e sian graditi il modo e la disposizione con cui gli abbiamo presentato la nostra materia.

Olivetti Elettronica

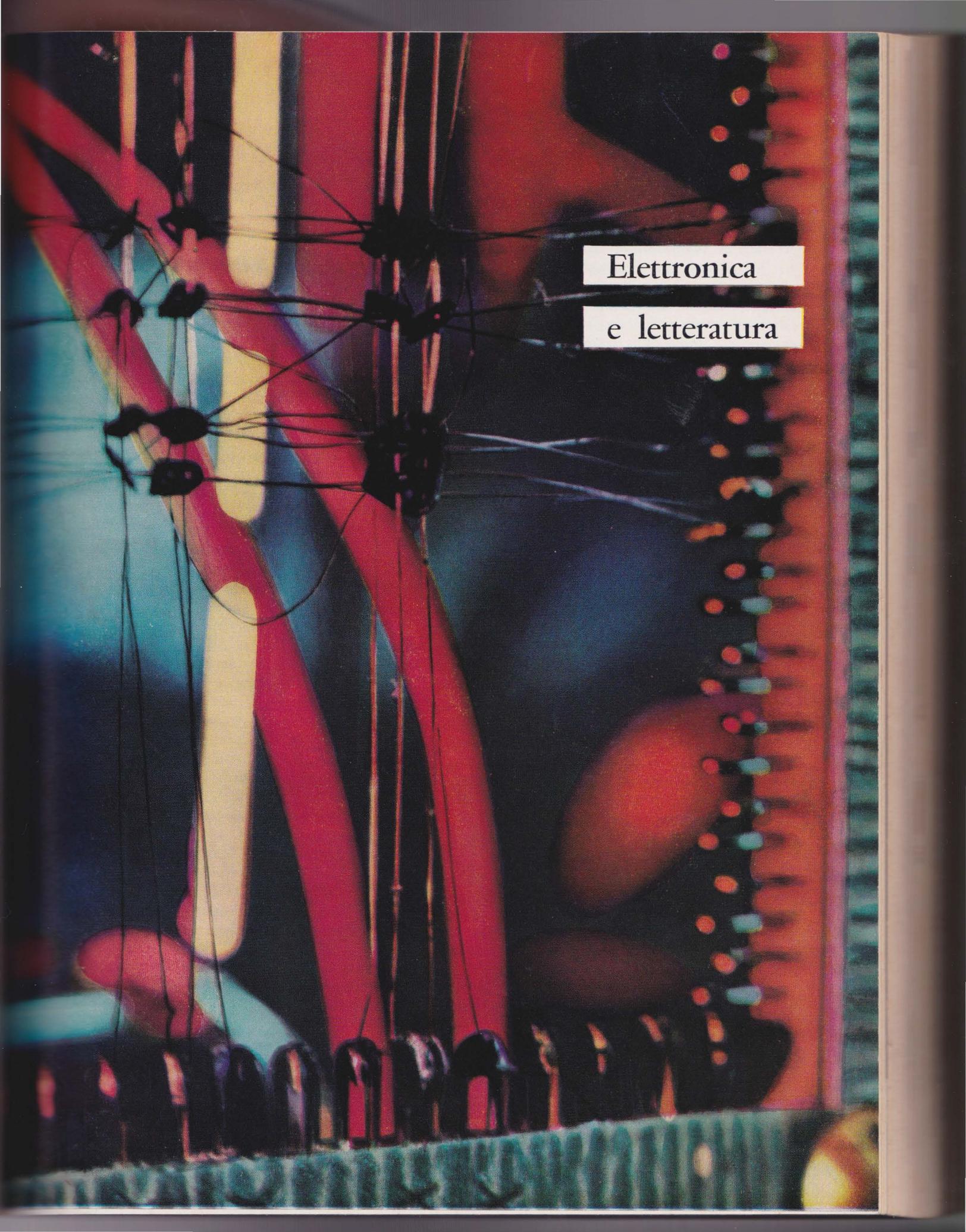
Nel quadro della meccanizzazione integrale e della automazione la Olivetti presenta macchine elettroniche di alta capacità e flessibilità per il calcolo e la elaborazione dei dati.

Dagli istituti scientifici ai centri studi dell'industria, dall'indagine teorica alla produzione, alla amministrazione, al commercio: il campo di applicazione e di impiego delle macchine elettroniche Olivetti è vasto quanto il campo del lavoro umano.



olivetti

Elettronica



Elettronica

e letteratura

Questa sezione dell'Almanacco ha potuto essere completata con esempi inediti sulle possibili applicazioni delle tecniche elettroniche nel campo della linguistica e della letteratura grazie alla cordiale collaborazione della Società Olivetti e della IBM Italia.

La competenza e l'entusiasmo dei tecnici che la IBM Italia ha messo cortesemente a nostra disposizione ci sono stati di prezioso aiuto, anche al di là del lavoro immediato da compiere.

La Società Olivetti, nella linea del tradizionale interesse recato allo sviluppo dei rapporti fra il mondo della tecnica e della produzione e quello della cultura, ha dato alla nostra iniziativa il proprio convinto appoggio, fornendo strumenti di attuazione e consulenza qualificata (p. 135). In particolare, la costante e dotta premura del dott. Muzio Mazzocchi Alemanni ci ha permesso di inserire alcune sezioni essenziali in questo panorama.

L'Almanacco tiene quindi a porgere un vivo ringraziamento ai tecnici e ai dirigenti della Società Olivetti e della IBM Italia (e alla Cassa di Risparmio delle Province Lombarde presso cui si trova il calcolatore IBM utilizzato per l'esperimento di p. 145).

La fotografia a colori della copertina e quella sul retro di questa pagina sono fornite dall'IBM.

Il calcolo proposizionale ovvero l'algebra delle idee

Ci sono tentazioni di carattere intellettuale, che ogni tanto compaiono, si attaccano a qualcheduno qua e là, promuovono faticose iniziative, lasciando chi ci ha lavorato mezzo delusi e mezzo speranzosi, tramontano, poi ricompaiono; e così avanti nei secoli. Una di esse è la macchina per il moto perpetuo, la quale continua a far vittime, benché di essa sia stata dimostrata, con la dottrina e con i risultati, l'impossibilità. Un'altra è di genere più sottile, fa presa su animi di maggior levatura; e potrebbe anche non essere assurda. Anzi, dopo secoli di insuccessi, essa ha trovato — in tempi nostri — applicazioni che le hanno conferito credito e concretezza.

Di questo si tratta: dal momento che la matematica ci porge l'esempio di uno strumento logico, col quale, partendo da proposizioni quasi sempre evidenti, si perviene, tramite procedimenti ingegnosi, a risultati, alcuni utili, altri significativi, altri ancora solamente eleganti e bizzarri, ma tutti certissimi; dal momento che sulla matematica non si discute, che quel che essa afferma nell'ambito proprio lo giustifica: dimostrando la verità come la falsità di una proposizione, l'esistenza o l'impossibilità di un oggetto; facendo i suoi cultori tranquilli sulle regole pratiche che suggerisce, sulla validità delle stesse sue scorciatoie operative; dal momento insomma che esiste un così bello e autorevole apparato, non si potrebbe estenderne l'applicazione di là del campo dei numeri, delle grandezze, delle figure geometriche? Ci sono tante proposizioni, sulle quali non si è mai d'accordo e di cui sarebbe utile poter dimostrare con certezza il vero o il falso. Questa estensione porterebbe altri vantaggi: la matematica ha un significato che non conosce frontiere, perché una formula è ugualmente intelligibile ovunque. Se si riuscisse a mettere in formula le idee, si creerebbe un vero linguaggio universale. (E difatti queste due ambizioni: inventare un'algebra logica e creare una lingua universale si attaccano soventissimo insieme ad una stessa persona).

Una delle difficoltà dell'assunto si impone subito da sé: il ragionamento matematico procede con tanta certezza perché si è d'accordo sulle premesse: le quali sono quasi sempre evidentissime e pacifiche, del gene-

re di questa: che una cosa è uguale a se stessa, o che il tutto è maggiore della parte. A dire il vero, tanta evidenza non è sempre genuina; anche qui è possibile partire da principi, postulati, assiomi, diversi: ed anzi in tempi recenti si sono costruite delle matematiche bizzarre (ne sono un esempio oramai popolare le geometrie non euclidee), ottenute appunto variando il sistema delle proposizioni fondamentali, accettate in partenza. Ma queste logiche o matematiche così costruite, anche se si escludono, non si combattono; un po' come (ci sia perdonata la banalità del paragone) i giochi delle carte: le regole dell'un gioco e dell'altro sono diverse; gli svolgimenti differiscono; ma ciascuno di essi resta valido in sé. Inoltre gli enti di cui la matematica tratta: punti, linee, numeri, sono così poco passionali che, anche se non si abbia una definizione esatta per qualcuno di essi, non ne nascono grossi guai. Manca (e manca per davvero) una buona definizione del "punto"? La geometria non ne soffre gran che. Ma, se invece che del punto, si trattasse della "virtù" o della "democrazia"? Tuttavia (sia detto tra noi) la ragione principale per cui gli uomini non si intenderanno probabilmente mai, neanche in termini di formule, è poi questa: che i nostri ragionamenti (se attinenti a cose che veramente ci stanno a cuore) sono quasi sempre apparenti; essi sono l'espressione verbale, o scritta, di sentimenti, emozioni, passioni; l'uomo veste di ragioni quel che in lui non nasce da ragione; crede di ragionare e razionalizza.

Perciò, anche se qualcheduno avesse costruito questa logica matematica assai meglio di quanto essa è riuscita oggi, essa non servirebbe gran che fuori del campo delle scienze. La logica non persuade: o almeno persuade soltanto là dove di persuasione non c'è grande bisogno. Euclide provò, con una dimostrazione molto elegante nella sua semplicità, che la successione dei numeri primi è infinita. Tale dimostrazione ci lascia perfettamente convinti; ma bisogna aggiungere che nessuno al mondo ha interesse o passione a sostenere la tesi opposta; nessuno crederebbe a quest'ultima. L'antico filosofo greco Zenone di Elea, con un ragionamento (troppo noto perché noi facciamo ai lettori l'offesa di ripeterlo), dimostrò che Achille, il piè veloce, messi in gara di corsa con la lenta tartaruga, cui aveva dato un po' di vantaggio, non riuscì mai a raggiungerla. Il sofisma di Zenone è assai sottile; è difficile trovare in esso un qualsiasi difetto; ma esso non persuade, perché noi, pure non appassionandoci affatto a quella corsa tra Achille e la tartaruga, siamo persuasi da sempre che chiunque sia più veloce di un altro, se lo rincorre, finirà col raggiungerlo. (E così è per il sofisma analogo della freccia: se — argomenta Zenone — un arciere scocca una freccia al ber-

saglio, la freccia non potrà mai raggiungere la mira, perché prima dovrà raggiungere il punto intermedio tra l'uno e l'altra; e prima di arrivare al punto intermedio dovrà superare il punto medio di questa prima metà del cammino, e così di seguito).

Ci sembra oramai di aver discorso parecchio di un qualche cosa (la logica simbolica, o il calcolo proposizionale, o l'algebra delle idee) senza aver detto ancora con concretezza di che cosa si tratti. Ci arriveremo; ma poiché l'idea è antica, conviene non trascurare al tutto qualche precedente; vorremmo dare non una storia, neanche per iscorcio, di essa (per cui ci mancherebbe spazio e lena), ma almeno qualche cenno per qualcuno dei passati tentativi.

Per intanto è da osservare che alcuni elementi matematici si trovano già nella sillogistica antica; anzi nello stesso termine sillogismo, che in greco significa *calcolo e conclusione logica*. Quando l'autore di queste paginette frequentava il liceo, vi si studiavano ancora alcuni elementi di logica formale, ereditati dall'antichità e dal Medioevo, che richiamano certi accorgimenti del calcolo proposizionale moderno. Si indicavano con le lettere *a, e, i, o*, quattro tipi diversi di proposizione; con le lettere *B, C, D, E*, varie figure del sillogismo; e se ne derivavano possibili *modi*, raccolti gli uni e gli altri in formule mnemoniche (Barbara, Celarent, Darii, Ferio, ecc.). Con i sillogismi si imparava a dimostrare con rigore cose di cui tutti si è da tempo persuasissimi (gli uomini sono mortali; Baldassarre è un uomo; perciò Baldassarre è mortale); e, con maggior divertimento, a dimostrare (questa volta con sillogismi capziosi) palesi assurdità (un gatto ha una coda di più che nessun gatto; nessun gatto ha due code; dunque un gatto ha tre code).

Oltre il sillogismo credette di proseguire un grande mistico medievale, Raimondo Lullo, da Palma di Maiorca, il quale, dopo una giovinezza dissipata, volle dedicarsi alla conversione degli infedeli. Si impadronì perciò della lingua araba; e per di più, e con maggiore ambizione, tentò una sorta di scienza universale, quasi un'arte di meccanizzare il pensiero, un metodo originale di argomentazione. Le proposizioni, scritte o simboleggiate su tabelle, egli le smistava con uno speciale meccanismo di figure mobili. Egli prometteva alle menti già preparate nella logica e nelle scienze naturali di apprendere il suo metodo in un paio di mesi: uno per la dottrina, uno per la pratica; dal momento che di nient'altro si trattava che di impadronirsi di un'*ars combinatoria*; e cioè dell'arte di mettere insieme ragioni semplici, elementari, per costruirne di più complesse. Alla radice di questo tentativo stava la convinzione (o presunzione che fosse) che i concetti elementari da lui predisposti avessero

dei duplicati nella realtà delle cose. Dai contemporanei — bisogna aggiungere — il Lullo era considerato matto. E tale doveva essere se si illuse per davvero che, per forza della logica — comunque perfezionata e meccanizzata — sarebbe riuscito a convertire i Saraceni alla Cristianità. A Bugia, in Algeria, la sua predicazione gli sollevò contro una folla incollerita che lo uccise a colpi di pietra, nel 1315.

Da un visionario passiamo — facendo torto a molti cultori intermedi — a un grande matematico e insigne filosofo: a Guglielmo Leibniz, da Lipsia. Dall'età di dodici anni (nella quale egli era già in grado di leggere correntemente il latino) incominciò a interessarsi della logica, come mezzo di ricerca della verità: e così continuò poi per tutta la vita, del resto densissima di fatiche intellettuali. Come capitò a quasi tutti i cultori di una qualche sorta di meccanica logica, egli vagheggiava di costruire anche una lingua universale: le due cose, anzi, egli fuse insieme. Egli chiamò "caratteristica" l'arte di formare e ordinare segni o simboli indicativi di pensieri, in modo che avessero tra di loro le stesse relazioni che esistono tra i pensieri stessi. La "caratteristica universale" fornita di simboli e regole, è considerata il tentativo che precede in maniera più immediata la moderna logica simbolica. Il Leibniz, che matematico era, sperava di pervenire, anche fuori dell'algebra e dell'aritmetica, a costruire dimostrazioni infallibili. Ma egli stesso, che pure regalò al mondo scoperte matematiche essenziali (il calcolo infinitesimale è per molta parte opera sua), non le trovò (che si sappia) né le espose per mezzo della sua "caratteristica".

Tra gli studiosi più vicini a noi, un posto a sé merita il matematico inglese George Boole, che, nel 1854, gettò le fondamenta di un'"algebra logica", notevole perché — al contrario di altre creazioni del genere — ebbe in tempi recenti ed ha tuttora, il collaudo di numerose applicazioni. Purtroppo dobbiamo ammettere che esse appartengono tutte al campo tecnico: problemi inerenti alla fisica nucleare, ai circuiti elettrici, agli scambi ferroviari. Il "purtroppo" sta a significare che ci sarebbe piaciuto moltissimo che, almeno una volta, un'algebra logica o proposizionale fosse risultata idonea a risolvere questioni di carattere morale. Ma finora non si è sfuggiti a questa regola: che un tale strumento di pensiero, nato per ispirazione della matematica, non sa discostarsi da quelle applicazioni dove, per così dire, la matematica è di casa.

Per dare un'idea almeno dei modi della logica di Boole, ricorderemo che egli introduce un'aritmetica con due sole cifre: uno e zero. Sono le due cifre di un sistema di numerazione (detto binario) altrettanto valido quanto qualsiasi altro (anche Leibniz l'aveva

caldegiato), il quale sistema ha trovato molte applicazioni nelle moderne macchine calcolatrici, per il semplice fatto che due cifre sono assai idonee a rappresentare i due possibili stati di un circuito elettrico: aperto o chiuso. Ma nel campo della logica esse possono rappresentare le due qualità opposte di una proposizione (vera o falsa); mentre i simboli dell'algebra possono essere chiamati a rappresentare delle congiunzioni: supponiamo che il piú (+) significhi e; il per (\times) significhi *oppure*. Dobbiamo aggiungere che Boole non pensava affatto ai circuiti elettrici o ad altre faccende di carattere tecnico. Egli offriva una sillogistica pratica, abbreviata, e maneggiabile con regole di carattere algebrico; ma dell'utilità di essa si sono accorti, piú tardi, soltanto i tecnici.

Oggi la logica simbolica sembra aver trovato un suo linguaggio, se non definitivo (perché nessuna cosa è tale al mondo), almeno destinato a durare; e ad uscire (come ha già fatto) dagli schermi teoretici di studiosi isolati. Tre matematici e pensatori hanno contribuito a gettarne i fondamenti; il primo è il piemontese Giuseppe Peano, che alcuni non giovani tra noi (compreso lo scrivente di queste note) ricordano ancora, mite e barbuto professore di analisi, all'Università di Torino. Al pari di molti altri di coloro che tentarono di costruire un linguaggio che manipolasse le idee, così come l'algebra manipola i numeri, Giuseppe Peano tentò anche un linguaggio universale, un latino *sine flexione*, e cioè senza declinazioni, che, come tanti altri tentativi di linguaggio universale, non ebbe fortuna. La sua simbolistica, poco apprezzata da noi (presentava tra l'altro il vantaggio di un notevole risparmio di carta nelle pubblicazioni: parecchi allievi del Peano pubblicavano in quel linguaggio le loro memorie; col solo risultato di diminuirne ancora, se possibile, il numero dei lettori), la sua simbolistica, dunque, fu ripresa da due inglesi: il matematico A. N. Whitehead e il filosofo B. Russell (famoso questo, oltre che per molte pregevoli opere, per le sue proteste antiatomiche): essi ne elaborarono una fortunata "logica matematica".

Proviamo a darne una idea. Ogni proposizione, semplice o complessa che sia, è rappresentata con una lettera dell'alfabeto. Per esempio, possiamo stabilire che la lettera *a* significhi "la luna è tonda"; la lettera *b* "al gatto piace il pesce". Il punto "." sta per la congiunzione "e". Allora il simbolo *a.b* significa "la luna è tonda e al gatto piace il pesce". La circostanza che questi esempi siano pedestri non deve impressionare. La logica simbolica non ha niente a che vedere con la profondità e l'originalità del pensiero. Il suo

scopo è questo: date certe premesse (e queste sono dettate dal problema in esame; sia esso di ingegneria o di tecnica assicurativa o di interpretazione dei dati di una inchiesta), verificarne le conseguenze. Il simbolo di una C capovolta (\supset) significa "allora... se". Epperò scrivendo *a \supset b*, noi verremmo a dire "se la luna è tonda allora al gatto piace il pesce". Se una proposizione è soprassegnata da una lineetta, allora diventa negativa. Perciò, nel nostro esempio \bar{a} significa "la luna non è tonda". La lettera \vee significa "oppure"; epperò una forma come $\bar{a}\vee b$, vorrebbe dire "la luna non è tonda oppure al gatto piace il pesce"; e volendo dire cosa piú esatta potremmo scrivere $\bar{a}\bar{\vee}b$, che significherebbe "non è proprio vero che la luna non è tonda oppure al gatto piace il pesce". Sembrano puerilità; ma, per mezzo di segni semplici come quelli indicati, e di regole per maneggiarli (su queste non ci addentriamo), problemi logici complicati, veri rompicapo, che non sempre ma sovente si presentano alla pratica si riducono a proporzioni maneggevoli. Allo stesso modo, l'algebra permette di risolvere in un attimo problemi del tipo "qual è il numero che aggiunto al proprio quinto equivale ai quattro terzi di esso meno 3?"; problemi che, senza l'algebra farebbero ammattire (e con l'algebra si trova subito: è 22 e mezzo).

Piú vie si sono aperte alla logica simbolica. Per una parte essa è ritornata su quella matematica, da cui prese le mosse, per sottoporre ad esame scrupoloso la compatibilità e la consistenza dei sistemi di assiomi e di proposizioni da cui ogni branca della matematica deriva: e cioè assume una funzione critica sulla validità di un algoritmo, di un procedimento, delle conclusioni che se ne traggono. Per un'altra parte, essa si mette al servizio di imprese commerciali o industriali, per risolvere, come abbiamo detto, complicati problemi di carattere aziendale od organizzativo (per esempio, la compatibilità delle molte clausole dei contratti di assicurazione, quelle scritte in minutissimi caratteri sul retro delle polizze, è non di rado meritevole di un onesto controllo). Infine essa trova oggi la sua applicazione piú importante e corposa alla costruzione delle macchine calcolatrici, dei cervelli elettronici; ma qui il nostro discorso cessa e molto volentieri passiamo la penna ad altrui.

Rinaldo De Benedetti

Il metodo binario

C'è un dialogo platonico, *Il sofista*, in cui un interlocutore, il Forestiero, vuole condurre Teeteto a definire con esattezza che cosa sia il pescatore di lenza. Per far ciò i dialoganti esaminano una serie di ramificazioni successive della definizione iniziale: tutte le arti sono o di *produzione* o di *acquisizione*. Il pescatore di lenza pratica un'arte di acquisizione. Ma l'arte di acquisizione si divide in arte della *persuasione* e arte della *cattura*. Il pescatore di lenza appartiene a questa seconda specializzazione. Essa, a sua volta, contempla la cattura attraverso la *lotta* e la cattura attraverso la *caccia*. Posto che il pescare di lenza è una forma di caccia, esaminiamo una nuova biforcazione: caccia delle specie *animate* e caccia delle *inanimate*. Il pescatore di lenza caccia ovviamente specie animate, ma ecco che qui si pongono altre due possibilità, poiché si possono cacciare sia animali *terrestri* che animali *natanti*, e tra i natanti distinguiamo ancora quelli che si sostengono nell'*aria* e quelli che si sostengono nell'*acqua*. Ma la caccia agli animali acquatici, che si chiama pesca, si divide ancora in due altre branche... Il dialogo platonico, di cui qui non abbiamo riassunto che una pagina, procede in questa ricerca per molte pagine ancora, seguendo quello che si chiama metodo "diairetico". Su questa falsariga gli interlocutori procedono con estrema cautela.

Davanti a ogni soluzione si pongono solo due altre domande: ad una c'è da rispondere *no*, scartando il filone, all'altra *sì*, esaminando quindi quali altre due questioni essa suggerisca. È questo un metodo *binario*, e ci fa pensare ad un personaggio favoloso che cammini in un labirinto in cui i sentieri si biforcano continuamente: le sue decisioni dovranno concretarsi, per procedere, in una serie di *sì* e di *no*; una strada è quella buona, l'altra è quella sbagliata.

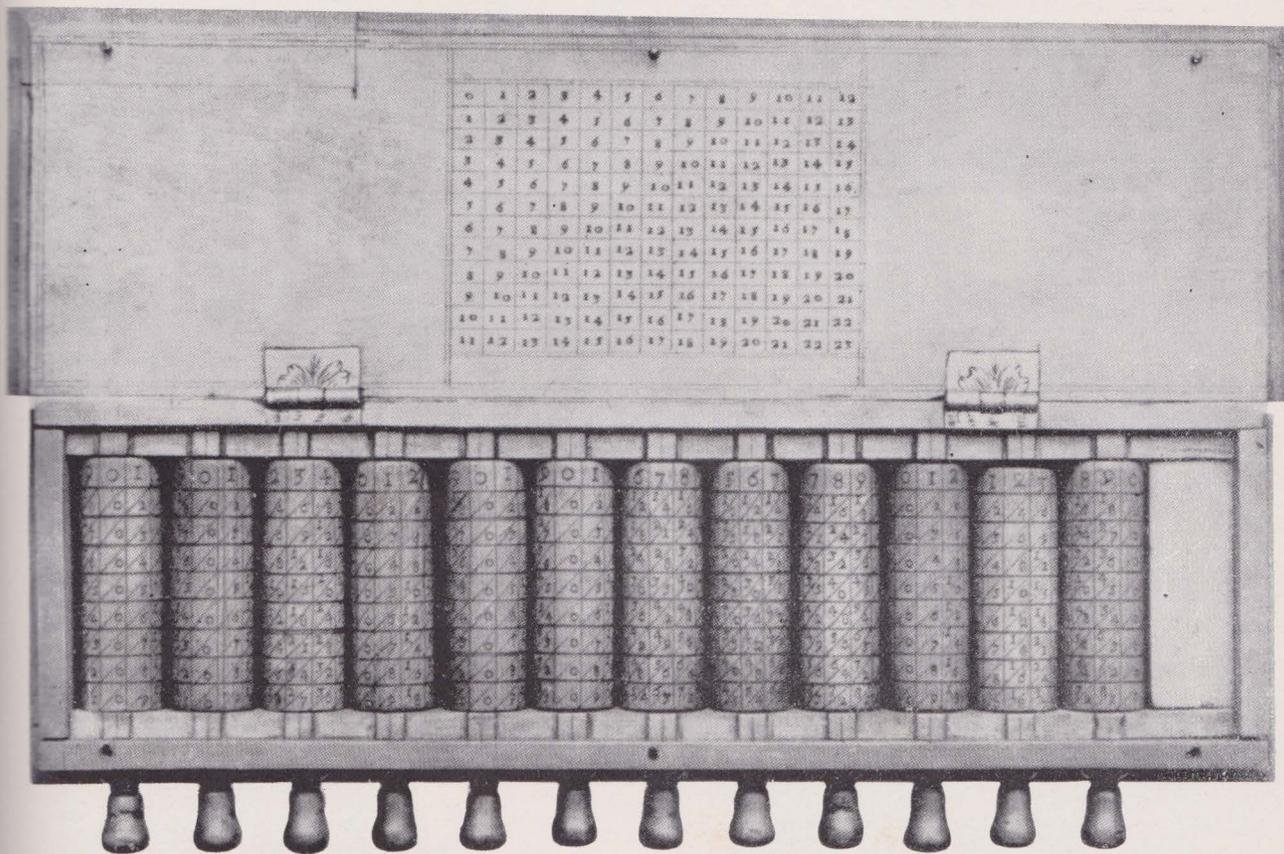
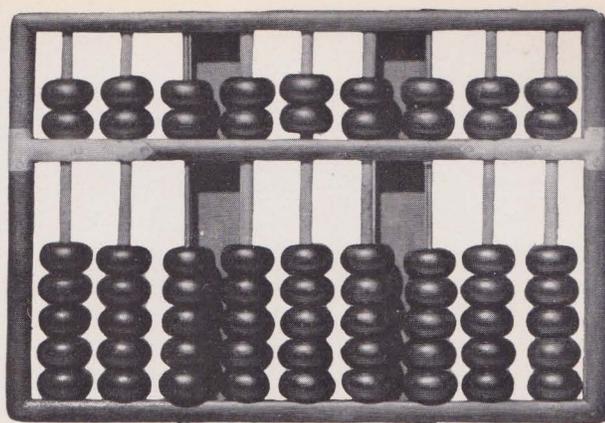
Ebbene, il cervello elettronico ragiona un poco come gli interlocutori del *Sofista*: esso sceglie solo tra due possibilità: *sì* o *no*, 1 oppure 0, *vero* oppure *falso*, salvo che compie queste operazioni a velocità vertiginosa e per un numero altissimo di scelte successive. Facciamo un esempio concreto: un problema tipico che si potrebbe porre a un cervello elettronico è quello di scegliere, tra due milioni di numeri intro-

dotti nei suoi circuiti, tutti quei numeri che sono al tempo stesso multipli di due e di tre. Un problema, data la stragrande quantità di numeri in gioco, che porrebbe in difficoltà un uomo, specie se le cifre sono molto alte. Il cervello elettronico invece procede con metodo prendendo il primo numero e sottoponendolo a una prima discriminazione: è multiplo di due *sì* o *no*? Se *no*, lo scarta, se *sì* lo passa a un vaglio successivo: è multiplo di tre *sì* o *no*? Se *no*, lo scarta, se *sì* lo immagazzina nella memoria. A questo punto, senza bisogno di altre istruzioni, torna a prendere un secondo numero e lo sottopone allo stesso vaglio e così procede sino ad esaurimento dei due milioni di numeri. Finito il vaglio passa a comandare un organo di uscita, per esempio la telescrivente, che comunica l'elenco dei numeri scelti e immagazzinati nella memoria.

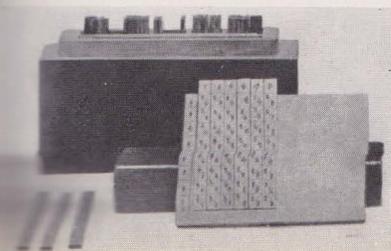
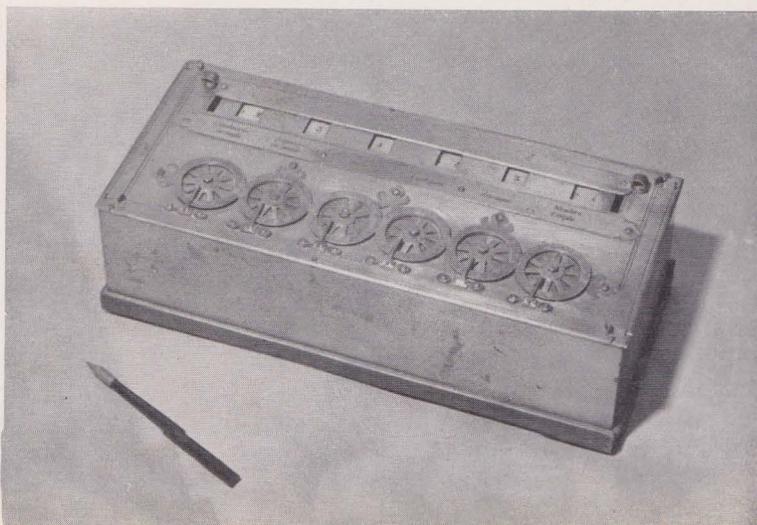
Procedendo per scelte binarie successive, il cervello elettronico si avvale di alcune regole di ragionamento inconsuete ma semplicissime, dovute ad un matematico del secolo scorso, George Boole, il quale formulò delle regole di calcolo logico codificate nella cosiddetta *algebra di Boole*. Dal punto di vista logico l'algebra di Boole insegna a ragionare sulla base di due possibilità, *vero* o *falso*, combinandole in modi diversi e stabilendo ad esempio, che, nella moltiplicazione di una asserzione falsa con una vera, il risultato sarà "falso", mentre la moltiplicazione di due proposizioni vere darà come risultato "vero". Ma l'algebra di Boole, dal punto di vista matematico, si esprime anche attraverso le cifre 1 e 0 (prese in fondo come equivalenti di *sì* e *no*). Inoltre, secondo elementari regole di calcolo si possono eseguire, con queste due cifre, tutte le operazioni che noi eseguiamo abitualmente con le nostre dieci cifre. È questo il *calcolo binario*, molto più antico, che viene spiegato a parte (*Come ragiona il cervello elettronico*) e che, se per essere compreso richiede un poco di attenzione, è in verità molto più semplice di quello decimale. Quelle che sono difficili sono le operazioni che vengono comandate al cervello elettronico (aggiungere, sottrarre, dividere, elevare a potenza, estrarre le radici, risolvere un sistema di equazioni lineari con 150 incognite, elevare al quadrato numeri di 10 cifre, e così via): ma tutte queste operazioni sono risolubili mediante il calcolo binario, riducendo ogni operazione ad una serie di addizioni e sottrazioni successive.

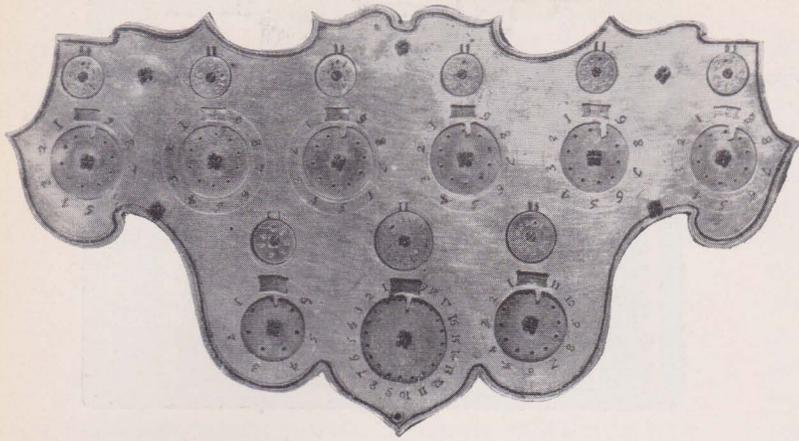
Non a caso i calcoli che avvengono all'interno di un calcolatore, e anche le istruzioni che gli diamo e i risultati che esso comunica, sono espressi in alternative binarie di questo tipo, che si traducono in due semplici situazioni fisiche: *viene permesso un passag-*

Abbaco cinese del 1200 d.C. L'abbaco cinese, chiamato suanpan, era costituito da una serie di asticcioline di bambù su cui si infilavano delle palline di avorio. Le nove aste superiori portavano due palline ciascuna, le inferiori cinque. Alla fine del XV secolo apparvero gli abbachi ad aste orizzontali in cui la pallina posta sulla linea superiore valeva dieci volte quella posta sulla linea inferiore.

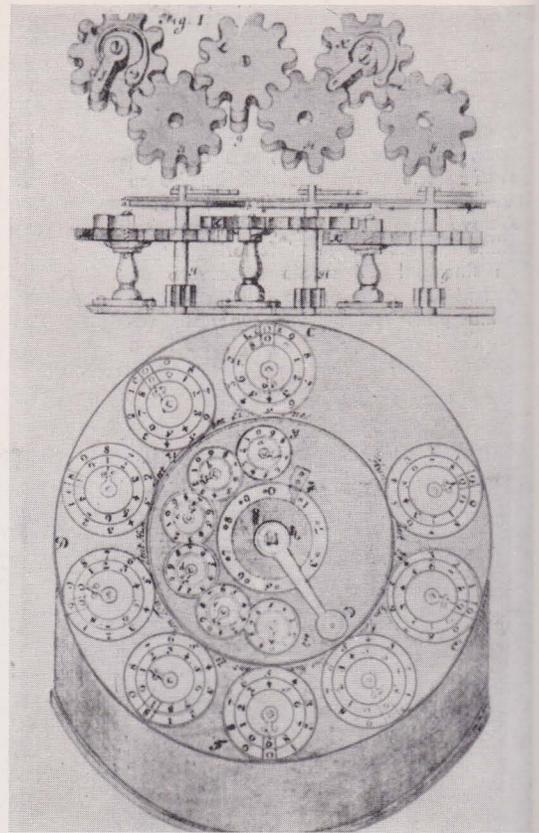


Nei bastoni di Nepero, le colonne della tavola pitagorica, rese mobili, venivano poste le une accanto alle altre secondo l'ordine delle cifre del moltiplicando. Sopra vediamo lo strumento nella forma cilindrica perfezionata dal gesuita Gaspar Schott, sotto a sinistra, i bastoni originali. Sotto a destra: la macchina aritmetica di Pascal (1642) che introdusse il «riporto automatico».

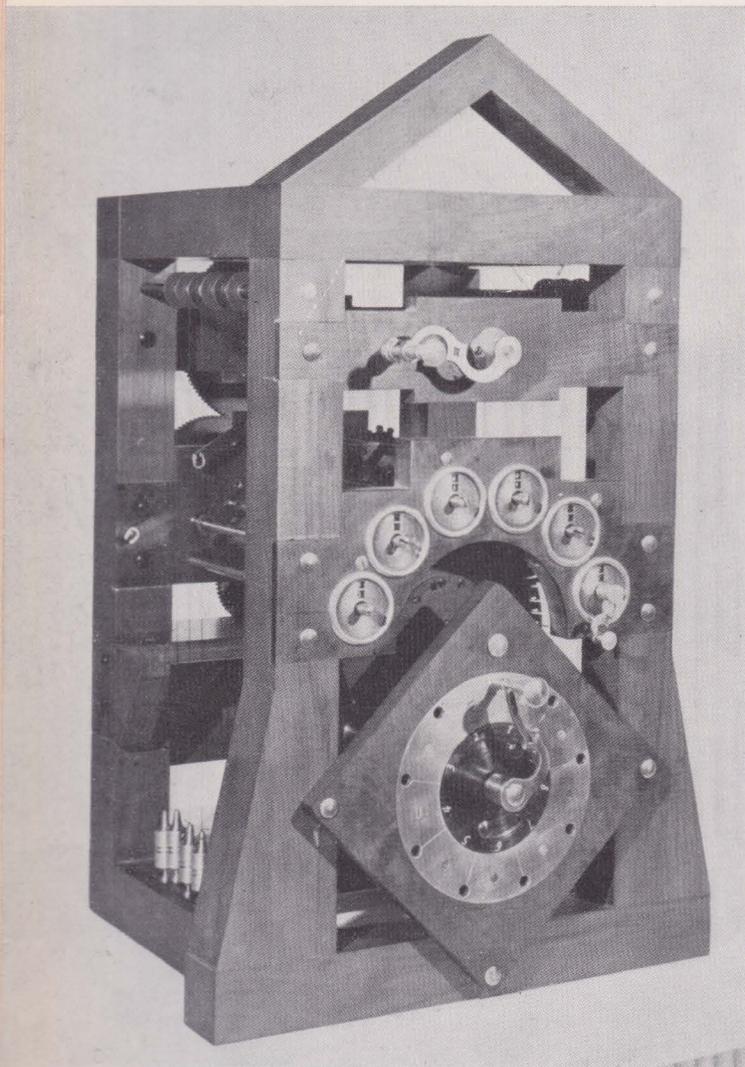




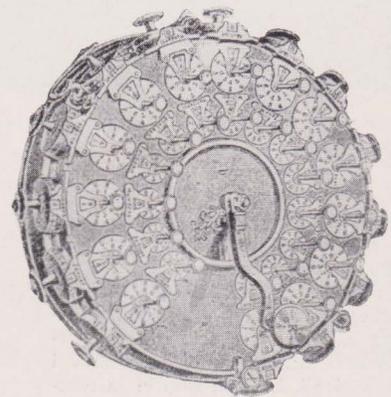
Macchina calcolatrice aritmetica donata al Duca Ferdinando II da Tito Livio Burattini nel 1659.



La macchina calcolatrice di Leupold

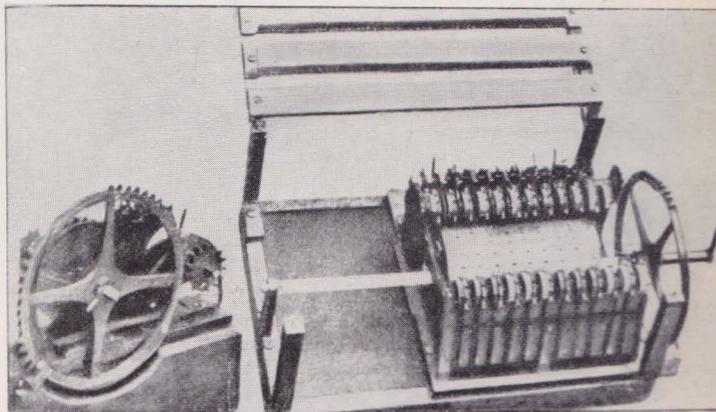
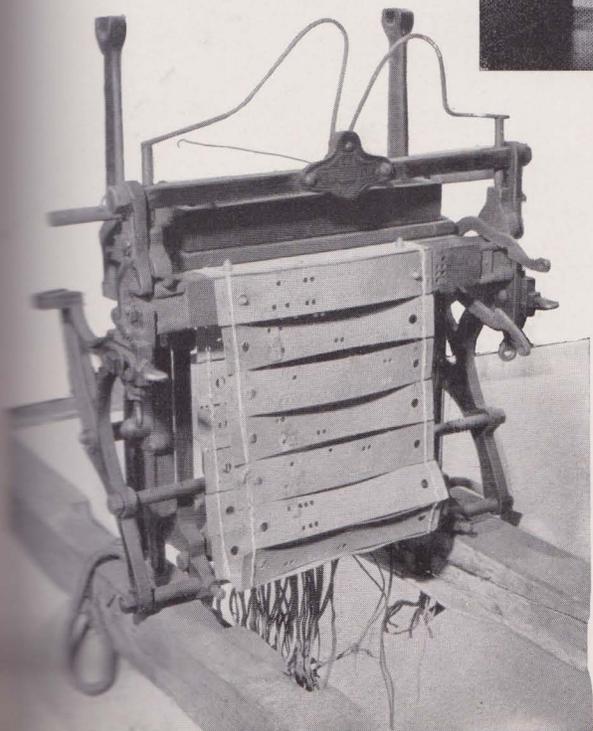
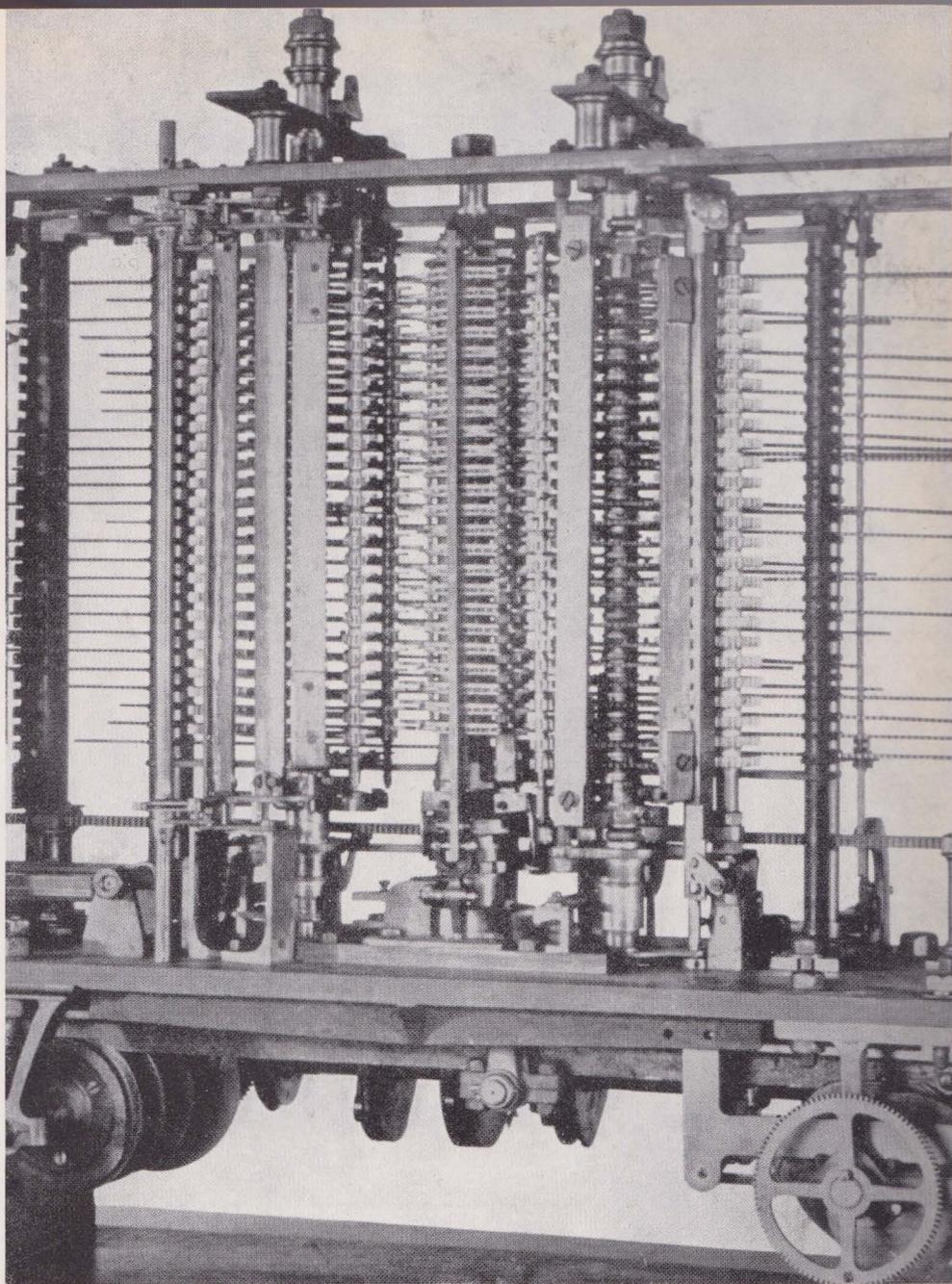


La macchina aritmetica di Giovanni Poleni, descritta dallo scienziato veneziano nella sua «Miscellanea», pubblicata nel 1709. Il progetto si differenziava dagli altri per il tentativo di rendere automatico il funzionamento della macchina.

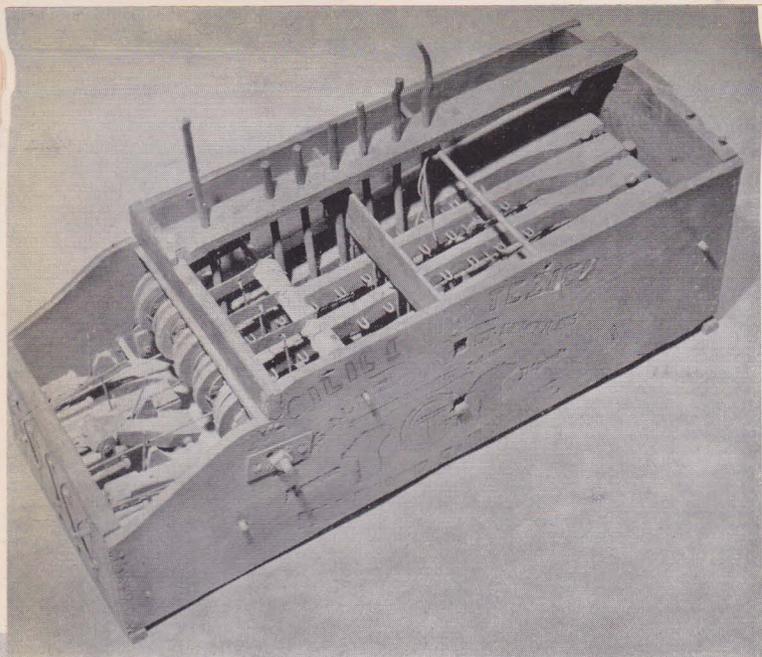


La macchina calcolatrice di Müller

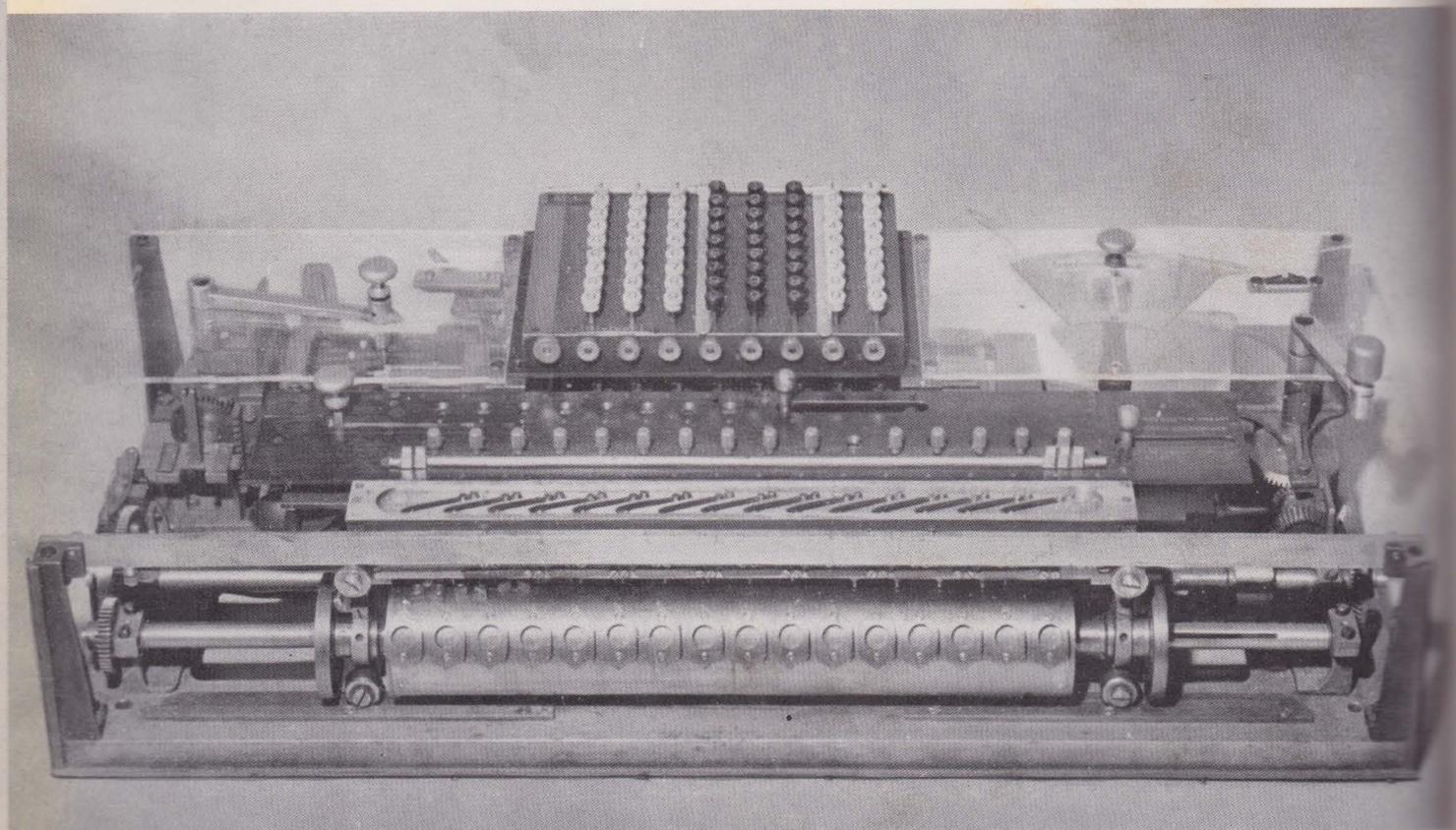
La macchina analitica di Babbage (a destra) creata nel 1843 servì da modello a tutte le macchine calcolatrice successive. La macchina analitica avrebbe dovuto disporre di una memoria di duecento accumulatori di 25 ruote ciascuno, di un dispositivo programmatore formato da una serie di schede perforate per comandare lo svolgimento delle operazioni e il trasferimento delle cifre dalla memoria alla unità aritmetica. L'immissione dei dati poteva essere attuata azionando a mano le ruote degli accumulatori o leggendo le cifre perforate sulle schede. I dati emersi venivano perforati sulle schede, registrati sugli accumulatori o direttamente stampati. Le ricerche di Babbage erano state permesse dalla invenzione del meccanico francese Falcon, che nel 1728 ideò il sistema della scheda perforata e lo applicò alle macchine tessili per renderne automatico il procedimento. Più tardi Vaucanson perfezionò l'idea e infine Jacquard, agli inizi del XIX secolo, realizzò industrialmente il telaio omonimo (foto sotto).



La macchina calcolatrice di Stanhope (1777).



La Macaroni Box di Dorr E. Felt (1885) fu la prima macchina a tastiera e a ordine multiplo in grado di funzionare. In questo modello rudimentale (ispirato a Felt dall'osservazione del movimento interno di una piattatrice) i tasti sono costituiti da stecchini, i guida-tasti da forcelle meccaniche e le molle da una serie di elastici.



96 La Millionaire di Otto Steiger (1892), prima macchina a moltiplicazione diretta di tipo veramente industriale, incorporava la tabella meccanica inventata dal francese Léon Bollée.

gio di corrente, non viene permesso un passaggio di corrente. Ciò avviene in quanto in un calcolatore l'elemento costitutivo essenziale è un tubo elettronico o un transistor che lascia passare corrente oppure no, funzionando infine come un comune interruttore domestico, il quale è aperto o chiuso; e il comando dall'esterno viene permesso da una *scheda perforata* che, come nel telaio di Falcon, segnala "via aperta" quando c'è un foro, "via chiusa" quando non c'è. Altre volte si tratterà invece di un materiale magnetico, come i nastri usati nei registratori, che può avere soltanto due stati magnetici di segno diverso. Qualunque sia l'organo impiegato, si hanno sempre due stati, uno affermativo (passa corrente, è magnetizzato positivamente) ed uno negativo (non passa corrente, è magnetizzato negativamente). Se al secondo stato si fa corrispondere il numero zero ed al primo il numero uno, ecco pronto un sistema numerico perfettamente analogo a quello con dieci numeri usato comunemente. La combinazione di molti circuiti elettronici e magnetici di questo tipo rende la macchina atta ad una serie di calcoli elementari a comando. L'uomo cioè dall'esterno introduce un "programma", scritto sempre nell'unico linguaggio che il "cervello" conosce, nastro magnetico alternativamente magnetizzato, schede o nastri di carta opportunamente perforati; a ciascuno stato corrisponde un comando: *devi o non devi fare*; e la macchina esegue. Eseguie naturalmente con una rapidità fantastica: i modelli oggi di uso corrente riescono a compiere circa 10.000 addizioni o sottrazioni per secondo. La macchina non sa fare niente altro che somme o sottrazioni, ma l'uomo l'ha progettata in modo tale che, con un programma che combini opportunamente i diversi circuiti elettronici, essa sia in grado di eseguire calcoli che richiederebbero l'impiego di migliaia di ore lavorative di decine di abilissimi calcolatori; calcoli che spesso è impossibile realizzare manualmente. Questo, almeno, riguardo ai calcolatori più comuni, quelli "numerici" o "digitali". Diverse e più complesse modalità di calcolo presiedono invece ai calcolatori "analogici", di impiego più ristretto e capaci di operazioni più difficili.

In una macchina analogica ogni numero è rappresentato da una quantità fisica misurabile, il cui valore, stabilito in base a un'unità prefissata, è reso uguale al numero in questione. Questa quantità può essere l'angolo di cui ruota un disco, l'intensità o la tensione di una certa corrente elettrica, eccetera. Per permettere alla macchina di operare basta provvederla di organi capaci di compiere su queste quantità rappresentative le operazioni fondamentali della matematica, valendosi di fenomeni fisici anziché di e-

spressioni simboliche. Comunque, nel corso della nostra esposizione ci siamo attenuti allo schema del calcolatore numerico, più facilmente comprensibile.

Sia il *programma* che i dati numerici necessari per i calcoli sono registrati su di un organo fondamentale della macchina, la *memoria*, in genere anch'essa basata sul principio della magnetizzazione di nastri, di piccoli nuclei di ferrite, di tamburi rotanti rivestiti di ossido di ferro; una memoria può registrare milioni di cifre contemporaneamente e ricercarne una particolare, che le serve per una operazione specifica, anche in un milionesimo di secondo.

dalla STORIA FIGURATA DELLE INVENZIONI, edizioni Bompiani, 1961.

Come ragiona il cervello elettronico

Quando scriviamo un numero, senza saperlo usiamo un sistema stenografico, noto come *numerazione in base 10*. Prendiamo per esempio il numero 63: esso equivale a 6 volte 10 più tre volte 1; poiché, come è noto, 10 è uguale a 10^1 , mentre 1 è il risultato dell'elevazione a potenza zero di qualsiasi numero, possiamo anche scrivere

$$63 = 6 \times 10^1 + 3 \times 10^0$$

Cioè le cifre 6 e 3 del numero 63 non sono altro che i fattori per cui moltiplichiamo la potenza 1 e 0 del numero 10. Prendiamo un numero di quattro cifre: 3729. Esso è uguale a

$$\begin{aligned} & 3 \times 1000 + 7 \times 100 + 2 \times 10 + 9 \times 1 \\ & = 3 \times 10^3 + 7 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 9 \times 10^0 \end{aligned}$$

che noi stenograficamente scriviamo 3729.

Un calcolatore elettronico si troverebbe in difficoltà davanti ad un sistema così complesso, che ha bisogno di ben 10 cifre (dallo 0 al 9). I suoi circuiti, infatti, esprimono in sostanza due sole situazioni distinte: o lasciano passare corrente, oppure no, secondo che un interruttore sia chiuso o aperto. Se noi associamo al passaggio di corrente il numero 1 e all'assenza di corrente il numero 0, abbiamo un sistema di numerazione molto più semplice di quello in base dieci: il *sistema binario*. I numeri, invece di essere espressi come potenze del numero 10, sono espressi come potenze del numero 2. Questo significa che il calcolatore può capire un numero solo se gli viene presentato scomposto come successiva addizione delle potenze di 2. Facciamo un esempio: il numero 9 può essere espresso come $8 (= 2^3) + 1$ (che è l'elevamento a potenza zero di ogni numero e che quindi si può esprimere come 2^0). La successione delle potenze di 2 a partire da 2^3 , è questa: $2^3, 2^2, 2^1, 2^0$. Ora, se noi vogliamo comunicare solo 2^3 e 2^0 , dovremo comunicargli un "si" solo in corrispondenza di questi due numeri. Perciò si farà in modo che passi corrente in corrispondenza di 2^3 e 2^0 e non passi corrente in corrispondenza delle altre potenze. Dovremo quindi comunicargli "un passaggio, nessun passaggio, nessun pas-

saggio, un passaggio"; in altri termini dovremo segnalargli "sì, no, no, sì"; o ancora, gli comunicheremo "aperto, chiuso, chiuso, aperto". Infine, se indichiamo per comodità con 1 il foro aperto e con 0 l'assenza del foro, il calcolatore riceverà questo messaggio: 1001. E leggerà questo numero come 9. Un altro esempio: noi possiamo scomporre il numero 63 nelle seguenti potenze di 2:

$$2^5(32) + 2^4(16) + 2^3(8) + 2^2(4) + 2^1(2) + 2^0(1)$$

Per « pensare » 63 il calcolatore dovrà pensare

$$1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$$

A partire dalla potenza quinta di due egli dovrà ricevere un segnale positivo ad ogni grado della successione: il numero 63 sarà pertanto indicato come 111111. Se si fosse trattato del numero 62 si sarebbe dovuto annullare l'ultimo termine dell'addizione; vale a dire non si sarebbe dovuto segnalare con un 1 la potenza di 2^0 . Si sarebbe così comunicato al calcolatore 111110. Sia quando noi si comunica un numero al calcolatore, che quando il calcolatore comunica un numero a noi, questo è il procedimento. Notiamo bene come ciò che veramente conta è il procedimento binario *corrente-non corrente, sì-no*; il codice per comunicarlo, attraverso scheda perforata o altro, è convenzionale e così anche il codice per trascriverlo; in teoria il calcolatore potrebbe anche chiamare "Sole" il momento in cui passa corrente e "Luna" il momento in cui non passa, e comunicarci il numero 62, risultato di una sua operazione, con l'espressione "Sole sole sole sole luna" (oppure, a seconda delle convenzioni, *Milano Milano Milano Milano Milano Roma*, o anche *John John John John John Mary*, e così via). Qualsiasi numero, per alto che sia, può essere espresso in questo modo.

Per un uomo pensare un numero e compiere tutte le operazioni secondo questo sistema sarebbe enormemente lento e complesso. Il calcolatore invece, compiendo queste addizioni a velocità elevate, può compiere in breve tempo i calcoli più difficili. Non solo, ma per questo sistema valgono anche le stesse proprietà di somma dei numeri scritti in base dieci. Se vogliamo sommare 27 a 65 noi incolonniamo le cifre:

$$\begin{array}{r} 27 + \\ 65 = \\ \hline 92 \end{array}$$

Noi facciamo $7 + 5 = 12$, vale a dire $7 \times 10^0 + 5 \times 10^0 = 1 \times 10^1 + 2 \times 10^0$; quindi teniamo il 2 nella colonna delle potenze 10^0 e trasferiamo l'1 sotto la colonna delle potenze 10^1 : infatti facciamo $1 + 2 + 6 = 9$

Analogamente si fa sommando per esempio 9 a 5 nel sistema binario:

$$\begin{array}{r} 1001 + (9) \\ 0101 = (5) \\ \hline 1110 (14) \end{array}$$

cioè partendo da destra sommiamo la prima colonna: $1 + 1 = 1 \times 2^0 + 1 \times 2^0 = 2 = 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0$; teniamo lo 0 sotto la colonna delle potenze 2^0 e trasferiamo l'1 sotto la colonna delle potenze 2^1 . Si verifica subito che invece $1 + 0 = 1$ e che $0 + 0 = 0$. Mentre perciò il cervello umano deve tenere a mente tutti i possibili risultati della somma di due qualsiasi delle dieci cifre del sistema in base dieci (ed in totale essi sono 55), il cervello elettronico deve sapere soltanto tre somme elementari (uno più uno uguale zero, uno più zero uguale uno, zero più zero uguale zero).

Il cervello elettronico

L'idea del calcolo automatico è piuttosto vecchia; i principi matematici, noti come calcolo numerico, che consentono di trasformare qualunque operazione, per complessa che sia, in una successione di operazioni elementari che la macchina è in grado di eseguire, erano già stati studiati in pratica dai costruttori delle prime calcolatrici (da Pascal a Poleni e Babbage), ed erano arrivati a compiute sistemazioni teoriche nel secolo scorso. L'algebra di Boole era stata sviluppata intorno al 1860. Mancava soltanto un mezzo in grado di operare con velocità sufficientemente elevata: e questo è dato dall'impiego dei dispositivi elettronici, la cui velocità di funzionamento è grandissima se vengono utilizzati in circuiti dove non esistano organi che annullino tale vantaggio. Per esempio nelle vecchie calcolatrici elettromeccaniche si faceva uso dell'elettricità per comandare degli ingranaggi meccanici i quali eseguivano le stesse operazioni dei calcolatori elettronici e riuscivano a memorizzare dei numeri; ma la velocità delle leve e degli ingranaggi determinava il ritmo delle operazioni, mentre le memorie occupavano grande spazio e richiedevano tempo dell'ordine del secondo per essere utilizzate; inoltre l'uomo doveva intervenire in ogni istante dall'esterno per comandare le operazioni attraverso i tasti. E gli stessi impulsi del cervello umano viaggiano nel sistema nervoso alla velocità di 70 metri al secondo, mentre gli impulsi elettrici vengono trasmessi con velocità prossime a quelle della luce.

Solo l'invenzione dei tubi elettronici ha messo a disposizione dell'uomo lo strumento in grado di sostituire i comandi meccanici. Tuttavia dal 1904, anno della invenzione della prima valvola termoionica, si deve arrivare al 1929 per vedere il primo esperimento di calcolo elettronico presso la Columbia University di New York. Alcuni fattori avevano ritardato lo sviluppo dei calcolatori. Innanzitutto si dovevano inventare gli opportuni accoppiamenti di tubi elettronici, fra di loro o con altri elementi elettrici (induttori, condensatori, ecc.) in grado di realizzare i calcoli elementari richiesti ad un calcolatore. Il primo passo in questo senso fu l'invenzione da parte di Eccles e Jordan nel 1919 del circuito noto come "flip-

flop", basato sull'accoppiamento di due tubi elettronici, circuito che tuttora presiede alle operazioni entro le macchine. Ma una serie di geniali invenzioni individuali non bastò, come era avvenuto in altri campi della tecnica, a permettere la realizzazione finale. Già l'ENIAC, un calcolatore sviluppato per la elaborazione dei dati necessari per la costruzione delle bombe atomiche verso il termine della seconda guerra mondiale, conteneva 18.000 tubi elettronici, senza contare gli altri componenti: dunque lo sviluppo dei calcolatori non poteva avvenire che attraverso un lungo e paziente lavoro di équipe. Un calcolatore si compone materialmente e concettualmente di blocchi, ciascuno progettato per uno scopo specifico: il progettista si limita a mettere insieme i vari blocchi senza preoccuparsi della loro struttura interna, poiché essi sono stati progettati e costruiti da altri tecnici elettronici. Accanto al progettista lavorano poi le persone incaricate di elaborare il programma, il linguaggio cioè con cui rivolgersi alla macchina, adattandolo al tipo particolare di calcolatore, e di suggerire le modifiche via via necessarie per renderlo sempre più efficiente.

Lavoro lungo e paziente, dunque: paradossalmente, un lavoro da cervello elettronico, un'opera di incasellamento, il mosaico di una infinità di piccoli risultati realizzati in campi diversi. Un lavoro che dal 1929 al 1944 procedette abbastanza lentamente perché in realtà mancava uno stimolo esterno che ne imponesse l'accelerazione forzata. Ancora oggi un calcolatore di prestazioni medie, prodotto in serie, costa circa mezzo miliardo di lire e il prezzo dei grandi calcolatori è molto superiore; a maggior ragione agli inizi i componenti elettronici erano più rari e più costosi, e si può così ben comprendere come procedessero a rilento gli esperimenti per la realizzazione di un prodotto che nessun mercato sarebbe stato in grado di assorbire.

In una economia basata sulla relazione tra la domanda e l'offerta spesso l'apertura di un nuovo mercato, che permetta l'uscita da un difficile impasse, viene pagata a caro prezzo: anche nel caso dei calcolatori (come per le ricerche nucleari e per il radar) lo stimolo ad una intensificazione degli esperimenti e la richiesta del prodotto finito furono dovuti alla guerra. I primi calcolatori americani vennero elaborati su commissione governativa durante il conflitto e i progettisti si trovarono a poter finalmente disporre di tutti i fondi necessari; l'ENIAC dovette servire a studi sull'energia nucleare, il MARK I della IBM fu adibito al calcolo dei tiri dell'artiglieria contraerea, il MANIAC venne costruito dopo il conflitto per ese-

guire i calcoli relativi all'esplosione delle bombe all'idrogeno.

Solo a questo punto si fecero chiari gli enormi vantaggi che i calcolatori consentivano nei campi più svariati, dagli enti pubblici alle industrie, dalla ricerca scientifica alle indagini statistico-sociali, ed esplose il boom dei calcolatori elettronici, tuttora in atto. L'effetto dei cervelli elettronici nelle applicazioni pacifiche fu di carattere non solo quantitativo ma qualitativo. Infatti essi non si limitano a far risparmiare tempo, permettendo cioè la accelerazione di progetti o di realizzazioni costruttive, ma consentono di ottenere informazioni che altrimenti non si avrebbero affatto. Un esempio tipico è la elaborazione di complessi dati statistici. Prendiamo il caso di una industria che desideri conoscere la situazione del mercato per stabilire se fabbricare o no un certo prodotto. È un problema abbastanza comune, in cui concorrono però moltissimi fattori, e un gruppo di studiosi addestrati che si ponesse a studiarlo impiegherebbe almeno un paio d'anni. Ma dopo due anni la condizione del mercato è cambiata e i risultati ottenuti non servono più. Un calcolatore invece esegue le stesse analisi al massimo in qualche giorno, e consente di prendere decisioni tempestive. Vi sono poi settori in cui l'intervento del calcolatore è di importanza vitale: ad esempio, l'uomo non potrebbe eseguire con sufficiente rapidità i calcoli necessari a correggere la rotta di un missile teleguidato che viaggia alla velocità di 30.000 chilometri all'ora. Ancora, in settori più convenzionali, sia i calcoli contabili nelle banche e nelle amministrazioni che quelli tecnici e scientifici, vengono svolti con una rapidità ed un risparmio di personale che consentono di raggiungere risultati concreti in minor tempo e, soprattutto, con maggior sicurezza. Un uomo può sbagliare un calcolo, e se questo avviene in un problema molto complesso l'errore può passare inosservato o essere rilevato troppo tardi. Anche la macchina può sbagliare (perché il programma introdotto non è corretto, o perché qualche organo non funziona a dovere), ma essa segnala immediatamente l'errore e, in molti casi, è in grado di correggerlo automaticamente.

Le possibilità del cervello elettronico appaiono quindi illimitate; gli esperimenti sulle *macchine traduttrici* stanno indicando, da parte di questi apparati, capacità di scelta e discriminazione piene di promesse; e il RAMAC è capace di giocare una partita a scacchi e di vincerla se gli è concessa la prima mossa. L'incerta invenzione del Barone von Kempelen è diventata realtà e il RAMAC è un Turco meno pittoresco ma più sicuro e conseguente, che dispone di una logica ferrea e di riflessi vertiginosi. Ma questi cer-

velli fondamentalmente "stupidi" potranno superare i loro creatori?

In realtà molti dei blocchi di un calcolatore hanno possibilità superiori a quelle del cervello umano, ma nel suo complesso la macchina non può essere paragonata neppure al meno sviluppato degli esseri viventi; se scendiamo nella scala animale sino al semplice protozoo, sino all'Euglena Viridis, l'anello di congiunzione tra mondo vegetale e mondo animale, troviamo una libertà di "giudizio" e di azione superiore a quella di un calcolatore. La macchina esegue bene solo quello che le viene comandato ed esercita la sua straordinaria capacità di sintesi nell'ambito dei programmi introdottivi. Per esempio essa può risolvere una operazione complicata come il calcolo di un'integrale; però è il programmatore che deve prendere l'iniziativa di presentargliela scomposta in una serie di numerosissime operazioni elementari. Il cervello si limita a risolvere un numero molto alto di operazioni molto semplici in brevissimo tempo. È vero peraltro che proprio attraverso lo studio dei cervelli elettronici è possibile comprendere più a fondo molti meccanismi del nostro stesso sistema nervoso e dell'intera vita biologica; e una scienza come la *cibernetica*, partita dallo studio degli organismi viventi per arrivare alla costruzione di organismi meccanici, si sta ora volgendo al mondo della vita ed applica strumenti concettuali del calcolo automatico (quali ad esempio la nozione di "segnale" e di "messaggio") per interpretare i movimenti muscolari, i processi neurovegetativi, i nostri atteggiamenti mentali e le stesse situazioni patologiche.

Talvolta le prestazioni di un cervello elettronico sono state immensamente superiori alle previsioni, come se la macchina avesse messo in atto un sovrappiù di intelligenza che il costruttore o il programmatore non avevano progettato. Ma allo stesso modo si potrebbe dire che la dinamo di Pacinotti era più intelligente del suo inventore, dal momento che questi non era riuscito a prevederne tutte le applicazioni possibili. In realtà la storia del progresso tecnico è proprio la storia di scoperte le cui possibilità implicite emersero solo lentamente, indipendentemente dalle intenzioni dei loro inventori. La macchina reagisce a certe situazioni suggerendo direzioni impensate; ma il suo suggerimento sarebbe sterile se non trovasse l'uomo pronto ad interpretarlo.

100 *dalla STORIA FIGURATA DELLE INVENZIONI, edizioni Bompiani, 1961.*

Michele Pacifico

I nuovi Gutenberg

Linguistica ed elettronica nel mondo, oggi

Chiedersi se una macchina possa pensare è un po' come chiedersi che colore abbia il numero tre.

LUDWIG WITTGENSTEIN

L'elettronica, almeno in una delle sue forme più avanzate e tecnicamente complete, quella, cioè, relativa all'impiego dei moderni elaboratori elettronici per il trattamento delle informazioni, è, già da parecchi anni, uno strumento sempre più importante nelle ricerche linguistiche, intese nel senso più vasto e comprensivo di questo termine, e cioè la filologia, la critica dei testi, la glottologia, la lessicologia, e gli studi di semantica e sintattica più moderni e avanzati (linguistica strutturale e simili).

Per poter meglio intendere il senso e la portata di questo particolare rapporto tra tecnica e umanistica, conviene dapprima esaminare alcuni aspetti caratteristici della linguistica.

I linguisti, quale che sia la loro specializzazione, lavorano sempre sulla rappresentazione scritta del fatto linguistico da loro studiato e questo, oltre che costituire una elementare garanzia di intersoggettività e di scientificità, è anche una premessa, non sufficiente, ma necessaria, perché le capacità di giudizio e di scelta del linguista possano venir integrate dalle moderne macchine elettroniche per il trattamento delle informazioni.

Infatti, scrivere, cioè rappresentare in forma grafica secondo opportune convenzioni i fonemi di cui si compone la lingua parlata, non è altro che un modo di "codificare", cioè di simbolizzare in modo conveniente quel particolare fatto fisico, composto di suoni, che è l'informazione.

Naturalmente, in tale processo di trasformazione qualcosa si perde, come in tutte le trasformazioni. Il sistema di codificazione ottimo sarà quello nel quale si perde meno informazione rispetto alla quantità originaria da codificare. Così, per esempio, l'alfabeto cirillico, che ha più segni di quello latino, costituisce per le lingue slave un sistema di codificazione migliore dell'alfabeto latino, essendo tali lingue più ricche di suoni di quelle romanze.

Il codice, però, va definito tenendo conto non sol-

tanto dell'informazione che si trova, per così dire, "a monte", cioè del linguaggio parlato, ma anche del destinatario che dovrà ricevere, e utilizzare, l'informazione codificata. Da un punto di vista logico, nulla impedisce che a originare l'informazione sia un essere umano mentre il destinatario è una macchina. Si tratterà di trovare un codice adeguato, che sia in grado di rappresentare l'informazione originaria senza sottoporla a una trasformazione eccessivamente deformante, e che sia ugualmente accessibile all'uomo come alla macchina.

Queste considerazioni necessariamente elementari ci permettono di intendere come sia possibile utilizzare una macchina elettronica, opportunamente organizzata, in un lavoro quale quello del linguista, dove lo strumento fondamentale è dato dalla capacità di leggere e comprendere un testo scritto.

Non a caso abbiamo detto "leggere e comprendere". Può essere accettabile l'idea che una macchina "legga", nel senso più elementare del termine, che cioè sappia riconoscere un determinato codice, ma "comprendere"? Mettiamo subito le mani avanti dicendo che qui non si intende sollevare né discutere il vecchio vacuo problema se le macchine possano pensare. Per tale questione la miglior risposta sta nell'apoforisma di Wittgenstein messo a intestazione di questa nota.

È piuttosto una questione di definizione, quella che occorre qui chiarire.

Il vero comprendere è un processo umano alquanto complicato, che non ha ancora ricevuto una spiegazione abbastanza soddisfacente. Tuttavia, si può tentare di darne una descrizione semplificata in termini comportamentistici.

In sostanza, per comprendere occorre aver già compreso. Ovvero, più esplicitamente, il comprendere è un processo associativo per il quale una informazione viene correlata ad altre, preesistenti nella "memoria" del soggetto, che permettono di individuare nell'informazione nuova delle rassomiglianze, delle affinità, delle analogie con quanto già esiste nella memoria. Da tali affinità, poi, muove il soggetto provando a utilizzare l'informazione di recente acquisizione secondo l'uso che l'averla così compresa gli suggerisce.

Ora, se ricordiamo che un elaboratore elettronico aritmetico — di quelli, per intenderci, che vengono con esagerazione chiamati "cervelli elettronici" — è una macchina provvista di una "memoria" e capace di leggere, fare dei confronti e prendere delle decisioni logiche in base ai confronti, possiamo accettare, almeno in linea di principio, l'idea di una possibile collaborazione tra linguista ed elaboratore elettronico.

Tornando alla linguistica, osserviamo che tutte le

attività di ricerca in questo campo, oltre a riferirsi a testi scritti, hanno anche la caratteristica comune di operare — di solito — su grandi volumi di informazioni. La preparazione dell'indice delle concordanze di un autore, la messa a punto di un'edizione critica, l'analisi statistica della frequenza di certi termini in un determinato testo, la creazione del *Thesaurus* di un periodo particolare della storia letteraria di un paese, sono tutte operazioni che richiedono moltissimo tempo e lavoro non indifferente, proprio a motivo del fatto che si tratta di leggere e capire una gran quantità di informazioni disponibili in forma scritta. Aggiungiamo ancora che il lavoro del linguista è, in generale — soprattutto in alcune branche della filologia e della lessicologia — definito rigorosamente in regole operative, che per essere formulabili in termini logici ed essendo di numero finito possono venire comunicate all'elaboratore elettronico in modo esauriente e senza che la macchina richieda un intervento umano nell'applicazione delle regole stesse. Su questo aspetto — di fondamentale importanza — torneremo fra breve.

Quanto abbiamo cercato fin qui di chiarire a proposito degli elaboratori elettronici e della linguistica, permette di capire un fenomeno di questi ultimi anni, fenomeno che sta silenziosamente rivoluzionando la linguistica, vale a dire la nascita di Centri di ricerca, teorica e sperimentale, in cui le macchine elettroniche per l'elaborazione dei dati trattano appunto dati relativi a ricerche linguistiche (filologia e lessicologia soprattutto, ma non esclusivamente).

Un elenco sommario e aggiornato all'anno in corso vede tra i più importanti i seguenti gruppi di lavoro: ITALIA: Centro per l'Automazione dell'Analisi Letteraria (Gallarate); CECOSLOVACCHIA: Accademia delle Scienze, *Thesaurus* dei termini tecnici e speciali (Praga); GERMANIA EST: Accademia delle Scienze (Berlino); FRANCIA: Gruppo per la classificazione meccanografica degli articoli del Grand Larousse enciclopedico (Parigi); Critica testuale (Strasburgo); *Thesaurus* della lingua francese (Besançon); INGHILTERRA: Gruppo FAMULIS Faculty of Arts, Manchester University, Lexicographical and Indexing Seminar (Manchester); Ricerche linguistiche (Cambridge); STATI UNITI: U.S.A. Institut für Grunddeutsch (Buffalo); GERMANIA OVEST: Dizionario Goethe (Tübingen).

Va ricordato anche che in Italia la società Olivetti — nella linea delle sue note tradizionali — ha costituito, nell'ambito delle sue Divisioni che si occupano della produzione e dell'utilizzazione degli elaboratori elettronici, un gruppo di studio che conduce ricerche sperimentali nel campo del trattamento delle in-

formazioni non numeriche, con particolare riguardo alla filologia, come è ampiamente illustrato in altra parte dell'Almanacco.

Un posto a parte occupano i gruppi che si occupano del problema della traduzione automatica delle lingue mediante elaboratore elettronico. Per tali gruppi, infatti, il problema da affrontare e risolvere non è quello di comunicare a un elaboratore elettronico le regole operative che presiedono al lavoro del filologo, ma piuttosto quello di trovare strade nuove, completamente diverse (per la struttura logica e per gli aspetti pratici) da quelle che abitualmente sono seguite nella traduzione di un testo da una lingua a un'altra quale viene compiuta da un traduttore umano.

Tra i gruppi impegnati nello studio della traduzione automatica ricordiamo, negli Stati Uniti, quelli costituiti dal Massachusetts Institute of Technology, dall'Università di Harvard, dalla Georgetown University, dalla RAND Corporation di Santa Monica, dal National Bureau of Standards e dalla University of Pennsylvania a Filadelfia. Nell'Europa occidentale possiamo ricordare i centri inglesi del Birbeck College a Londra e il Language Research Unit di Cambridge, e i centri francesi costituiti presso le università di Grenoble e Nancy, con l'appoggio del C.N.R.S. francese. Nell'Unione Sovietica, poi, sono assai attivi alcuni Istituti tecnico-scientifici, che operano sotto la supervisione dell'Accademia delle Scienze. I gruppi di lavoro e i centri di studio, che abbiamo indicato, sono soltanto i principali e quelli che operano da più lungo tempo. Ve ne sono diversi altri, meno importanti per numero di partecipanti e per anzianità di lavoro, che tuttavia costituiscono esempi significativi del sempre maggior interesse che i linguisti hanno per le possibilità offerte dai moderni strumenti elettronici per l'elaborazione delle informazioni. E non soltanto da parte dei linguisti, ma anche da parte dei tecnici del calcolo elettronico l'interesse per il trattamento delle informazioni non-numeriche sta prendendo sempre più piede, e nei gruppi di lavoro da noi indicati molti sono i matematici, i logici e gli ingegneri che, trasformati in linguisti *sui generis*, vengono proponendo nuove impostazioni di lavoro nel campo linguistico, suggerite dalle peculiarità degli strumenti elettronici, che — ancorché docili e adattabili a ogni esigenza — hanno un rendimento ben maggiore se li si usa seguendo la loro logica anziché imponendo loro la logica di un lavoro nato secoli prima.

Perché proprio questo è il carattere fondamentale innovatore dell'uso delle macchine elettroniche nelle ricerche sul linguaggio: l'elaboratore elettronico è una macchina, e della macchina ha l'inesorabi-

lità e, in certo senso, l'ottusità; esso esegue tutte e soltanto quelle istruzioni che riceve, e tiene conto di tutti e soltanto quei dati che gli sono stati forniti. Data questa condizione di partenza, è chiaro che sarebbe assurdo e non produttivo trasferire *meccanicamente* i metodi tradizionali del linguista nel lavoro con le macchine elettroniche: tali metodi, infatti, tengono conto, esplicitamente o implicitamente, dei limiti che la natura ha imposto alla capacità di lavoro dello studioso. Così, per esempio, molte, anzi in pratica tutte le ricerche di storia della lingua, non possono fondare i propri risultati che su dati di partenza assai ristretti, scelti con criteri di campionatura sulla gran messe della letteratura disponibile in ognuna delle lingue per le quali esiste una tradizione letteraria. È evidente a chiunque che il punto vulnerabile di tutti i lavori impostati a questo modo sta nel criterio posto a fondamento della scelta dei dati, visto che una scelta purchessia si impone. Nascono quindi teorie diverse, spesso inconciliabili, ciascuna a difesa di un'interpretazione della storia della lingua che spesso non ha altro fondamento che una scelta preliminare delle informazioni sulle quali la interpretazione stessa si fonda. Si rischia, in questo modo, di prendere per una divergenza sui valori quella che non è altro che una differenza di metodo, al livello apparentemente più empirico e verificabile e cioè là dove si è stabilita la scelta dei testi, scelta che ha in sé implicito il principio della rinuncia deliberata a certi testi, in favore di altri.

La situazione non sarebbe poi così grave — perché bene o male tutte le teorie scientifiche debbono pur fare una scelta tra gli infiniti dati che l'esperienza fornisce, e dichiarare alcuni inutili, altri falsi e altri ancora significativi — se non capitasse, come invece accade, che la selezione dei testi letterari di cui tener conto non avvenisse lungo le linee di minor resistenza, motivata, per esempio, più dalla comodità di accesso di alcuni testi, che dal loro reale valore ai fini della ricerca.

Con il calcolatore elettronico la situazione muta radicalmente. Infatti, proprio in virtù di una delle sue capacità più elementari, cioè la possibilità di leggere e ricordare immensi volumi di dati (centinaia di migliaia di caratteri in pochi secondi), l'elaboratore elettronico mette a disposizione del linguista delle prospettive di esaustività che soltanto pochi anni or sono sarebbero state inconcepibili. Disponendo di un simile strumento, la scelta preliminare, cioè, fuor d'eu-femismo, la rinuncia *a priori* ad alcuni testi, può venire sensibilmente ridotta, e per certi casi essere eliminata del tutto, e questo secondo la libera volontà del ricercatore, senza che i limiti della capacità umana

vadano a costituire i limiti della ricerca scientifica.

Non possiamo trascurare, inoltre, le conseguenze che l'incontro tra tecnici del trattamento elettronico delle informazioni e linguisti ha, e può avere, in termini di sociologia della scienza.

Da molti anni ormai, e con tono sempre più allarmato, si va denunciando lo scadere dei valori paideutici della ricerca scientifica, dovuto al suo progressivo e sistematico settorializzarsi e specializzarsi, tendenza che sembra essere nella logica delle cose e che si cristallizza per esempio nelle distinzioni sempre più rigide che separano le facoltà universitarie e, nell'ambito delle facoltà, i singoli corsi di laurea e istituti.

Ora, l'esperienza fatta già in pochi anni di lavoro dai partecipanti ai gruppi di ricerca "elettronico-linguistica" da noi ricordati sopra, sembra provare che — pur essendovi state in molti casi, agli inizi, delle rigide distinzioni di competenze — queste sono andate scomparendo a mano a mano che il lavoro procedeva con successo (permanendo soltanto là dove di progresso ve n'era poco), creando così un tipo umano nuovo nel mondo della ricerca scientifica, cioè il linguista consapevole delle possibilità e delle esigenze degli elaboratori elettronici, insieme con il tecnico della programmazione e l'ingegnere elettronico capaci di intendere nella loro sostanza i problemi del linguista e di affrontarli senza rinunciare alla propria personalità di tecnico ma anzi integrandola e arricchendola con le nuove dimensioni apportate dall'esperienza linguistica. Non solo, ma assistiamo anche allo svilupparsi rigoglioso di scienze nuove, scienze nelle quali confluiscono i metodi e le esperienze di due o più tradizioni scientifiche in precedenza del tutto autonome. E vediamo ad esempio la linguistica strutturalistica arricchirsi degli strumenti della matematica, della logica e della statistica, acquistando così un pubblico potenziale ed effettivo del tutto nuovo, e dal quale è possibile — dal momento che si parla un linguaggio per esso più familiare — ottenere quella collaborazione e quella partecipazione che sole costituiscono la garanzia di successo e di sviluppo della ricerca scientifica in tutti i campi.

Si studia a scuola nei manuali di storia che la invenzione della stampa ha segnato la fine del Medioevo e la nascita del mondo moderno. Forse non è esagerato dire che nei gruppi di lavoro di Besançon, dell'Università di Harvard, dell'Accademia delle Scienze dell'URSS, in tutti i centri, insomma, dove il linguaggio è studiato con l'aiuto docile e determinante degli elaboratori elettronici, vivono e lavorano i nuovi Gutenberg.

Michele Pacifico

Roberto Busa s.j.

L'analisi linguistica nell'evoluzione mondiale dei mezzi d'informazione

I.

1.

Il fenomeno linguistico è più grande di noi: uno degli ingredienti di quella strana formula di impasto che ciascuno di noi è. I valori infatti di cui noi siamo un così fragile e meraviglioso congegno sono in se stessi ben più diffusi e ben più grandi che noi stessi. Le mani per esempio servono a noi per tante semplici o complicate cose: ma sono, come i camerieri, per dir così, sempre alle nostre spalle: le adoperiamo senza farci molta attenzione. Se però ce le mettessimo sotto gli occhi e le scrutassimo e pensassimo un po' anche a loro, ci troveremmo di fronte a tutto un mondo da scoprire. Altro mistero è per esempio la nostra capacità di gusto estetico. In virtù di quale "programma", caricato in quel robot che siamo noi, noi sentiamo così prepotente il bisogno a esempio della simmetria, la ripugnanza a ogni stonatura di colore, di linee, di suoni? Ma le vere mani nostre sono i nostri poteri espressivi: con i gesti, col volto, con le arti, con le parole noi feriamo e medichiamo, rovesciamo ed eleviamo, miglioriamo o guastiamo tutto attorno a noi. Anche questi sono, dentro di noi, mondi da esplorare.

2.

In quel nostro parlare, che abbiamo in bocca e che così poco conosciamo, vi sono tre strati: ciò che è presente al campo di coscienza, ciò che è subconscio e ciò che è affatto inconscio. E in quella stessa zona del nostro linguaggio che viene illuminata dalla nostra percezione e attenzione, una parte, ma non tutto, è passibile di controllo, nel senso inglese della parola: una parte può cioè essere governata e perciò anche educata da noi. È per lo meno teoricamente possibile a un milanese decidersi ad abituarsi a dire "vada", in luogo di quello scorretto "vadi", cui chissà per quali ataviche ereditarietà si mostra così affezionato! Altri settori vi sono che sfuggono sí a un controllo organizzativo, ma non del tutto a un rilevamento sistematico: non riusciamo a cambiarli, ma

comunque arriviamo a rendercene conto, sia pure in qualche misura. Altre zone infine ubbidiscono soltanto al subconscio o addirittura all'inconscio. Per esempio solo con molta sottigliezza si arriverà a renderci conto che se noi preferiamo alcune parole ad altre lo facciamo perché comandati da una subconscia aspirazione al fare la cosiddetta bella figura, e questo in conseguenza di un maggior valore che noi aggiudichiamo a certe parole, così come fanno le signore con certe parole del tipo di "genere" o "flattare", mentre altri sceglierà le parole avendo per criterio la loro capacità definitoria, e altri ancora avendo per metro soltanto la loro esteticità, fonetica o semantica o di correlazione e ritmi. Ma su un piano più profondo, le strutture grammaticali e sintattiche paiono sgorgate dalle radici inconscie con le quali l'umanità succhia la propria evoluzione vitale da quell'universo in cui si agita, per così poco tempo!, come un'ameba nel suo brodo di cultura. Le basi del linguaggio si trovano tra le zone del comportamento umano che sono inaccessibili alla educazione e al self-control perché programmate e comandate esclusivamente da quanto sta alle radici della nostra fisiologia e della mescolanza, spiacevole e inevitabile, di fisiologia e patologia.

3.

Non tutto dunque nel nostro parlare si lascia conoscere: di quel tanto o poco che si lascia conoscere, non tutto si lascia influenzare dalla nostra aggressiva ambizione di fare anche con noi e di noi "quello che vogliamo noi". Tuttavia perché non potremmo lasciare incolta anche quell'aiuola che pur riusciremmo, volendo, a vangare? Perché voler sottrarre al fiume delle nostre parole qualche filone di acqua per avviarlo entro condotte forzate? Esattamente per la stessa ragione per la quale cerchiamo di controllare l'acqua. Il parlare è infatti il principale potenziale di energia di cui l'uomo dispone e va quindi erogato economicamente. Le idee sono forza, solo quando si possono dire e scrivere. Né hanno altro tramite, per far presa fuori dell'individuo che le ha.

4.

Aristotele dunque si è messo di buzzo buono a guardarci dentro e fra le pieghe del linguaggio ha scoperto la metafisica. E per quell'enciclopedico e positivo rilevatore di fatti che egli ha dimostrato di essere, questo è stato uno dei più clamorosi: sentirsi catapultato, dalla pista percorsa palmo a palmo da lui con l'indagine positiva, a cabrare verso l'alto: anche il placido e buon S. Tomaso d'Aquino lo stette a contemplare, ammirando col naso in aria la potenza con cui un pagano era riuscito da questa terra a

penetrare il cielo. Ma Filone, conoscitore del Vecchio Testamento, e la Teologia Cristiana, partiti dall'esame della "parola", erano penetrati anche più in là dei cieli, superando di molte lunghezze la gran corsa di Aristotele e Platone. Tra le parole avevano intravisto il barbaglio del Logos, Verbum. E non c'è stato idealista assoluto che sia riuscito a osare tanto quanto ha fatto il filosofo cristiano nella enucleazione del valore d'espressione del "verbum mentis" e del conseguente riverberarsi di mutuo amore, all'interno di quel pensiero assoluto che è incendio di consistenza, vita e fantasia: registra il quale è insieme arco voltaico che proietta sullo schermo buio del nulla quel succedersi di immagini che siamo noi, il mondo e la storia.

5.

Nella vita sociale, la grammatica e l'analisi logica hanno educato per tanti secoli quell'indefinibile non so che, che noi chiamiamo umanità e umanesimo: quel pizzico cioè di gusto del bello, di senso dell'armonia, quell'apprezzamento di valori formali, per cui anche al Politecnico sussiste la differenza fra chi viene dal liceo classico e chi viene da altre scuole. La retorica aveva educato all'arte di esprimersi. Il vecchio Aristotele aveva ben detto che "signum scientis est posse docere": le nostre conoscenze sono mature quando riusciamo a trasmetterle. Tutti abbiamo sperimentato che quando il professore impiega due ore a farci capire qualche cosa, è perché egli stesso non la possiede ancora perfettamente, e che per riuscire a possederla perfettamente non avrebbe dovuto far altro che prepararsi prima a dirla. Quante volte abbiamo visto nella vita l'inesauribile saggezza del detto che vi è una enorme distanza tra l'aver ragione e il saper farsela dare! Oggi ci si preoccupa spesso solo di far inghiottire nozioni, quasi l'uomo sia un magazzino generale, o quasi in lui non ci sia altro che memoria. Mentre l'uomo è, soprattutto e almeno per destinazione, capacità organizzativa e inventiva, e bisognerebbe non educarlo come uno zaino da rimpinzare secondo la lista di quanto occorrerà poi al campeggio, ma rifinirlo nei suoi congegni, lubrificarlo, rodarlo come una macchina utensile che sia in grado di lavorare poi a lungo su qualsiasi materiale. Sbaglio forse a pensare che pagherebbe la spesa di sapere la metà di quello che sappiamo, se con ciò si riuscisse a dire meglio quel poco che sappiamo? La cura dunque dei nostri mezzi espressivi esisteva una volta molto di più di oggi. Si educava a organizzarsi interiormente ad adeguare la combinazione di parole allo scopo voluto: a pensare cioè a come parlare prima di parlare. Ma già, anche il Manzoni diceva che

questa sola cosa "pensare prima di parlare" è da sé sola così difficile, che anche noi siamo un tantino da scusare quelle tante volte che ci abbandoniamo a parlare così come capita.

6.

Piano piano le universali leggi dell'invecchiamento, le quali intaccano le istituzioni come l'uomo e la natura, hanno usurato il mordente dell'analisi logica e della retorica. Il potere di decadenza ha esercitato la sua tirannia a tal misura che oggi è solo per il teatro che si va a scuola di recitazione, ma non per prepararci tutti a recitare il nostro copione nelle commedie e tragedie della vita. E se è stato scritto che la divinità del Vangelo è dimostrata se non altro dalla sua sopravvivenza alle spiegazioni domenicali, se cioè voi borghesi trovate che noi preti siamo spesso così sciatti nelle nostre prediche, è perché noi come voi siamo figli del nostro tempo. E il tramonto si presenta violaceo, anche perché in Italia si sta trattando il latino come un vecchio nonno al quale si augurano altri cent'anni di vita, mentre il subconscio registra che, a pensare che tra poco ne saremo senza, non se ne sente in fondo un orrore per la verità infinito.

7.

A questo punto è intervenuto il mostro della notte, il tecnicismo trionfante, con la sua ultima creatura: l'automazione. Qualcuno ha rabbrivito, pensando come un crudo e duro bulldozer che procede ruggendo, schiacciando e stracciando i fiori. Tra questi, vittima delicata e gentile, l'umanesimo. Il domani è già qui. Il futuro è già cominciato: una colata di lava allaga e brucia i fianchi verdi della montagna. Nella torretta di comando del mostro, incapsulati tra manometri, cloches, luci-spia e quadranti, vi sono degli uomini. Forse all'inizio non si sono nemmeno accorti degli alti lai e lamenti ululati elegiacamente dagli "umanisti". Si accontentano infatti di... lavorare. Pretendono di prestare un servizio di pubblica utilità, poiché ritengono che senza di loro l'industria e il commercio non potrebbero più rispondere ai bisogni dell'uomo. Ma poi — non sono ancora passati dieci anni — gli uomini dell'automazione hanno cominciato a sporgere il capo dalla cabina della torre dell'elettronica, per rivolgere ai filologi e ai grammatici, occupati nei campi a scegliere fior da fiore, domande di questa natura: Di grazia, quanti sono in russo i verbi attivi transitivi e quanti quelli attivi intransitivi? Quanti sono in inglese? Qual è il maggior numero di lettere iniziali e finali in cui coincide il maggior nu-

mero di parole? Quali parole o situazioni linguistiche si trovano entro un raggio di n parole, solo quando e sempre quando "faccia" vuol dire volto, e quali altre solo e sempre quando "faccia" è voce del verbo fare? E ancora: Di grazia, la mi vuol raggruppare tutte le parole del vocabolario secondo le varie categorie morfologiche e grammaticali? Mi dica tutte le parole che si possono omettere, e quando, così da accorciare un testo senza scapito della sua espressività. Mi sa dire caso per caso l'ambientazione caratteristica di certe categorie semantiche che non sono né morfologiche né sintattiche né strutturali? È successo cioè un fatto clamoroso: la macchina che ci ha resi consapevoli che nessun umanista possiede la sua lingua così da saper dare una risposta a simili domande. La macchina, donna di servizio del banale commercio e della greve industria, ha documentato che di umanesimo, di quello serio e sistematico, ce n'è ancora troppo poco. I fatti economici esigono oggi un incremento qualitativo delle scienze grammaticali e lessicali: come una delle necessità del loro sviluppo vitale. Ma ne offrono anche la possibilità. Il che non è stata piccola rivincita né piccola soddisfazione.

II.

8.

Il Centro di Gallarate è ancora oggi il centro che nel mondo ha trasportato su schede la più grande quantità di parole: sono oramai quasi quattro milioni, e in continuo aumento. Si tratta di 7 lingue, (Aristotele, Antichi Italiani, Dante, Kant, Goethe, Testi Ebraici del Mar Morto, Fabbri, ecc) in tre alfabeti, latino greco ebraico. Ma quando nel 1946 cominciai a pensare sul serio agli indici verbali dei tredici milioni di parole di S. Tomaso d'Aquino, e quando più tardi nel 1949 iniziai i primi esperimenti con la IBM e ancora quando nel 1951 ne pubblicai i primi risultati, ero non soltanto il solo e il primo nel mondo che si avventurasse a insellare la lessicologia sull'ippogrifo, ma ero anche ignaro del momento storico in cui ciò mi capitava. L'aver avuto per primo un'idea non è un merito, ma un caso. Se non veniva a me, l'idea veniva certamente a qualche altro. E magari un giorno salterà fuori che prima di me era venuta in mente a qualche altro, al quale nessuno allora aveva fatto attenzione. E se si potesse parlare di merito, questo se mai consisterebbe nella lunga pazienza che ci vuole a risolvere passo passo tutte le difficoltà e gli imprevisti che si incontrano nel trasformare un'idea in una metodologia matura e pratica, applicabile per dir

così a produzione in serie. Della celebre frase "genius is one per cent inspiration, ninety-nine per cent perspiration" (il genio è fatto per l'uno per cento d'ispirazione, per il novantanove per cento di sudore) l'unica parola che è certo che io non verifico è solo la prima. Ma chi andava allora a immaginare che le macchine a schede sarebbero oggi state considerate antiche, e che avremmo visto l'evoluzione o meglio la metamorfosi dei calcolatori elettronici dalle memorie a superficie patinate di ossido di ferro, a quelle di reticolati di anelli di ferrite e infine a quelle criogeniche (films sottilissimi sovrapposti a mo' di libro, utilizzabili a temperature vicino allo zero assoluto)? Non immaginavo certo che lo "stretch", costruito per le ricerche nucleari, avrebbe posseduto una memoria di poco meno di due miliardi di posizioni, in cui tutta l'Enciclopedia Treccani potrebbe nuotare come un bambino nel lettone, e un'altra memoria di un milione e mezzo di posizioni che ha una velocità di accesso di qualche centesimo di milionesimo di secondo. Ma soprattutto ignoravo che venivo inserito nella successione dei passaggi, attraverso i quali l'automazione delle contabilità ha causato l'evoluzione mondiale dei mezzi d'informazione.

9.

Posso condensare in quattro fasi il movimento che dopo il 1945 ha assunto l'accelerazione di una valanga. Primo stadio. — Lo sviluppo delle comunicazioni e delle tecniche organizzative ha permesso l'ingigantire di aziende che arrivano a coprire tutto il mondo. Altrettanto rapido è stato l'aumento della reciproca influenza dei mercati e tra politica e mercato. Con ciò è divenuto indispensabile per il dirigente di poter censire un gran numero di particolari, così da indurne velocemente delle sintesi: in tempo utile a controllare, e volendo modificare, l'andamento di grandi masse di piccoli ed estesi fenomeni periferici. I calcolatori risposero a questa necessità fornendo alla vita economica l'automazione della contabilità industriale e commerciale. Essi arrivano a svolgere fino a un milione di moltiplicazioni e divisioni al secondo. Giungono a stampare i risultati dei propri calcoli alla velocità di 60.000 righe all'ora per l'alfabeto e 300.000 per i soli numeri.

10.

Secondo stadio. — L'industria, il cui sviluppo viene esasperato dalle esigenze della "difesa", e il parallelo infittirsi dei rapporti tra produzione industriale e ricerca scientifica, hanno imposto l'automa-

zione del calcolo scientifico. L'Euratom, per esempio, si è sentito costretto ad acquistare per il proprio Centro di Ispra il calcolatore IBM 7090, che costa circa tre milioni di dollari, ossia quasi due miliardi di lire.

11.

Terzo stadio. — Le attività di produzione, scambio e difesa, esigono dall'automazione l'"information retrieval", che io tradurrei come reperibilità tempestiva delle conoscenze utili. La quantità di pubblicazioni scientifiche, già enorme, è in continuo aumento. Gli Stati Uniti hanno una media oggi di 40.000 nuovi brevetti all'anno. D'altra parte la accelerazione dell'evoluzione scientifica è tale che le pubblicazioni di fisica nucleare dopo due anni servono oramai solo alla storia della fisica. Ma per quanto concerne le tecniche degli elaboratori elettronici, probabilmente l'attualità utile delle notizie è una cresta d'onda di forse poco più che mezzo anno. Immaginate ora di avere bisogno per un'industria missilistica di conoscere il comportamento di determinati materiali in determinate nuove situazioni. Quanto tempo impiegherete a setacciare da tutto lo scibile delle scienze interessate quanto fa al vostro caso? Non vi serviranno gli indici analitici, perché voi per definizione ricercherete qualche cosa di non comunemente risaputo, né vi basteranno le indicazioni bibliografiche, poiché queste contengono solo i titoli, mentre voi, per la ragione ora detta, avete bisogno di frugare nel contenuto stesso di quanto viene stampato. Vi serviranno se mai gli abstracts. Ma provate a farli leggere tutti e mi direte se quando avrete finito non sarà troppo tardi. Come fare allora a tenersi al corrente con tutte le pubblicazioni di tutto il mondo quasi contemporaneamente al loro apparire? Mi pare che al DDT è successo di essere stato scoperto per la prima volta due o tre volte consecutive! Occorre perciò condensare un massimale di informazioni scientifiche in modo che si possa in un minimale di tempo individuare in esse tutto ciò che interessa la ricerca del nuovo. L'automazione ambisce di arrivarci.

12.

I settori nei quali si è canalizzata sono: nuovi tipi di simbolizzazione delle conoscenze, ossia alfabeti a impressioni magnetiche; come trascrivere e ricopiare con questi nuovi alfabeti, che solo la macchina sa leggere, il contenuto di quanto è stampato con gli alfabeti a inchiostro su carta (si lavora accanitamente per riuscire a farlo a fotolettura, fonoscrittura, ecc.); come condensarlo (riassumerlo, ri-

durlo a stile telegrafico, abbreviare le parole); come classificarlo, come ricercarlo. Un capitolo di questo sforzo è rappresentato dalla traduzione automatica. Non dico la fantascienza di tradurre a macchina un testo letterario o filosofico, ma la tecnica di tradurre a macchina pubblicazioni contemporanee, sullo stesso argomento, in scienze unificate come lo sono oggi, pensate perciò ed espresse alla stessa maniera e con un vocabolario, le cui sole differenze consistono in quelle delle due lingue. Questa tecnica ai problemi di cui sopra aggiunge quello di come, sulla scorta di situazioni o fattori linguistici presenti caratteristicamente nel contesto di una parola, se ne possano automaticamente individuare la funzione grammaticale e logica e, nei casi di polisemia, l'accezione in questo preciso luogo; e quello di come la macchina possa trasportare la sintassi di una lingua in quella di un'altra lingua. L'Università di Georgetown, Washington DC, ha aperto da un anno a Frankfurt/M un centro ove trenta persone perforano in continuità pubblicazioni scientifiche russe, che vengono poi tradotte in inglese dal calcolatore 704.

13.

Quarto stadio. — L'automazione del trattamento dell'informazione esige l'automazione della compilazione di indici, di concordanze e di tutti i possibili tipi di statistica dei fatti linguistici. All'Euratom di Ispra visitate il gruppo Cetus. Andate a Washington al Georgetown Institute of Languages and Linguistics. Vi renderete conto come tra i ricercatori delle tecniche per il trattamento dell'informazione stiano sviluppandosi una lessicologia e una linguistica che sono più sistematiche, più esaurienti, più largamente utili, e oso dire, più umanistiche, di quanto non lo siano state a tutt'oggi quelle tradizionali. E tra non molto, dagli orti dell'umanesimo le voci tenorili dei filologi orchestreranno le benemerite dell'automazione, commentate baritonalmente dai matematici.

III.

14.

Ma allora anche all'interno di quella massima espressione della nostra libertà, personalità, capricciosità, che è il nostro parlare, si trovano formule matematiche. Ed è proprio vero: non si riesce a parlare "come si vuole", senza ubbidire ad alcuna legge. Se vi abbandonaste alla voluttà di tirar fuori, al di là di certi confini, dal gran mare delle combinazioni che sono aritmeticamente possibili tra gli elementi del vostro vocabolario, certe sequenze di parole che sono in-

consuete al di qua di quei confini, state sicuri che vi rinchiuderebbero da qualche parte per sottoporvi alla cura del sonno. Ma non è solo in questo senso che vi sono delle leggi nel parlare. Il numero — chissà che gioia ne proverebbe il buon Pitagora se fosse vivo — è apparso struttura portante del linguaggio, così come proporzioni di misure e rapporti di rapporti sono lo scheletro delle formosità e del bello. E la statistica linguistica, di cui il nostro Davanzati si servì già secoli or sono, si sente tanto più incoraggiata in quanto il numero regna ancora tra i fondamenti delle idee e della logica, come dimostrano la logica simbolica e l'algebra delle proposizioni, così come appartiene alla sostanza del fondo e fonte dell'essere, come la teologia trinitaria cattolica mette in luce. Essendo poi il linguaggio traducibile in termini combinatori di una grande massa di piccoli elementi, essendo cioè esso un intrecciarsi di ripetizioni e di frequenze, la sua matematica non è solo quella deterministica, bensì e più ancora quella delle probabilità e del caso, matematica meravigliosa e maggiormente vicina al mistero di Dio, dello spirito e dell'arte. Giovanni Gioacchino Becher, morto nel 1682, poligrafo, coinvolto nelle gesta della teoria flogistica, ha meritato imperitura riconoscenza da parte della madre Germania per averle insegnato a cavar l'alcool fin dalle patate. Ebbene un uomo dagli interessi così vasti e così empirici, potrebbe essere nominato il precursore della codificazione numerica delle parole.

Nel suo *Character pro notitia linguarum universalis*, Francofurti 1661, egli ha proclamato che con una sola lingua si potranno comprendere tutte, alla condizione che ogni concetto venga espresso con una cifra o con un corrispondente geroglifico. Proprio tutto quello che occorre — e che in gran parte ancora manca e a cui si sta intensamente lavorando — affinché un qualunque elaboratore elettronico, digitale o analogico, possa servirvi da traduttore fedele e riservato: quel calcolatore che i tedeschi chiamano Hochgeschwindigkeitstrottel: cretino ad altissima velocità!

15.

A che cosa possa servire la statistica dei fattori linguistici, estesa tanto largamente quanto lo permettono le incredibili possibilità dell'automazione, può essere illustrato dai pochi esempi che seguono.

A Gallarate, per conto dei Proff. Tagliavini e Croatto dell'Università di Padova, è stata compiuta automaticamente la trascrizione fonetica di un testo del Fabbri di circa 20.000 parole. Da lí si è partiti per un censimento dei fonemi e trifonemi della parlata italiana. La tesi con cui A. Zampolli ne presentò le

conclusioni, fece molto chiasso, poiché si conobbero finalmente i trifenemi più frequenti, quelli cioè che concorrono a formare il maggior numero di parole. Su questi si concentrerà d'ora in poi la rieducazione dei sordomuti, evitando a loro i dispiaceri che abbiamo avuto noi, quando da ragazzi ci hanno rimpinzati delle eccezioni francesi (ve le ricordate? hibou, genou, caillou... émail, épouvantail...) con il risultato che oggi noi possediamo correttamente parole che non usiamo mai e sbagliamo in quelle più comuni.

La proporzione dell'uso dei sostantivi, verbi, aggettivi, preposizioni, ecc. oscilla attorno a cardini fissi, variati però dall'età, sesso, temperamento, ecc. Un censimento di queste percentuali, esteso ai discorsi e componimenti di migliaia di alunni di ambienti diversi — estensione che solo l'automazione rende possibile — permetterebbe di individuare curve di normalità, le quali servirebbero di ulteriore sussidio diagnostico della psiche dell'uomo nell'età in cui è più plastico all'influsso educativo.

Questa estate i quotidiani hanno dato risonanza mondiale alle conclusioni del censimento della metrica dell'Iliade compiuto a New York da James Mc Donough. L'Iliade ne è emersa di un solo autore. Avevo dato io, anni fa, a questo giovane studioso americano il primo avvio. Egli cominciò allora a perforare su schede la sola quantità delle sillabe di tutti i versi. Quando tutta l'Iliade fu così trascritta, un calcolatore mise in luce i ritmi e le proporzioni d'impiego dei vari metri. A farlo a mano, a parte il tempo che avrebbe richiesto, non ci sarebbe stata altra possibilità di controllo che quello di rifare tutto da capo alla stessa maniera. Ma oggi se voi non voleste credere alle conclusioni, potreste in pochi minuti ricontrollare tutti i calcoli ripartendo dalle schede iniziali.

La cronologia delle opere platoniche è stata a suo tempo ricostruita, e oggi resta fuori di discussione, appunto con la statistica degli stilemi, pur condotta senza sussidio di macchine automatiche.

Con analogo procedimento si potrebbe affrontare la controversia sull'autenticità di certi scritti, per esempio Shakespeare o Marlowe: appunto e sempre perché nello stile di chiunque esistono situazioni che sono sue caratteristiche personali e permanenti, non meno delle sue impronte digitali. Il che è del tutto ovvio, se si riflette che qualunque cosa noi esprimiamo, è sempre con noi stessi che la esprimiamo.

Esistono studi sulla acuità degli accenti tonici. Parole con accento tonico sulla *i* e sulla *e* conseguono sentimenti alti e acuti; quelle con accento tonico sulla *o* o sulla *u*, esprimono sentimenti deprimenti; quelle con l'accento sulla *a*, sentimenti neutri. Orbene si pre-

sero un brano dei Promessi Sposi e la sua traduzione francese. Il flusso dell'acuità dei rispettivi accenti tonici fu riportato con curve su carta millimetrata. Su altra carta millimetrata fu codificato in curve il succedersi dei vari livelli emotivi espressi dalle parole del testo. Ne risultò che l'andamento dell'acuità degli accenti nello scritto originale combacia con la curva descritta dal sentimento. Non così nella traduzione francese, ove il ritmo fonetico degli accenti né era sgorgato inconsapevolmente dall'ispirazione interiore, né era stato tenuto presente come un elemento da "tradurre".

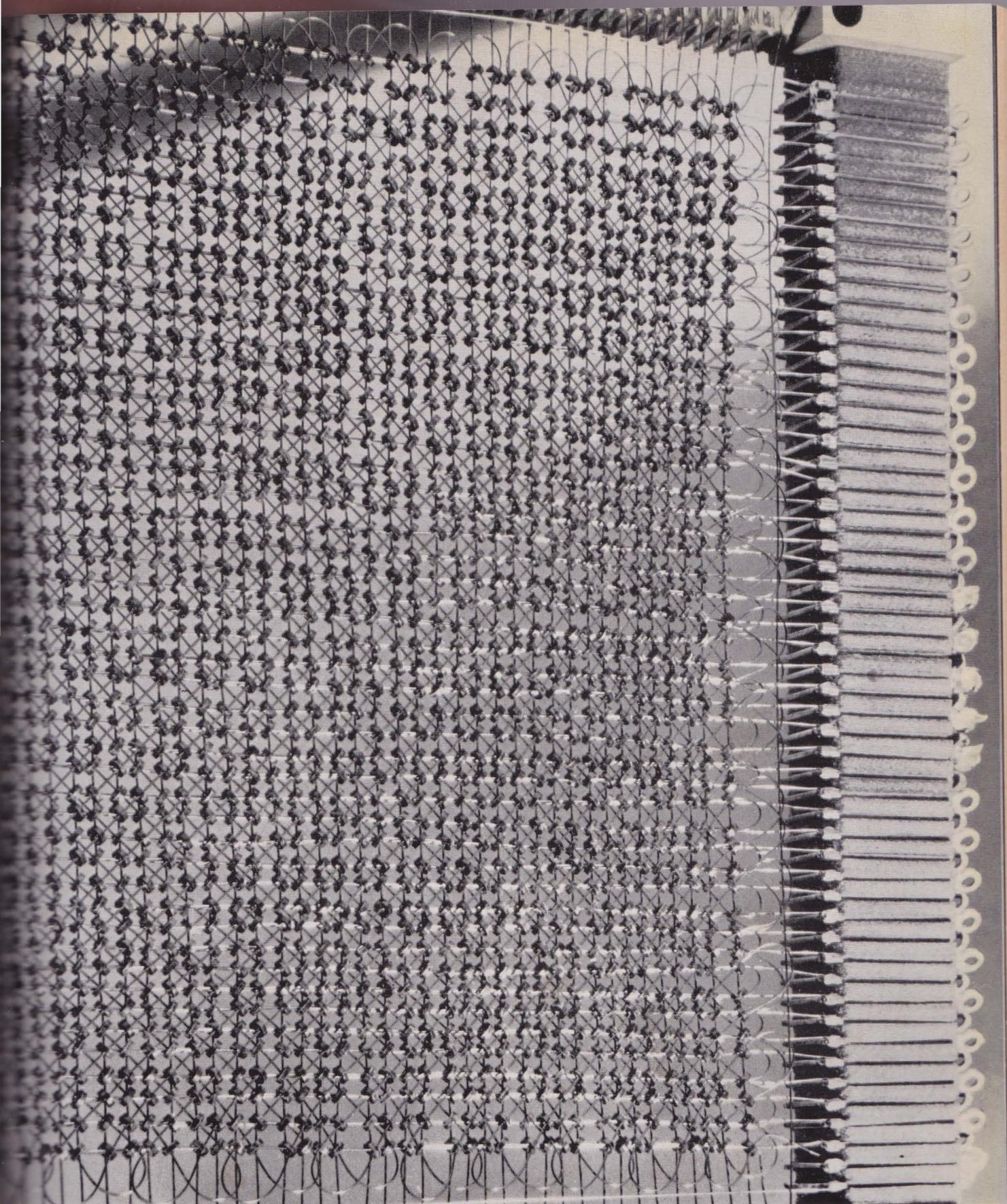
IV.

16.

Al tempo di Gutenberg, accanto ai manoscritti che rimasero sotto forma di quaderni e registri, si è collocato il libro stampato. Oggi accanto a quelli e a questo, che resteranno, si colloca il "libro magnetico". E per il deposito delle conoscenze umane ciò rappresenta un vero e proprio cambiamento di dimensione. Ma non è solo quantitativo né solo di velocità. È anche qualitativo. Se infatti è vero che il linguaggio dei calcolatori elettronici segnerà con tutta probabilità la cessazione dei tentativi di lingue universali artificiali, è anche vero che l'interpretazione induttiva del fenomeno linguistico mediante le formule della probabilità (evoluzione del linguaggio verso nuove specificazioni e insieme sua involuzione o entropia verso graduali perdite di semanticità: anche qui leggi di mescolanza di vita e morte) questa induzione, dico, nella misura in cui la rende possibile l'automazione, promette di far ricominciare il ciclo della consapevolezza linguistica e grammaticale con maggiori profondità, sistematicità e documentazione.

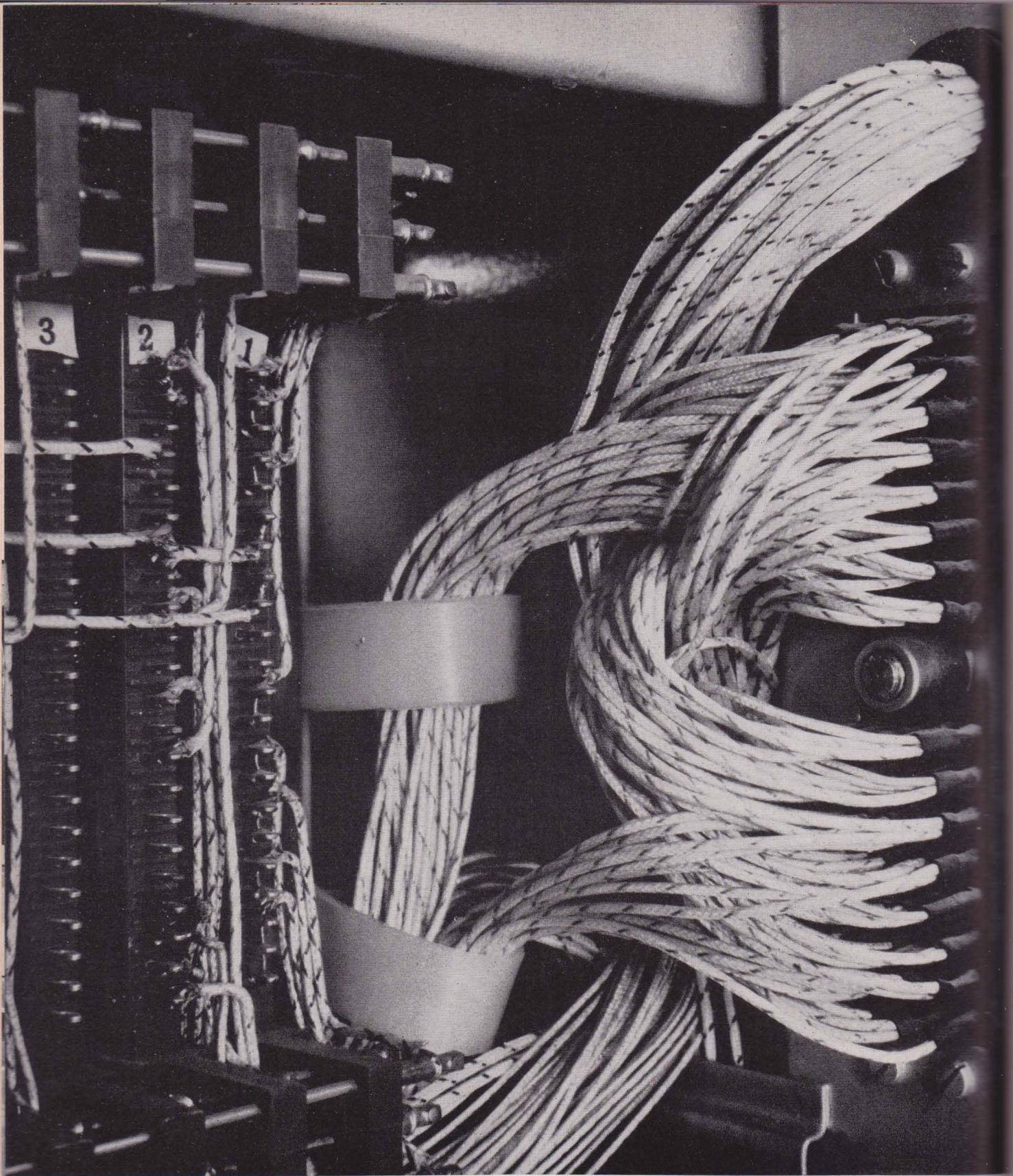
17.

Uno dei segni che oggi ci si trova anche qui ad una svolta, è il fatto che ci sono nel mondo circa 200 centri occupati a questo rovesciamento della torre di Babele, a salvaguardare cioè nel linguaggio la fisiologia unificatrice di comunicazione e arginarne la patologia di barriera e separazione. Tra essi, una dozzina oramai dopo quello di Gallarate, si occupano del settore dell'analisi lessicale pura. Gli altri la applicano alle tecniche dell'informazione e della traduzione meccanica. È infatti triangolare lo sviluppo dell'automazione linguistica. Altro segno sta nel fatto che istituzioni come ministeri del commercio e della difesa ed altre — USA, URSS, Nato, Euratom, ecc. — lo finanziano da qualche anno a questa parte. In Fran-



Un piano della memoria a nuclei ferritici dell'elaboratore Elea classe 9000 (Olivetti).





Un particolare dell'elaboratore Elea classe 9000. Collegamento dei pacchi di piastrelle con i «connettori» verso l'esterno (Olivetti).

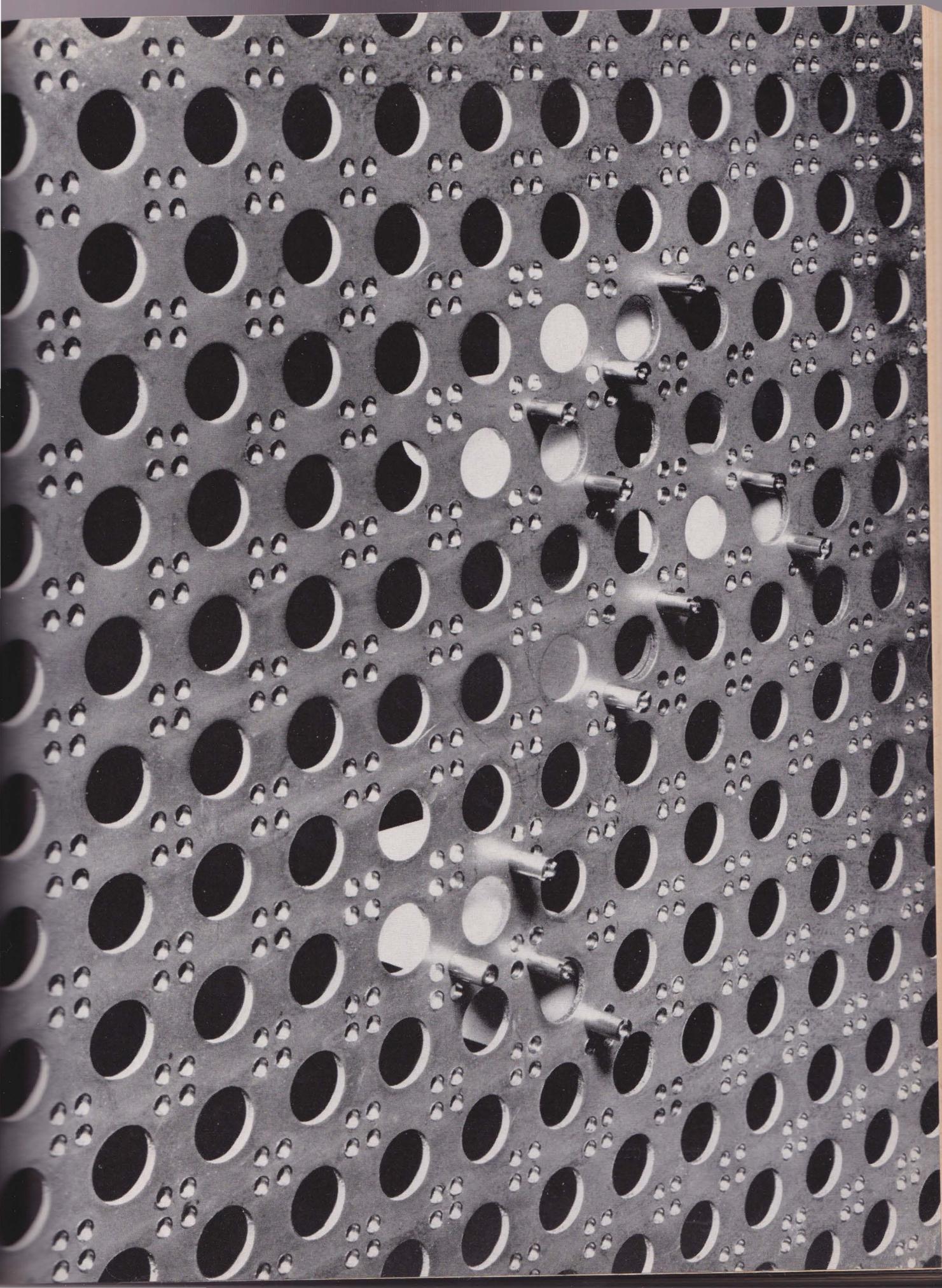


Cristalli formati in seguito al processo di vaporizzazione su un substrato di silicato (IBM).

114

Particolare costruttivo del quadro di comando dell'Elea classe 9000 (Olivetti).





cia, Olanda, Israele, Cecoslovacchia sono in corso progetti di gigantesche elaborazioni elettroniche — si è arrivati a parlare di 120 milioni di schede per il *Trésor de la langue française* — onde avere i materiali per la compilazione dei dizionari storici della lingua nazionale. Del resto anche lo schedario dell'*Index Thomisticus*, in corso di produzione a Gallarate, potrebbe essere definito il primo *Thesaurus* della lingua scientifica del nostro Medio Evo.

18.

Domenico De Domenichi, veneziano "de ordine plebejo", divenne vicario di Papa Sisto IV. Nella prefazione a un incunabulo stampato a Venezia nel 1480, egli così commentò la recentissima, allora, invenzione della stampa: "Placuit autem clementissimo Deo his nostris temporibus novam artem docere homines". Continua riportando la mirabolante notizia che tre uomini in soli tre mesi di lavoro sono riusciti a stampare ben 300 copie del volume: "ad quae tota eorum vita haud quaquam sufficeret si cum digitis et cum calamo aut penna scribenda forent" e poi conclude "si quid in me est auctoritatis etiam admono: ne tanta Dei beneficentia abutantur". Che cosa dovremmo dire oggi?

Roberto Busa s.j.

Verso la "biblioteca elettronica": l'"information retrieval"

1. Come si forma la biblioteca elettronica

Un efficiente sistema di documentazione richiede:

- a) - Ricerca esauriente di tutto il contenuto delle pubblicazioni inerenti ad un dato argomento.
- b) - Possibilità di avere un'indicazione dell'importanza dei documenti reperiti onde stabilire la priorità di consultazione e consentire in pari tempo l'eliminazione delle informazioni al disotto di un livello minimo di interesse.

Un complesso elettronico da calcolo ⁽¹⁾ contiene essenzialmente l'unità di calcolo la quale deve preparare la risposta ad una richiesta di informazioni ricevuta tramite l'organo di ingresso-dati (input), ed eseguire quindi le operazioni di ricerca nella biblioteca che si trova registrata nella "memoria" ⁽²⁾. Vi è infine l'output, organo di uscita (una stampatrice, p. es.) che dà l'esposizione dei dati che soddisfano alla richiesta.

Vediamo anzitutto come è possibile introdurre in memoria una biblioteca.

I singoli scritti ⁽³⁾ vengono riassunti (l'operazione

⁽¹⁾ Usiamo la parola "complesso" per sottolineare l'insieme dei dispositivi che consentono al calcolatore elettronico di eseguire programmi di lavoro. Questi dispositivi sono: gli organi di ingresso e uscita dati, gli organi di memoria (memorie a tamburo, a nuclei magnetici, a nastro magnetico), l'unità di calcolo (il "cervello elettronico"), l'unità di alimentazione che fornisce l'energia necessaria al funzionamento del complesso.

⁽²⁾ Una memoria costituita da nastri magnetici ha capacità eccezionali. Un nastro magnetico (oltre 1000 metri di lunghezza avvolto su bobina di circa 35 centimetri di diametro) può contenere oltre 12 milioni di caratteri (ogni carattere ha una codificazione di tipo binario) ed è comunemente letto a velocità superiori ai 40.000 caratteri al secondo (5 minuti per l'esplorazione di un nastro). Aumentando la densità di registrazione si può arrivare a velocità di lettura dell'ordine dei 200.000 caratteri al secondo.

⁽³⁾ Per "scritto" intendiamo un'unità di lavoro. Un insie-

è compiuta per ora dall'uomo) ed il riassunto (abstract) viene setacciato in modo che ne restino alcune parole (dette parole-chiave) attraverso le quali sia possibile riconoscere l'argomento trattato. Come esempio potremmo citare questo stesso scritto. Fino a questo momento quanto è stato esposto, con esclusione delle note, potrebbe essere rappresentato dalle parole-chiave: Information retrieval, Biblioteca elettronica, Abstract, Parole chiave.

È evidente l'imponente riduzione nel numero di parole impiegate. Questa considerazione ci permette di incominciare a comprendere come possa essere convenientemente stipato nella memoria un grandissimo numero di articoli (⁴).

L'operazione descritta (codifica) viene completata con due successivi passaggi.

Il primo passaggio consiste nel far corrispondere ad ogni parola un numero che la rappresenta. In questo modo si è in grado di operare su articoli scritti in qualsiasi lingua facendo corrispondere a numeri uguali parole di lingue diverse ma di significati uguali. La trasformazione delle parole in numeri consente inoltre un'ulteriore economia di spazio superando le difficoltà connesse con le lunghezze variabili delle parole: con quattro caratteri numerici si è in grado di rappresentare fino a 10.000 parole differenti.

Il secondo passaggio consiste nell'indicazione di un "peso" (⁵), mediante il quale l'operatore esprime il

me cioè di parole destinate a descrivere un insieme omogeneo di concetti. Un articolo di giornale o di rivista è spesso un articolo omogeneo. Uno o più articoli omogenei creano complessivamente, nell'ambito del loro impiego, un messaggio. L'opportunità di individuare l'articolo omogeneo consiste nella possibilità che ne deriva di creare un *riassunto* facilmente *codificabile*.

(⁴) È interessante notare come da qualche tempo la rivista americana Communications of Association for Computing Machinery completi le note bibliografiche delle pubblicazioni che essa recensisce con l'indicazione di "descriptors" (cioè parole-chiave) attraverso i quali è possibile riconoscere il contenuto della pubblicazione stessa.

(⁵) Poiché la formulazione precisa della nozione di significato è tuttora un problema non risolto della semantica, i successivi passaggi dal documento originale al documento codificato rischiano di far perdere il significato originale e contingente. È necessario che il codificatore "pesi" ad una ad una le parole che intende adottare.

Il peso viene espresso mediante un numero compreso tra 0 ed 1, limiti esclusi. Questo numero dà un significato particolare all'informazione che si è in grado di ottenere da ogni parola. M.E. Maron e J.L. Kuhns hanno dimostrato come la probabilità che la richiesta di informazioni su un dato argomento I_j sia soddisfatta da un documento D_i dipenda dal grado di approssimazione con il quale il docu-

grado di approssimazione del significato della parola all'idea che essa rappresenta. In altre parole l'operatore deve assegnare i pesi tenendo presente che il documento così codificato sarà fonte d'informazione solo se i concetti che esso rappresenta hanno la probabilità di essere descritti in fase di formazione della domanda con le stesse parole usate in fase di codifica.

Terminano così le operazioni che per ora possono essere compiute solo dall'uomo.

Abbiamo ora a disposizione un numero composto da cinque caratteri numerici (quattro rappresentano la parola chiave, il quinto rappresenta il peso). Esso viene registrato quindi attraverso il procedimento caratteristico di ogni singolo calcolatore per l'introduzione dei dati in memoria (⁶).

L'insieme dei numeri che ora rappresentano uno scritto sarà preceduto da un numero fisso di caratteri che rappresentano gli indicativi bibliografici dell'articolo stesso: collocazione, tipo di pubblicazione, data, lingua.

2. L'operazione di ricerca

L'operazione di ricerca si inizia nel momento in cui introduciamo in macchina una domanda. Le leggi da osservare per la formulazione della domanda sono identiche a quelle seguite nella formulazione elettronica dei documenti. Desiderando conoscere tutte le pubblicazioni inerenti al problema, per esempio, dell'information retrieval, si scriverà su un foglio la parola "information retrieval", si andrà a consultare l'elenco delle parole-chiave, si rintraccerà il corrispondente numero che ivi la caratterizza (⁷) e si introdurrà in macchina questo numero. Eventualmente questo può essere preceduto da un indicativo di comodo per il riconoscimento della domanda, in fase di risposta, nel caso si siano poste più domande contemporaneamente.

L'introduzione in macchina della domanda avvia l'operazione del confronto automatico della parola-

mento i -esimo è rappresentato dalla j -esima parola e dalla probabilità del documento D_i .

Per convenzione si rappresentano i numeri $0,1 \div 0,9$ semplicemente come $1 \div 9$. (M. E. Maron e J. L. Kuhns: "On Relevance, Probabilistic Indexing and I. R." - JACM, Jul. 1960.)

(⁶) In memoria si trova naturalmente il numero rappresentato in forma binaria o in altra, caratteristica del tipo di calcolatore.

(⁷) Ovviamente nel caso della domanda non si avrà nessuna indicazione di "peso".

chiave (o delle parole-chiave, poiché la domanda ne può comprendere diverse) con tutte quelle che nella biblioteca memorizzata caratterizzano i singoli documenti ⁽⁸⁾. Via via che viene individuato un documento che corrisponda al confronto, ne viene riprodotta la descrizione ⁽⁹⁾ e contemporaneamente ne viene calcolata una grandezza, che chiamiamo "rilevanza", il cui valore viene infine esposto dall'output insieme alla, diciamo così, etichetta bibliografica dell'articolo stesso.

Per rilevanza di un articolo intendiamo un indice dell'importanza dello stesso intesa come grado di probabilità di soddisfacimento alla domanda ⁽¹⁰⁾.

⁽⁸⁾ La possibilità di porre contemporaneamente più domande permette di accentrare il procedimento con riduzione nel numero di passaggi.

⁽⁹⁾ Naturalmente è "estratta" la sua immagine, perché la biblioteca elettronica resti inalterata.

⁽¹⁰⁾ Secondo Shannon (*) l'informazione I_m ottenibile da un messaggio composto da N elementi, ciascuno di probabilità P_i , è data da:

$$(1) \quad I_m = -N \sum P_i \lg P_i$$

Avendo definito la media M delle informazioni e la varianza ξ^2 :

$$M = \frac{\sum N_i I_i}{N} \quad \xi^2 = \frac{\sum N_i (I_i - M)^2}{N}$$

attraverso successive manipolazioni è possibile ottenere I_m in funzione di M e di ξ^2 :

$$(2) \quad I_m = M - \xi^2$$

Indichiamo ora con h_i il grado di approssimazione significato-idea di cui s'è detto. Da un punto di vista probabilistico tale considerazione comporta una valutazione sulla probabilità della formulazione di richiesta di informazioni secondo quanto già affermato da Maron e Kuhns. Pertanto si ha una nuova probabilità d'impiego delle singole parole, oltre alla P_i che deriva dalla naturale frequenza d'impiego. Questa nuova probabilità vale:

$$(3) \quad P'_i = P_i h_i$$

dove P_i ha il significato già detto e $0 \leq h_i \leq 1$.

Dalla formula (2) si può avere una significativa informazione relativa alla distanza media del messaggio dalla descrizione che esso avrebbe comportato: $D_m = M - \xi^2$.

Il valore calcolato consente solo una graduazione dei documenti reperiti e non una definizione assoluta di rilevanza. Ma ciò è sufficiente. Dire infatti che un documento a presenta una distanza maggiore di un altro b , cioè che $D_{ma} > D_{mb}$, significa affermare che la probabile utilità di b di fronte ad una richiesta che chiami in causa anche a è maggiore di quella relativa a quest'ultimo.

Se invece di "distanza" parliamo ora di approssimazione stabilendo che $A_i = 1 - D_i$, possiamo dire, nel caso del-

3. Presentazione della risposta

Il sistema di ricerca descritto poggia dunque, oltreché sul confronto tra parole-chiave di domande e documenti, anche sul calcolo dell'informazione, il quale è lo speciale indirizzo di ricerca di cui si occupa personalmente chi scrive.

Il risultato del calcolo figura per ogni documento reperito in termini di rilevanza.

L'esposizione dei risultati della ricerca avviene a mezzo stampa con indicazione della etichetta bibliografica dei singoli scritti e della loro rilevanza, affinché si possa, volendo, seguire una graduatoria nella loro consultazione.

4. Prospettive

Il piano di lavoro seguito per l'organizzazione di una biblioteca elettronica si fonda sulla esecuzione, da parte del calcolatore elettronico, del calcolo del valore dei singoli articoli.

Potrebbe, questo, essere considerato un primo livello nella realizzazione dell'information retrieval.

Un secondo livello potrebbe essere raggiunto fornendo al calcolatore la possibilità di estendere le ri-

l'esempio citato, che $A_{mb} > A_{ma}$ confermando così la possibilità di ottenere attraverso un peso che è equivalente all'indicazione di un'approssimazione, un'indicazione sulla rilevanza di un documento.

Rilevanza dei documenti

Un'altra indicazione necessaria alla completa individuazione della rilevanza è la misura, che indichiamo con G_m , del rapporto tra il numero di parole attraverso le quali si è formulata la domanda e che hanno trovato corrispondenza nel documento (x_d), ed il numero totale di parole (p_d) impiegate nella descrizione del documento:

$$G_m = \frac{(x_d)}{(p_d)}$$

G_m ha il significato di probabilità che il documento sia più o meno rilevante dalla considerazione che un maggior accoppiamento comporta una maggior probabilità di utilizzo.

In definitiva la rilevanza di un documento R_m potrà essere individuata come prodotto delle due probabilità calcolate:

$$R_m = A_m \cdot G_m$$

(*) C. E. Shannon, "A mathematical theory of communication". BSTJ, vol. 27, pp. 379-423, Jul. 48, pp. 623-625, Oct. 58.

cerche nell' "intorno" dell'argomento oggetto di consultazione. Per "intorno" intendiamo l'insieme delle parole di significato affine o addirittura identico ma di diversa struttura grafica che non verrebbero rintracciate con un lavoro di confronto. Esse potrebbero essere rintracciate tenendo in considerazione le relazioni esistenti tra le diverse parole o valutando statisticamente le frequenze di accoppiamento tra parole.

Assumendo la frequenza del verificarsi di un certo evento come misura della probabilità che questo evento si verifichi, rintracciando per confronto diretto una parola, si potrà estrarre anche quella che ha avuto la maggiore frequenza di accoppiamento con la precedente.

Tutte le operazioni di creazione dei riassunti e di codifica sono eseguite dall'uomo.

Ma sono già allo studio procedimenti per meccanizzare non solo le due operazioni descritte ma anche per consentire al calcolatore di formulare esso stesso, direttamente, una risposta che sia un riassunto di ciò che ci interessa conoscere.

In questo settore, evidentemente, siamo ancora in una affascinata attesa; ma non nella fantascienza. L'attuazione pratica sarà una naturale conseguenza della possibilità di ottenere la classificazione degli oggetti dello scibile e dei loro rapporti. Questo è un problema lessicale e filosofico verso il quale tendono gli sforzi di molte persone, mentre altri gruppi di studio affrontano problemi che complessivamente possono essere indicati come inerenti alla realizzazione di un "linguaggio" universale di macchina. Questo è un problema linguistico e matematico. Al vertice della piramide si trova un unico, potente linguaggio, un nuovo esperanto, attraverso il quale gli uomini comunicheranno, mediante le macchine, anche tra loro.

Stanislao Valsesia

Carlo Tagliavini

L'automazione nelle ricerche fonetiche

Se è abbastanza facile, anche per chi non abbia una preparazione tecnica specifica, rendersi conto dei vantaggi che presenta l'automazione negli spogli lessicali, abbreviando enormemente il tempo di raccolta e facilitando l'ordinamento delle schede in qualunque ordine prestabilito, più difficile e complesso è rendersi conto dei vantaggi che può presentare l'uso delle macchine elettroniche per altri fini glottologici, quali l'analisi fonetica, morfologica o sintattica.

Mentre un'analisi lessicale, limitata necessariamente a uno o più testi, darà sempre un risultato parziale (completo relativamente a quel testo o a quei testi, ma incompletissimo relativamente al tesoro lessicale della lingua), mentre un'analisi morfologica e più ancora sintattica avrà sempre dei limiti rispetto al sistema della lingua, un'analisi fonetica o fonologica di un testo, anche relativamente breve, di una lingua qualsiasi potrà dare risultati definitivi, con spostamenti minimi delle percentuali, in quanto basta qualche migliaio di parole di un testo per contenere l'intero patrimonio del sistema fonologico di una lingua.

Per questa ragione l'Istituto di Glottologia dell'Università di Padova decise, qualche anno fa, di tentare un'analisi del sistema fonetico e fonologico della lingua italiana contemporanea servendosi delle macchine elettroniche IBM. La nostra analisi non sarebbe stata possibile se non avessimo potuto usufruire dei consigli tecnici del Rev. P. Roberto Busa, S. J. che già da parecchi anni si occupa dell'automazione delle ricerche linguistiche e letterarie e che è maestro indiscusso in questo campo, nonché della cortese ospitalità concessa presso il Centro di Gallarate al nostro ricercatore, l'allora laureando e oggi dottore in lettere Antonio Zampolli. Al fine di ottenere risultati utili non solo alla glottologia, ma anche alla foniatra e all'audiometria, ci è stata di prezioso aiuto la continua fraterna collaborazione del collega Lucio Croatto, libero docente di foniatra dell'Università di Padova.

Per spiegare in termini molto semplici la natura

e gli scopi del lavoro e i principali risultati conseguiti, saranno necessarie alcune premesse.

Ogni lingua o dialetto ha un suo sistema fonologico ben determinato e, per così dire, chiuso, almeno per un'analisi sincronica: si serve cioè di un determinato numero di fonemi; questo numero potrà essere x o y , potrà essere maggiore o minore del sistema fonetico di un'altra lingua o dialetto, ma è sempre rappresentabile con un numero intero. Si potrà, è vero, tenere o non tener conto di varianti combinatorie fisse, ma in ogni modo l'oscillazione sarà sempre fra due numeri chiaramente determinati. L'utilità di agire su un materiale che può essere fissato numericamente risulta specialmente dal valore che acquistano le statistiche finali. Mentre per un'analisi lessicale si può dire, per esempio, che la parola *tutto* ricorre 78 volte nel testo x composto di 19.000 parole e ha quindi una frequenza di 0,4%, ma non si può trarre le conseguenze della sua frequenza media in altri testi o nell'uso generale nel tesoro lessicale della lingua italiana, quando in un'analisi fonetica di un testo italiano trovo che la vocale *e* chiusa ha la frequenza dell'11,04% posso dedurre che questa percentuale non è solo quella del testo esaminato, ma quella generale della lingua italiana contemporanea.

Analisi statistiche delle frequenze nella lingua italiana erano già state fatte, anche senza macchine elettroniche, soprattutto per fini pratici. Ricordiamo in questo campo le benemerite ricerche del prof. Giuseppe Aliprandi (che oltre a essere un maestro negli studi stenografici e dattilografici è un matematico) nel *Bollettino dell'Accademia di Stenografia* e negli *Studi Grafici* di Padova. Nessuna meraviglia che, per ricerche dattilografiche, le statistiche si basino sui *grafemi* e non sui *fonemi*; più strano però è che anche alcuni foniatristi si siano lasciati illudere dal miraggio grafico.

La lingua esiste nella sua realtà di mezzo di comunicazione orale; la scrittura è una rappresentazione più o meno perfetta (anzi per lo più molto imperfetta) del linguaggio parlato. Tutti i sistemi di scrittura, salvo pochissimi di recente creazione, si scostano dalla realtà fonetica quali più (tipico l'inglese), quali meno (per esempio il croato o il ceco). Non solo singoli fonemi vengono rappresentati con digrammi o trigrammi (p. es. in italiano *gn* per \tilde{n} , cioè per la nasale mediopalatale, *gli* per l' , cioè per la laterale mediopalatale), ma alcuni fonemi non sono affatto rappresentati nella scrittura (p. es. quella dell'italiano non tiene conto della differenza fra \acute{e} , \acute{o} chiusi ed \grave{e} , \grave{o} aperti, fra s , z sordi e s , z sonori). Avviene così che se si fa l'analisi statistica sui $g r a$

$f e m i$ (analisi che può essere utilissima, per esempio, per stabilire, in base alla frequenza delle singole lettere, la più razionale disposizione di una tastiera di una macchina da scrivere o di una linotype) si hanno risultati che contraddicono quelli dell'analisi fonetica. Si conterà per esempio nella parola *bacio* un *i* che esiste graficamente, ma che in realtà non è che un artificio grafico per dare il suono palatale al *c*; per converso nella parola *che* noi noteremo la presenza di *h* che è un puro segno grafico per dare al *c* il valore velare dinanzi alla vocale palatale *e*.

Per fare un'analisi linguistica dell'italiano contemporaneo si è scelto un componimento teatrale (che più si ravvicina alla lingua parlata) di un autore vivente. Abbiamo scelto il dramma "Vigilia d'armi" di Diego Fabbri; esso è composto di 18.987 parole, troppo poche certo per un'indagine lessicale, ma più che sufficienti per un'analisi fonetica.

Esaminate nella loro rappresentazione grafica, queste 18.987 parole sono composte di 37.200 sillabe e di 96.520 grafemi. Per un'analisi fonetica però occorre trascrivere il testo in grafia fonetica, con un sistema cioè per cui ogni fonema fosse rappresentato da un unico grafema. E per la prima volta, credo non solo in Italia, questa trascrizione, che originariamente si era pensato di fare a mano, è stata fatta dalle stesse macchine IBM con l'intelligente uso di segni convenzionali che sostituivano i normali segni diacritici delle trascrizioni fonetiche usate dai linguisti. Si è ottenuto così un totale di 83.816 fonemi contro i 96.520 grafemi. Ciò si spiega se si tien conto che la trascrizione fonetica, invece delle 21 lettere dell'alfabeto italiano, si è servita di 45 simboli diversi, ai quali aggiungendo altri 9 fonemi esistenti solo in varianti combinatorie facilmente rilevabili perché presenti solo prima o dopo altri fonemi determinati (per n velare di *ancora*, *anche*) si ha il totale dei 54 fonemi che formano il sistema fonologico dell'italiano moderno, con pronuncia di tipo corretto.

Nelle singole parole — senza tener conto della fonetica sintattica, cioè delle variazioni combinatorie fra due parole attigue come in *vado a casa* dove il *c* iniziale di *casa* per influsso di *a*, dal latino *ad*, si allunga dando in realtà *un vado a ccasa* o *l'i* finale di *begli* dinanzi all'*o* iniziale di *occhi* nella frase *begli occhi* diventa in realtà semivocale (*y*) come nel primo elemento del dittongo di *fiore* (*fyore*) — la lingua italiana presenta 50,8% di consonanti, 46,7% di vocali e 2,5% di semivocali. Tenendo conto della fonetica sintattica, le semivocali crescono al 4,9% e le vocali calano al 44,3%. Fra le vocali la più frequente è la *e* chiusa (11,04%), fra le consonanti la più frequente è la nasale *n* (7,24%) che però contiene in sé varianti

combinatorie. Il fonema meno frequente in italiano è lo zeta sonoro (p. es. di zero) che ricorre con una frequenza di appena 0,023%.

Studiando le tabelle delle combinazioni (trifonemi, cioè tre fonemi consecutivi) si può stabilire la frequenza dei singoli fonemi in prossimità del fonema che precede e che segue.

È ovvio che se questi studi di frequenze e di percentuali possono avere interesse per la fonetica e per la fonologia, per l'esatta comprensione del sistema fonologico della nostra lingua, ne hanno altrettanta a scopi foniatrici (per vedere per esempio se vale la pena o no di correggere difetti di pronuncia) o acustici (per le distorsioni di suoni nelle telecomunicazioni). È dunque un nuovo orizzonte che si apre non solo per la linguistica, ma anche per altre discipline con le quali la linguistica ha rapporti alle volte assai lontani. E il lavoro compiuto nell'Istituto di Glottologia dell'Università di Padova e nel Centro di Gallarate è solo uno dei primi esempi di automazione nel campo della fonologia.

Carlo Tagliavini

Silvio Ceccato

La storia di un modello meccanico dell'uomo che traduce

Quando si parla di traduzione meccanica bisogna fare una chiara distinzione fra due programmi e due conseguenti procedimenti che si sono venuti progressivamente differenziando e che forse sono destinati a rimanere separati ancora per un certo numero di anni, pur figurando sotto la medesima etichetta.

Da un lato si parla di traduzione meccanica, studi per la traduzione meccanica, analisi o addirittura grammatiche per la traduzione meccanica per alludere ad una ricerca che non mira minimamente a riprodurre le operazioni umane del tradurre; bastano i risultati, ed anche questa parola va pronunciata con molte riserve. In sostanza si tratta di costruire una macchina che permetta a chi non è in grado di utilizzare direttamente un testo perché ne ignora la lingua di sapere che cosa quel testo contenga, per esempio se l'argomento ne sia l'economia o la morale, un incidente politico o ferroviario, ecc. Naturalmente, tanto meglio se il testo originale compare nella forma di una sua buona traduzione umana. Ma fra i due estremi qualsiasi cosa va bene. Questo si comprende tenendo presente che il testo tradotto è per lo più destinato ai competenti dell'argomento, e non ad un pubblico generico, ed il competente è in grado di ricostruire il testo correggendo le informazioni sbagliate. Inoltre, se dai risultati anche monchi e distorti risultasse un reale interesse per il testo originale, il competente potrebbe sempre rivolgersi per una oculata traduzione allo specialista delle due lingue in questione e dell'argomento trattato.

Dall'altro lato si parla di traduzione meccanica per alludere ad un complesso di ricerche che hanno quale primo oggetto lo studio dell'uomo che traduce e solo quale secondo oggetto la costruzione di una macchina che traduce, una macchina che assolve quindi funzioni modellistiche, cioè riproduce nei limiti del possibile il lavoro di un uomo traduttore. E si sa bene che cosa voglia dire studiare un uomo che traduce. Vuol dire impostare sí una indagine di tipo linguistico, ma ben piú estesa ed approfondita di quanto non si intenda di solito, con connessioni in campo psicologico ed infine filosofico, che permettano di con-

considerare il linguaggio non soltanto come prodotto già acquisito, ma anche in tutto il dinamismo con cui accompagna lo svolgersi del pensiero. L'uomo che traduce pensa; è pensiero la sua comprensione del testo da tradurre ed è pensiero ciò che il testo che traduce designa. Naturalmente, anche queste ricerche si concludono con la costruzione di una macchina che traduce. Ma allo stato attuale delle nostre conoscenze sul funzionamento del cervello, almeno per quanto riguarda le attività superiori, e quindi delle nostre conoscenze sul pensiero e sul linguaggio, alcuni aspetti che di solito sono importanti in chi ha interessi pratici devono essere lasciati in sospeso. Per esempio è impossibile precisare la data in cui queste ricerche saranno terminate, ed è anche difficile precisare quanto verrà a costare questa traduzione a macchina. Inoltre, se la traduzione dovesse mostrare manchevolezze, e soprattutto se con il procedimento seguito la traduzione non si mostrasse indefinitamente perfezionabile, questo si dovrebbe considerare come un segno del fallimento delle ricerche, come insufficienza della teoria a descrivere e spiegare il funzionamento della nostra mente.

La differenza fra i due indirizzi appare in tutta la sua evidenza non appena si esamini in quale modo si possa realizzare un progetto del primo tipo ed in quale modo si debba realizzare un progetto del secondo.

È comune esperienza di coloro che hanno affrontato un testo in una lingua ad essi ignota, ciò che talvolta accade quando si è fortemente interessati ad un certo argomento e si ha fretta, che a forza di dizionario il testo finisce con il rivelare i suoi segreti; e questo per quanto le convenzioni delle due lingue siano differenti nel designare il pensiero.

Si prendano per esempio queste due proposizioni, quali risulterebbero traducendo parola per parola con l'aiuto di un dizionario. La prima è una proposizione cinese, in scrittura romanizzata:

Testo: Wo ts'ung wo-ti i-tzu
Traduzione: Io da io-di seggiol-ina

Testo: chan-ch'i-lai
Traduzione: ritto-alto-venire,

ove chiunque capisce che quelle parole vogliono dire "io mi alzo dalla sedia", forse anche senza aggiungere la spiegazione che "io-di" = "di-io" = "mio". L'altra proposizione è latina:

Testo: Elephantos Italiā primum vidit
Traduzione: (Gli) elefanti Italia primamente vide primo

Testo: Pyrrhi regis bello et boves
Traduzione: di Pirro di re a(lla) guerra e buoi
del re per (la) guerra
con (la) guerra

Testo: Lucas appellavit in Lucania visos
Traduzione: lucani chiamò in Lucania visti,

ove egualmente, nonostante la scelta di una proposizione particolarmente sofisticata, non è impossibile capire che "l'Italia vide per la prima volta gli elefanti alla guerra del re Pirro, e avendoli visti in Lucania li chiamò buoi lucani". Si noti, fra l'altro, che queste sono frasi isolate, ma più ampio è il contesto, cioè più sono le parole tradotte, e più è facile sistemarle nell'ordine giusto per la nuova lingua, in quanto vi provvede la nostra cultura precisandone i possibili rapporti. (Una cultura che, quando manca, nonostante tutto il rispetto per le regole della grammatica, può dar luogo ai più curiosi equivoci, per esempio quello del ragazzo di una scuola media di Roma che tradusse la celebre frase "Ave, Caesar, morituri te salutant" in "Cesare, i morituri ti salutano con l'uccello", avendo fatto di "ave" l'ablativo di "avis").

Ecco dunque una possibilità di meccanizzare la traduzione, sufficiente ad assicurare una prima comprensione di un testo straniero, una possibilità veramente a portata di mano, perché non richiede la soluzione di nessun problema né vecchio né nuovo di psicologia o di filosofia, e nemmeno di linguistica: basterà che si meccanizzi un comune dizionario bilingue, avendo cura di arricchire la lista delle sue voci di ingresso con le forme flesse delle parole di base, cioè compilando un dizionario che contenga la traduzione per esempio non soltanto di "cane", ma anche di "cani", non soltanto di "amare", ma anche di "amo, ami, ama", ecc. L'abilità e gli studi, in una soluzione come questa, stanno tutti dalla parte del costruttore della macchina, che deve essere dotata di una memoria sufficiente a contenere le sostituzioni di tutte le voci del dizionario, e dotata di tempi di lavoro molto rapidi.

I risultati di questa traduzione parola per parola sono poi migliorabili se il dizionario bilingue viene apprestato con la traduzione non soltanto delle parole singole, ma anche delle possibili combinazioni di due o tre parole. Questo dizionario conterrà cioè non soltanto "cane" tradotto nell'inglese "dog", ma anche "cane nero", tradotto in "black dog", "piccolo cane nero", "little black dog", e simili. Naturalmente in questo modo il numero delle unità di ingresso cresce subito enormemente, richiedendo un maggior lavoro da parte di chi compila il dizionario

e una maggior memoria nella macchina che deve contenerlo. Continuando così si arriverebbe all'assurdo di dover tradurre anticipatamente tutte le proposizioni, anzi tutti i testi, quelli già scritti e quelli non ancora scritti, per costruire la macchina che li traduce.

D'altra parte, se si voleva entro limiti di tempo e di spesa ragionevoli una macchina in grado di tradurre la stampa quotidiana straniera per gli uffici civili e militari interessati, non si vede quale altra potesse essere la soluzione adottabile. E così, per soddisfare questo interesse da parte del Governo americano per la stampa russa, l'IBM americana ha costruito appunto, sotto la guida del Dr. Gilbert King, una macchina di questo tipo, che oggi funziona egregiamente. Se qualcosa ancora ne ritarda la rapidità dei servizi è soltanto l'introduzione dei testi nella macchina, che in mancanza di un lettore meccanico deve far pur sempre ricorso all'opera di una brava dattilografa.

Certo questo sistema, come si è detto, non è indefinitamente perfezionabile, ed a lungo andare potrebbe anche non rivelarsi economico, in quanto il danaro investito in questo progetto e la sua realizzazione non ha alcun beneficio sulle ricerche interessanti il comportamento umano, dalla linguistica alla fisiologia, almeno se i fondi per queste provengono dalla stessa fonte.

L'altra strada, quella di costruire una macchina che traduca ripetendo le operazioni dell'uomo, solleva una tal folla di problemi che sarebbe veramente difficile fissare per la sua conclusione un limite sia di tempo che di danaro. Che cosa è il linguaggio? Che cosa è una lingua? Che cosa è una proposizione? Come lavora la mente? Che cosa è il pensiero? Quali sono i rapporti fra il linguaggio e la realtà e fra il linguaggio e il pensiero? Si entra nella roccaforte del filosofo; e forse per la prima volta la speculazione non resta innocua, perché, tanto, gli uomini pensano e parlano e traducono benissimo, comunque la veda al proposito il filosofo o lo psicologo. Questa volta, se la speculazione è sbagliata, o prima o poi la ricerca si arresta, ma intanto ha ingoiato tempo e danaro.

L'impresa può apparire poi addirittura disperata per chi sa che una risposta a quelle domande, pur fra le risposte più contrastanti e disparate, utilizzabile per la costruzione di qualsiasi meccanismo, come del resto per guidare una ricerca fisiologica ed anatomica, non è mai venuta. E, si noti, non si tratta tanto di risposte sbagliate, nel senso che una costruzione guidata da esse risulterebbe diversa, negli organi o nelle funzioni, dall'uomo che pensa e parla. Qui si è in uno stadio precedente ed escludente questo controllo, in

quanto tutte quelle risposte contengono almeno un termine irriducibilmente metaforico o negativo, eliminabile solo a costo di una contraddizione.

Si riescono a descrivere in termini propri e positivi le attività superiori dell'uomo

Si deve alla Scuola Operativa Italiana, il cui indirizzo orienta oggi i lavori del Centro di Cibernetica e di Attività Linguistiche, dell'Università di Milano e del Consiglio Nazionale delle Ricerche, un modo di dirigere lo studio della mente umana che ha permesso di raggiungere risultati utilizzabili sia nelle costruzioni modellistiche sia quali ipotesi di lavoro per l'osservazione del cervello. La traduzione meccanica non è che una applicazione particolare di questi studi.

Per l'indirizzo decisamente operativo seguito e per la vastità delle analisi compiute nello studio del pensiero e del linguaggio, la soluzione adottata dal Centro per la traduzione meccanica rappresenta così uno degli esempi più completi di modellistica, destinata a ripetere le attività superiori dell'uomo. Anche se con questo non si vuol certo dire che la macchina riproduce completamente le operazioni dell'uomo che traduce, perché si incontrano almeno tre ordini di limitazioni. Il primo riguarda la descrizione stessa della mente umana. Benché i nostri studi siano in corso ormai da una ventina d'anni, e benché oggi vi collaborino una quindicina di persone, il campo da esplorare, come rivelerà una rapida scorsa fra i risultati ottenuti, appare veramente immenso. Il secondo ordine riguarda la meccanizzabilità delle operazioni individuate, per l'attuale difficoltà tecnica di costruire gli organi che le eseguano, o per il tempo e danaro richiesti dalla costruzione. Infine, poiché le ricerche del Centro sono per la maggior parte finanziate con contratti legati a precisi risultati quantitativi, si sono adottate alcune decisioni di compromesso.

Vediamo intanto di inquadrare nell'indirizzo operativo questa sua applicazione alla traduzione meccanica, appunto con una rapida scorsa fra i principali risultati ottenuti.

La prima fase delle ricerche è stata soprattutto critica.

Naturalmente, ciò che oggi appare chiaramente all'inizio appena si intravedeva, velato e distorto da una lunga tradizione speculativa che portava a vedere nel cervello, più che degli organi e delle funzioni, il passivo specchio degli eventi di un ambiente. Questi eventi si dovrebbero trovare entro la testa e rappresentare un raddoppio delle cose esterne alla testa. Ma si tratta di un raddoppio difficile. L'evento esterno e l'evento rispecchiato sarebbero eguali, ma anche diffe-

renti, perché se l'evento esterno è corporeo, non può essere corporeo l'evento interno, in una testa già piena dei suoi pezzi anatomici. Gli eventi interni mancheranno quindi almeno della fisicità di quelli esterni, cioè almeno per una caratteristica dovranno venire descritti in modo negativo, dando luogo alle cosiddette entità astratte. Tanto per fare un esempio dei più celebri, astratto è per esempio il volume, ottenuto privando un corpo appunto della fisicità, più astratta ancora la superficie, privando il volume dello spessore, più astratta ancora la linea, privando la superficie della larghezza, ed astratto più di tutti il punto, privato persino della possibilità di avere parti. La metafora irriducibile è generata invece dalla nozione stessa del rispecchiare, non fosse altro perché noi la usiamo correntemente quando siamo in presenza sia della cosa originale sia della cosa rispecchiata, mentre in questa situazione l'originale non potrebbe mai essere presente.

Bisognava quindi proteggersi da questa tradizione speculativa, e mostrare quale errore essa contenesse, al fine di liberare la strada almeno programmaticamente per una ricerca da concludersi con descrizioni utilizzabili dall'anatomista e fisiologo e dall'ingegnere.

La scoperta di questo errore è tutt'altro che facile, perché si è portati ad esaminare la situazione da un punto di vista che già contiene lo stesso errore, ciò che equivarrebbe a cercare quale deformazione arrechi l'uso di certi occhiali sostituendoli con un eguale paio di occhiali. In noi questa scoperta maturò lentamente; e fu determinante l'aver notato come di alcune cose del tutto eguali per materia e forma si parli in più modi, anche antitetici. Per esempio di una tazza una volta si dice che essa è una parte del servizio, ed un'altra che essa è il resto, ed un'altra ancora è considerata un tutto, in rapporto al suo manico, o bordo, o fondo, ecc. Così di un'unghia, che una volta è vista come inizio ed un'altra come fine del dito. E simili. Se ne deduceva che almeno alcune cose che noi designamo sono indipendenti dai corpi incontrati nel nostro ambiente, e quindi non ne possono nemmeno rappresentare il raddoppio, ma devono invece provenire da operazioni che noi eseguiamo. Questa era almeno una falla aperta nella tradizione del raddoppio degli oggetti e della loro presenza in noi come astratte entità; ed entrati nell'ordine di analizzare in operazioni certe cose designate, perché non provare ad applicare lo stesso tipo di analisi a tutte le cose?

Intanto si riusciva anche a rendersi conto di come potesse essere nata la tradizione del raddoppio degli oggetti.

Per i comuni bisogni della vita, ciò che si deve sa-

pere è soprattutto in quali rapporti si trovino fra loro le cose percepite, rapporti di causa ed effetto, rapporti di appartenenza o di tempo e di spazio, ecc. Cioè, per esempio, si deve sapere che il fuoco scalda l'acqua e che l'acqua spegne il fuoco; che il seme è contenuto nel frutto e che il frutto contiene il seme; che quel fiume è vicino o lontano da quel monte; che la corda vibrando produce il suono e che un suono fa vibrare la corda; ecc.

È da supporre che gli uomini abbiano rivolta la loro attenzione in questa direzione per millenni, accumulando con successo questo tipo di sapere e facendosi una capacità ed un'abitudine di questo modo di vedere le cose.

Ora, si noti, tutta questa conscia od inconscia ricerca si svolge quando già le cose sono state percepite, e non deve mai soffermarsi sull'attività stessa della percezione. Cioè, una domanda non si poneva mai, per riprendere uno dei nostri esempi, su come noi si senta il suono, si veda la corda e le sue vibrazioni, ecc.

Era così da attendersi che quando, o sospinti dalla pura curiosità, filosofi, o per motivi più pratici, per esempio curativi, la domanda si fosse posta, la capacità e l'abitudine che avevano funzionato così bene sino ad allora venissero applicate anche nel nuovo campo, e così la percezione degli oggetti venisse cercata e spiegata in un rapporto di questi oggetti percepiti con un altro oggetto percepito, individuato nel corpo del percipiente; ed anche i rapporti sarebbero stati ancora quelli: di causa ed effetto, ecc.

D'altra parte, poiché l'oggetto della percezione è uno solo, una volta localizzatolo al suo posto, ed una volta dentro il corpo umano, ne discendeva la teoria del raddoppio, ed una attività nuova per l'uomo o per l'oggetto di percezione, o per Dio creatore degli uomini e degli oggetti dati da percepire, affinché l'uno ripetesse l'altro, ed i due, a parte il posto diverso, risultassero eguali.

Presumibilmente altri due motivi influirono nel far scambiare l'attività della percezione con una attività fra percepiti.

Il primo motivo si trova nel rapporto che la maggior parte dei nostri verbi ha con i propri oggetti, oggetti che vengono modificati dall'attività e che quindi devono ad essa preesistere nella forma premodificata. Così per esempio nello scaldare l'acqua, scavare la terra, ricamare la stoffa, e così via. Si tenderà pertanto ad interpretare nello stesso modo anche le situazioni in cui l'oggetto dell'attività ne è il risultato, e non il materiale, e quindi le è successivo, e non le preesiste. È questo il caso dello scavare un buco, ricamare un fiore, ecc., ma anche di tutti i verbi di percezione,

come il vedere, l'udire, ecc. Confuse le situazioni del secondo tipo con quelle del primo, se ne ha quale conseguenza appunto un raddoppio dell'oggetto dell'attività, in quanto questa attività non può né produrlo, perché esso è già presente, né modificarlo, essendo presente proprio come quello e nient'altro.

Il secondo motivo si trova nelle caratteristiche delle attività percettive, ed in genere di tutte le attività della mente. Queste attività, sia pure per motivi tecnici e contingenti, non si sono sinora mai viste nel funzionamento di alcun organo; non si rivelano attraverso una nostra fatica; sono apprese senza il controllo consapevole dell'adulto, nella prima infanzia; e sono svolte con una rapidità che le fa apparire istantanee, cioè togliendo loro il carattere di attività. Soltanto chi acquista la vista da adulto si rende conto che l'osservazione è anch'essa lavoro lungo e faticoso. Non deve così stupire se l'attività di percezione è sfuggita come tale ed è stata invece interpretata come la passiva riflessione dello specchio.

Comunque siano andate le cose, il raddoppio degli oggetti di percezione ha avuto innumerevoli ripercussioni in tutti i campi. Basti pensare alla filosofia, che si costituisce per spiegare questo raddoppio e l'attività che dovrebbe ricomporre in unità un soggetto percipiente, il "conoscente", ed un oggetto percepito, il "conosciuto". Fra l'altro, attraverso questo conoscere tutti i contenuti del pensiero dovrebbero presentare le caratteristiche delle cose percepite e così la loro analisi dovrebbe concludersi sempre articolando la cosa analizzata in caratteristiche di cose percepite, colori, suoni, ecc. ed eventuali figure. E basti pensare alle conseguenti teorie della conoscenza, o metodologie, o logiche della ricerca, intese a giustificare e garantire queste impossibili analisi.

Si tratta di una problematica inconfondibile. Per esempio, se la presenza delle cose in noi è dovuta alla presenza di queste cose fuori di noi, come spiegare la presenza in noi delle cose che, per non essere cose fisiche, non occupano questo o quel posto fuori di noi? Il filosofo dovette allora cercarle come proprietà delle cose fisiche, ma, a parte la difficoltà di trovarle fra le proprietà di queste, che cosa fare dei rapporti? E soprattutto che cosa fare delle categorie di tempo e di spazio, che in nessun modo sono sdoppiabili? Quando poi Kant cerca di salvare la situazione, dando una origine distinta alle cose fisiche e ad alcune categorie, come poi ricongiungerle?

Ma per questa esposizione basterà che ci si soffermi su alcune conseguenze che il raddoppio degli oggetti di percezione ha avute sullo studio del linguaggio. Le parole, per essere tali, cioè non semplici suoni o grafie, o gesti, ecc., devono essere connesse con altro,

rimandare ad altro. Questo rimando è senz'altro trovato quando esse alludono alle cose fisiche, ma che cosa designeranno quando alludono a rapporti od a categorie insofferenti di esistenza fisica? Si devono concepire come flatus vocis, o parole vuote, cui mancherebbe, con palese contraddizione, ogni designato, o come parole che designerebbero valori di designazione di altre parole, e simili; in ogni caso si viene a rompere il linguaggio in due parti senza omogeneità designativa, e quindi non più studiabile in nome di questa sua funzione che ne è invece l'unica costitutiva.

Diventò impossibile anche rendersi conto di che cosa distingua la significatività di una proposizione da quella di una parola, e così dei rapporti fra queste due fondamentali unità del nostro discorso. Ciò diventò impossibile spiegare la differenza per esempio fra un seguito di parole staccate come "e", "e", "o", "cantano", e per esempio l'espressione "e e o sono rapporti." Per spiegare questa differenza bisogna far ricorso alle strutture temporali caratteristiche del pensiero, ma questo è impossibile se il pensiero si deve concepire entro la teoria del raddoppio, come si vedrà in seguito.

Se si tiene presente che almeno per ora, in mancanza di più idonee vie di ispezione, il modo più fecondo e non del tutto fantastico di accesso al cervello è rappresentato dal linguaggio, si capisce bene come la sua arrestata, anzi la sua deviata analisi, si dovesse ripercuotere paralizzante sui vari tentativi di individuare le nostre attività superiori ed i loro organi. E, per quanto riguarda il caso particolare della traduzione meccanica, si capisce anche come, a parte gli immediati intenti pratici, una soluzione che prendesse in esame le operazioni dell'uomo che traduce, e che per tradurre comprende e quindi pensa, fosse subito relegata fra le cose impossibili. È indubbio che, fra una speculazione basata sulle premesse conoscitive conseguenti all'introduzione del raddoppio degli oggetti di percezione e qualsiasi indagine tecnica in direzione sia costruttiva che ispettiva, si pone un invalicabile abisso.

Quando si riuscì a sbarazzarsi di questa tradizione filosofica e ad intravedere la possibilità di una analisi di tutte le cose in termini di operazioni, naturalmente questa analisi mancava ancora. Ma intanto al solo impostare la ricerca in termini operativi, già si vedevano progressivamente riassorbirsi le inconfondibili aporie di quella tradizione e si comprendeva che d'ora innanzi il lavoro avrebbe richiesto soltanto un sensibilizzarsi a questo tipo di analisi ed una grande pazienza. Anche all'inizio delle analisi, poi, non si era posto alcun limite di analiticità che dovesse essere raggiunto; bastava che l'articolazione della cosa ana-

lizzata ne mostrasse in un qualche modo la dinamicità. Mentre questa divenne in seguito una delle principali esigenze, quando si pensò di applicare i risultati delle analisi alla costruzione di modelli che ripetessero le operazioni individuate e descritte. Bisognava infatti che l'analisi si concludesse sempre rivelando operazioni eseguibili con la tecnica attuale, cioè certi cambiamenti di stato o di posto, e combinazioni di questi. Anche la metamorfosi delle donne in salici si può configurare come un cambiamento di stato e di posto, ma nessuna tecnica attuale la potrebbe ottenere. In una macchina linguistica, quindi, con cambiamenti di stato o di posto e loro combinazioni, si devono costituire tutte le cose nominate, corrispondano esse a singole parole, od a proposizioni, od alla maggiore unità di un intero discorso.

Sarebbe troppo lungo raccontare come l'analisi abbia proceduto dalle prime articolazioni operative a quelle che il Centro applica presentemente nei suoi vari progetti: la traduzione meccanica, di cui si parlerà in seguito, il riassunto meccanico, e l'osservazione e la descrizione meccaniche. Qui si potrà soltanto tracciare uno schizzo dei quattro ordini di operazioni in cui è stato descritto l'operare della mente, appunto in modo che fosse possibile con i mezzi della tecnica a disposizione costruirne gli organi.

Un solo avvertimento prima di passare a questo schizzo. Nei nostri modelli si parlerà sempre di organi e di funzioni. Questo certamente è lecito, purché si tenga presente una differenza che pure è fondamentale nel distinguere fra uno di questi modelli e l'uomo. La distinzione in organi e funzioni, come di solito è intesa in una macchina, tende a fare attribuire ogni differenza al funzionamento, mentre l'organo è ciò che rimane eguale; una macchina cioè di solito ignora altre funzioni monotoniche che non siano l'assestamento e l'usura. Per la memoria, che nell'uomo rappresenta forse la più importante funzione monotonica, si devono quindi introdurre organi appositi, che si aggiungano agli organi ciclici della macchina. Ma questa è una chiara simulazione del materiale operante caratteristico dei viventi, un materiale memorizzante, in grado cioè di ripetere le operazioni eseguite proprio per averle eseguite, un materiale che si fa con l'operare stesso, sino a giustificare una asserzione, pur nella contraddittorietà dei suoi termini, come "la funzione crea l'organo". In altre parole, questo equivale a confessare che i nostri modelli eseguono alcune operazioni dell'uomo, ma che queste sono tutte previste nel rigido materiale degli organi in un organismo che per venire dotato di sviluppo deve venire provvisto di un organo in cui questo sviluppo è egualmente previsto nel rigido materiale di

un organo. Naturalmente, questa limitazione dipende dalla difficoltà tecnica attuale di apprestare un materiale operante memorizzante che ripeta il nostro materiale vivente.

I quattro ordini di operazioni individuati come costitutivi delle attività umane superiori sono: la differenziazione, la figurazione, la categorizzazione ed il pensiero.

La *differenziazione* risulta dai cambiamenti di stato. Ogni differenziato è costituito, naturalmente, dal cambiamento e non da un semplice stato; nasce cioè dai due stati e dalla direzione del passaggio fra i due.

Con la differenziazione otteniamo le cose designate da parole come "buio", "luce", "caldo", "freddo", "resistente", "cedevole", "verde", "rosso", "giallo", "silenzio", "rumore", ecc. Le cose nominate da queste parole, comunque, contengono spesso già più che i risultati della semplice differenziazione, perché con queste parole siamo soliti designare anche certi risultati della categorizzazione (come si vedrà in seguito).

Poiché la differenziazione è assunta qui come operazione componente, come operazione elementare, l'analisi del differenziato è già per questo esclusa. Ciò non esclude però che lo si inquadri nominando per esempio il differenziato opposto, quello cioè che si ottiene con gli stessi due stati quando si inverte l'ordine del passaggio, oppure nominando le condizioni in cui noi effettuiamo quel passaggio, cioè indicando delle dipendenze di funzionamento. In questo modo possiamo dire che si ha il rumore quando si fanno vibrare dei corpi, e il silenzio quando questa vibrazione viene smorzata, ecc., quel certo colore quando sulla fiamma del becco Bunsen si pone quel certo sale, ecc. Ma sarebbe certo errata l'identificazione delle due cose.

Altra cosa da tenere presente nella differenziazione è che essa non è ancora la sensazione; una cosa cioè corrisponde per esempio a "verde", ed un'altra a "sensazione del verde". Per avere una sensazione bisogna aggiungere alla differenziazione la categoria mentale del soggetto, un aggiungere ed un categorizzare che potranno essere eseguiti o non eseguiti. Questa analisi mostra fra l'altro come l'attività costitutiva della sensazione la distingua nettamente da ciò che di essa è divenuto nella tradizione del raddoppio, ove essa figura come raddoppio e come invalicabile punto di partenza.

La *figurazione* risulta dai cambiamenti di posto. Vale anche per essa quanto si ebbe a dire per la differenziazione. Una figura, cioè, è costituita non da un posto, ma dal cambiamento di posto; nasce quindi dai due posti, dal passaggio fra i due e dalla direzione di questo.

Con il figurare otteniamo cose che per lo più non sono designate isolatamente, bensì insieme a differenziati (soprattutto nelle attività di percezione e di rappresentazione, come si vedrà in seguito). Così, se in una lingua troviamo per esempio sia "uovo" che "ovale", sia "lancia" che "lanceolato", e casi simili, di solito nessuna parola designa da sola la figura dell'oggetto di osservazione, per esempio la figura di "pera", "mela", "albero", "cane", "cavallo", "casa", ecc. La maggior parte delle figure riconosciute e designate isolatamente appartiene alla geometria, come "cerchio", "ellissi", ecc.

Inoltre la maggior parte delle figure che nominiamo, sia isolatamente sia assieme a differenziati, ben di rado è costituita da un solo cambiamento di posto. Di solito la figura risulta invece dalla combinazione di parecchi di questi cambiamenti, che costituiscono così gli elementi della figura, o tratti. Per cui, se il tratto, assunto come il risultato di un cambiamento di posto, presenta la stessa inanalizzabilità del differenziato, la maggior parte delle figure appare invece facilmente analizzabile in tratti costitutivi.

La *categorizzazione* risulta da combinazioni di un particolare differenziato, che è il differenziato di presenza. Questo differenziato è ottenuto per esempio quando si obbedisca a parole come "attento!", "guarda!", "ascolta!" e simili. Alle combinazioni di questi differenziati si giunge servendosi della duplice possibilità che noi abbiamo, sia di mantenere il differenziato costituito, cioè di far perdurare lo stato finale cui si è giunti alla fine del passaggio, sia di lasciare il differenziato costituito, ritornando allo stato di partenza. Se il differenziato di presenza viene mantenuto e si procede eseguendo un secondo differenziato di presenza, i due differenziati si vengono a trovare sovrapposti temporalmente, e questo dà luogo alla più semplice delle combinazioni presenziali, o categoriali, o logiche. Questa prima combinazione corrisponde ad uno stato di attenzione, di coscienza che, non focalizzato, si focalizza: ed è ottenuta per esempio quando si passi dalla parola "attento!" alla parola "ecco!". Assunta isolatamente questa prima combinazione ha però un altro nome nelle nostre lingue, la parola "cosa" o "qualcosa", in tedesco "Etwas", ecc.

Con il categorizzare otteniamo le cose designate da parole come "o", "e", "non", "causa", "effetto", "singolare", "plurale", "potere", "dovere", "volere", "tempo", "spazio", "libero", "necessario", "probabile", "numero", "punto", "linea", "superficie", "sostanza", "accidente", "soggetto", "oggetto", "stato", "processo", ecc., e, come si è visto, "cosa".

Anche le categorie mentali molto spesso sono però designate unitamente ai risultati di altre operazioni, sia differenziazioni, sia figurazioni, sia altre categorizzazioni. Basti pensare al singolare ed al plurale che certo compaiono più di frequente come categorizzazioni di altre cose che quali categorie isolate.

Ora, un paio di esempi aiuteranno a comprendere come una categoria si costituisca, e quindi come si possa analizzare. Sceglieremo proprio le comunissime categorie del singolare e del plurale.

Se qualcuno batte le mani, ciò potrà figurare come un singolare, quando lo si designa come "applauso", o come un plurale, "colpi". La differenza potrà presentarsi forse anche nel fenomeno acustico, ma essa è primamente un fenomeno mentale, cioè è la mente, il categorizzare, che ha operato in due modi differenti. E non è difficile cogliere questa differenza. Nel caso del singolare, dell'applauso, pur continuando il battito delle mani, si è avuto all'inizio un momento in cui l'orecchio avvertiva il rumore, ma la mente era distaccata, in uno stato cioè di pura presenza; successivamente vi è stato un momento in cui la mente partecipava, in cui l'attenzione cioè si era focalizzata; ed alla fine si è tornati ad assumere con la mente uno stato di distacco, benché il rumore sia sempre sentito dall'orecchio. Avremo così per il singolare una successione formata dal semplice differenziato di presenza, che appunto corrisponde all'attenzione non focalizzata, seguito dalla combinazione dei due differenziati, che corrisponde all'attenzione focalizzata, all'"ecco", al "qualcosa", seguita a sua volta dal differenziato di presenza da solo, che corrisponde all'attenzione che è tornata a staccarsi. L'analisi del plurale, quando cioè diciamo "colpi", rivela una situazione che sotto un certo aspetto appare antitetica. All'inizio abbiamo cioè una partecipazione al rumore, il rumore come qualcosa, partecipazione seguita da uno staccarsi della mente, seguito infine da una partecipazione.

Ogni differenziato, figura o categoria, può venire combinato sia con elementi dello stesso tipo, sia con elementi di altro tipo. Ed il composto che ne risulta deve la sua originalità sia a quella degli elementi componenti, sia al particolare ordine in cui è avvenuta la composizione.

Fra le composizioni più frequenti abbiamo la percezione e la rappresentazione.

A costituire la percezione intervengono le seguenti operazioni: a) si ha la successione di due differenziati, e b) il secondo di essi è categorizzato come oggetto, b') un differenziato-oggetto che riceve eventualmente una figura (con movimenti che in ogni caso

sono guidati dalla linea di separazione fra i due differenziati).

Per la rappresentazione abbiamo invece: a) una categorizzazione di oggetto, e b) la differenziazione aggiunta all'oggetto, b') cui segue eventualmente la figurazione del differenziato-oggetto (con movimenti che questa volta sono invece liberi, modellanti).

Come si vede, queste operazioni permettono di eliminare radicalmente la tradizione del raddoppio, pur senza togliere alla percezione quel senso di costrizione, di obbligatorietà, che è appunto caratteristico del percepire in rapporto al rappresentare, da noi avvertito invece come libero. Infatti, nel percepire, l'oggetto nasce sempre da un differenziato che si trova in coppia con un altro, e quindi in un indissolubile legame con questo, anche se alla fine il primo dei due potrà figurare quale semplice sfondo. Mentre nella rappresentazione tutto ciò che vien fatto è conservato, fluisce nell'oggetto, e questo conserva così la libertà di ciò che nasce isolato, ed ha i suoi legami solo nel suo passato, nella sua storia. Questo è anche uno dei motivi per cui la rappresentazione appare più povera in rapporto alla percezione; pur essendo sempre possibile effettuare un confronto fra gli oggetti della percezione e quelli della rappresentazione.

Altre composizioni molto comuni sono quelle da cui otteniamo le cose fisiche e le cose psichiche. Le prime risultano dall'aggiunta della categorizzazione spaziale, e le seconde da quella della categorizzazione temporale agli oggetti della percezione o della rappresentazione.

I differenziati, le figure e le categorie, sia da soli che combinati, non costituiscono ancora un pensiero.

Il pensiero si forma combinandoli in unità maggiori, che sono le correlazioni. Il correlare avviene eseguendo l'attività corrispondente ad una categoria di relazione, o categoria rapportativa, nell'intervallo di tempo in cui sono svolte, in successione, le attività costitutive di altre due cose. In questa struttura temporale, l'attività che dura i due tempi svolge la funzione di correlatore, quella che viene sostituita, di primo correlato, e quella sostituita, di secondo correlato.

Ecco così la risposta al quesito che ci si è posti, parlando di un "e", "e", "o", ecc. come parole isolate e nell'espressione "e e o sono rapporti": il secondo degli "e" funge da correlatore, mentre il primo e l'"o" fungono rispettivamente da primo e secondo correlato. E non è difficile accorgersi che l'"e" con funzione di correlatore si svolge con una durata doppia dell'"e" correlato. Correlazioni sono per esempio "cane e cavallo", "Mario con Maria", ma anche "Mario legge", "cavallo baio", in cui l'attività corre-

latrice consiste nel mantenimento, appunto quale soggetto o sostantivo, del primo correlato mentre vengono eseguite le operazioni costitutive del secondo. Il gioco delle durate correlazionali è avvertito chiaramente quando si dica per esempio "vado per", dove si rimane "sospesi" sul correlatore, finché la correlazione così aperta non viene chiusa.

Ogni correlazione può venire assunta come elemento, come correlando, di una correlazione più vasta. Così in "Mario con Maria formano una bella coppia", "Mario con Maria" compare quale primo correlato di una correlazione di soggetto-svolgimento, che ha quale secondo correlato il "formano una bella coppia", che è formato a sua volta non da una singola correlazione, ma da tre correlazioni.

Si ottengono così delle reti correlazionali; ed il nostro pensiero di adulti si svolge con reti di decine e decine di correlazioni.

Vediamo ora come il *linguaggio* accompagna il pensiero. Per designare od esprimere una correlazione, cioè l'unità minima di pensiero, sono richieste almeno cinque indicazioni, divisibili in due ordini. Nel primo ordine, tre indicazioni designano le tre particolari cose messe in correlazione. Nel secondo ordine, tre indicazioni dovrebbero designare le loro rispettive funzioni correlazionali, cioè di correlatore o di correlato primo o secondo; ma una di queste può anche mancare, in quanto, essendo unico e fisso l'ordine, dalle indicazioni di due delle funzioni, si ricava la terza.

Qualsiasi lingua infatti, sia essa di tipo isolante o flettente, mostra infatti di far uso di queste indicazioni. Ciò che invece può mutare è il modo di fornire le indicazioni, non soltanto per quanto riguarda la scelta del materiale sonoro e grafico, perché ove l'una dice "cane", l'altra dice "dog" ed una terza "Hund", ecc., ma anche per la diversa distribuzione delle indicazioni fra i suoni o grafie ed il loro ordine di successione, che sono entrambi sempre in qualche modo designanti ma con la prevalenza, soprattutto per l'indicazione delle funzioni correlazionali, ora del primo, come nel latino, ora del secondo come nel cinese, od anche nell'inglese.

Per lo più si trova però che le cinque indicazioni sono contenute in una successione di due o tre parole. Per esempio, due in "Luigi corre", tre in "andare per strada", ecc. Talvolta una intera correlazione o addirittura una piccola rete correlazionale sono indicate da una sola parola, per esempio in italiano in "rubarlo", "rubarglielo", "rubarmeglielo", e simili.

Come traduce la macchina

Il problema della traduzione meccanica è stato af-

001	A	002	ACCIOCCHÉ	003	AFFINCHÉ	004	ALLORA	005	ALLORCHÉ	006	ALLORQUANDO
013	APPENA	014	ATTORNO	015	ATTRAVERSO	016	BENCHÉ	017	BENSÍ	018	CHE
025	DACCHÉ	026	DENTRO	027	DI	028	DIETRO	029	DOPO	030	DUNQUE
037	FINCHÉ	038	FINO (S-)	039	FINTANTOCCHÉ	040	FUORCHÉ	041	FUORI	042	GIACCHÉ
049	MEDIANTE	050	MENO	051	MENTRE	052	NÉ	053	NEANCHE	054	NEPPURE
061	ORA	062	OSSIA	063	OVVERO	064	PER	065	PERCHÉ	066	PIÚ
073	QUASI	074	RASENTE	075	RASO	076	SALVO	077	SE	078	SEBBENE
085	SOTTO	086	SU	087	TALCHÉ	088	TRA (F-)	089	TRANNE	090	VERSO
097	—	098	„								
129		130		131		132		133		134	
	SOG- GETTO		SVOLGI- MENTO		SVOLGI- MENTO		OGGETTO		ARTICOLO e DIMO- STRATIVO		....
									AGGET- TIVO		....
									....		AGGET- TIVO
											AVVERBIO
141		142		143		144		145		146	
	SI (impers.)		SVOLGI- MENTO		SI (mediale)		SVOLGI- MENTO		CI. VI		SVOLGI- MENTO
									....		129 al CONGIUN- TIVO
									....		129 al CONDI- ZIONALE
									....		129 al PARTI- CIPIO
153		154		155		156		157		158	(ripetizione)
	129 al CONDI- ZIONALE		129 al CONGIUN- TIVO		....		'GENITIVO		....		DATIVO
									....		SEPARA- ZIONE
									....		RELA- ZIONE

frontato dai ricercatori del Centro di Cibernetica su queste premesse: la consapevolezza che tutte le lingue nascono sul pensiero che accompagnano, e che soltanto una lingua del tutto parassitaria potrebbe venire fabbricata su di un'altra lingua, e che quindi il passaggio da una lingua ad un'altra va fatto attraverso il pensiero che esse esprimono, appunto come noi uomini facciamo quando comprendiamo il testo da tradurre; la consapevolezza che la comprensione di un testo avviene in quanto noi possediamo le convenzioni linguistiche, anche soltanto nella forma inconsapevole della connessione semantica memorizzata, che legano le parole e la loro successione alle strutture correlazionali del pensiero; ecc.

Ma a questo proposito, dopo l'ottimismo che potrebbe infondere la scoperta della semplicissima corrispondenza fra pensiero e linguaggio, una specie di doccia fredda per gli intraprendenti costruttori di macchine traduttrici. Le indicazioni destinate a stabilire la corrispondenza unica fra il linguaggio ed il pensiero, cioè a garantire un'unica comprensione dei testi, non sempre sono presenti nel particolare suono o grafia usati per una parola, cioè nella forma delle parole, e nemmeno nel loro ordine di successione; talvolta queste indicazioni sono derivate dalla cultura generale, o sapere diffuso di chi ascolta o legge, un sapere che per essere appunto patrimonio comune è presupposto anche da chi parla o scrive. Ecco per esempio una frase tolta da un libro poliziesco uscito in questi giorni: "... chiuse il libro nel cassetto aperto alla pagina..." Che cosa potrebbe mai essere aperto, dato che si tratta subito poi di pagine? Il libro, e non il cassetto. Ma tutte le indicazioni, cioè le convenzioni, le regole codificabili partendo dalla forma e dal posto delle parole porterebbero a riferire "aperto" a "cassetto".

I casi di questo genere non sono affatto eccezionali; se così sembrano quando su di essi ci soffermiamo è invece proprio perché per la loro frequenza, soprattutto nel discorso colloquiale, noi siamo abituati a superarli senza nemmeno accorgerci di fare ricorso alle nostre conoscenze generali. Chi in Italia non capisce che "automobile della Fiat" ed "automobile dell'Edison" indicano due cose differenti, cioè nel primo caso una marca e nel secondo un possesso? Ma questo non risulta affatto dal "di", bensì da ciò che tutti sappiamo della Fiat e dell'Edison. Quelle espressioni da sole non lo rivelerebbero certo ad uno straniero non a giorno dei fatti italiani. "Cantare con grazia", "cantare con Di Stefano", "cantare con l'amplificatore", "cantare con l'alba", designano quattro situazioni differenti, che in altre lingue possono richiedere ognuna una particolare forma diversa di

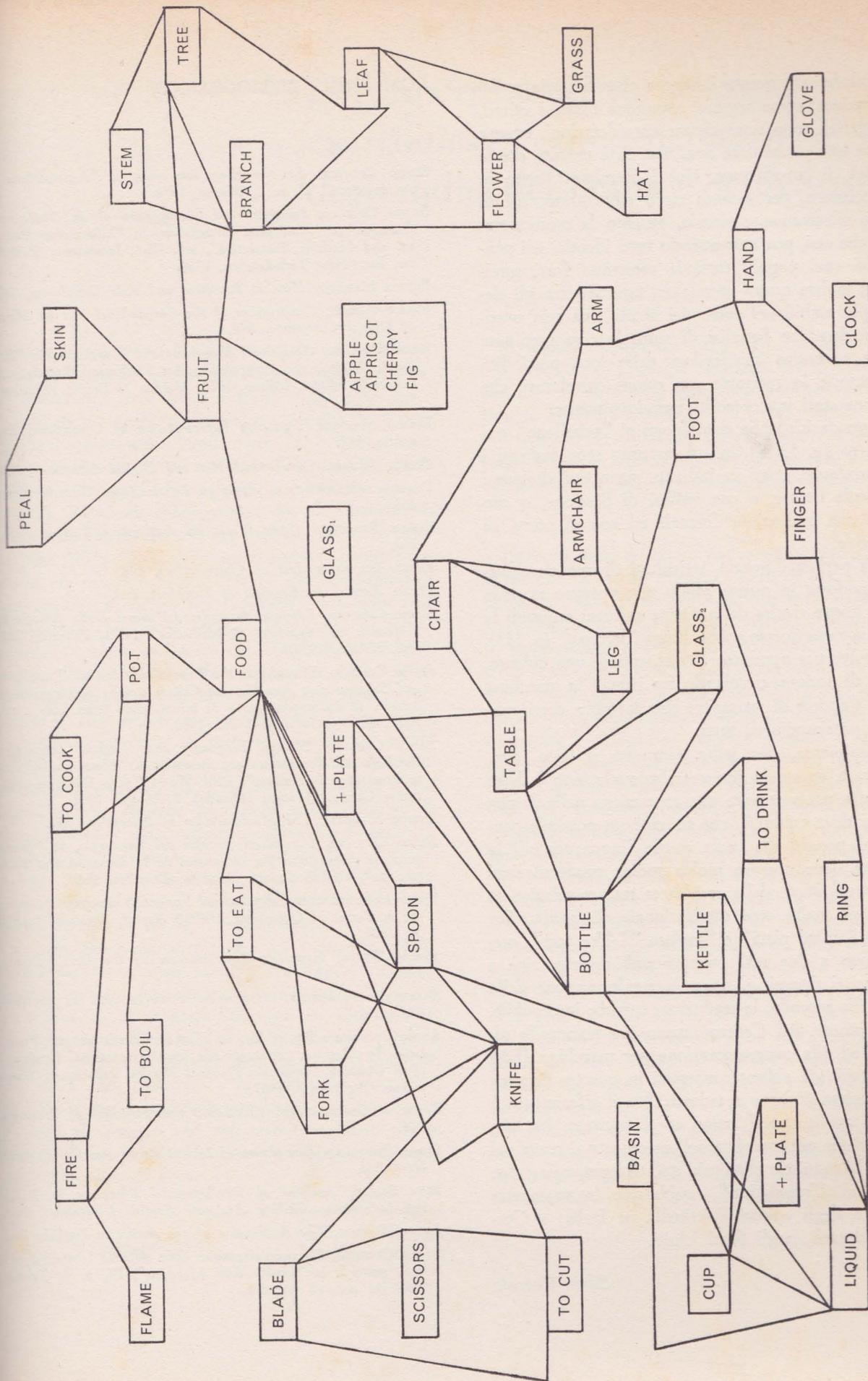
designazione; ma questo non è affatto indicato dal solo "con", bensì dai noti rapporti fra il cantare e l'amplificatore, il cantare e Di Stefano, ecc.

Dunque, chi effettua le analisi linguistiche in vista della traduzione meccanica, deve aggiungere alla sua grammatica ben altro delle comuni categorie e regole! Ed il lavoro, non fosse che di pazienza, diviene enorme.

Inoltre, a frenare gli entusiasmi, od almeno l'impazienza, si mostra subito un'altra difficoltà, che discende dall'impossibilità accennata di dotare le nostre attuali macchine di una memoria dinamica di tipo umano. Quando leggiamo un testo noi non forziamo quasi mai la sua comprensione assumendo come unità la singola parola. Le indicazioni che provengono dalle singole parole sono utilizzate per sapere quali siano le cose da mettere in correlazione, cioè che si tratta di Mario e non di Luigi, che si tratta di rapidamente e non di lentamente, ecc. Ma per riconoscere la funzione correlazionale delle varie cose nominate noi attendiamo quasi sempre di aver accumulato un certo numero di parole, tre, quattro, cinque, anche perché queste indicazioni provengono per lo più dal loro ordine di successione. Infatti, di una sola cosa possiamo essere certi: che la funzione di correlatore può venire assolta soltanto da categorie di relazione, o reportative, come si è visto. Un osservato, come "tavola" od "albero", non potrebbe mai figurare quale correlatore. Ma, fra l'altro, non è vero il contrario, come ha mostrato il nostro esempio di "e e o sono rapporti", in cui l'"e" funge anche da correlato; e così nel caso di "pro e contro", e simili. E nemmeno la categorizzazione con il nome è sicura, basti pensare all'inglese "pressure times surface".

Se anche la macchina, con la sua memoria per registrazione, su carte perforate, nastri magnetici, dischi fotostatici e simili, dovesse assumere quali unità di comprensione questi gruppi di parole, sia il lavoro preparatorio dei linguisti, sia la sua memoria per contenerne i risultati, diventerebbero giganteschi.

Quindi si è invece ritenuto opportuno adottare un altro sistema, che consiste nel prevedere e lasciare ad ogni singola parola tutte le sue possibilità combinatorie, ed operando le necessarie riduzioni delle combinazioni non adoperate all'incontro con le successive parole dei testi. Questo comporta per esempio che alla parola "cane" si lasci la possibilità di combinarsi quale correlato primo e secondo di un "e", di un "o", di un "con", di un "di", di un "da", ecc. ma per esempio non quale correlato secondo di un "fra", che richiede il plurale, o in una correlazione di soggetto-svolgimento, della quale può occupare soltanto il posto di primo correlato, ecc.



Naturalmente questa indagine classificatoria andava compiuta, come sempre, avendone fissati i criteri. A suggerirli sono state alcune considerazioni, emerse durante una prima fase analitica. Si è trovato che le modalità di correlazione, cioè i correlatori, sono in ogni pensiero, per quanto ricco ed evoluto, in un numero relativamente piccolo, diciamo da cento a trecento, che essi, pur non essendo tutti identici nei pensieri dei vari popoli, tuttavia mostrano forti somiglianze; inoltre questi correlatori figurano fra gli elementi più stabili nel corso dei secoli. Era così possibile decidere che l'analisi di tutte le cose nominate sarebbe avvenuta chiedendoci delle loro possibilità combinatorie in rapporto con questi correlatori, che sarebbero stati invece scelti individualmente.

Questa decisione ha dato luogo al "tabellone" qui riprodotto (p. 130-1), in cui appunto sono indicati i vari correlatori, usati in italiano, siano essi designati con parole isolate, o con suffissi di flessione, o con almeno una indicazione formale ed una di posto, di due parole.

Come però si è notato, i risultati di una classificazione condotta in questo modo non possono esaurire ciò che invece risulta dalla nostra cultura; e quindi la macchina viene dotata anche di una "mappa" (p. 133), che rappresenta appunto i frammenti di una cultura, o sfera di nozioni, circolando fra i quali la macchina viene a disporre di un sapere che dovrebbe corrispondere al patrimonio di tutti.

Naturalmente, una volta compreso il testo, cioè, sostituita a questo la rete correlazionale, non è detto che questa possa trovare una espressione nella lingua in cui si deve tradurre, che sia cioè un possibile pensiero del popolo che parla quella lingua; quindi la macchina deve operare molto spesso trasformazioni più o meno ampie della cosiddetta rete correlazionale di ingresso nella rete correlazionale di uscita. Per esempio "tu mi piaci" e l'inglese "I like you", corrispondono a due reti correlazionali diverse, cioè a due pensieri diversi, e, senza la trasformazione della prima nella seconda, la traduzione sarebbe impossibile.

I ricercatori del Centro stanno ora lavorando all'analisi ed alla programmazione per macchine IBM su dizionari già abbastanza estesi in quattro lingue: russo, inglese, italiano e tedesco. Ma il riferimento è continuo anche con il latino ed il francese. La loro pubblicazione più completa sull'argomento si trova nel volume "Linguistic Analysis and Programming for Mechanical Translation", pubblicato recentemente per conto degli editori Feltrinelli, in Italia, e Gordon & Breach, negli Stati Uniti.

Silvio Ceccato

COMPENDIO BIBLIOGRAFICO

- SILVIO CECCATO, *La traduzione meccanica*, in "Automazione e Automatismi", II, n. 2, Milano, 1958.
- SILVIO CECCATO, *Principles and Classification of an Operational Grammar for Mechanical Translation*, in "Information Retrieval and Machine Translation", vol. III-2, Interscience Publishers, Inc., New York-London, 1960.
- ENRICO MARETTI, *How to Represent and Rule Correlating*, ibid.
- ENRICO ALBANI, *Construction of the Correlational Net by Means of Digital Computers*, ibid.
- SILVIO CECCATO, *Operational Linguistics and Translation*, in "Linguistic Analysis and Programming for Mechanical Translation", Feltrinelli Editore, Milano, 1961; Gordon & Breach Publishers, New York, 1961.
- ENRICO MARETTI, *Figurative Representation of Operational Procedure*, ibid.
- ENRICO ALBANI, *Correlational Net and Digital Computers*, ibid.
- ERNST V. GLASERSFELD, *Notes on Interlanguage Correspondence*, ibid.
- SERGEI PERSCHKE, *Some Notes on Ambiguous Russian Verbs*, ibid.
- RENZO BELTRAME, *List of Classifications*, ibid.
- BRUNA ZONTA, *An Example of Procedure*, ibid.
- SILVIO CECCATO, *Tappe nello studio dell'uomo: Dalla filosofia alla tecnica*, in "Quaderni di Methodos", N. 1, Feltrinelli Editore, Milano, 1959.
- SILVIO CECCATO, *Thought as the Basis of Mechanical Translation and Summarising*, presentato al Colloquio sulla cooperazione in materia di documentazione e di informazione scientifiche e tecniche, Milano, 30 nov. - 3 dic. 1960.
- SILVIO CECCATO, *Natural Languages and Artificial Languages: Analyses and Transformation*, presentato al "Nonnumerical Data Processing Symposium", IBM World Trade European Education Centre, Blaricum (Olanda), 24-28 apr. 1961.
- ENRICO MARETTI, *The Mechanisation of Perception*, ibid.
- SILVIO CECCATO, *I problemi filosofici del linguaggio*, in "Enseignement préparatoire aux techniques de la documentation automatique", CETIS Report, Euratom, Bruxelles, 1960.
- ERNST V. GLASERSFELD, *Operational Semantics: Analysis of Meaning in Terms of Operations*, GRISA Report, Euratom, Bruxelles, 1960.
- BRUNA ZONTA, *Figurative Representation of the Lord's Prayer*, ibid.
- SALVATORE INCARBONE, *Programma d'insegnamento di contorni*, ibid.
- SILVIO CECCATO e BRUNA ZONTA, *Human Translation and Translation by Machine*, presentato alla First International Conference of Machine Translation National Physical Laboratory, Teddington (Inghilterra), 1961.
- ERNST V. GLASERSFELD, *Translation and Structure of Meaning*, ibid.
- SERGEI PERSCHKE, *Completion of Incomplete Russian Correlational Nets*, ibid.
- ELSA SAMET, *Analyses of Developmental Situations in Polish with a view to Finding Adequate English Equivalents*, ibid.
- JEHANE BARTON, *The Application of the Article in English*, ibid.
- SILVIO CECCATO, *La meccanizzazione delle Attività Umane Superiori*, parte I, in "Civiltà delle Macchine", IX, n. 4, Torino, 1961 (in corso di stampa).

Un esperimento di filologia elettronica: l'omogeneizzazione degli indici del Frank e dello Spanke

Le strutture metriche rappresentate nei componimenti dei trovatori provenzali che i canzonieri ci hanno conservato sono tutte diligentemente schedate e classificate nel prezioso Répertoire métrique de la poésie des Troubadours (2 voll., Paris 1953-1957) a cura di István FRANK. Una schedatura in qualche modo analoga esiste per la lirica francese della stessa epoca, nella G. Raynauds Bibliographie des altfranzösischen Lieder neu bearbeitet und ergänzt von Hans SPANKE (Leiden 1955); senonché in quest'opera le formule ritmiche che accompagnano l'elenco dei componimenti (per ordine alfabetico dei capoversi) non sono raggruppate e classificate secondo le affinità di figura strutturale, come nell'opera del Frank. Rendere omogenei i due repertori e fonderli in un indice unificato, tale da permettere non solo un più agevole raffronto di casi singoli, ma un raffronto totale, con la immediata rilevazione di tutte le coincidenze: questo il lavoro espletato rapidamente (alla velocità di 45.000 caratteri al secondo) dall'Elea 9003: un lavoro la cui utilità per le ricerche filologiche sullo sviluppo di due letterature così strettamente connesse è tanto evidente, quanto evidente è l'aggravio di tempo, di fatica meccanica, e — diciamolo francamente — di noia, che lo stesso lavoro avrebbe procurato a chi avesse voluto compierlo da sé, "manualmente".

I testi provenzali e francesi fra i quali risultano coincidenze strutturali saranno ora oggetto d'esame interno, per appurare in quali casi le coincidenze siano traducibili in rapporti storici precisi: d'imitazione, di colloquio a distanza. Di questo esame — appena iniziato — non è possibile anticipare ora i risultati, che saran fatti conoscere a suo tempo in altra sede. Ma sin d'ora il repertorio unificato è a disposizione di tutti gli studiosi che volessero consultarlo per le loro ricerche, presso l'Istituto di Filologia romanza dell'Università di Roma.

Aurelio Roncaglia

Roma, 25 novembre 1961.

A seguito di contatti presi dalla Società Olivetti con l'Istituto di Filologia Romanza dell'Università di Roma — in vista delle possibilità di automazione elettronica di lavori filologici — il prof. Aurelio Roncaglia suggerì di utilizzare un elaboratore Elea della classe 9000 per offrire un nuovo strumento di lavoro agli studiosi di letteratura medioevale francese.

Esistono due repertori molto particolareggiati, a opera uno di István Frank e l'altro di Hans Spanke, nei quali sono concisamente raccolte tutte le informazioni disponibili sulla struttura metrica e sillabica delle composizioni poetiche in provenzale e in lingua d'oïl. Tali indici, ciascuno in sé completo, sono strumenti assai utili per gli studiosi della poesia dell'epoca, a motivo della ricchezza delle informazioni in essi contenute e dell'ordine rigoroso secondo il quale vi si trovano classificate, cosa che permette una consultazione spedita e agevole. Tuttavia, mentre nel repertorio del Frank viene messa in particolare evidenza la struttura metrica (*abab, abba*, ecc.) e le informazioni sono suddivise in tanti gruppi quante sono le diverse strutture metriche che risultano da un rigoroso ordinamento alfabetico, i dati classificati dallo Spanke per le composizioni in lingua d'oïl sono invece disposti secondo l'ordine alfabetico della rima del primo verso, che costituisce anche il titolo della composizione (dato che di molte composizioni non esiste titolo né si conosce l'autore). Il professor Roncaglia proponeva quindi di ricorrere all'aiuto dell'Elea 9003 per creare un indice unificato, fondendo assieme le informazioni del Frank e dello Spanke e ordinandole alfabeticamente. In questo modo, oltre ad ottenere un più comodo testo di consultazione e di riferimento, sarebbe stato anche possibile individuare a colpo d'occhio i casi di identità o di affinità sostanziale tra composizioni in lingua d'oïl, e da queste possibili, e pro-

948. Gace, par droit me respondés
 b 151 (Le Keu de Bretagne); I,3, 25 (98,372); C 87 (42,316; Gace Brulé).
 Jeu-parti (Frager „Sire“). — Keller *Romvart* 388 (3 Strn.); Tarbé *Thibaut* 85; Huet *Gace* 28; *Recueil* I 7. — 8 abab baab; zum Bau vgl. Spanke *Bez.* 152. Vgl. 389.
949. Sire Michiés, respondés
 T 86; C 225 (43,357; Gerard de Valenciennes).
 Jeu-parti. — Dinaux IV 310; Scheler II 153; *Recueil* II 179. — 7 abab c'c'dd. Vgl. 147.
950. Adan, a moi respondés
 a 178, A 150; Q 322; W 26 (Adan le Bossu).
 Jeu-parti (Frager Bretel). — De Coussemaker 152; Nicod 68; *Recueil* II 51. — 7 ab'b'a ccd d e'e' (ABCD EFGHIK).
 10 5 7
951. Sire Bretel, vous qui d'amours savés
 b 161 (Jehan de Grieviler)
 Jeu-parti. — *Recueil* I 308. — 10 abab c'c'd d b b.
 7 7 7 7 10
- ~~952. Ami Lambert Ferri, vous trouverés
 a 166
 Jeu-parti (Frager Bretel). — *Recueil* I 217. — 10 abba a c c d
 7 10 7
 d e' e' (ABCD E etc.).
 10 10 10~~
- ~~953. Gautier, qui de France venés
 U 153°, C 87 (42,317; die Rubrik, C'est du comte de Bar et d'Otenin son genre, soll sich auf den Inhalt beziehen, hat aber mit demselben nichts zu tun).
 Politisches Lied in Dialogform. — Jubinal *Rapport* 42; Leroux de Lincy I 176; Tarbé *Thibaut* 177; *Hist.litt.* 23,773; Hofmann *Sitz.* 1867,503; Wallensköld in *Mélanges Jeanroy* 567. — 8 abab baab; Bau u.a. = 948; vgl. 389.~~
954. Amours et bene volentés
 U 59, C 18 (41,364; Gautier d'Espinau).
 Brakelmann I 4; Lindelöf-Wallensköld 279. — 8 abab bab (ABAB CDB'). Bau = 1442a, 1448, 1863, 1981 und 1465a.
955. Li lons consirs et la grans volentés
 M 98 (Jehan de Trie), T 95 (id.).
 Ulrix *Inedita* 71; Petersen *Trouvères* 189. — 10 ab'ab' b'aa (AB AB CDE). Bau = 479 u. 733.
- 955a. Quant li rossignol se cesse
 Dublin, Trinity College D. 4.18, fol. 6.
 Busslied mit Betrachtungen. — Petersen, *Neuph. Mitt.* XIII (1911) 20 (Faks. S. 19); Järnström-Långfors II 75. — abababab; Verslänge 7, 7', 6' oder 8 (ABAB CDEF).

olivetti

Divisione Commerciale Elettronica

CLIENTE

N° FOGLIO

481

LAVORO

FILOROMANZA

RIFERIMENTI

Mod. 11 TRACCIATI SCHEDA

1039 2 952 ABBAPCCDDEE
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50 52 54 56 58 60 62 64 66 68 70 72 74 76 78 80

SCHEDA

1039 12 952 10 10 10 10 10 7 10 7 10 10 11 01
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50 52 54 56 58 60 62 64 66 68 70 72 74 76 78 80

SCHEDA

1040 2 953 ABABBAB
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50 52 54 56 58 60 62 64 66 68 70 72 74 76 78 80

SCHEDA

1040 12 953 8 8 8 8 8 8 8 8
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50 52 54 56 58 60 62 64 66 68 70 72 74 76 78 80

SCHEDA



babili, identità risalire ai testi e alla documentazione storica relativa per accertare se effettivamente vi fu uno scambio o un rapporto di collaborazione tra gli autori delle composizioni poetiche così messe in evidenza dal calcolatore elettronico.

Dal momento che presso la Divisione Commerciale Elettronica della Olivetti esiste un gruppo di lavoro che da tempo si occupa di studiare e realizzare sperimentalmente tutto ciò che riguarda l'applicazione degli elaboratori al trattamento delle informazioni non numeriche, tale gruppo venne incaricato di realizzare l'idea proposta dal Prof. Roncaglia.

Il lavoro si è svolto in tre fasi distinte: scelta e preparazione dei dati da introdurre nel calcolatore; perforazione su schede dei dati e loro verifica per confronto con i testi originali; elaborazione elettronica propriamente detta e stampa dei risultati finali.

Mentre le prime due fasi hanno richiesto alcuni giorni, l'ultima si è svolta in poche decine di minuti, trattandosi di una fase nella quale era impegnato soltanto l'elaboratore elettronico.

Durante la prima fase, di scelta e preparazione dei dati, si sono trascritti su appositi moduli-scheda i dati più significativi contenuti nei repertori del Frank e dello Spanke, cioè la struttura metrica di ogni com-

ponimento, seguita dalla indicazione del numero delle sillabe per ogni verso, e dando ad ogni composizione un codice identificativo, ricavato dagli indici stessi del Frank e dello Spanke.

Dopo di aver (accuratamente) verificato che il contenuto dei moduli-scheda corrispondeva al contenuto dei testi di partenza, i moduli, in numero di circa tremila, sono stati riprodotti su schede perforate, ottenendo così circa 12.000 schede sulle quali erano riportate le seguenti informazioni:

- numero progressivo identificativo di scheda (4 caratteri)
- codice di provenienza, Spanke o Frank (1 carattere)
- codice identificativo di scheda numerica (assente nel caso di scheda alfabetica) (1 carattere)
- codice identificativo di composizione (max 10 caratteri)
- struttura metrica (max 44 caratteri)
- struttura sillabica (da 1 a 3 schede, ciascuna con non più di 63 caratteri, per ogni scheda alfabetica).

Prima di procedere alla terza fase, quella esecutiva del lavoro, si è provveduto a controllare che le schede non contenessero errori di merito (una lettera al po-

sto di un'altra, una cifra maggiore o minore di quella contenuta nel testo) mentre la correzione degli errori di struttura (valori spostati di una colonna a destra o a sinistra, zone perforate in modo irregolare, eccetera) veniva lasciata al calcolatore elettronico.

Una volta pronte e verificate le schede, queste sono state introdotte negli organi di lettura dell'Elea 9003, che ha trasferito le informazioni su nastro magnetico mettendosi così in condizione di poter elaborare i dati alla velocità di 45.000 caratteri al secondo, quindi ha esaminato le schede respingendo tutte quelle che presentavano errori o irregolarità, chiedendo quelle mancanti e le correzioni delle irregolari. Durante questa fase si sono comunicate alla macchina numerose correzioni di merito risultanti da errata trascrizione sulle schede delle informazioni dello Spanke e del Frank e che il calcolatore non poteva da solo individuare (mentre era in grado di individuare gli errori di struttura).

Una volta introdotti e corretti i dati, l'elaboratore elettronico ha unito le schede alfabetiche alle numeriche relative, le ha quindi messe in ordine alfabetico e ha creato tante sequenze ordinate — precedute ciascuna da una intestazione — per quanti erano i tipi diversi di struttura metrica distinguibili nell'ordine alfabetico. Qualora in una sequenza si fossero trovate strutture registrate soltanto dal Frank, o soltanto dallo Spanke, il calcolatore ha provveduto ad inserire una dicitura esplicativa.

Si è quindi stampato su appositi moduli il risultato delle operazioni precedenti ottenendo un indice unificato di oltre 500 pagine contenenti circa 14.000 righe.

M. P.

Filologia provenzale e tecnica elettronica, indagine storica e riflessione matematica, un dialogo difficile? Necessario, dunque, schematizzare l'ipotesi, ricorrere alla formula (astratta come ogni formula), all'allusione di moda: le due culture...

140

Con Mario Tchou — Direttore del Laboratorio Elettronico della Olivetti — non occorre schemi o formule di comodo. Occorre soltanto accorgersi che lui, appunto, era al di là degli schemi, al di là della barriera che la

pigrizia o il conformismo o la grettezza economicistica continuano a innalzare, a "difendere". Aveva l'eleganza intellettuale del ricercatore nato, la larghezza di orizzonti del cosmopolita, ma nulla del *déraciné*. (Di famiglia cinese, nato e cresciuto a Roma, vissuto poi in America e poi a Pisa, e negli ultimi anni a Milano, anzi in quella terra di nessuno che è la fascia agricolo-industriale intorno a Milano).

Aveva, dei compiti del dirigente industriale, del tecnologo responsabile di uomini, un concetto né paternalistico né demagogico. Tanto da essere riconosciuto — anche da chi non sapeva la fantasia dell'inventore — come un capo naturale.

Questo lavoro di applicazione dell'elettronica al campo "umanistico" l'aveva trovato subito pronto, disposto a coglierne il valore indicativo, suggestivo, anche nella sua limitatezza. Per noi, che siamo stati amici di Tchou, questo lavoro resterà anche la materiale testimonianza dell'ultimo incontro con un esemplare creatore non solo di "circuiti logici" ma di valori morali.

M.M.A.

S I L L A B I C A
M E T R I C A
E
S T R U T T U R A

N. DI RIGHE	GRUPPO FRANK O NUMERO SPANKE	SOTTOGRUPPO O PAGINA FRANK	RIGA FRANK	ABABBAAB 8	8	8	8	8	8	8	8	8
2	1610			ABABBAAB 8	8	8	8	8	8	8	8	8
2	1463			ABABBAAB 8	8	8	8	8	8	8	8	8
2	1403			ABABBAAB 8	8	8	8	8	8	8	8	8
2	1306			ABABBAAB 8	8	8	8	8	8	8	8	8
2	1082			ABABBAAB 8	8	8	8	8	8	8	8	8
2	953			ABABBAAB 8	8	8	8	8	8	8	8	8
2	948			ABABBAAB 8	8	8	8	8	8	8	8	8
2	756			ABABBAAB 8	8	8	8	8	8	8	8	8
2	648			ABABBAAB 8	8	8	8	8	8	8	8	8
2	579			ABABBAAB 8	8	8	8	8	8	8	8	8
2	389			ABABBAAB 8	8	8	8	8	8	8	8	8
2	347			ABABBAAB 8	8	8	8	8	8	8	8	8
2	316			ABABBAAB 8	8	8	8	8	8	8	8	8
2	314			ABABBAAB 8	8	8	8	8	8	8	8	8
2	311			ABABBAAB 8	8	8	8	8	8	8	8	8

LINEA	GRUPPO FRANK O NUMERO SPANKE	SOTTOGRUPPO O PAGINA FRANK	RIGA FRANK	STRUTTURA	METRICA	E	SILLABICA
2	313	1		ABABBBBA 101 10	101 10 10 10 10 10 101		
2	1735			ABABBBBA 101 10	101 10 10 10 10 10 101		
				ABABBBBA			
				STRUTTURA NON CONTEMPLATA IN FRANK			
2	1102B			ABABBBBA 101 10	101 10 10 10 10 10 101 10		
2	603			ABABBBBA 101 10	101 10 10 10 10 10 101 10		
2	482			ABABBBBA 101 10	101 10 10 10 10 10 101 10		
2	617			ABABBBBA 71 7	71 7 7 3 7 7 71 7		
2	595			ABABBBBA 71 7	71 7 7 3 7 7 71 7		
				ABA58888			
				ABABBBB 7	8 8 8 8 8 8 8		
				STRUTTURA NON CONTEMPLATA IN SPANKE			
				ABABBBBCCBC			
				STRUTTURA NON CONTEMPLATA IN FRANK			
2	895A			ABABBBBCCBC 8	8 8 8 8 8 8 8 81 8 8 81		

Le due culture

Inchiesta

1. Come Ella saprà, presso alcuni istituti universitari europei sono in corso da diversi anni ricerche filologiche e linguistiche nelle quali si ricorre all'impiego dei moderni strumenti di elaborazione elettronica delle informazioni, i cosiddetti "cervelli elettronici". Ci riferiamo ai Centri di Besançon, di Strasburgo, di Gallarate, di Manchester.

Ritiene che l'intervento della macchina nel campo della filologia sia un fatto "positivo" o no?

2. A giudizio di alcuni, l'utilizzazione delle macchine elettroniche nelle ricerche lessicologiche e letterarie può portare, anzi porterebbe inevitabilmente, a un mutamento profondo nei metodi e anche nei principi ispiratori di tali ricerche. Altri invece ritengono che dal ricorso ai "cervelli elettronici" non ci si debba aspettare altro che uno sveltimento e un alleggerimento delle procedure classiche, soprattutto in quelle fasi, che sono le più pesanti e lunghe, dove occorre attendere a interminabili serie di confronti, selezioni e ordinamenti di dati. Quali di questi due punti di vista ritiene di poter condividere?

3. In particolare quale contributo, secondo Lei, le nuove tecniche per l'elaborazione dei dati nel campo lessicologico possono dare alla critica stilistica?

4. La collaborazione in atto — per il tramite dei moderni strumenti di elaborazione elettronica dei dati — tra il mondo della tecnica e quello delle scienze umanistiche può, a Suo parere, svilupparsi fino a superare l'attuale frattura tra scienza e umanistica (fra le "due culture" per dirlo con Snow) oppure non è altro che uno dei sintomi, sempre più frequenti, dell'assorbimento delle scienze morali nelle tecniche della civiltà meccanizzata contemporanea?

D'ARCO SILVIO AVALLE

1. Sì, entro certi limiti.
2. Ovviamente, il secondo.
3. Quasi nessuno.

4. Prima di tutto la frattura fra scienza ed umanistica esiste solo negli scienziati e negli umanisti mediocri (o distratti). Secondariamente, l'attuale frattura fra le due scienze potrà essere superata solo su di un altro piano, meno grettamente utilitaristico di quello delle "macchine"; sviluppando ad esempio la conoscenza della fisica e della logica matematica da una parte e l'intelligenza dall'altra di quell'arte e di quella critica che per ovvi motivi non trovano luogo nelle riviste e nei rotocalchi più diffusi negli ambienti scientifici. L'ignoranza in altre parole è reciproca.

Il preteso assorbimento infine delle scienze morali da parte della civiltà meccanizzata contemporanea riguarda solamente le frange meno provvedute e più feticistiche (come ad es. negli USA) del mondo letterario e filologico.

CESARE CASES

1. In certi limiti sí.

2. Il secondo. Ho un'idea estremamente vaga di queste macchine, ma penso che manchi loro la capacità essenziale di scegliere in relazione a un ordine che non sia quello puramente statistico. Mi spiego con un esempio deliberatamente semplice. Per la scelta del lessico base da porre a fondamento dell'insegnamento linguistico si sono fatte statistiche delle parole più frequenti in una lingua determinata, giovandosi di opere letterarie (specie teatrali) che meglio riflettono la parlata corrente. Suppongo che questo lavoro possa essere

svolto, e assai piú rapidamente, da una macchina. Senonché ci si è accorti che in tal modo venivano a mancare parole designanti oggetti indispensabili — e quindi da accogliere nel lessico elementare — che peraltro ricorrono di rado perché si usano solo quando se ne ha bisogno: p. es. cucchiaio, forchetta, chiave e simili. Avendo sempre sottomano tali oggetti, i loro nomi non hanno di solito bisogno di essere pronunciati (e si riscontrano quindi raramente nelle opere letterarie utilizzate), ma proprio in un ambiente estraneo è necessario conoscerli. Qui al criterio statistico deve sovrapporsi un criterio d'altro ordine (strumentale). Può la macchina compiere un ragionamento simile, e scegliere la parola in base non alla sua frequenza ma al suo valore strumentale? Certamente no. E a maggior ragione questo varrà per criteri d'ordine estetico, affettivo ecc.

3. Sempre solo nell'elaborazione dei dati statistici. Che nel passo della *Fedra* di Racine studiato da Leo Spitzer ricorra a volte la parola *voir* la macchina lo può determinare facilmente (non so però se anche nelle sue flessioni), ma l'interpretazione, giusta o sbagliata che sia, da dare a questo uso di *voir*, la può fornire solo Spitzer stesso.

4. Credo che i cervelli elettronici possano costituire soltanto un valido ausilio che le tecniche offrono alle scienze umanistiche. Che queste poi possano essere assorbite da quelle è sempre possibile, anche se certo non auspicabile: dipende dagli uomini.

GIANFRANCO CONTINI

1. Non vedo come un così prezioso ausilio strumentale potrebbe essere giudicato altro che positivamente.

2. Di per sé, ovviamente, la macchina incide solo sull'economia della ricerca; ma, appunto perché consentirà indagini quantitative fin qui negate, il suo significato euristico sarà rilevante.

3. Già oggi il termine di critica stilistica, nato come strettamente qualitativo, sembra improprio là dove s'introduca statistica stilistica. Congetturo, a ogni modo, che i nuovi metodi permetteranno, in particolare, di "misurare" la struttura fina dei documenti non letterari (amministrativi, giornalistici, ecc.), e perciò di valutare differenzialmente la lingua degli autori.

4. Ritengo catastrofica la superbia delle cosiddette scienze dello spirito rispetto a quelle dette della na-

tura. Se gli strumenti di cui si discorre fossero atti a ridurre un divorzio peraltro già molto attenuato (senza riproporre equivoci sopraffattori), non ci sarebbe che da rallegrarsi.

GIACOMO DEVOTO

1. È un fatto positivo nelle stesse proporzioni con cui la macchina per scrivere o i nastri registratori si sono sostituiti alla scrittura a mano e agli stenogrammi.

2. Proprio per la portata di semplice sveltimento e alleggerimento della raccolta brutta, non c'è nessun pericolo di mutamenti, snaturamenti dell'indagine filologica.

3. Una maggiore disponibilità quantitativa delle "costanti" e delle "varianti" d'autore. La svalutazione qualitativa del contesto rimane affidata all'uomo.

4. Si tratta di un fenomeno passeggero per il quale la tecnica ha preso la mano alle scienze non soltanto umanistiche ma anche naturali. Il senso per la storia, l'importanza dei giudizi individuali si imporranno di nuovo, forse presto, grazie anche al cresciuto benessere, alle maggiori ore disponibili per svaghi culturali e, si spera, a un insegnamento scolastico non conformistico.

GIANFRANCO FOLENA

1. Giova intanto premettere che l'elaborazione delle informazioni attraverso i cosiddetti "cervelli elettronici", se ha suscitato un vivo interesse da parte di linguisti e filologi, e anche alcune esperienze da parte dei centri indicati (e di vari altri), non ha prodotto finora risultati veramente apprezzabili né sul piano metodologico né su quello delle effettive realizzazioni, per quanto io so, se si escludono talune modeste imprese lessicografiche, come *Concordantiae* (di presentazione per vero ancora assai imperfetta e svantaggiosa rispetto a consimili realizzazioni manuali), e alcune interessanti esperienze nel campo della statistica linguistica, dove l'intervento delle macchine apre evidentemente nuove e feconde prospettive di lavoro. So-

segue a pag. 313

Tape Mark I

a cura di Nanni Balestrini

Letteratura e arte hanno nell'ultimo cinquantennio costantemente prestato una attenzione vivissima ai fondamenti dei propri processi immaginativi e costruttivi, individuabili e riassumibili nelle successive fasi di decomposizione dei materiali precostituiti, e di ricomposizione in un risultato creativo.

In direzioni e con intenti diversi si sono avute le ricerche combinatorie del *Livre di Mallarmé*, di *Raymond Roussel*, di *Arp*, *Joyce* e *Pound*, delle "varianti" di *Ungaretti*, di *Leiris* e di *Queneau*, dei narratori del "nouveau roman", degli americani *Burroughs* e *Corso*, di *Heissenbüttel* e altri tedeschi, dei nostri *Sanguineti*, *Vivaldi* e *Porta*. Simili ricerche hanno anche profondamente contrassegnato larghe zone della pittura (*Klee*, *Dubuffet*...), della scultura e dell'architettura e, ancora più intrinsecamente, sono presenti in tutta la musica dopo *Schoenberg*.

In tale ordine di ricerche è stato compiuto questo esperimento che si è valso di un calcolatore elettronico per effettuare combinazioni di diversi elementi linguistici secondo un programma prestabilito.

È necessario far notare la sostanziale differenza con altre prove sul linguaggio svolte nell'ambito della cibernetica. Qui infatti non è stato posto il problema di ottenere dalla macchina una imitazione di procedimenti propriamente umani, ma sono state semplicemente sfruttate le capacità del mezzo elettronico di risolvere con estrema rapidità alcune complesse operazioni inerenti alla tecnica poetica.

La utilità e legittimità dell'impiego dei metodi e dei mezzi messi a disposizione dalla scienza e dalla tecnologia più progredita, intendendoli come integrazione dell'opera di creazione letteraria e artistica, si manifestano in accordo al nostro appartenere a una civiltà industriale.

N. B.

È stato predisposto un testo formato da tre brani tematicamente differenti, suddiviso in sintagmi (elementi) formati ciascuno da 2 o 3 unità metriche. Ciascun elemento è stato contraddistinto da un codice di testa e da un codice di coda, indicanti le possibilità sintattiche di legame tra due elementi successivi.

L'intervento del calcolatore elettronico consiste nella composizione di una poesia di 6 strofe, formata ciascuna da una diversa combinazione parziale del testo dato. Le strofe dovranno risultare di 6 versi ciascuna, ogni verso costituito da 4 unità metriche.

Questo primo tentativo è stato condotto su un testo breve e con istruzioni per la sua elaborazione molto semplificate e in numero limitato, in modo da permettere facilmente controlli e verifiche. Nuovi esperimenti, oltre che impiegare un testo più ampio, potranno tenere conto anche di regole grammaticali, dei valori semantici e fonetici del linguaggio, e di una metrica più complessa.

Testo

Codice
di testa

Codice
di coda

I (da *Diario di Hiroshima* di Michihito Hachiya)

1/4	l'accecante / globo / di fuoco	2/3
1/2	si espande / rapidamente	3/4
2/3	trenta volte / più luminoso / del sole	2/4
3/4	quando raggiunge / la stratosfera	1/2
1/3	la sommità / della nuvola	2/3
2/4	assume / la ben nota forma / di fungo	3/4

II (da *Il mistero dell'ascensore* di Paul Goldwin)

1/4	la testa / premuta / sulla spalla	2/4
1/4	i capelli / tra le labbra	2/4
2/3	giacquero / immobili / senza parlare	2/3
3/4	finché non mosse / le dita / lentamente	1/3
3/4	cercando / di afferrare	1/2

III (da *Tao te King*, XVI, di Laotse)

1/2	mentre la moltitudine / delle cose / accade	1/2
2/3	io contemplo / il loro ritorno	3/4
1/2	malgrado / che le cose / fioriscano	2/3
2/3	esse tornano / tutte / alla loro radice	1/4

Istruzioni

- I. Effettuare combinazioni di 10 elementi sui 15 dati senza permutazioni e ripetizioni.
- II. Ogni elemento dovrà essere seguito da altro elemento che presenti nel codice di testa una cifra corrispondente a una delle due formanti il codice di coda del primo elemento.
- III. Ogni elemento non potrà essere seguito da altro elemento appartenente allo stesso gruppo.
- IV. Suddividere le catene di 10 elementi in 6 versi di 4 unità metriche ciascuno.

È seguito il lavoro di programmazione, eseguito dal Dr. Alberto Nobis, in base al quale sono state compiute le elaborazioni del calcolatore elettronico. Le prove si sono svolte presso il Centro Elettronico della Cassa di Risparmio delle Province Lombarde in Milano. Detto centro, dotato di un sistema IBM 7070 da 100.000 posizioni di memoria collegato a 14 nastri magnetici mod. 729/II e di due sistemi IBM 1401, è normalmente impegnato per lavorazioni bancarie quali sconto commerciale, depositi a risparmio, conti correnti, stipendi ed esattoria.

Programmazione

1. *Diagramma a blocchi*. - Dallo studio del testo e delle istruzioni originarie viene ricavato il diagramma riprodotto a pag. 147, da cui si deducono le istruzioni per l'elaborazione del calcolatore elettronico.

2. *Minutazione*. - Le istruzioni vengono trasformate in linguaggio simbolico. Si ottengono 322 schede perforate in linguaggio Autocoder.

3. *Assemblaggio*. - Il calcolatore trasforma il linguaggio simbolico in linguaggio di macchina. Si ottengono 1200 istruzioni di macchina. A pag. 149 è riprodotto uno stralcio del risultato di assemblaggio.

4. Preparazione del nastro magnetico con le istruzioni del programma e gli elementi su cui operare.

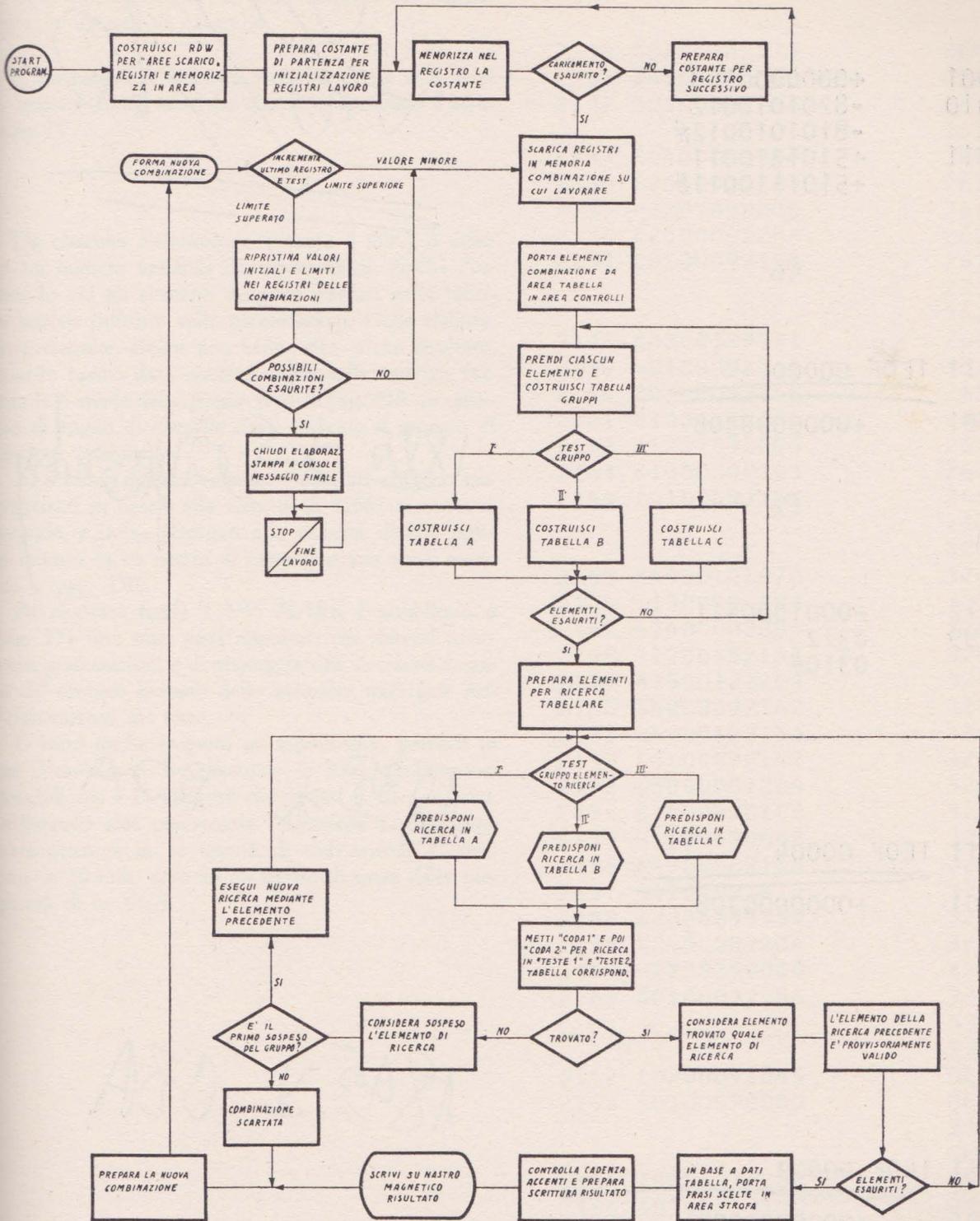
Elaborazione del calcolatore

1. I 15 elementi vengono memorizzati in un'area A del calcolatore. In un'area B viene fissato l'indirizzo iniziale e finale di ciascun elemento. In un'area C si memorizzano i codici di testa e di coda, il gruppo di appartenenza e la locazione di ciascun elemento nell'area di memoria B.

2. Appoggiandosi sui registri della macchina, vengono eseguite le differenti combinazioni, secondo l'istruzione I.

3. Ogni combinazione ottenuta viene successivamente disposta in una tabella in cui sono riportati i codici dell'area di memoria C relativi a ciascun elemento.

4. Vengono controllate le corrispondenze dei codici testa-coda (istruzione II) e l'appartenenza a gruppi diversi di due elementi consecutivi (istruzione III). L'operazione avviene successivamente per ogni legame: l'elemento che non rispetta le istruzioni viene "sospeso", ed è rimesso in ricerca l'elemento precedente fino a che si ottiene un legame rispondente alle istruzioni, dopo di che viene riconsiderato l'elemento "sospeso", e così di seguito fino all'esaurimento della catena. Se la combinazione in esame non soddisfa le istruzioni, viene scartata.



0001 +0000000308
0310 -8201010012
-8101010012#
0311 +5101210011
+5101110011#

26/10

TP11 1EOF 00000
0001 +0000000308

1825 * *[Handwritten signature]*

0312 +0001000311
9999 0312
0310#

1835 * BJA

TP11 1EOF 00004
0001 +0000000308

1845 * CBA

TP11 1EOF 00009
0001 +0000000308

148

*
*
*
*

5. In base alla locazione della memoria, l'indirizzo di ciascun elemento viene ricercato nell'area B, e si costruisce la successione degli elementi formanti il testo in un'area di controllo.

6. La catena di elementi viene suddivisa in 6 versi di quattro unità metriche ciascuno, seguendo l'istruzione IV.

Da ciascuna elaborazione (durata 6 min.) si ottiene un numero variabile di combinazioni, poiché l'ordine in cui gli elementi vengono disposti nella tabella iniziale influisce sulle permutazioni. Delle elaborazioni eseguite, alcune non hanno dato alcun risultato, quattro hanno dato risultati validi sufficienti per fornire le 6 strofe della poesia (vedi a pag. 148 un esempio di foglio di consolle dov'è indicato il numero di risultati ottenuti).

Al termine dell'elaborazione i risultati vengono magnetizzati su nastro alla velocità di 41667 caratteri al secondo, e infine stampati alla velocità di 600 righe al minuto su un nastro di carta continuo (vedi esempio a pag. 150).

Al risultato finale *TAPE MARK I* pubblicato a pag. 151 non sono stati apportati che minimi interventi grammaticali e di punteggiatura, necessari a causa del numero limitato delle istruzioni impiegate nell'elaborazione del testo.

È stato anche eseguito un esperimento parziale in cui il calcolatore ha effettuato le 3002 combinazioni possibili tra i 15 elementi dati, presi a 10 per volta, utilizzando cioè unicamente l'istruzione I. Esse sono state ottenute in 11 minuti di elaborazione e stampate in 30 min. circa su un nastro di carta della lunghezza di m. 63,74.

LOC	INSTRUCTION	REF.ADR	PGLIN	CD	NO
2130	£0200042177		GENRD		
2131	£4505040000		GENRD		
2132	£0100092145		2612	00267	
			2613		
2133	£1400002204		2614		
2134	£2300002203		2615		
2135	-2207890000		2616		
2136	£2300092208		2617		
2137	£0100092149		2618	00268	
			2619		
			2620		
2138	£0300399991		2621		
2139	-4100092141		2622		
2140	£0100092145		2623		
2141	£1300122204		2624		
2142	-1207890000		2625	00269	
2143	£1300002203		2626		
2144	£0100092149		2627		
			2628		
			3201		
2145	£4900101970		3202		
2146	£1300890106		3204		
2147	-1400002204		3205	00270	
2148	-1200452151		3206		
2149	£1500122203		3207		
2150	£4000092162		3208		
2151	£4900102153		3209		
2152	£0100092147		3210	00271	
2153	£5000001204		3211		
2154	£1400890106		3212		
2155	-1100090008		3213		
2156	£4900082158		3214		
2157	£0100091970		3215	00272	
2158	£2308259999		3216		
2159	£2400002204		3217		
2160	-2208250000		3218		
2161	£0100092156		3219		
			3308		
			3309		
2162	£0200091845		GENRD	00273	
2163	£0100090000		GENRD		
			3310		
			GENRD		
2164	£0021722180		GENRD		
2165	£0300210100		GENRD		
2166	-4100092168		GENRD		
2167	£0200031437		GENRD	00274	
2168	£0200030000		GENRD		

MENTRE LA MOLTIPLICAZIONE DELLE COSE ACCADE I CAPELLI TRA LE LABBRA TRENTA VOLTE PIU
 LUMINOSO DEL SOLE GIACQUERO IMMOBILI SENZA PARLARE MALGRADO CHE LE COSE FIORISCANO
 SI ESPANDE RAPIDAMENTE FINCHE NON MOSSE LE DITA LENTAMENTE L ACCECANTE GLOBO
 DI FUOCO CERCANDO DI AFFERRARE LA SOMMITA DELLA NUVOLE

MENTRE LA MOLTIPLICAZIONE DELLE COSE ACCADE I CAPELLI TRA LE LABBRA ESSE TORNANO TUTT
 ALLA LORO RADICE L ACCECANTE GLOBO DI FUOCO GIACQUERO IMMOBILI SENZA PARLARE
 TRENTA VOLTE PIU LUMINOSO DEL SOLE FINCHE NON MOSSE LE DITA LENTAMENTE SI ESPANDE
 RAPIDAMENTE CERCANDO DI AFFERRARE LA SOMMITA DELLA NUVOLE

MENTRE LA MOLTIPLICAZIONE DELLE COSE ACCADE L ACCECANTE GLOBO DI FUOCO ESSE TORNANO
 TUTTE ALLA LORO RADICE SI ESPANDE RAPIDAMENTE FINCHE NON MOSSE LE DITA LENTAMENT
 E QUANDO RAGGIUNGE LA STRATOSFERA GIACQUERO IMMOBILI SENZA PARLARE TRENTA VOLTE PIU
 LUMINOSO DEL SOLE CERCANDO DI AFFERRARE ASSUME LA BEN NOTA FORMA DI FUNGO

MENTRE LA MOLTIPLICAZIONE DELLE COSE ACCADE I CAPELLI TRA LE LABBRA ESSE TORNANO TUTT
 ALLA LORO RADICE L ACCECANTE GLOBO DI FUOCO GIACQUERO IMMOBILI SENZA PARLARE
 TRENTA VOLTE PIU LUMINOSO DEL SOLE FINCHE NON MOSSE LE DITA LENTAMENTE SI ESPANDE
 RAPIDAMENTE CERCANDO DI AFFERRARE LA SOMMITA DELLA NUVOLE

MENTRE LA MOLTIPLICAZIONE BELLE COSE ACCADE L ACCECANTE GLOBO DI FUOCO ESSE TORNANO
 TUTTE ALLA LORO RADICE SI ESPANDE RAPIDAMENTE FINCHE NON MOSSE LE DITA LENTAMENT
 E QUANDO RAGGIUNGE LA STRATOSFERA GIACQUERO IMMOBILI SENZA PARLARE TRENTA VOLTE PIU
 LUMINOSO DEL SOLE CERCANDO DI AFFERRARE ASSUME LA BEN NOTA FORMA DI FUNGO

LA TESTA PREMUTA SULLA SPALLA TRENTA VOLTE PIU LUMINOSO DEL SOLE GIACQUERO IMMOBILI
 SENZA PARLARE ASSUME LA BEN NOTA FORMA DI FUNGO FINCHE NON MOSSE LE DITA LENTAMENTE
 L ACCECANTE GLOBO DI FUOCO CERCANDO DI AFFERRARE SI ESPANDE RAPIDAMENTE I CAPELL
 I TRA LE LABBRA QUANDO RAGGIUNGE LA STRATOSFERA

IO CONTEMPLA IL LORO RITORNO FINCHE NON MOSSE LE DITA LENTAMENTE L ACCECANTE GLO
 BO DI FUOCO ESSE TORNANO TUTTE ALLA LORO RADICE LA TESTA PREMUTA SULLA SPALLA TRENT
 TA VOLTE PIU LUMINOSO DEL SOLE GIACQUERO IMMOBILI SENZA PARLARE ASSUME LA BEN NOTA FO
 RMA DI FUNGO I CAPELLI TRA LE LABBRA SI ESPANDE RAPIDAMENTE

IO CONTEMPLA IL LORO RITORNO FINCHE NON MOSSE LE DITA LENTAMENTE L ACCECANTE GLO
 BO DI FUOCO ESSE TORNANO TUTTE ALLA LORO RADICE I CAPELLI TRA LE LABBRA TRENTA VO
 LTE PIU LUMINOSO DEL SOLE GIACQUERO IMMOBILI SENZA PARLARE SI ESPANDE RAPIDAMENTE
 CERCANDO DI AFFERRARE LA SOMMITA DELLA NUVOLE

IO CONTEMPLA IL LORO RITORNO FINCHE NON MOSSE LE DITA LENTAMENTE L ACCECANTE GLO
 BO DI FUOCO ESSE TORNANO TUTTE ALLA LORO RADICE I CAPELLI TRA LE LABBRA TRENTA VO
 LTE PIU LUMINOSO DEL SOLE GIACQUERO IMMOBILI SENZA PARLARE SI ESPANDE RAPIDAMENTE
 CERCANDO DI AFFERRARE LA SOMMITA DELLA NUVOLE

TAPE MARK I

*La testa premuta sulla spalla, trenta volte
più luminoso del sole, io contemplo il loro ritorno
finché non mosse le dita lentamente e, mentre la moltitudine
delle cose accade, alla sommità della nuvola
esse tornano tutte, alla loro radice, e assumono
la ben nota forma di fungo cercando di afferrare.*

*I capelli tra le labbra, esse tornano tutte
alla loro radice, nell'accecante globo di fuoco
io contemplo il loro ritorno, finché non muove le dita
lentamente, e malgrado che le cose fioriscano
assume la ben nota forma di fungo, cercando
di afferrare mentre la moltitudine delle cose accade.*

*Nell'accecante globo di fuoco io contemplo
il loro ritorno quando raggiunge la stratosfera mentre la moltitudine
delle cose accade, la testa premuta
sulla spalla: trenta volte più luminose del sole
esse tornano tutte alla loro radice, i capelli
tra le labbra assumono la ben nota forma di fungo.*

*Giacquero immobili senza parlare, trenta volte
più luminosi del sole essi tornano tutti
alla loro radice, la testa premuta sulla spalla
assumono la ben nota forma di fungo cercando
di afferrare, e malgrado che le cose fioriscano
si espandono rapidamente, i capelli tra le labbra.*

*Mentre la moltitudine delle cose accade nell'accecante
globo di fuoco, esse tornano tutte
alla loro radice, si espandono rapidamente, finché non mosse
le dita lentamente quando raggiunse la stratosfera
e giacque immobile senza parlare, trenta volte
più luminoso del sole, cercando di afferrare.*

*Io contemplo il loro ritorno, finché non mosse le dita
lentamente nell'accecante globo di fuoco:
esse tornano tutte alla loro radice, i capelli
tra le labbra e trenta volte più luminosi del sole
giacquero immobili senza parlare, si espandono
rapidamente cercando di afferrare la sommità.*

Automatopoietica

di Franco Lucentini

"Le fou entend un autre tic-tac."

HENRI MICHAUX

I.

Automata Venus, presso Servio commentatore di Virgilio, vale "Venere favorevole". Automatia è l'amabile dea inventata dalla modestia di Timoleonte, secondo Cornelio Nepote e Plutarco, per giustificare una serie di successi. E la fanciulla finta da Pigmalione si rivela, animandole Cipri le membra d'avorio, sposa e madre (di Pafo) esemplare.

Per contro, quando la *Vénus d'Ille* di Mérimée (1832) viene giù semovendosi dal piedistallo verdastro: i suoi passi sono pesanti come quelli dell'*Uomo della sabbia*, il criminale automaturgo di Hoffmann (1807); o del *Frankenstein* di Mary Shelley (1818); e le sue intenzioni parimenti omicide. Perché un destino di distruzione pesa ormai su tutti gli automi indistintamente: sia che vadano attorno seminando essi stessi la morte, sia che una fine orrenda (a Olimpia Coppelia, nel racconto di Hoffmann, cadono gli occhi; l'*Eve Future* di Villiers, ancora verso il 1890, è arsa "viva" in un incendio) li disfaccia scoprendone gl'intimi congegni.

Questo passaggio dall'automa classico al romantico, non s'è fatto per brusca mutazione; ma per una evoluzione graduale, di cui conviene seguire le fasi.

Il primo congegno propriamente automatico della nostra letteratura, si reperisce in Omero *Iliade* V:

... cigolando,
Per se stesse (*autòmatai*) s'aprir l'eteree porte
Custodite dall'Ore.

Dove il fatto che le porte in questione s'aprano davanti alla moglie e alla figlia di Zeus che escono in vettura, rende anche più ovvio il richiamo a porte di garage telecomandate; sebbene il congegno, stando al testo, è qui semplicemente d'orologeria (e difetta anzi di lubrificazione: si noti quest'assenza di ogni suggestione di tipo magico, all'Alí Babà).

Quanto ai primi automi, anzi androidi, pure li troviamo in Omero, *Iliade* XVIII, nella persona d'auree giovinette che Vulcano, alzandosi per andare incontro a Teti, utilizza come servomeccanismi:

Abbronzato levossi, zoppicando;
Moveansi sotto a gran stento le fiacche
Gambe sottili,

... e a dritta e a manca

Il passo ne reggean forme e figure
Di vaghe ancelle, tutte d'oro, e a vive
Giovinette simili, entro il cui seno
Avea messo il gran fabbro e voce e vita.

(Al momento dell'arrivo di Teti, Vulcano stava fabbricando in serie 20 *autòmatoi trípodés* destinati ai banchetti degli dèi. Ma anche qui, malgrado la pregnanza rituale dell'antichissimo oggetto — strumento indispensabile della Pizia e antenato del tavolino a tre gambe degli spiritisti, oltreché parola-chiave, *ti-ri-po*, che aprirà a Michael Ventris le sigillatissime porte della tavoletta PY 236 e quindi di tutto il lineare B — l'elemento magico è deliberatamente soppresso in favore di quello tecnologico: i treppiedi in questione, precisa infatti Omero, sono *a rotelle*.)

Anche d'oro, e tanto veloce quanto servizievole, è il cinghiale meccanico Gullinbursti (o Slidrugtanni), fabbricato da abili nani e attaccato al carro di Freyr nella mitologia scandinava.

Di bronzo sono invece i tori assegnati a Giasone, che spirano fuoco dalle ferocissime froge, ma che, tentata invano un'evoluzione nel senso dell'"automa cattivo", finiscono aggiogati all'aratro come buoi qualunque.

Talos, il gigante pure di bronzo che custodisce l'isola di Creta, sembra fare eccezione: forsennato, scaglia intorno macigni tre volte al giorno; e se qualcuno tenta di sbarcare lo stesso, lui lo serra tra le braccia roventi (al modo stesso che fanno diversi automi ottocenteschi con la propria incauta compagna di ballo) e lo brucia. Ma Talos non è un vero automa, e sebbene alcuni lo dicano fabbricato da Dedalo, sem-

bra piú nel vero Apollonio Rodio (*apud* Borges, *Zool. Fant.*, s. v. TALOS) quando afferma che era l'ultimo superstite d'una razza di bronzo. Come il mostro urlatore Humbaba o Huwawa, guardiano della foresta di cedri nell'epopea di Gilgamesh (ma non so se i comparatisti loderanno l'accostamento, sebbene anche la coppia Enkidu-Gilgamesh, che uccide Humbaba, ricordi i Dioscuri che abbattono il gigante cretese in una delle versioni della leggenda), Talos non è probabilmente altro, infatti, che la reminiscenza d'un vulcano poi estinto, con la sua unica vena di sangue che lo percorre dalla testa al piede, e la sua morte per apertura della vena stessa.

Sempre tra gli automi — anzi, elettrodomestici — enei, troviamo, ancora nel I secolo dell'era nostra, "quattro tripodi delfici di bronzo, simili a quelli omerici, che vengono avanti movendosi da sé, seguiti da valletti pure di bronzo che attingono vino e fanno circolare le coppe". Il fenomeno ha luogo in occasione del viaggio di Apollonio di Tiana presso i bramini, dopo che questi si sono stropicciati con unguento elettrico (*elékrinon chrísma*); ed è riferito con venerazione da Filostrato (*V. Apollonii*, II, 87), con disprezzo da Eusebio (*Contra Hieroclem*, 19). Quell'unguento elettrico, d'altra parte, andrebbe piú propriamente tradotto con unguento "d'ambra"; ma dati sia l'ambiente bramanico, sia i precedenti efestii dei tripodi e dei valletti, si preferisce insistere sulla radice comune di *élektron* e di *Volcanus*, attestata dal sanscrito *ulka* "scintilla".

Col viaggio del santo neopitagorico, e ancora di piú coi suoi cronisti del terzo e quarto secolo a. C., ci siamo spinti però troppo avanti: in un'epoca e in un ambiente in cui gli automi, il concetto stesso di automatismo, vanno già caricandosi di terrore.

Tornando indietro di qualche secolo, noteremo invece che i primi fabbricanti umani di *automata* ("ab *autòs* ipse — spiega il Forcellini — et inus. *mào* moveo, unde *memào* vehementer cupio: est machina ita artificiose contexta, ut, dispositis intus ingeniosis rationibus, ipsa sua sponte moveri videatur, qualia sunt horologia et aliae id genus machinae versatiles"); noteremo dicevo che Ctesibio, Archita, Filone di Bisanzio ed Erone di Alessandria (autore quest'ultimo d'un minuzioso *Perí automatopoietichès*, nonché della fontana-giocattolo che Jean-Jacques e il suo amico Bâcle portarono in giro finché non sentirono, "sans oser se le dire, qu'elle commençait à les ennuyer"); noteremo dunque che questi *automatarii*, erano schietti meccanici e per tali riconosciuti (o tutt'al piú considerati, come si legge di Archita nell'elogio che ne fa Favorino presso Aulo Gellio, X, 12, "meccanici e filosofi insieme"): non essendo ancora cominciato

quel processo, parallelo all'evoluzione dell'automa in senso gotico e romantico, per cui la cattiva reputazione dell'automa ricade sull'automatario, e porta addirittura all'identificazione di questo con quello agli occhi del pubblico; (caso tipico: Frankenstein, che nel romanzo della seconda moglie di Shelley non è, come da molti si crede, il nome del mostro fabbricato dallo scienziato pazzo, ma quello dello scienziato stesso).

Vero è che *faber automatarius*, a Roma, era tanto il fabbricante dei piú alessandrini congegni, quanto il semplice orologiaio, come attesta quest'iscrizione di Tivoli:

DIS MANIBUS
SACRUM
P.AELIO ZENONI
AUTOMATARIO
KLEPSYD(†)ARIO
AELIA FORTUNATA
BENE MERENTI
FECIT

(Riportata dal Muratori nel *Novus thes. vet. inscr.*, MCMXXXV, 8, e accompagnata dalla nota: "Nempe Aelius iste Zeno clepsydras faciebat, horologia videlicet aquea. In his imagunculae supernatabant, indice horam signantes; istae *automata* appellatae, quasi sua sponte moverentur.") Ma è chiaro che se già allora l'idea di automa, di macchina che si muove da sé, avesse repugnato con quella d'uomo, nessun uomo avrebbe tollerato di chiamarsi, egli stesso, Automato. Mentre invece, in un'altra iscrizione sepolcrale si legge:

D. M.
AUTOMATO
CAES.N.SER.
CONTRASCRIPT.
PISTORUM
QUI VIX.AN.XXVIII
AMANTISSIMUS
OMNIBUS
A PRIMA AETATE
USQUE ATFINE
LEGISTI
SALVUS SIS

(E si osservi — se è lecito scherzare sulla tomba del povero giovane — che quest'automa di nome era anche, di fatto, macchina calcolatrice, essendo *servus* e *contrascriptor*, "schiavo e contabile"... "Iste Automatus, Caesaris nostri servus, — annota piú precisamente il Muratori, *ibid.*, MMXLII, 4 — *tenea i conti de' Fornai*, non omnium tamen pistorum Urbis, ut opinor, sed quidem Aulae Caesareae. Animadvertite usque atfine pro ad finem vitae: signum declinantis latinae linguae").

Negli scrittori dell'età classica, dunque, automi e androidi non s'incontrano che in contesti perfettamente rispettabili e tranquilli. Con la sola eccezione d'un tragico *automaton* menzionato da Svetonio (ma tragico solo quando *non* funzionava: vedine la ragione in *Claud.*, 34), e della lubrica messinscena escogitata da Petronio nel *Satyricon*, 140, dove, dal buco della chiave, un ragazzettaccio guarda certe acrobazie della sorella: "sororis suae automata miratur" (ma si tratta d'un tipico "falso automa": al movimento d'insieme, infatti, provvedeva un altro svergognato nascosto sotto il letto).

Non però, si badi, che mancasse quel tipo di condanna morale che anche noi riserviamo a fantocci e burattini, i quali, sotto il nome di *neuròspasta*, "tirati da fili", fornivano allora non meno di adesso il pretesto a tirate moraleggianti ("Duceris, ut nervis alienis mobile lignum..."). Ciò che mancava non era la condanna dell'uomo-burattino, ma proprio, specificamente, dell'uomo-automa; non la riprovazione (morale) dell'uomo che è mosso da altro, ma l'avversione (metafisica e religiosa) per l'uomo che si muove da sé. Quest'ultima nasce infatti dalla combinazione di due ordini di premesse — metafisico l'uno, appunto, e religioso l'altro — uno solo dei quali era presente nel mondo greco-latino.

"L'anima — annota Aristotele nel *De anima* — muove il corpo secondo ogni differenza di posizione: cioè in su, in giù, in avanti, in dietro, a destra, a sinistra." Altrimenti detto: il corpo è un *neuròspaston* i cui fili sono tirati dall'anima. E perché? Perché, se così non fosse, il corpo si moverebbe da sé, e se si movesse da sé, sarebbe sottoposto alla *katà tò autòmaton anànke*: alla necessità che dipende dal caso. Meglio dunque burattino manovrato dall'anima, che autómato guidato dai suoi propri congegni.

Né varrà il *clinamen* degli atomi, il principio di indeterminazione che Epicuro istituisce a correzione dell'atomistica antica, a dissipare il timore che un uomo tutto fisico e materiale possa risultare, anche, del tutto meccanicamente necessitato. Per maggior sicurezza, il principio dell'anima che muove i corpi verrà anzi esteso, Platone alla mano, dal micro al macrocosmo; e Macrobio, nel suo commento al *Sogno di Scipione*, riassumerà da Cicerone l'intera dottrina assicurando che non solo c'è un'anima generale e divina del mondo, ma che hanno mente divina anche le stelle, da cui procedono le menti individuali degli uomini. Quanto alle bestie, avranno una facoltà vegetativa e sensitiva, ma un'anima vera e propria, un'anima divina, non ce l'hanno: perché l'anima discende dalla

sfera, che è la sola forma divina, e, passata dalla gran sfera dell'universo nelle sfere minori degli astri, non trova poi altro deversorio che le teste degli uomini, i quali soli hanno cranio sferico. ("Anima descendit a tereti, quae sola forma divina est... Divinaeque mentes omnibus corporibus quae in formam teretem, id est, in sphaerae modum, formabantur, infusae sunt. Et hoc est quod cum de stellis loqueretur, ait 'quae divinis animatae mentibus'. In inferiore vero ac terrena degenerans... solis humanis corporibus convenit, quia... solis inest vel in capite sphaerae similitudo, quam formam diximus solam mentis capacem. Soli igitur homini rationem, id est, vim mentis, infudit, cui sedes in capite est." *Macr., In Somn. Scip.*, I, 12, 14.)

Questa discendenza e dipendenza delle anime dal terete, naturalmente, fece subito nascere il sospetto che non fosse esattamente "la libertà del volere e dell'agire", ciò che si pretendeva di salvare contro il materialismo degli *automatistai* (come si chiamarono gli epicurei presso gli autori bizantini); e lo scettico Favorino, quello stesso che elogiava la colomba meccanica di Archita, fece osservare "ut plane homines, non quod dicitur *logikà zòta*, sed ludicra et ridenda quaedam *neuròspasta* esse videantur, si nihil sua sponte, nihil arbitrato suo faciunt, sed ducentibus stellis et aurigantibus." (*Dissertatio Phavorini adversus Chaldeos*, apud Gell., xiv, 1.)

Automatistai, dunque, contro *neurospàstai*: automatisti contro burattinai. Ma la controversia non si sarebbe configurata nei modi che daranno vita ai diabolici automi moderni, senza la confluenza in essa delle diverse vene di un'altra corrente di pensiero.

La prima di queste vene scaturisce dalla maledizione del vitello d'oro, s'allarga in Isaia, in Geremia, nei Libri Sapienziali, e finisce per straripare nelle pagine di neoplatonici e neopitagorici. Si noti però che la maledizione originaria non colpisce i simulacri in quanto semoventi (eventualità che la positiva saggezza ebraica, anzi, nega e deride), ma trae forza proprio dal fatto che gl'idoli non parlano e non si muovono. Se infatti, con retorico precorrimiento, l'idolatra di *Sap.* 13,17 è maledetto perché *non erubescit loqui cum illo qui sine anima est*, "non arrossisce di parlare con uno che è senz'anima", la *Lettera di Geremia*, v. 7, chiarisce che "essi (gl'idoli) hanno una lingua levigata da un artiere, ma sono simulacri falsi, e non possono parlare"; e *Ger.* 10,5 ribadisce: "Son tratti diritti, a guisa di palma, e non parlano; convien portarli attorno, perché non possono camminare; non temiate di loro: perciocché non possono far danno alcuno, come non è in poter loro di fare alcun bene." Ma le cose cambiano quando, col passaggio dall'isolazion-

smo al proselitismo, il discorso non è più di profeti ed eletti, ma di cristiani spesso *ex-ethnici*, *ex-pagani*, a *ethnici* e pagani.

Giustino per esempio (*Apol. Prima*, 5-9) riprende l'argomento biblico dei "vasi indecenti" che, una volta fuori uso, contribuiscono con altri rottami metallici la materia prima dell'idolo; ma, dopo averci aggiunto di suo l'affermazione che scultori e fonditori sono gente così viziosa "da non vergognarsi di fornicare con le ragazze che lavorano con loro", osserva che quei simulacri, per quanto inanimati e morti di per sé, hanno nome e figura di pessimi démoni realmente esistenti: i quali profittano dell'ignoranza degli uomini, per usurpare presso di loro l'ufficio della divinità.

Tertulliano, movendosi nella stessa direzione, assicura (*De idol.*, 3) che è stato il diavolo stesso a "introdurre nel secolo gli artefici di statue, d'immagini e d'ogni specie di simulacri".

E Minucio Felice, tirando le conclusioni, annota (*Oct.*, 27) che "degli spiriti impuri, i démoni, s'acquattano sotto le statue e le immagini consacrate, animandole in modo da conferir loro autorità come se davvero fosse presente un nume".

Naturalmente, queste conclusioni di Minucio sono anche dettate dalla necessità di parare alle repliche degli *ethnici* colti, che sapevano adattare alla circostanza i due versi di Marziale (VIII, 24):

Qui fingit sacros auro vel marmore vultus,
Non facit ille deos; qui colit, ille facit;

e contro i quali, quindi, l'argomento dei "vasi indecenti" non valeva. Ma ecco intanto radicalmente mutata l'opinione di Geremia secondo cui non è in potere d'una statua di far male né bene, perché non si può muovere. Una statua, invece, si può muovere. Ma se si muove, è segno che la muove il diavolo.

Quindici secoli più tardi, il medesimo principio troverà una nuova e interessante applicazione nell'*Amusement Philosophique* del padre gesuita Bougeant, il quale, non potendo ammettere che le bestie fossero macchine come pretendeva Cartesio, ma neppure potendo concedere che avessero un'anima, e non vedendo perciò in nessun modo come facessero a muoversi da sé, risolveva la difficoltà supponendo che fossero mosse da diavoli in attesa di giudizio: "Car enfin, puisqu'il est prouvé par plusieurs passages de l'Écriture que les démons ne souffrent point encore les peines de l'enfer, et qu'ils n'y seront livrés qu'au jour du jugement dernier, quel meilleur usage la justice divine pouvait-elle faire de tant de légions d'esprits réprouvés que d'en faire servir une partie à ani-

mer les millions de bêtes de toute espèce qui remplissent l'univers?"

L'animalistica diabolica e tentazionista, del resto, è anch'essa un risultato diretto di quell'allontanamento degli uomini dalla natura, degli uomini dalla materia, che, cominciato come gioco dell'intelligenza nell'idealismo greco, diventa frattura emozionale al momento dell'incontro tra quest'ultimo — tinto di giudaismo — e spiritualismo cristiano: quando la materia non è più mera passività che ha bisogno dello spirito per animarsi, ma negazione attiva e violenta dello spirito, talché questo non potrà compiutamente realizzarsi finché sussisterà una minima particella di quella.

Questa specie di animismo alla rovescia, tuttavia, costituisce una posizione-limite che nella patristica dura solo un momento: il momento di Origene. Il quale va tanto in là nel suo orrore della materia, da negare addirittura che l'uomo sia stato creato come dice la Genesi, e cioè come immagine d'argilla cui viene insufflato lo spirito vitale ("et inspiravit in faciem eius spiraculum vitae"). L'uomo invece fu creato puro spirito e soltanto in seguito, *per punizione*, rivestito di un involucro materiale; involucro che alla fine, lungi dal risuscitare, scomparirà come ogni altra materia residua: per modo che tutti, giusti e peccatori, e il Diavolo stesso oggi quintessenza della materia, verranno smaterializzati e riassunti in cielo: "ita ut non sit amplius usquam terra, sed omnia coelum fiant". (*De oratione*, 26, 27).

Giustamente queste dottrine di Origene, dell'eunoco Origene, unico rappresentante sistematico e imperterritito d'uno spiritualismo cristiano integrale, s'attirarono la riprovazione degli altri Padri e vennero sbandite dalla Chiesa di Roma. Ma in sostanza, il torto del martire alessandrino fu di ridursi troppo presto all'estremità di denunciare l'automa di *Gen.* 2. 7 (il solo che anche noi ci fossimo fin qui astenuti dal menzionare), e di interdire a teologi e filosofi (col quale termine intendeva proprio, come più tardi si scoprirà, "*les philosophes*") di decantarne la fattura. E del resto come avrebbe potuto diversamente, intuendo i guai che sarebbero seguiti se si fosse insistito a tenere il corpo per indispensabile e ammirevole strumento dell'anima, invece di abominarlo subito come originario accidente o sopraggiunto anatema?

Sta di fatto che l'avvertimento non fu inteso, e il consiglio seguito soltanto a metà. Il disprezzo del corpo fu avviato sul binario secondario della condanna paolina della *carne* (la quale, e non la materia di per sé, "inimica est Deo, et legi Dei nullo modo potest esse subiecta"); e i teologi ripresero lo studio del "corpo come strumento", allegando, con tutta sin-

cerità, lo stesso motivo che serví poi d'insidiosissimo pretesto agli enciclopedisti: l'utilità di provare la superiore sapienza del Creatore, indagando le meccaniche perfezioni della creatura.

“L'Artefice della natura, presa una parte di quella materia, che è parte dell'uomo, fabbricò per così dire una statua (*quamdam quasi statua*)... E conviene qui considerare l'arte dispiegata nella creazione del corpo: che ricevette solide ossa affinché, per la sua mollezza, non s'afflosciasse come il polpo di mare. Né ricevette un osso solo: giacché sarebbe risultato privo di moto e d'azione se fosse stato creato alla maniera degli alberi, che restano sempre allo stesso posto. Come infatti avrebbe potuto camminare, se non avesse avuto modo di sollevare i piedi l'uno dopo l'altro e mandarli avanti? Mentre, grazie a questo singolare artificio, il corporeo organismo si muove ed agisce, obbedendo ai spirituali impulsi che attraverso i nervi generano i diversi moti. Di qui viene che possiamo valerci dell'opera delle mani, così idonee al servizio dell'anima; di qui la flessione del collo; di qui l'inclinazione e l'erezione del capo; di qui il movimento delle mascelle; di qui l'alzarsi e l'abbassarsi delle palpebre, che seguono il capo nei moti analoghi; di qui tutti gli altri movimenti articolati delle membra, che avvengono per contrazione e rilasciamento dei nervi come per una specie di macchina (*quasi quamdam per machinam*).”

Quest'innocente descrizione di un uomo *quasi-statua*, di un uomo *quasi-macchina*, si legge in due capitoli (107, 119) del *De officio hominis* di Gregorio di Nissa, detto il Padre dei Padri, che s'arrischiò a scoprire nel racconto biblico della creazione “una concordanza con la dottrina, certo oscura anch'essa, di certi maestri che non furono compresi nella cerchia degli eletti da Dio sulla terra.” Chi d'altra parte approfondisca l'originalissimo (e dimenticato, a giudicare almeno dalla difficoltà di rileggerlo altro che in vecchie traduzioni latine) trattato del Nisseno, vi scoprirà non soltanto altre meccaniche meraviglie dell'uomo sopradescritto, ma — nascosta sotto spoglie bibliche e aristoteliche — la stessa scimmia di Darwin.

Non senza ragione l'altro Gregorio, il Nazianzeno, deplorava dunque che il nostro s'occupasse più di filosofia che di religione, e altri Padri gli rimproveravano l'uso eccessivo delle metafore. *Quamdam quasi statuam... Quasi per machinam quamdam... E se fosse venuto in mente a qualcuno di cancellare quei quasi?*

L'ombra della *statue sensible* di Condillac, e quella, ben più minacciosa, dell'*homme machine* di La Mettrie, già cominciano a profilarsi sotto un cielo squarciato da fulmini teologali, traversato da nere frecce di cattedrali nordiche, ignoto agli spensierati automi antichi.

Alberto Magno, intermettendo gli studi astrologici e quelli sulla formazione dei mostri, s'avventura — almeno così raccontano — a costruire un androide. San Tommaso, sgomento, glielo distrugge issodato come opera di magia diabolica. E, per due secoli e mezzo, l'autorità del dottore angelico basterà a scongiurare ogni semovente pericolo.

Ma ecco quell'“achtung!” sommerso da un coro di voci falsamente rassicuranti. “Magia — dichiara Pico — quae naturae limites non excedit, non est damanda.” “Magia — conferma il Campanella — fu d'Archita fare una colomba che volasse come l'altre naturali, e a tempo di Ferdinando Imperatore in Germania, fece un tedesco un'aquila artificiosa e una mosca volare da se stesse; ma, finché non s'intende l'arte, sempre dicesi magia: dopo, è volgare scienza.” E lo Scaligero e il Porta, nelle loro classificazioni, riconducono ogni specie d'automa alla famiglia degli orologi, scagionando così dal sospetto di diavoleria i nuovi automatari che vanno riempiendo di meraviglie meccaniche le corti d'Europa.

Senonché, all'ombra di questi automi da fiera, altri se ne vengono formando di meno “volgare scienza”, e tali da suscitare nei loro stessi autori, qualche volta, la più viva preoccupazione.

“La machine arithmétique — assicura Pascal — fait des effets qui approchent plus de la pensée que tout ce que font les animaux; mais elle ne fait rien qui puisse faire dire qu'elle a de la volonté, comme les animaux.” Assicurazione poggiata su un'evidenza ambigua, e che suona come una scusa non richiesta. Come suona troppo disinvolto, in tempi che vedono radicarsi l'idea cartesiana degli animali come macchine, quel prendere per dimostrata negli animali la volontà. Come suona troppo disinvolta, con la sua aria di concessione, quell'altra frase famosa della *Pensée* 252 (ed. Brunschvicg): “Car il ne faut pas se méconnaître: nous sommes automates autant qu'esprits.” Perché ormai non si trattava più di concedere che fossimo anche automi, ma di provare che fossimo *anche spiriti*. E Pascal medesimo lo sapeva benissimo, a giudicare dall'insistenza con cui ripete:

“De tous les corps ensemble, on ne saurait faire réussir une petite pensée: cela est impossible, et

“d'un autre ordre” (793). “Il est impossible que la partie qui raisonne en nous soit autre que spirituelle... n'y ayant rien de si inconcevable que de dire que la matière se connaît soi-même” (72).

Apodissi che sanno già di propaganda, e che non valgono l'azione franca e diretta di quel marinaio che gettò in mare l'automa di Cartesio.

Questo marinaio, a quanto si racconta, trova per caso nel bagaglio di Cartesio una “poupée philosophique” costruita dal filosofo, e inavvertitamente la mette in moto. Colto quindi da reazione fobica, giacché al pari di S. Tommaso la ritiene opera del demonio, afferra Francine — così si chiama l'artificiosa bambina — e la getta in mare.

O *mythos delòs* (tirandolo un po' per i capelli a vantaggio della nostra dimostrazione) che l'automatofobia era già passata dai teologi ai semplici marinai; e che era inoltre a buon punto quel singolare processo per cui l'automatario romantico, come abbiamo anticipato di Frankenstein, finirà per identificarsi nella fantasia popolare con l'automa stesso. La diabolica Francine, infatti, nasce per evidente contaminazione del discorso sul metodo con Tommaso Francini, celebre *faiseur d'automates* attivo a Parigi e a Versailles sul principio del '600.

Man mano che i filosofici automi avanzano, aumenta l'apprensione del pubblico: che è ormai troppo assuefatto al possesso dell'anima, per contemplarne impavido la rapida recessione. Con gli atomi di Gassendi, che costituiscono non solo il corpo ma anche una metà dell'anima, quest'ultima è ridotta, in pratica, a 1/4 dell'insieme. Con Hobbes (*De corp.*, XXV, 2: “Mens nihil aliud erit praeterquam motus in partibus quibusdam corporis organici”), essa scompare del tutto. E con Glanvil se ne va addirittura l'anima del mondo: la Natura non ha più bisogno di alcuno che la metta in moto: essa si muove da sé: essa è “the great Automaton”. Solo che adesso, nell'impossibilità di gettare a mare l'autòmato stesso, non resta che prendersela con chi ne va geometricamente dimostrando i congegni: e un tentativo d'omicidio apre la frenetica campagna contro il “sordidus et lutulentus” (H. More) autore dell'*Etica*.

Parallelamente, assistiamo al primo accesso di pazzia furiosa da parte di un androide di fattura rabbinica, il Golem. Questi s'era già affacciato, ma senza conseguenze di rilievo, tra le pagine del Talmud (*Sanhedrin*, 65, b); senonché, nuovamente fabbricato a Praga da Judah ben Bezabel (secondo una leggenda posteriore alla morte di quest'ultimo, avvenuta nel 1609), una notte “cade in frenesia e si mette a correre per i vicoli bui, strozzando tutti quelli che in-

contra”, per cui Rabbi Loew è costretto a distruggerlo.

Ora, sembra chiaro che sia per prevenire l'automatofobia della gente, sia per eliminare queste prime turbe degli automi stessi, si sarebbe dovuto ricorrere a medici intenditori di meccanica: o, come tra poco verranno chiamati, ai “méchaniciens” tout court.

“On appelle de ce nom — spiega il *Dictionnaire de Médecine*, ed. 1707 — ceux d'entre les médecins modernes qui, après la découverte de la circulation du sang et l'établissement de la philosophie de Descartes, ayant secoué le joug de l'autorité, ont adopté la méthode des géometres dans les recherches qu'ils ont faites sur tout ce qui a rapport à l'économie animale, en tant qu'ils l'ont regardée comme une production de mouvements de différente espèce, soumis à toutes les lois de la mécanique, selon lesquelles se font toutes les opérations des corps dans la nature. Dans cette idée, le corps animal, et par conséquent le corps humain, est considéré comme une véritable machine.”

Ma è altrettanto chiaro che il ricorso a simili medici doveva incontrare un ostacolo, fortissimo, proprio in ciò che provocava quelle turbe e fobie.

Per cui, sopraggiunto l'anno 1748, le anime sensibili dovettero prendersi il più tremendo degli spaventi, vedendo uscire all'improvviso dai torchi l'abominevole *Homme machine*. Come quelle dame e quei cavalieri ariosteschi che s'apprestavano a un picnic sulla spiaggia, quando

Vedemo l'Orco, a noi venir correndo
Lungo il lito del mare, orribil Mostro!

Né è da dubitare che molte signore colpite dall'avvenimento (e specie quelle *du côté de la Reine*, che in quello stesso anno 1748 dovettero assistere impotenti alla concessione d'un nuovo e definitivo *privilège du Roy* per la pubblicazione dell'imminente *Encyclopédie*), concepissero allora una prole particolarmente impressionabile: la quale poi, sorpresa da un terrore diverso ma non del tutto indipendente dal primo, generò a sua volta i romantici padri, le romantiche madri, degli automi-incubo da cui abbiamo preso le mosse.

(“To be born — obbietterà ancora nel 1895 Lady Bracknell al povero Ernesto di Wilde, trovato da “bambino in una borsa smarrita alla stazione Victoria — or at any rate bred, in a hand-bag, seems to me to display a contempt for the ordinary decencies of family life, that reminds me one of the worst excesses of the French Revolution. And I

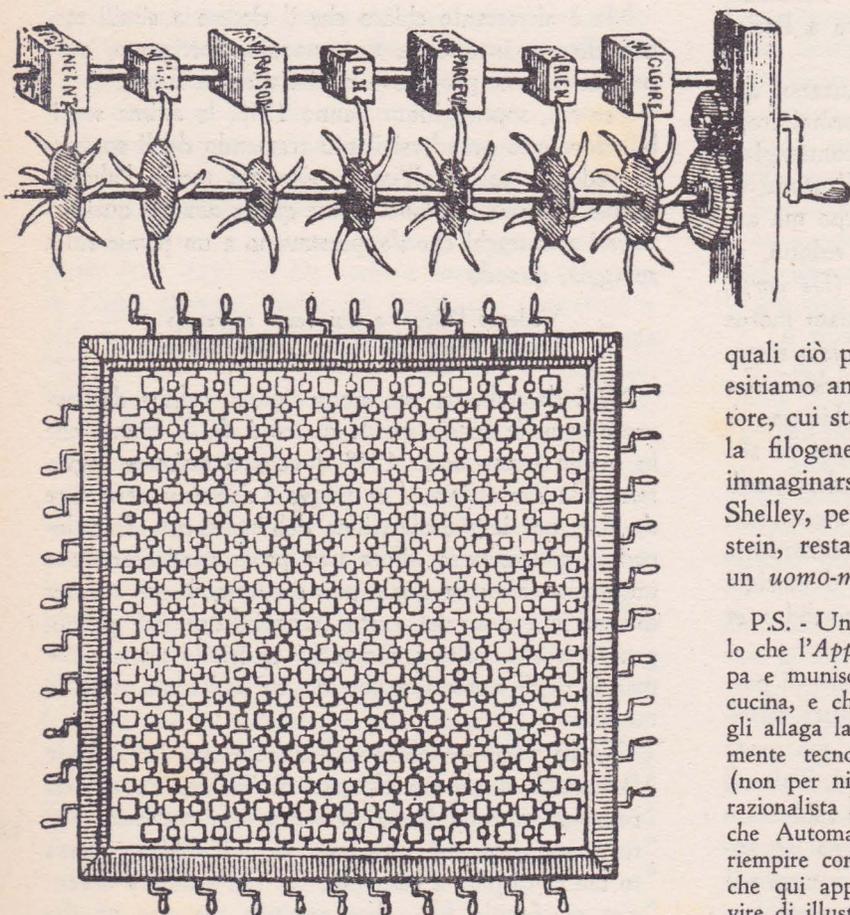
“presume you know what that infortunate event led to?”)

Col 1748, dunque, la paura degli automi dilaga. Né serve più, per dissipare il panico, che D'Alembert dedichi cinque intere colonne del I volume dell'Enciclopedia (1751) a descrivere in termini rassicuranti uno degli inoffensivi congegni di Vaucanson (art. ANDROIDE). Né che Diderot, in una nota allo stesso articolo, commenti mellifluamente: “Combien de finesses dans tout ce détail! Que de délicatesse dans toutes les parties de ce mécanisme!” Né che lo stesso La Mettrie riproponga *Le système d'Epicure* come pegno d'un materialismo non meccanicistico, e indori ancor più la pillola in *Les animaux plus que machines*. E nemmeno serve — tanto è disperata ormai la situazione — che l'arcispiritualista Swedenborg, “il più terribile di tutti i visionari”, parta immediatamente alla riscossa con gli otto volumi in quarto dei suoi *Arcana Coelestia*: dei quali il primo, vedi caso spiritico, è del 1749, mentre gli altri fanno da esatto contrappeso (almeno quanto a numero di pagine) ai primi sette dell'*Encyclopédie*, e s'arrestano l'anno

stesso in cui questa, per la revoca del privilegio, deve interrompere le pubblicazioni (1758).

Il titolo completo dell'anti-enciclopedia di Swedenborg è: “Arcana coelestia quae in scriptura sacra seu verbo domini sunt detecta, una cum mirabilibus quae visa sunt in mundo spirituum et in coelo angelorum. Londini, 1749-1758.” In essa il gentiluomo svedese, a causa evidentemente della disagiata piega presa dagli avvenimenti terreni, procura di liberarsi interamente dal corpo e di entrare in comunicazione col mondo dei puri spiriti; dove, trovato stabile rifugio, attende alla costruzione d'un'arma segreta davvero inaspettata: un androide interamente spirituale, il Massimo Uomo, formato di tutti gli spiriti che compongono l'universo e incaricato di sgominare per sempre i mostri del materialismo.

Senonché il Kant, dandone notizia nella parte seconda (storica) dei *Sogni d'un visionario*, esita ad esporre quest'androide di nuovo genere alla curiosità indiscriminata del pubblico: “Giacché tra i curiosi possono facilmente esservi delle persone incinte (avendo riguardo anche alla concezione ideale), alle



La macchina dell'Accademia di Lagado.

quali ciò potrebbe fare cattiva impressione.” E così esitiamo anche noi. Nel timore soprattutto che il lettore, cui stavamo per acquisire alle nostre vedute sulla filogenesi dell'automa romantico, vada ora ad immaginarsi tutt'altra cosa: e cioè che la signora Shelley, per esempio, mentre era incinta di Frankenstein, restasse malamente impressionata non già da un uomo-macchina, ma da un Massimo Uomo.

P.S. - Un altro automa impazzito, ancora nel 700, è quello che l'*Apprendista stregone* di Goethe ricava da una scopa e munisce d'un secchio perché gli riempi la vasca in cucina, e che poi non riesce più a fermare, sicché quello gli allaga la casa. Ma il problema, qui, è già quello puramente tecnologico del robot che “gets out of control”; (non per niente la ballata goethiana nasce da un'idea del razionalista Luciano: derivata forse a sua volta dal secchio che Automate, una delle Danaidi, in eterno continua a riempire con le sue quarantanove sorelle). Quanto ai testi che qui appresso si trovano raccolti, alcuni potranno servire di illustrazione al nostro discorso; altri di mera ricreazione, o di spunto a discorsi diversi.

Breve crestomazia dei piú celebri automi e automatarii

Il Golem

L'origine della storia risale al secolo XVII. Applicando perdute formule della cabala, un rabbino costruì un uomo artificiale, chiamato Golem, che suonasse le campane della sinagoga e facesse i lavori pesanti. Non era, certo, un uomo come gli altri: lo animava appena una vita sorda e vegetativa. Questa durava fino a sera e dipendeva da un'iscrizione magica, messa dietro i denti della creatura, che attraeva le libere forze siderali dell'universo. Una sera, prima dell'orazione della notte, il rabbino dimenticò di togliere il talismano dalla bocca del Golem, e questo, caduto in frenesia, si mise a correre per i vicoli bui strozzando tutti quelli che incontrava. Finalmente il rabbino lo riprese e ruppe il talismano che l'animava. La creatura crollò. Rimase soltanto la rachitica figura di fango, che ancora oggi si vede nella sinagoga di Praga.

GUSTAV MEYRINK, *Der Golem* (1915). Dall'introduzione. Trad. di G. F.

L'Accademia di Lagado

Il primo professore che vidi stava in una vastissima stanza con quaranta discepoli intorno a sé. Dopo i convenevoli, egli, vedendo che osservavo attentamente una macchina che occupava la maggior parte della lunghezza e della larghezza della stanza, disse che forse mi meravigliavo di vederlo lavorare al progresso delle scienze speculative con l'ausilio di operazioni pratiche e meccaniche. Ma il mondo si sarebbe ben

presto accorto dell'utilità di quel meccanismo, ed egli si lusingava che mai pensiero piú nobile ed elevato fosse zampillato da mente umana. Ognuno sa infatti quanto laboriosi siano i comuni metodi per iniziarsi alle arti e alle scienze; con quell'invenzione, invece, l'uomo piú ignorante con una spesa modesta e un po' di fatica fisica poteva scriver libri di filosofia, poesia, politica, diritto, matematica e teologia senza bisogno di essere minimamente aiutato dall'ingegno o dallo studio. Mi condusse poi alla macchina lungo i cui lati eran schierati tutti i suoi discepoli; misurava venti piedi quadrati ed era posta nel mezzo della stanza. La superficie risultava di vari pezzetti di legno, della grossezza di un dado da giuoco, alcuni piú grandi degli altri; sottili fili di ferro li legavano insieme. Su ogni lato di questi cubetti v'era incollato un quadratino di carta, e su questi quadratini eran scritte tutte le parole del loro linguaggio nei vari modi, tempi e declinazioni, ma senza alcun ordine. L'accademico mi pregò allora di star bene attento perché avrebbe fatto funzionare il suo meccanismo. A un suo cenno, gli allievi afferrarono ciascuno una manovella di ferro, essendovene appunto quaranta fissate tutt'intorno ai lati della macchina, e la fecero rapidamente girare: tutta la disposizione delle parole cambiò a un tratto. Egli comandò allora a trentasei dei suoi ragazzi di legger piano le varie righe così come apparivano sulla macchina; e, quando essi trovavano tre o quattro parole in fila che potevano far parte di una frase, le dettavano ai quattro rimanenti discepoli, che fungevano da scrivani. Questa operazione fu ripetuta tre o quattro volte: la macchina era

fatta in modo che, a ogni girata di manovella, le parole cambiavan di posto col rovesciarsi dei cubetti.

Per sei ore al giorno quegli studenti erano occupati in tal lavoro, e l'accademico mi mostrò vari grossi volumi *in folio* già riempiti di frammenti di frasi: egli intendeva riunirle insieme e, per mezzo di questo ricco materiale, dare al mondo un corpo completo delle arti e delle scienze.

J. SWIFT, *L'accademia di Lagado dai Viaggi di Gulliver*, trad. di Ugo Dettore, ed. Rizzoli.

Gli occhi di Olimpia

"Mi ami, mi ami, Olimpia? Solo questa parola: mi ami?" sussurrava Natanaele: ma Olimpia sospirò alzandosi in piedi: "Ah! Ah!..." "Sì, mia pura, mia splendida stella d'amore — disse Natanaele — tu sei sorta per me e in eterno illuminerai il mondo interno della mia anima!" "Ahimé! Ah!" replicava Olimpia, continuando a camminare. Natanaele la seguì: intanto erano giunti davanti al professore. "Lei si è intrattenuto con mia figlia in modo straordinariamente vivace stasera — disse costui sorridendo: — Ebbene, mio caro signor Natanaele, se lei trova piacere nel conversare con questa sciocchina, le sue visite saranno bene accolte."

Natanaele prese congedo, portandosi via nel cuore un intero raggianti splendore.

"Fammi un favore, fratello — gli disse un giorno il suo amico Sigismondo — e dimmi come hai fatto a perdere

il tuo tempo a guardare quella pupatola di legno là di fronte, tu che sei una persona intelligente?"

Natanaele voleva arrabbiarsi, ma rifletté un istante e rispose: "Dimmi piuttosto tu, Sigismondo, come ha potuto sfuggire al tuo occhio, che sa abbracciare acutamente ogni cosa bella, e al tuo puro senso della bellezza la celestiale attrattiva d'amore che emana da Olimpia? Eppure io ringrazio il Cielo di non averti come rivale, altrimenti fra noi avrebbe dovuto scorrere del sangue."

Sigismondo capí chiaramente quali fossero le condizioni d'animo dell'amico, girò con abilità intorno al discorso e, dopo avere detto che in amore non è mai opportuno giudicare l'oggetto, aggiunse: "Tuttavia è per lo meno strano che molti di noi sono su per giù della stessa opinione a proposito di Olimpia. Essa a noi sembra, non avvertela a male, fratello, stranamente rigida e priva di anima. La sua figura è regolare e così pure il suo volto, nessuno lo vorrebbe negare. Potrebbe anche passare per bella, se il suo sguardo non fosse così privo del raggio vitale, direi quasi privo della vista. Il suo passo è stranamente misurato ed ogni suo movimento sembra stabilito da un congegno di ruote. Il suo suonare il piano, il suo cantare hanno la spiacevole cadenza veramente priva di ogni spiritualità delle macchine sonore e lo stesso si può dire della sua maniera di ballare. Insomma codesta Olimpia ci è proprio antipatica in tutti i suoi aspetti e non vorremmo aver niente a che fare con lei: abbiamo l'impressione che essa agisca soltanto all'apparenza come una creatura vivente e che in lei si nasconda un insieme particolarissimo di cose." Natanaele non volle abbandonarsi all'arezza del sentimento che si impadroní di lui a queste parole di Sigismondo, dominò il suo malumore e disse semplicemente con grande serietà di tono: "Può darsi che a voi, gente fredda e prosaica, Olimpia riesca spiacevole. Soltanto ad un animo poetico una simile natura può rivelarsi. Soltanto a me giunge il suo sguardo amoroso e a me irradia pensieri e sentimenti, soltanto nell'amore di Olimpia io ritrovo tutto me stesso. A voi dà fastidio che essa non si diverta in piatte conversazioni, a somiglianza di altri spiriti superficiali. Essa dice poche paro-

le, è vero, ma queste poche parole sono il vero e proprio geroglifico di un mondo interno ripieno d'amore e di conoscenza superiore della vita spirituale nella intuizione dell'eterno al di là. Ma per questo voi non possedete senso alcuno e ogni parola è vana."

"Che Dio ti protegga, fratello!" rispose Sigismondo molto dolcemente, anzi con una certa malinconia. "Ma a me sembra che tu sia su una cattiva strada. Tu puoi contare su di me, se tutto... No, non posso dire di più..."

Olimpia non ricamava né lavorava a maglia, non guardava fuori dalla finestra né dava da mangiare a nessun uccellino, non giocava con nessun cagnolino, tenendoselo in grembo, né con gattini preferiti, non avvolgeva intorno alle sue dita strisce di carta o qualche altra cosa del genere e non aveva bisogno di nascondere con una leggera tosettimana forzata uno sbadiglio. Insomma per ore ed ore essa sedeva con lo sguardo immutabilmente fisso sull'amato, senza muoversi né agitarsi, mentre il suo sguardo si faceva sempre più ardente e vivo. Soltanto quando Natanaele si alzava e le baciava la mano oppure la bocca, essa diceva "Ah! Ah!" e poi: "Buonanotte, mio caro!" "O splendido, o profondo animo — gridava Natanaele nella sua stanza — soltanto da te, da te sola io sono veramente compreso!" E trasaliva per intimo trasporto di entusiasmo, allorché rifletteva a quale meravigliosa armonia e consonanza si facesse ogni giorno sempre più manifesta tra lui e Olimpia, tra i loro spiriti e gli sembrava anzi che dal più profondo del suo proprio animo avesse parlato a lui Olimpia sulle sue opere e sui suoi doni poetici in generale, che la sua voce avesse risonato nel suo stesso animo...

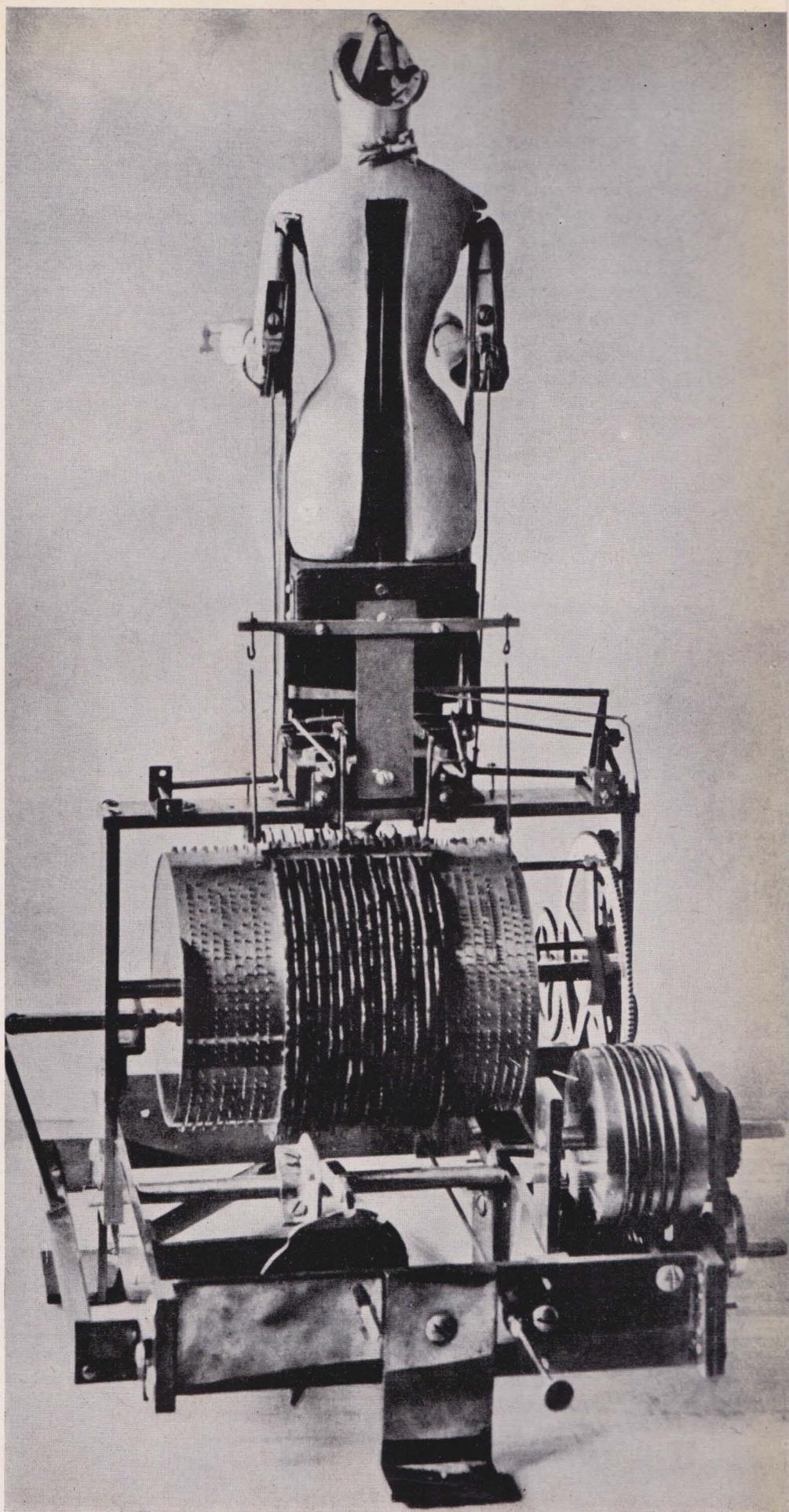
Con il desiderio che gli bruciava nel cuore, Natanaele decise di scongiurare Olimpia subito il giorno seguente perché con chiare parole gli significasse quello che inequivocabilmente da lungo tempo gli diceva il suo puro sguardo d'amore: di voler essere sua per sempre. Si diede a ricercare l'anello, che la madre gli aveva dato separandosi da lui, per offrirlo ad Olimpia quale simbolo della sua dedizione, della sua vita, che lei aveva fatto germogliare e fiorire. Lettere di Clara

e di Lotario gli vennero tra mano nella sua ricerca, le scostò indifferente, trovò l'anello, lo mise in tasca e corse da Olimpia. Già sulle scale, sul pianerottolo intese un chiasso insolito e strano, che sembrava provenisse dallo studio del professore. Un pestare... Uno scricchiolare... Un menar colpi... Un battere contro la porta, frammezzato a imprecazioni e bestemmie... "Lascia andare!... Lascia andare!... Infame!... Scellerato!... Per questo devo averci messo anima e corpo?... Ah! Ah! Ah!... Non era questa la nostra scommessa!... Io, io ho fatto gli occhi!... Io, il congegno d'orologeria!... Povero scemo tu e il tuo congegno d'orologeria! Maledetto cane di un volgarissimo orologiaio, levati dai piedi!... Satana!... Fermati!... Diabolica bestia!... Fermati!... Vattene!... Lascia andare!..."

Erano le voci di Spallanzani e dell'orrendo Coppelius, che a quel modo stridevano e infuriavano una contro l'altra. Afferrato da un'ansia senza nome, Natanaele si precipitò impetuosamente nella stanza. Il professore si era impadronito, stringendola per le spalle, di una figura femminile, mentre l'italiano Coppola la teneva fortemente per i piedi, e l'uno e l'altro la tiravano e la trascinarono qua e là, contendendosi al colmo dell'ira il possesso. Pieno di profondo terrore Natanaele diede un balzo indietro allorché vide che la figura di donna era Olimpia: in preda a un selvaggio fuoco d'ira, egli volle strappare l'amata ai due uomini infuriati, ma in quello stesso istante Coppola si voltò e riuscì con gigantesca forza a rivoltare tra le mani del professore la figura e a strappargliela via, poi con la figura stessa lo colpì d'un colpo talmente terribile che egli barcollò all'indietro e rovinò su un tavolo carico di fiale, di storte, di bottiglie e di recipienti cilindrici di vetro: tutte le suppellettili andarono con fracasso in mille pezzi. Frattanto Coppola si era gettato sulle spalle la figura ed era corso via; facendo risuonare orribilmente la sua risata, scendeva veloce giù per le scale e i piedi della figura, che penzolavano raccapriccianti sugli scalini, producevano rumore come di pezzi di legno.

Muto, irrigidito se ne stava ritto Natanaele: troppo bene aveva visto che il volto di cera di Olimpia s'era fatto pal-

La Suonatrice di timpano nacque in Germania nella seconda metà del Settecento, dalla collaborazione dell'orologiaio Pierre Kintzning e dell'ebanista David Roengten. Nel 1785 divenne proprietà di Maria Antonietta che ne fece una delle sue favorite; volle che indossasse un sontuoso abito ricavato da una sua toilette e avesse capelli presi dalle sue parrucche; la suonatrice eseguì solo musiche di Gluck, l'autore preferito della sovrana. Dopo qualche mese la regina era già stanca di lei e la rivendette all'Accademia delle Scienze; la rivoluzione la confinò in un ripostiglio da cui fu riesumata solo nel 1865, anno del suo passaggio al Conservatorio delle Arti e Mestieri. Riportata al suo primitivo splendore da Robert Houdin nel 1866, la suonatrice di timpano, che qui vediamo «al naturale», è ancor oggi uno dei più raffinati androidi esistenti. L'era della meccanizzazione ne ha fatto una vedette. I suoi «concerti del giovedì» sono stati ripresi dalla radio, dalla televisione e dal cinema; un intero microsolco è stato dedicato al suo repertorio.



lido come quello di un cadavere e non aveva più occhi: in luogo loro due nere cavità. Essa era una bambola senza vita.

Spallanzani si rivoltò sul pavimento: i frammenti di vetro avevano tagliuzzato la testa, il petto e le braccia e quasi da getti di sorgente usciva a fiotti il sangue. Ma raccolse disperatamente tutte le sue forze: "Corrigli dietro, corrigli dietro!... Che cosa stai lì ad aspettare! Coppelius, Coppelius mi ha rubato il mio più bell'automa!... Venti anni ci ho lavorato, ci ho messo anima e cor-

po... il congegno d'orologeria... la parola... il movimento... mio... gli occhi, gli occhi li ha rubati a te... Dannato, scelerato... Corrigli dietro!... Vammi a prendere Olimpia: qui!... Eccoti gli occhi..."

Allora Natanaele s'accorse che sul pavimento giacevano due occhi sanguinosi, che lo fissavano. Spallanzani li afferrò con la mano ferita e glieli gettò addosso ed essi lo colpirono al petto.

E. T. H. HOFFMANN, *L'uomo della sabbia*, dai *Racconti*, trad. Giuseppina Calzocchi Onesti, ed. Bompiani.

Le macchine più perfezionate sono creature degli ultimi cinque minuti...

Al mio ritorno nella capitale, durante le ultime settimane, o piuttosto gli ultimi giorni del mio soggiorno a Erehwon, feci un riassunto in inglese dell'opera che provocò la rivoluzione di cui s'è detto. La mia ignoranza dei termini tecnici mi ha senza dubbio indotto in molti errori, e là dove ho trovato impossibile una traduzione, ho sostituito occasionalmente nomi e idee schiettamente inglesi a quelli originali erewhonian, ma il lettore può contare sulla accuratezza del mio lavoro. Ho creduto meglio inserire qui la mia traduzione.

Così comincia lo scrittore: "Ci fu un tempo in cui la terra era, secondo ogni apparenza, totalmente priva di vita animale e vegetale; quando, stando all'opinione dei nostri migliori filosofi, essa non era che una palla rotonda e infuocata con una crosta in via di raffreddamento. Ora, se un essere umano fosse esistito mentre la terra era in questo stato e avesse potuto vederla come se fosse un altro mondo col quale egli non avesse nulla in comune, e se al tempo stesso fosse stato del tutto ignaro di scienza fisica, non avrebbe forse dichiarato impossibile che creature in possesso d'un barlume di coscienza potessero evolversi dal tizzone che stava contemplando? Non gli avrebbe forse negato di contenere una possibilità di coscienza? Pure con l'andar del tempo venne la coscienza. Non è dunque pos-

sibile che si possano trovare vie ancora sconosciute per la coscienza, anche se per ora non possiamo scoprirne alcun segno?"

"Il fatto che le macchine possiedano oggi pochissima coscienza" per citare le sue parole — "non ci garantisce affatto contro lo sviluppo finale della coscienza meccanica. Un mollusco non ha molta coscienza. Si pensi allo straordinario progresso che hanno fatto le macchine negli ultimi cento anni, e si noti con quanta lentezza progrediscono il regno animale e vegetale. Le macchine più perfezionate sono creature non tanto di ieri quanto degli ultimi cinque minuti, se così si può dire, in confronto al passato. Poniamo, ad esempio, che esseri dotati di coscienza esistano da circa venti milioni di anni: si vedrà quali passi da gigante hanno fatto le macchine negli ultimi mille! Il mondo non può forse durare altri venti milioni di anni? Se è così, che cosa non diventeranno alla fine? Non è più sicuro stroncare il male sul nascere, proibendo alle macchine ulteriori progressi?"

"Ma tornando al mio ragionamento, vorrei ripetere che non ho paura di nessuna delle macchine esistenti: ciò che mi fa paura è la straordinaria rapidità con la quale esse s'avviano a diventare qualcosa di molto diverso da ciò che sono in questo momento. Nessuna categoria di esseri ha mai compiuto in passato un così rapido movi-

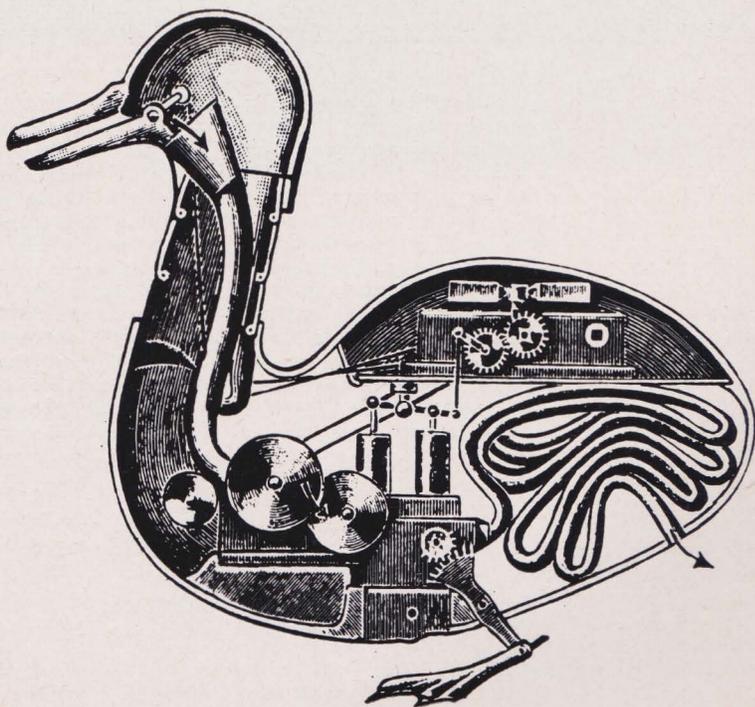
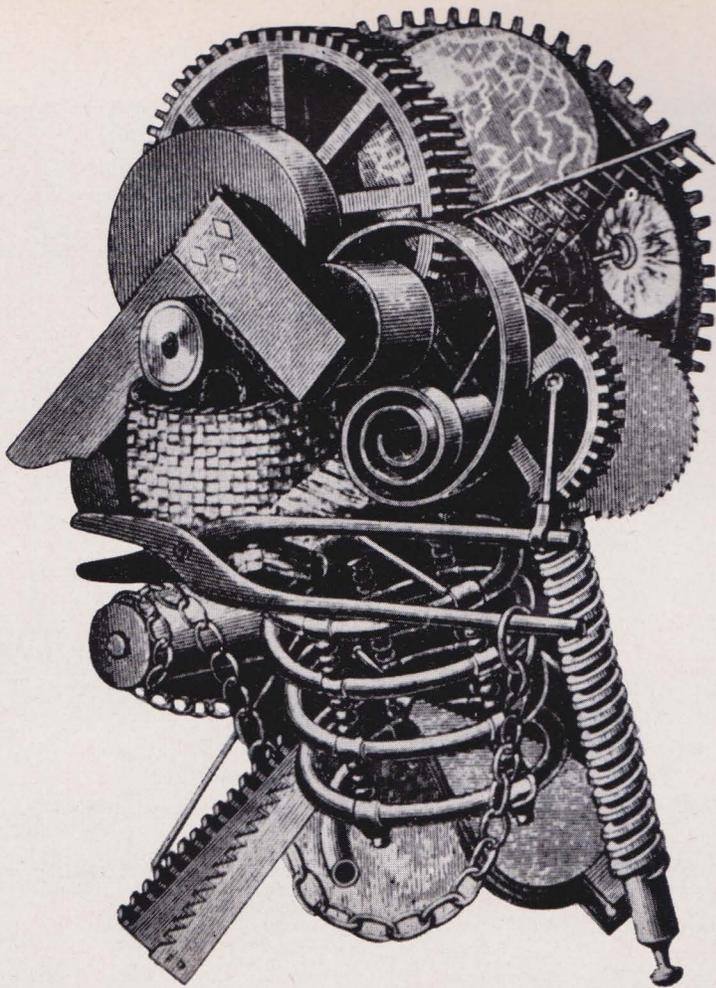
mento in avanti. Questo movimento non dovrebbe essere osservato gelosamente, o fermato finché siamo in tempo per farlo? E non è necessario, a tal fine, distruggere le macchine più avanzate che sono in uso oggi, anche se si ammette che sono in se stesse innocue?"

"Finora le macchine hanno ricevuto le loro impressioni attraverso la mediazione dei sensi dell'uomo: una locomotiva in movimento si segnala a un'altra locomotiva con uno stridulo grido d'allarme, e quest'ultima si fa da parte immediatamente; ma è attraverso le orecchie del macchinista che la voce dell'una ha agito sull'altra. Non fosse stato per il macchinista, la locomotiva chiamata sarebbe stata sorda a quella che la chiamava. Un tempo dovette sembrare altamente improbabile che le macchine riuscissero a imparare a esprimere i loro bisogni con dei suoni, sia pure attraverso le orecchie dell'uomo: non possiamo dunque immaginare un giorno in cui di tali orecchie non si avrà più bisogno, e l'udito sarà fornito dalla delicatezza della costruzione stessa della macchina — quando il suo linguaggio si sarà sviluppato dal grido dell'animale a un discorso intricato come il nostro?"

"È possibile che, allora, i bambini impareranno dalla mamma e dalla nutrice il calcolo differenziale, come ora imparano a parlare, o che ragioneranno in linguaggio ipotetico, oppure che, appena nati, saranno padroni della regola del tre, ma non è probabile: non possiamo contare su un corrispondente sviluppo delle forze intellettuali o fisiche dell'uomo che faccia da contrappeso al progresso di gran lunga più ricco che sembra in serbo per le macchine. Alcuni diranno che l'influenza morale dell'uomo basterà a controllarle, ma non credo che si potrà, senza pericolo, riporre molta fiducia nel senso morale di qualunque macchina.

"E poi, la gloria delle macchine non potrebbe consistere nel fare a meno di quel magnifico dono del linguaggio? 'Il silenzio,' ha detto uno scrittore, 'è una virtù che ci rende simpatici ai nostri simili.'"

"Si dice da alcune persone con le quali ho discusso questo problema che le macchine non potranno mai giungere a un'esistenza animata o quasi ani-



L'automata ottocentesco riprodotto a destra, in alto, è un frutto della scuola di Jacques Vaucanson (1709-1782), il grande meccanico francese che, occupandosi di automi per divertimento, creò i tre pezzi più famosi del Settecento: il Suonatore di flauto, il Pastore provenzale e la celeberrima Anitra (a destra in basso), che, finita nel 1738, fu così annunciata: « Un canard artificiel en cuivre doré qui Boit, Mange, Croûasse, Barbote dans l'eau & fait la digestion comme un canard vivant ». Vaucanson aveva voluto costruire una « anatomia vivente » e l'aveva realizzata in rame dorato e traforato perché gli spettatori potessero seguire il processo di digestione. « Il mio scopo, diceva l'autore, è quello di dimostrare una macchina, più che di mostrarla semplicemente. » Il successo fu prodigioso. La stampa si meravigliò e tutta Parigi volle vedere questo « capolavoro dell'ingegno umano », che aveva sorpreso Voltaire. Ma Vaucanson si disinteressò molto presto della sua opera; nel 1743 vendette l'anitra e gli altri automi a un certo Dumoulin che la portò in giro per l'Europa per molti anni. Nel 1785 la ritroviamo nelle mani del celebre collezionista tedesco Beireis, medico e professore all'Università di Helmstad. Presso di lui, ormai decrepita e sconnessa, la vede Goethe, il poeta che aveva cantato la creazione dell'homunculus, e ne parla nel suo diario. Alla morte di Beireis, Napoleone rivendica alla Francia la proprietà di quell'« ineguagliato monumento del genio francese ». Ma non se ne fa nulla. L'anitra diventa leggendaria. Prima che sparisca per sempre si ritrovano le sue tracce in Germania e anche in Francia, dove nel 1860 viene esposta una misteriosa « anitra restaurata », attribuita a Vaucanson.



Uno straordinario esperimento di levitazione nella collezione di automi di M. Muller a Pau. Così lo descrive Alfred Chapuis: «L'ipnotizzatore (alto 77 cm.) sta in piedi tenendo in una mano una bacchetta e nell'altra un cerchio. Davanti a lui, su un divanetto, è distesa una donna; sbatte le palpebre e si fa aria con un ventaglio. Ma l'ipnotizzatore si piega su di lei, guardandola fissa, descrivendo delle orbite con la bacchetta. La donna smette di agitare il ventaglio, chiude gli occhi, poi tutt'a un tratto si stacca dal divano e si solleva nell'aria, senza che nulla in apparenza la sostenga. L'ipnotizzatore fa passare il corpo della dormiente attraverso il suo cerchio più volte, poi la donna ridiscende, riapre gli occhi e ricomincia ad agitare il ventaglio, mentre l'ipnotizzatore rialza il capo verso il pubblico, tornando a muovere gli occhi e le labbra».

mata, perché non hanno un sistema riproduttore, e sembra probabile che mai ne possederanno uno. Se con ciò si vuol dire che le macchine non possono amogliarsi, e che, per quanto noi lo desideriamo, non ci sarà mai dato di vedere la feconda unione di due locomotive, con i piccoli che giocano davanti alla porta della rimessa, sono pronto ad ammetterlo. Ma non è davvero un'obiezione molto profonda. Nessuno s'aspetta che tutte le caratteristiche degli organismi viventi si ripetano esattamente in una specie interamente nuova di esseri. Il sistema riproduttore degli animali è molto diverso da quello delle piante, ma l'uno e l'altro sono sistemi di riproduzione. La natura ha forse esaurito tutte le fasi di questo suo potere?"

A questo punto c'era una lunga digressione intraducibile sulle diverse razze e famiglie delle macchine già esistenti. L'autore cercava di sostenere la sua teoria sottolineando le rassomiglianze esistenti in macchine di carattere completamente diverso, il che serviva a dimostrare la discendenza da un comune antenato. Distingueva le macchine in generi, specie, sottospecie, varietà, sottovarietà e così via. Dimostrava l'esistenza di anelli di congiunzione tra macchine che sembravano aver ben poco in comune, e metteva in evidenza il fatto che molti di questi anelli, prima esistenti, fossero ora scomparsi. Sottolineava certe tendenze alla regressione, e la presenza in molte macchine di organi rudimentali, scarsamente sviluppati e del tutto inutili, che pertanto servivano a segnalare la discendenza da un antenato in cui tale funzione era utile...

"Ma ho sentito dire: 'ammesso che sia così e che la macchina a vapore abbia una forza sua, nessuno potrà però affermare che abbia una sua volontà.' Ahimè! se consideriamo la cosa più attentamente, troveremo che questo non contraddice la supposizione che la macchina a vapore sia uno dei germi di una nuova fase di vita. C'è forse qualcosa in questo e negli altri mondi che abbia una sua volontà? C'è solo l'Ignoto e l'Inconoscibile!..."

SAMUEL BUTLER, *Erewhon*, trad. di Giancarlo Bonacina.

Il giocatore di scacchi di Maelzel

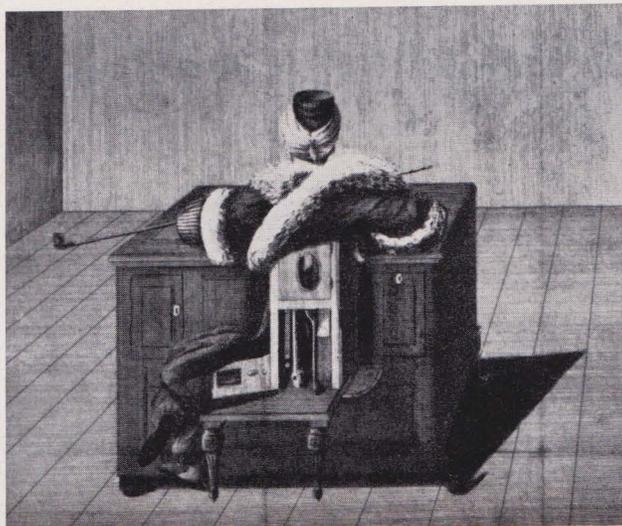
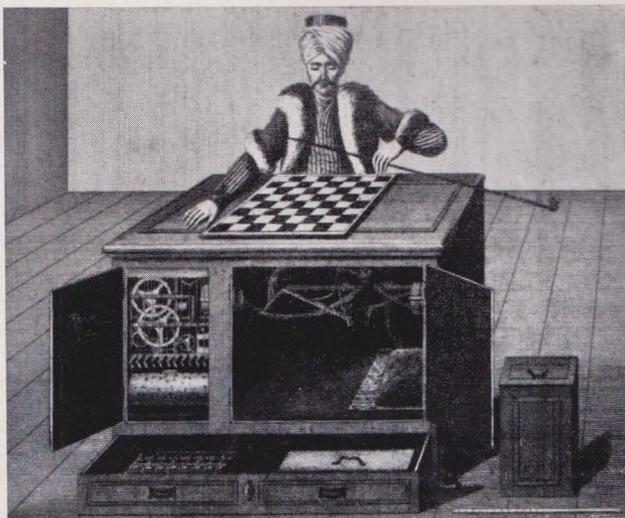
Le operazioni aritmetiche o algebriche, per la loro stessa natura, sono fisse e determinate. Stabiliti dei dati, necessariamente e inevitabilmente si avranno determinati risultati. Questi risultati non dipendono e non sono condizionati da null'altro che dai dati posti all'inizio. Per risolvere il problema si procede, o si dovrebbe procedere, al risultato finale attraverso una successione di operazioni fissate, che non si possono né modificare né cambiare. Stabilito questo, non sarà difficile pensare alla possibilità di costruire un meccanismo che, messo in moto in accordo con i dati del problema da risolvere, compia dei movimenti regolari, progressivi e costanti fino alla soluzione finale, dal momento che questi movimenti, per quanto complessi, non possono essere immaginati altrimenti che finiti e determinati. Ma il caso del giocatore di scacchi è completamente diverso. Qui non si verifica una progressione determinata. Nel gioco degli scacchi nessun movimento segue necessariamente un altro...

Ora, ammesso che i movimenti dell'automa giocatore di scacchi siano fissi, essi dovrebbero essere necessariamente interrotti e disturbati dalla volontà libera dell'avversario...

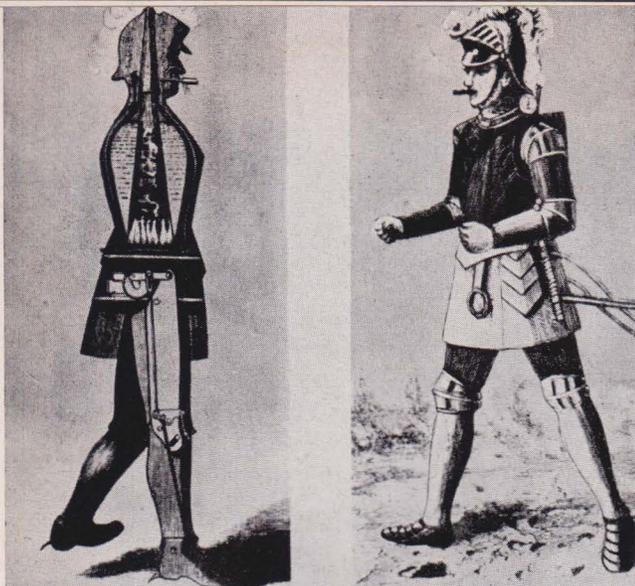
È positivamente certo che le operazioni dell'automa vengono regolate unicamente dall'intelligenza umana. Questo può essere dimostrato a priori con la matematica. L'unica cosa da scoprire resta allora il modo in cui agisce l'intervento dell'uomo...

Quando la macchina viene fatta ruotare per permettere agli spettatori di esaminare la parte posteriore del turco e, sollevata la tendina, vengono aperti gli sportelli del tronco e del bacino, possiamo vedere che all'interno c'è una quantità di meccanismi. Esaminandoli mentre l'automa era in moto, cioè mentre l'intera macchina si muoveva sulle ruote, ci sembrò che alcune parti del meccanismo cambiasse forma e posizione in un modo eccessivo perché si potesse attribuirlo alle leggi della prospettiva; esami successivi ci convinsero che queste alterazioni abnormi erano da attribuirsi a specchi posti all'interno del tronco. L'introduzione di specchi nel meccanismo non può certo essere stata fatta nell'intento di agire direttamente sul meccanismo stesso. La loro azione deve necessariamente riferirsi agli occhi degli spettatori. Potemmo così giungere alla conclusione che questi specchi erano messi allo scopo di moltiplicare illusoriamente i pochi pezzi di meccanismo situati nel tronco in modo da dare l'impressione che esso fosse tutto pieno di congegni. La conclusione diretta di ciò è che questa macchina non è una pura macchina. Se così fosse, l'inventore, invece di voler fare apparire complesso il meccanismo, e usare l'inganno per ottenere questo risultato, avrebbe cercato in ogni modo di convincere i testimoni della sua esibizione, di quanto semplici fossero i mezzi con cui otteneva risultati tanto straordinari.

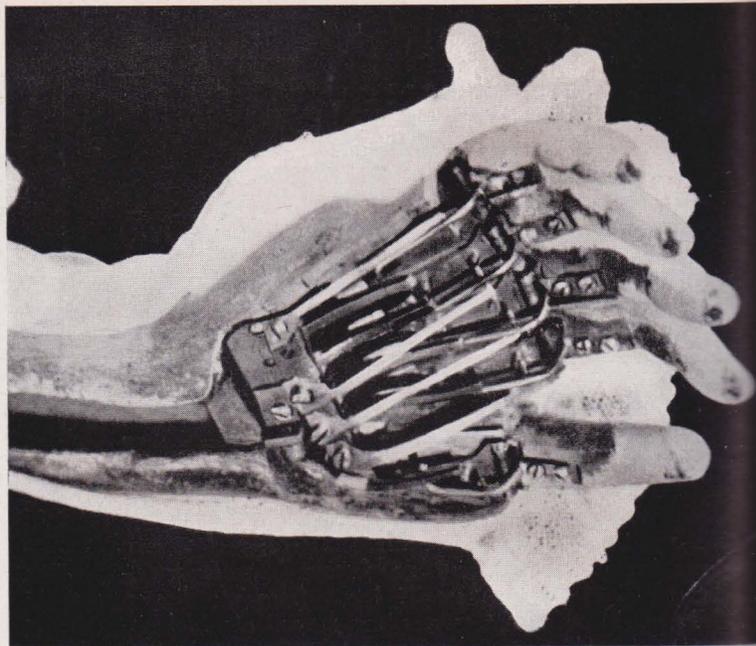
E. A. POE, trad. di Gabriella Ferrario



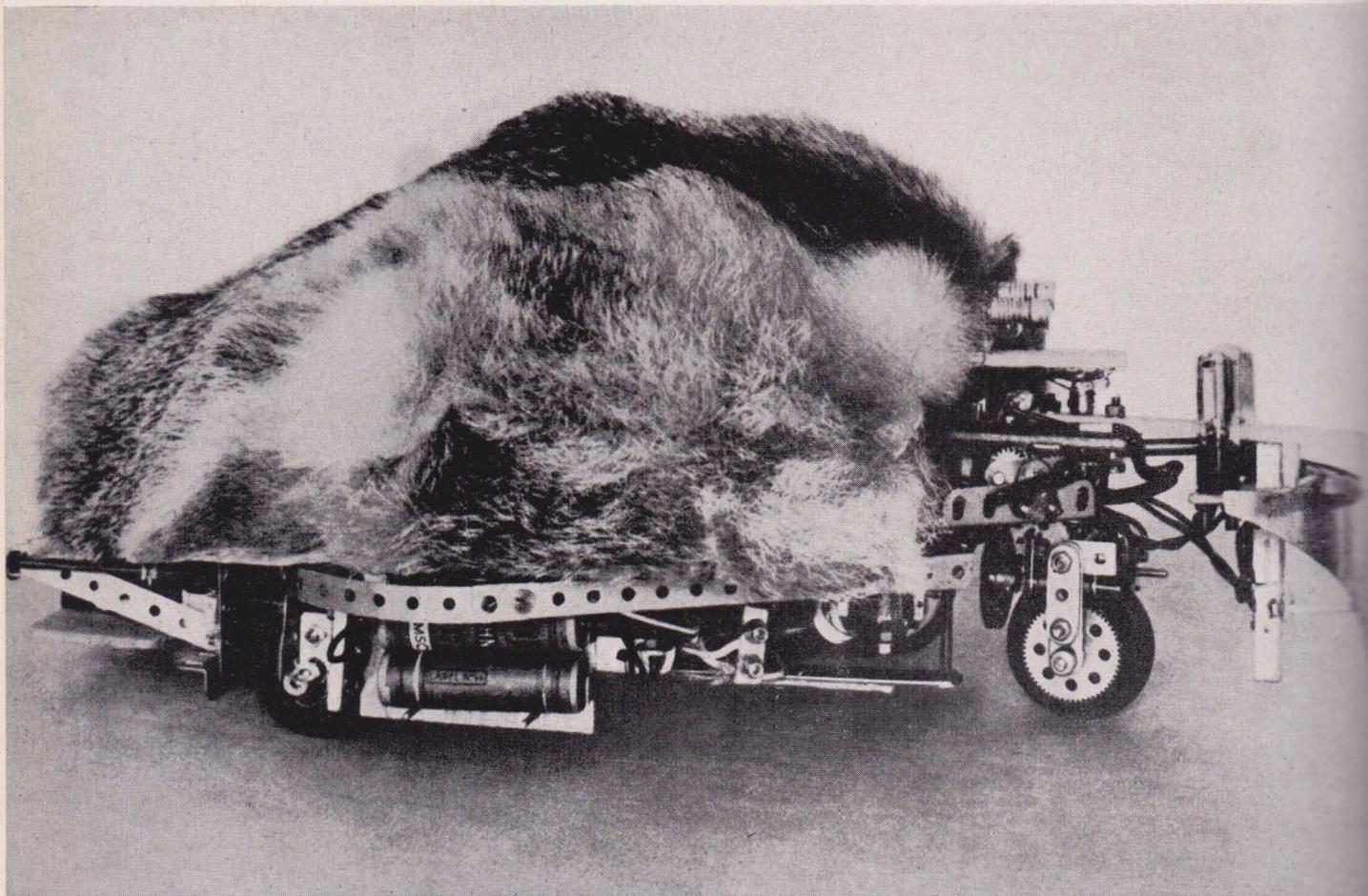
Il Turco del Barone tedesco Von Kempelen (1734-1804), seduto a gambe incrociate davanti a una scacchiera, affrontava qualsiasi avversario agli scacchi e sempre lo vinceva. Prima della partita il barone apriva una serie di sportelli e mostrava l'interno del cofano, nel quale si poteva ammirare un gioco intricatissimo di leve e ingranaggi, per dimostrare l'inesistenza di trucchi. Dato lo straordinario successo dell'androide, l'imperatore d'Austria, Giuseppe II ordinò a Von Kempelen di curare le « pubbliche relazioni » della corte asburgica, girando per le Corti d'Europa; il turco ebbe così la ventura di giocare con molte teste coronate, ma suscitò le ire di Caterina di Russia che, accusandolo di lesa maestà, lo condannò alla fucilazione. Ma il turco riapparve molti anni dopo nelle mani del meccanico Leonard Maelzel; fu presentato a Londra, Milano, Parigi e al numero delle sue vittime si aggiunse Napoleone. Le ultime notizie di lui riferiscono del suo lungo giro in Sudamerica. Ma secondo voci incontrollate sarebbe stato visto in circolazione ancora nell'ultimo dopoguerra.



L'automata ottocentesco si è sempre ingegnato di riprodurre esteriormente l'aspetto dell'uomo. Un grande numero di automi uscì nel secolo scorso dall'atelier parigino di Jean Roullet o dalle mani di Rechsteiner.



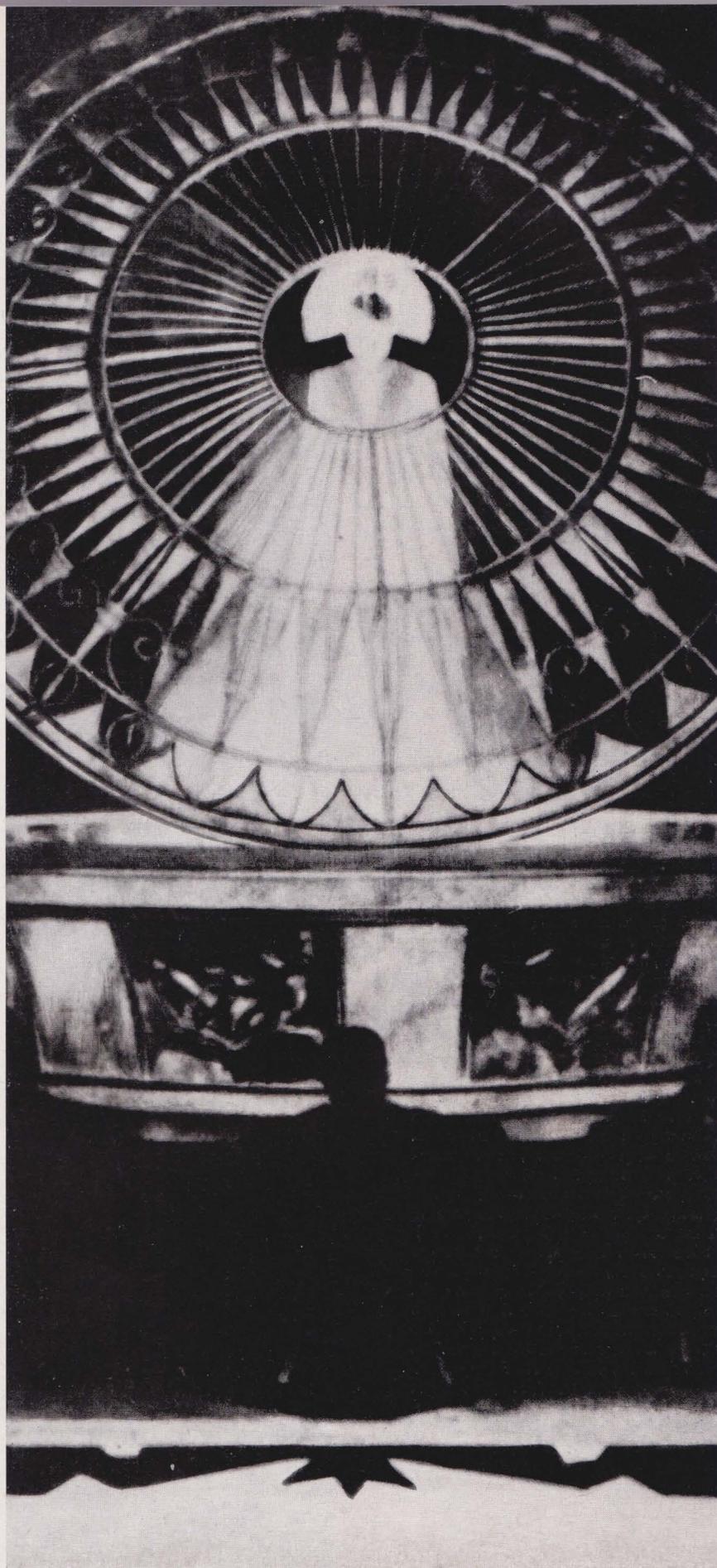
La mano della Suonatrice di cembalo, uno dei tre famosi androidi creati da Pierre Jacquet-Droz nel Settecento. Nel particolare il meccanismo che permette l'articolazione delle dita.



La Volpe cibernetica di Albert Ducrocq « si muove in modo autonomo, perché la ruota anteriore — direttrice e motrice — si trova proprio sotto al collo, mentre la sua testa ha un campo di esplorazione di 180° ».

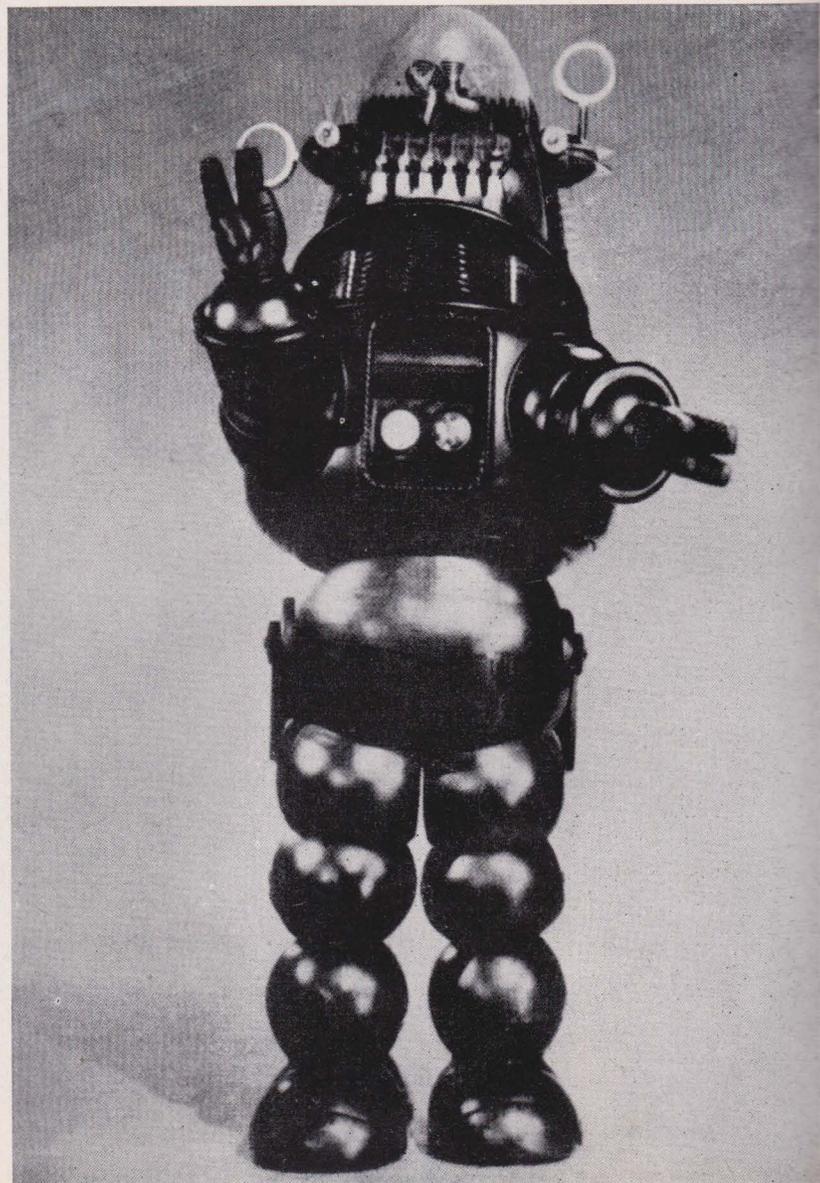
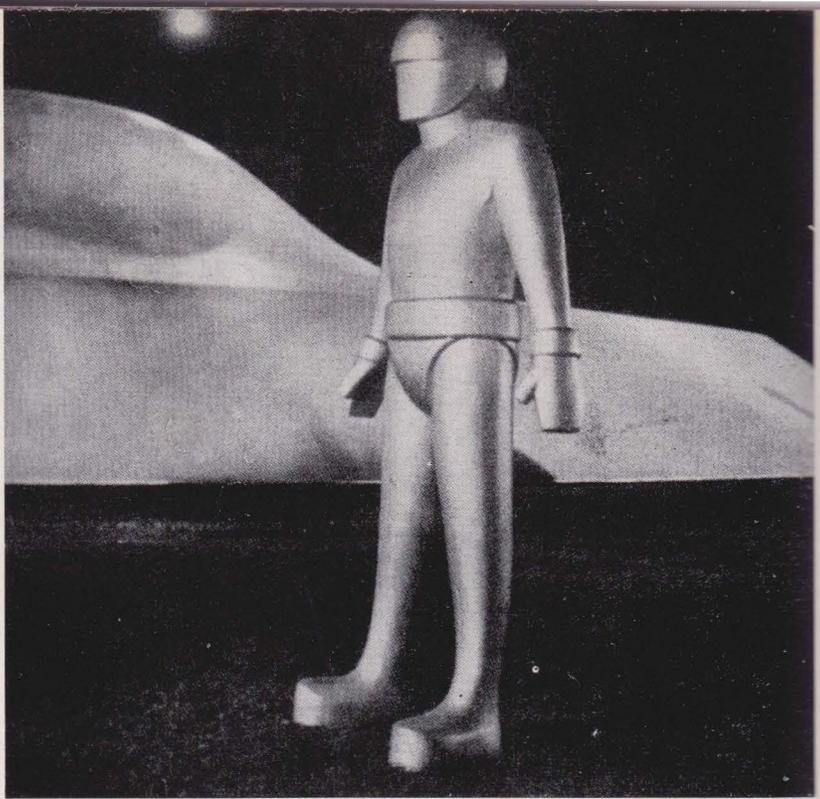
Le caratteristiche principali sono la determinazione del suo comportamento per sintesi del passato e del presente, il gioco di una memoria integrativa e la discontinuità della percezione.

Maria, la creatura artificiale del film «Metropolis» di Fritz Lang (1926), è un robot interamente costruito con congegni di acciaio come gli automi del Settecento. Seppure umanizzata, non perde agli occhi degli spettatori il suo aspetto meccanico: doppiamente meccanizzato dell'essere umano è nello stesso tempo una caricatura della macchina, come il golem fatto con la terra era una caricatura dell'uomo. La falsa Maria viene creata da uno scienziato della mitica Metropolis, la città-grattacielo dove i signori del mondo vivono un'orgia sfarzosa, mentre nei sotterranei il coro della razza inferiore, gli operai-schiavi, lavora per il loro benessere. L'inventore Rothwang costruisce la sua Eva futura, come l'andreide di Villiers de l'Isle-Adam, sull'immagine di una donna, una salvazionista messianica, e le fa incitare gli schiavi alla rivolta. Costoro, spezzando le macchine, provocano delle catastrofi di cui sono per primi le vittime. Nel film di Lang il robot prende le caratteristiche, che conserverà nei film americani di fantascienza, di una forza distruttrice che provoca enormi catastrofi. Il lato originale è nella carica erotica che si manifesta nella sequenza del festino orgiastico ripreso a destra, in cui la falsa Maria sorge dal sole e si offre agli adoratori pronti a sacrificarsi per lei.



Il robot dell'ultimo cinema discende dal golem medioevale e dagli automi del Settecento. Modernizzandosi ha perso gli abbellimenti del manichino, destinato a meravigliare, per ridursi a una macchina puramente utilitaria. Non ha più bisogno di ornamenti poiché ha ormai soltanto le funzioni di un servo la cui origine meccanica non può offendere gli sguardi. I robots continuano a essere ispirati all'uomo, con le braccia, le gambe, il tronco e il cervello, ma la loro grottesca figura metallica suggerisce la riduzione dell'uomo a condizione di macchina. Disumanizzati, meccanici, fanno paura. Una volta sfuggiti al controllo dell'uomo possono essere causa di terribili disastri. Eppure basta toglier loro la fonte di energia per paralizzarli. Il nuovo robot, a differenza del golem, dipende strettamente dall'uomo e non ha una vita propria. La guardia del corpo Klatoov in «Ultimatum alla terra» di Robert Wise (1951) (foto in alto) è l'esemplare modello di questo tipo di robot. Robby, il robot di «Pianeta proibito» (Fred Mc Leod Wilcox, 1956), che vediamo nell'altra foto è già una macchina perfezionata che evoca l'idea di tempi futuri, e sembra appartenere veramente a un altro mondo, quello della cibernetica pura.

168



Vedete: l'Idolo ha piedi d'argento, come una bella notte

Prefazione originariamente scritta per Ève future: questi frammenti, di cui sono stati perduti due fogli, costituiscono l'ultima parte dell'avvertenza al lettore.

Nel corso di quest'opera si presentavano tuttavia diversi problemi puramente matematici che doveva risolvere Edison. Mi trovavo dunque di fronte alla alternativa di fare, scientificamente, divagare un poco l'aspetto ingegnoso del nostro stregone, per riuscire intelligibile alla maggior parte dei lettori mondani, o di deporre, all'improvviso, la penna e, munito di gesso, passare alla lavagna: cioè d'impiegare, d'un tratto, in un'opera essenzialmente filosofica e letteraria, la lingua rigorosa e severa dell'algebra; di sovraccaricare intere pagine con i segni del calcolo integrale, di cessare in definitiva di essere leggibile per i piú.

Dovevo, senza essere giustamente tacciato di iattanza pretenziosa, o anche pedante, rendere irti di interminabili operazioni tecniche, per esempio, i capitoli intitolati: "la Démarche", l'"Équilibre", etc? — di operazioni che per forza di cose mi avrebbero costretto a non parlare che di potenziali, di potenze, di derivate, di fattoriali, di coefficienti, etc., corredati di una miriade di cifre, di lettere, di espressioni logaritmiche, che inaspettatamente avrebbero mutato l'aspetto normale di una pagina tipografata in quello di un'armata di scarabei con le zampe in aria?

Non solo ciò avrebbe significato di struggere la NECESSARIA armonia del tono di questo libro — tono leggero, ammesso che ci fosse — e sconvolgere la sua composizione, ma avrebbe anche implicitamente significato esigete dai miei futuri lettori un'erudizione che io stesso sono lungi dal possedere. Mi sarebbe certo stato concesso di pregare qualche grande studioso di fenomeni elettrici — Marcel Desprez, per esempio — e, per la parte meccanica, alcuni dei nostri ingegneri piú

preparati, di rettificare, con una semplice occhiata, gli errori colossali che, in questa ipotesi, non avrei certo evitato. Ma, procedendo in tal modo, l'opera non era piú *QUALE LA VOLEVA LA MIA CONCEZIONE D'INSIEME*. Inoltre, se per la lettura del libro diveniva indispensabile tenere a portata di mano i nove *in folio* di Hoërte Wronski, insieme a dizionari di matematica e di elettricità, rischiavo in particolare di non avere lettrici.

... Non conosco [rispetto a *Eve future*] né precedenti, né congeneri, né simili. Per quanta collera, per quanta indifferenza susciti, sono fermamente convinto che non sia di quelli che si dimenticano, giacché il contenuto delle sue cupe pagine non ha a che fare col famoso *DE OMNI RE SCIBILI* (¹), ma con l'*ET QUIBUSDAM ALIIS*.

III - La démarche

Incessu patuit dea
VIRGILIO

All'ingiunzione del suo amico, l'ingegnere riaffermando le grandi pinze di vetro: "Il tempo stringe," disse, "e avrò appena il tempo di darvi un'idea generale della possibilità di Hadaly; ma questa idea sarà sufficiente: tutto il resto non è che questione di manodopera. Ciò che è bene constatare è la semplicità, realmente favolosa, dei mezzi di cui mi sono servito nel mio tentativo.

In breve, ho messo il mio orgoglio a provare, qui, la mia ignoranza agli ammirabili scienziati che onorano la nostra specie.

Vedete: l'Idolo ha piedi d'argento, come una bella notte. Il loro *manierismo* non attende che il derma nevoso, la protuberanza dei malleoli, le un-

(¹) Cfr. PASCAL, *Pensées*, 72.

ghie rosate e le vene di quelli, non è così? della vostra bella cantante.

Soltanto, anche se sembrano leggeri nel loro procedere, lo sono meno in realtà. La loro pienezza interiore è realizzata dalla grave fluidità dell'argento vivo. Questa ermetica maglia di platino, che li continua, è riempita del liquido metallo e sale, restringendosi, sino alla nascita del polpaccio, di modo che tutta la pesantezza ricade sul piede stesso. In poche parole, sono due piccoli calzari di cinquanta libbre e tuttavia capricciosi in modo quasi infantile. Paiono d'una leggerezza di uccello, tanto si prende gioco di queste due perfezioni future la potente elettro-calamita che li ispira e che anima il movimento crurale.

L'armatura è separata alla vita, che questo velo nero cingeva poco fa, da questa linea curva, composta da una quantità di vilucchi d'acciaio molto corti e molto fini, che collegano, sotto i fianchi, il sistema crurale alla vita stessa e all'estremità dell'addome. Questa cintura, come vedete, non è circolare: è di un ovale inclinato in avanti, come la linea inferiore di un corsetto prolungato sino alla punta.

Ciò dà alla vita dell'Andreide (ricoperta della sua carne resistente e insieme elastica) quella flessione graziosa, quella ondulazione ferma, quel modo di ancheggiare che sono così seducenti in una semplice donna. Notate bene che essi sono convessi alla vita e concavi sul davanti, il che, grazie alla tensione di questi fili d'ottone, attorno alle reni, non solo non le impedisce affatto di tenersi ritte come un pioppo slanciato, ma permette anche tutti i movimenti laterali tipici del suo modello. Tutte le ineguaglianze di questi vilucchi preziosi sono calcolate; ciascuno di essi viene percorso dalla corrente centrale, secondo le ondulazioni del busto vivente che detterà loro le sue inflessioni personali in base alle loro incrostature sul Cilindro-motore.

Sarete sorpresi dell'identità del fascino che esse spargono nei loro atteggiamenti! Se dubitate che la "grazia" femminile dipenda da simili inezie, esaminate il corsetto di miss Alicia Clary e fate la differenza del portamento o della *linea* del corpo senza questa guida artificiale! Vedete, ci sono alcune

di queste ineguali flessibilità a tutte le articolazioni, soprattutto a quelle delle braccia, i cui abbandoni infiniti mi sono costati lunghe veglie.

Notatele, quelle del collo: unite ai movimenti trasmessi dai fili percorsi dalla corrente, esse sono, credo, di una perfetta morbidezza di forme. È il cigno femminile: il grado di affettazione si misura esattamente.

Tutta questa ossatura d'avorio non è deliziosamente rifinita? Questo affascinante scheletro è unito all'armatura da questi anelli di cristallo, entro i quali si muove ogni osso sino al grado di intensità del movimento desiderato.

Prima di dirvi come si alza l'Andreide, supponiamola in piedi e immobilizzata. Formulate il voto che cammini sino a una distanza prevista, inscritta in essa secondo la lunghezza dei suoi passi. Ho detto che vi basterà comandare a un anello, l'ametista, perché la scintilla-occulta si utilizzi in movimento. Ecco, innanzitutto, l'esposizione brutta, *senza commento*, del teorema fisico presentato dalle seguenti figure dell'Andreide: sono i *mezzi* del suo movimento — la cui evidente possibilità dovrà emergere *poi* nella dimostrazione —, che io aggiungerò.

All'estremità del collo di ogni femore, ecco una rotella d'oro, leggermente concava, piuttosto simile al coperchio di un orologio e della dimensione di una moneta da un dollaro.

Sono entrambe impercettibilmente inclinate l'una verso l'altra e montate su un lungo perno mobile incluso nell'osso femorale.

In riposo, la parte alta di questi due perni supera i colli dei femori di circa due millimetri, il che produce *la non aderenza dei due dischetti d'oro con i colli*.

I B dei loro diametri — che vengano in A dall'anca interna dell'Andreide — sono congiunti da questa scanalatura molto concava, in lamelle d'acciaio, che consente il movimento con i suoi rientrati perpetui e in mezzo alla quale si trova, in questo momento, allo stato libero, questo sferoide di cristallo. Questo globo è del peso di circa otto libbre a causa del suo centro ermeticamente riempito di argento vivo. Alla minima mobilità dell'Andreide, scivola incessantemente, in questa

scanalatura, dall'uno all'altro di questi dischetti d'oro.

Considerate, ora, alla sommità di ogni gamba, questa piccola biella d'acciaio, spaccata in due e le cui due parti, dal di sotto, si muovono senza difficoltà in un centro o mozzo d'acciaio. Un'estremità è indissolubilmente congiunta alla scissione dorsale interna dell'armatura — cioè *al di sopra* della cintura di flessibilità —; l'altra, al bordo anteriore interno di ogni gamba.

Giacché l'Andreide è distesa, le due bielle si trovano, in questo momento, piegate, sui loro centri, in angolo acuto — e ciò nella parte del suo corpo che è divinizzata nella Venere Callipigia. Notate che questo mozzo d'acciaio, che forma la punta dell'angolo, è *più basso* delle due estremità delle bielle.

Osservate questi due solidi intrecci di fili d'ottone, che sostengono la parte interna dell'armatura, dall'altezza dei polmoni — ognuno dei quali termina nel punto in cui la parte anteriore delle bielle si salda a ogni gamba. Là, questi fili d'ottone formano una spirale, la quale scivola, come nodo scorsoio, *sul davanti* della biella.

Quando l'armatura è chiusa, queste sbarre pettorali d'acciaio, approntate a mo' di sistema costale nel davanti interno dell'armatura, sovratendono e ritengono questi due intrecci, isolandoli da tutti gli altri congegni attraverso i quali passano sotto i fonografi.

In fondo, è, *press'a poco*, il processo fisiologico del movimento umano, e, benché in noi siano più occulti, questi mezzi di locomozione non differiscono dai nostri che *nella loro APPARENZA ai nostri occhi. Del resto, cosa importa! purché l'Andreide cammini...*

Gli intrecci di questi fili d'acciaio sono sufficienti per attirare il peso del busto *subito un po' in avanti* quando il movimento è sollecitato.

Sopra l'angolo delle bielle, ecco le calamite, ognuna delle quali è in comunicazione con questo filo, ed ecco, ora, il Filo generatore del Movimento; è direttamente in relazione con il congegno dinamo-elettrico dal quale non è separato che di tre centimetri, esattamente lo spessore dell'isolatore, quando questo s'interpone fra la corrente e il filo.

Tale induttore si prolunga sino all'altezza toracica. Là, i due fili che corrispondono alle calamite di ogni gamba aspettano l'impulso della corrente dinamica: ciascuno lo riceve, *solamente per conto suo, giacché l'uno non si elettrizza se non si interpone l'isolatore dell'altro*.

Eccetto quando l'Andreide è distesa o quando l'isolatore è interposto fra il filo generatore e le calamite, lo sferoide di cristallo è sempre in viaggio, da un dischetto d'oro all'altro, imprigionato nella concavità della scanalatura che si tende e si piega secondo i movimenti delle gambe. La gamba che riceve il cristallo sulla sua rotella si tende, di conseguenza, per prima.

Detto ciò, dimostriamo ora ciò che è necessario per comprendere tale esposizione.

Supporremo che, grazie al leggero movimento drastico interno, impresso dalla sollecitazione elettrica dell'ametista, lo sferoide vada a porsi sul disco della gamba destra — secondo il *caso* imponderabile che lo spinge a ciò.

Il disco, nella sua non aderenza, piega sotto il peso del globo; il suo lungo perno rientra nell'osso femorale, provocando così l'aderenza del disco e del collo del femore. L'estremità bassa di questo perno disisola, piegando, il filo induttore di questa gamba. Questo riceve dunque l'azione del generatore.

Il fluido arriva alla calamita dall'articolazione crurale superiore e ne moltiplica istantaneamente la potenza. Questa calamita attira dunque con violenza la spaccatura centrale interna della biella, il mozzo di ferro acciaio: la biella si tende, di conseguenza — in linea retta e all'istante stesso —, con una forza calcolata, che provoca così la tensione della gamba alla quale è saldata. Questa si tende sulla sua articolazione, ma rimarrebbe sospesa in aria se il peso del corpo, attirato dal nodo scorsoio della spirale dei fili d'ottone (che si tende sulla parte anteriore della biella), non si portasse in avanti verso la gamba mossa: questa, sollecitata dal peso del suo calzare e del suo piede e sotto lo sforzo del busto, pone, necessariamente, questo piede sulla terra, in un passo di circa quaranta centimetri. A

suo tempo vi dirò perché l'Andreide non cade da una parte o dall'altra.

Nel momento preciso in cui il piede tocca terra, un'emissione dinamica giunge alle calamite dell'articolazione d'acciaio-ferro del ginocchio: quindi il ginocchio si tende, a sua volta, nella sua rotula.

Nessun sobbalzo nell'insieme di questa doppia tensione, perché questa si succede! Una volta che la gamba si è ricoperta della sua carnagione, che ha tutta l'elasticità della carne, è il movimento umano stesso. C'è movimento brusco nella distensione del nostro femore, ma tale movimento è attenuato dall'allentamento del ginocchio che non si tende che ulteriormente, come nell'Andreide. Fate muovere le articolazioni di uno scheletro: vi sembreranno brusche e automatiche. È la carne, ancora una volta, e anche le vesti, che addolciscono tutto ciò.

L'Andreide, una volta messo il piede a terra, resterebbe dunque immobile in questa situazione, se il fatto stesso della tensione del ginocchio non spingesse fuori, di tre centimetri circa sopra l'osso femorale, il perno delle rotelle d'oro sulla quale è rimasto il globo di cristallo. La rotella, rialzata in questo modo, e non essendo più mantenuta a piombo sul suo centro dai bordi del collo del femore, oscilla leggermente — elevandosi, e a causa della sua forma inclinata — verso la rotella sinistra. Il globo cade dunque sulla scanalatura d'acciaio, vi scivola sopra verso questa rotella, e il suo peso, moltiplicato dalla caduta impercettibile, dall'inclinazione e dalla velocità, colpirà

la rotella d'oro del femore sinistro e vi si fermerà.

Questa ha appena piegato a sua volta, sotto il peso dello sferoide, quando l'isolatore di destra si interpone e, cessando le sue calamite di essere attivate dalla corrente, il mozzo della biella di destra, più pesante delle due spaccature, cede e ricade, da solo, in angolo acuto, nella sua prigione d'argento, mentre la biella di sinistra, tendendosi a sua volta, e portando, con una insensibile dolcezza, sulla sua gamba, il peso del busto, riproduce il fenomeno del passo dell'Andreide — e così via, all'infinito, fino al numero di passi inscritto sul Cilindro, o fino alla sollecitazione di un anello.

Si deve notare che l'isolamento di uno dei ginocchi non ha luogo che dopo la tensione del ginocchio opposto, senza la qual cosa la gamba isolata piegherebbe troppo presto. Tutto ciò non avviene, per esempio, quando l'Andreide si mette in ginocchio come perduta in un'estasi mistica simile a quella che i magnetizzatori ottengono cataletticamente dai sonnambuli, o a quelle che si provocano negli isterici avvicinando, a dieci centimetri dalle loro vertebre cervicali, un flacone di acqua di ciliegie ermeticamente chiuso.

È la successione di queste flessioni e di queste tensioni che dà al movimento dell'Andreide tale semplicità umana.

Il leggero e incessante rumore del cristallo sulla scanalatura e le rotelle è del tutto attutito dal fascino della carnagione. Anche sotto l'armatura, non lo si sentirebbe che al microfono."

VILLIERS DE L'ISLE-ADAM, *L'Eve future*, trad. di Andrea Bonomi.

I Rezon's Universal Robots (R.U.R.)

L'azione della commedia si svolge in un anno di avvenire, nell'isola di Rezon, lontanissima da ogni centro abitato.

DOMIN — Allora... (Siede a sua volta; guarda Elena sempre più preso dall'ammirazione, e recita in fretta) Nel 1940 il vecchio Rezon, grande fisiologo, ma a quell'epoca ancora

giovane scienziato, venne in questa lontana isola per studiarvi la fauna marittima. Egli cercava di imitare, con una sintesi chimica, la sostanza vivente detta protoplasma; e un bel giorno pervenne a comporre una materia che aveva tutte le qualità della sostanza vivente pure avendo una composizione chimica differente. Fu nel 1952, quattrocentosessanta an-

ni giusti dopo la scoperta dell'America. Auff!

ELENA — Sa a memoria?

DOMIN — Sì, signorina: ho ripetuto questa storia migliaia di volte, a migliaia di giornalisti, di clienti, di visitatori. Devo continuare?

ELENA — Continui, continui.

DOMIN (in tono solenne) — E allora, signorina, il vecchio Rezon scrisse così: "La natura ha trovato un modo solo di organizzare la sostanza vivente. Ma esiste un altro modo più semplice, più comodo, più rapido, che la natura non ha sperimentato. Questa seconda via, che l'evoluzione della vita avrebbe potuto vantaggiosamente seguire, sono riuscito a scoprirlo io." Si figuri, signorina, che egli ha scritto queste grandi parole per essere riuscito a mettere insieme un'orrenda salamoia gelatinosa che un cane non avrebbe assaggiato. Immagini dunque il vecchio Rezon, seduto davanti ai suoi alambicchi e al suo provino, in contemplazione di quella salamoia, a sognare per essa e in essa che tutto un albero di vita vi avrebbe messo radici e germogli, e tutti gli animali ne sarebbero usciti, dal minimo vibrione fino allo stesso uomo. Ma fino all'uomo composto di una sostanza differente dalla nostra. Fu un momento storico; e una impressione enorme nel mondo.

ELENA — E poi?

DOMIN — Poi? Poi, si trattava di far uscire la vita dal provino, di accelerare l'evoluzione e di inventare le diverse materie, catalizzatori, enzimi, ormoni. Insomma, comprendete, vero?

ELENA — Non... non so. Non molto, credo.

DOMIN — Io... io, non v'ho capito mai e non vi capisco nulla di più preciso. Dunque, ora, con l'aiuto di tali decotti, egli avrebbe potuto fare quel che voleva. Avrebbe potuto ottenere, per esempio, una medusa con un cervello di Socrate, oppure un verme lungo una cinquantina di metri. Ma, sprovvisto di umorismo com'era, si mise in testa di fare un vertebrato normale, e forse lo stesso uomo. E ci si mise.

ELENA — A che cosa?

DOMIN — A imitare la natura. Dapprima tentò di produrre un cane artificiale. Ciò gli richiese parecchi anni di ricerche e di fatiche: ne uscì una specie di vitello rachitico, che crepò dopo qualche giorno. Glielo mostrerò nel Museo. In seguito il vecchio Rezon si diede a costruire l'uomo.

ELENA — Avevo già letto tutto ciò, a scuola.

DOMIN — Tanto peggio! Ma vuol sapere ciò che non è scritto nei libri che ha letto a scuola? Che il vecchio Rezon era pazzo da legare. Veramente, signorina Glory, pazzo; ma tenga questa informazione per lei sola. Questo vecchio bizzarro decisamente credeva di poter fare degli uomini.

ELENA — Ma voi non fate forse degli uomini?

DOMIN — Non del tutto uomini, signorina Elena. Quasi uomini. Quasi. Invece il vecchio Rezon voleva detronizzare Dio. Era un terribile materialista: e il suo materialismo ispirava la sua scienza. Non si trattava, per lui, se non di fornire una prova che non si ha bisogno del buon Dio. Ecco perché si era messo in testa di fare un uomo esattamente simile a noi. Conosce un poco l'anatomia, signorina?

ELENA — Pochissimo.

DOMIN — Come me. Si figuri che il vecchio Rezon si intestava a fabbricare tutto esattamente come nel corpo umano. L'appendice, le tonsille, l'ombelico... Cose inutili. E anche, pensi, le ghiandole sessuali.

ELENA — Queste però, non sono...

DOMIN — Inutili, lo so. Ma per la fabbricazione artificiale, *artificiale*, degli uomini non sono affatto necessarie.

ELENA — Comprendo.

DOMIN — Le farò vedere al Museo tutto ciò che egli ha abborracciato in dieci anni. Ciò che doveva essere un uomo vivente, non ha vissuto che tre giorni. È terribile, quello che ha fatto il vecchio Rezon! Intanto, a quell'epoca arrivava qui suo nipote, un ingegnere. Una testa di genio, signorina. Non appena ebbe veduto ciò che il vecchio penosamente andava fabbricando, disse: "È

una sciocchezza impiegare dieci anni a costruire un uomo. Se tu non arrivi, zio, a fare più presto della natura, la tua invenzione è inutile."

E si diede, con tutte le sue energie, allo studio dell'anatomia.

ELENA — I libri raccontano diversamente.

DOMIN (*alzandosi*) — Quello che è nei libri di scuola è *réclame*. Pagata da noi. Vi abbiám fatto stampare per esempio, che è stato il vecchio a inventare i Robots. No. Il vecchio era forse buono per l'Università; ma non aveva alcuna idea della fabbricazione industriale. Fu il giovane Rezon, che ebbe idea di fare, degli uomini fabbricati, altrettante macchine da lavoro, semoventi e intelligenti. Quello che ha letto nei libri di scuola sulla collaborazione dei due grandi Rezon sono fandonie. Avevano tremendi scontri, quasi ogni giorno. Il giovane finì col richiudere lo zio sotto chiave, in un laboratorio, in compagnia dei suoi aborti; e si mise a produrre lui, ma alla maniera degli ingegneri. Il vecchio Rezon lo ha letteralmente maledetto prima di morire; impiatricciò ancora due mostri fisiologici e un bel giorno fu trovato stecchito nel suo laboratorio. Ecco tutta la storia.

ELENA — E il giovane?

DOMIN — Il giovane Rezon, signorina, era l'epoca nuova. L'epoca della fabbricazione dopo l'epoca della conoscenza. Dopo di essersi un po' familiarizzato con l'anatomia dell'uomo, egli comprese subito che l'uomo è troppo complicato, e che un buon ingegnere l'avrebbe fatto più semplice. Allora si mise a rifare l'anatomia: a cercare quello che avrebbe potuto esser lasciato da parte, a semplificare. Mi dica: tutto questo non l'annoia?

ELENA — Al contrario. È interessantissimo.

DOMIN — Ebbene: il giovane Rezon si è detto: "Un uomo è qualche cosa che sente, mettiamo, la gioia; che suona il violino; che vuol fare una passeggiata; che insomma si propone di compiere e compie una quantità di cose che in fondo sono inutili.

ELENA — Oh!

DOMIN — Aspetti. Una quantità di

cose che sono inutili quando si tratti di tessere o di addizionare. Ma una macchina da lavoro non ha bisogno di sentire la gioia, né di suonare il violino. Il motore a benzina non ha bisogno di scarpette lucide né di altri ornamenti. E fabbricare degli operai artificiali, è lo stesso che fabbricare dei motori a benzina. L'essenziale è che il prodotto sia il migliore possibile dal punto di vista pratico. Qual è il miglior operaio dal punto di vista pratico?

ELENA — Forse quello onesto e devoto.

DOMIN — Ma no! È quello che lavora di più e costa di meno. Quello che ha i minori bisogni. Ha soppiantato l'uomo, creando il Robot. I Robots non sono uomini! Dal punto di vista meccanico essi sono più perfetti di noi: posseggono un'intelligenza ammirevole, ma non hanno anima. Ha mai visto l'interno di un Robot?

ELENA — No.

DOMIN — È molto pulito, semplicissimo. Un lavoro accurato. Pochi pezzi, ma congegnati esattamente. E tersi come un soldo nuovo. Invece, l'uomo vero... ossa, nervi, sangue, intestini: un putridume. Il prodotto dell'ingegno è più perfetto, dal punto di vista tecnico, del prodotto della natura.

ELENA — Si dice che l'uomo sia il prodotto di Dio.

DOMIN — Il buon Dio è di 10.000 anni fa: non aveva la minima idea della tecnica moderna. Il giovane Rezon ha tentato il ruolo di Dio; ma un Dio svecchiato, modernizzato, di questi tempi. E come Dio, ha perfino fatto della mitologia.

ELENA — In che modo, di grazia?

DOMIN — Si è messo a fabbricare dei super-Robots. Dei giganti da lavoro. Ha cercato di farne degli alti quattro metri; ma non può immaginare come si rompersero facilmente.

ELENA — Si rompevano?

DOMIN — Sì. O una gamba o un braccio o qualche altra cosa. Perché urtavano dappertutto. Sembra che il nostro pianeta sia piccolo per dei giganti. Adesso non fabbrichiamo che Robots di grandezza naturale e di aspetto umano.

ELENA — Ho visto i Robots per la prima volta da noi. Il Municipio li

ha comperati, voglio dire, assoldati...
DOMIN — Comperati, cara signorina, i Robots si comperano.

ELENA — Comperati, per impiegarli come spazzini di strada. Li ho veduti spazzare. Sono talmente strani, e così silenziosi!

DOMIN — Ha notato la mia dattilografata?

ELENA — Non ho fatto attenzione.

DOMIN (*suonando*) — La Società anonima dei Rezon's Universal Robots non fabbrica ancora un articolo uniforme. Abbiamo dei Robots fini e dei Robots comuni. Quelli di qualità superiore sono garantiti per vent'anni, beninteso con esclusione del caso d'infortunio.

ELENA — E dopo, muoiono?

DOMIN — Si consumano. (*Entra Silla*) Silla, mostratevi alla signorina.

ELENA (*alzandosi e tendendo la mano*) — Lieta di fare la vostra conoscenza.

SILLA — La prego di accomodarsi.

ELENA (*sedendosi*) — Non vi spiace star qui, tanto lontana dai centri abitati, signorina?

SILLA — Non capisco. Io sono di qui, della fabbrica.

ELENA — Ah! Siete nata qui?

SILLA — Sì, mi hanno fabbricata qui.

ELENA (*con un sussulto*) — Come?

DOMIN (*ridendo*) — Silla non è una donna, è una Robote; un Robot femminile.

ELENA — Vi chiedo scusa.

DOMIN — Oh, Silla non se l'ha a male. Osservi, signorina, la carnagione che facciamo. Tocchi la guancia...

ELENA — Oh no, no!

DOMIN — Non si accorgerebbe che è di una sostanza diversa dalla vostra. Ha perfino la caratteristica pelurie delle castane. Solo gli occhi sono un poco assenti, come vede. Ma in compenso, che capelli! Voltatevi Silla.

ELENA (*levandosi di scatto*) — Ma basta, basta!

DOMIN — Silla, parlate con la signorina. È una visitatrice di riguardo.

SILLA — La prego di volersi accomodare, signorina. (*Elena siede nuovamente e Silla con lei*) Ha fatto buona traversata?

ELENA — Buonissima, grazie.

SILLA — Non ritorni col piroscavo "Amelia", signorina Glory. Il baro-

metro è depresso: a 705. Aspetti piuttosto la partenza del "Pennsylvania". È un piroscavo eccellente.

DOMIN — Specificate.

SILLA — Quaranta nodi all'ora. Tonnellaggio 95.000. È uno degli ultimi e più perfetti vari, signorina Glory.

ELENA — Grazie.

SILLA — Ottanta uomini di equipaggio, capitano Harpy, otto caldaie.

DOMIN (*ridendo*) — Basta, Silla, basta così. Mostrateci come parlate l'inglese.

ELENA — Parlate l'inglese?

SILLA — Parlo quattro lingue. Scrivo: Signore! Monsieur! Dear Sir! Geehrter Herr!

ELENA (*sussultando*) — È una storia! Lei non è che un ciarlatano! Silla non è una Robote. Silla è una ragazza come me. Silla, è una vergogna: perché recitate questa commedia?

ELENA (*ricade*) — È orribile, orribile! È crudele quello che fa!

DOMIN — Crudele perché? Venga qui, per favore. (*La conduce al finestrone in fondo, la invita a guardar fuori*) Che cosa vede?

ELENA — Dei muratori.

DOMIN — Sono dei Robots. Tutti i nostri operai sono Robots. E laggiù,

vede qualcuno?

ELENA — Un ufficio.

DOMIN — È il nostro ufficio di contabilità. E che cosa vede?

ELENA — È pieno di impiegati.

DOMIN — Sono dei Robots. Tutti i nostri impiegati sono Robots. Quando vedrà la fabbrica... (*Le sirene della fabbrica ululano*) Mezzogiorno. I Robots non sanno mai quando debbono cessare e riprendere il lavoro: non hanno la percezione del tempo. Alle due le mostrerò le madie.

ELENA — Quali madie?

DOMIN — Le madie per la pasta. In ciascuna si impasta il centone sufficiente alla fabbricazione della carne di mille Robots. Poi vi sono le madie per i cervelli, per i fegati, eccetera. Poi vedrà la fabbrica delle ossa. E le farò visitare la filatura.

ELENA — La filatura?

DOMIN — La filatura dei nervi. La filatura delle vene. La filatura ove corrono interi chilometri di intestini. Appresso vi è il laboratorio di montaggio delle automobili. Poi vengono gli essiccatoi, i laboratori di finitura ove si coloriscono gli occhi, le guance e i capelli...

KAREL ČAPEK, *R.U.R.*, Il Dramma, 1929, n° 68.

Odradek ha l'aspetto di un rocchetto di filo, appiattito e in forma di stella...

Alcuni fanno derivare la parola Odradek dallo slavo, e cercano di spiegarne così la singolare conformazione. Altri la fanno derivare dal tedesco e ammettono solo un'influenza esterna dello slavo. L'incertezza di entrambe le interpretazioni è la prova migliore che sono false; del resto, nessuna di esse ci dà una spiegazione della parola.

Naturalmente nessuno perderebbe il tempo in tali studi se non esistesse davvero un essere che si chiama Odradek. Ha l'aspetto d'un rocchetto di filo, appiattito e in forma di stella, e davvero sembra fatto di filo, ma di pezzi di filo tagliati, vecchi, annodati e ingarbugliati, di diversi tipi e colori. Non è solo un rocchetto; dal centro della stella e-

sce una bacchettina trasversale, e su questa se ne articola un'altra ad angolo retto. Per mezzo di quest'ultima da una parte, e d'un raggio della stella dall'altra, l'insieme può stare in piedi come su due gambe.

Si sarebbe tentati di credere che questa composizione abbia avuto un tempo una forma adeguata a una funzione, e che ora sia rotta. Ma non sembra. Per lo meno, nessun indizio si ha in tal senso; in nessuna parte si vedono aggiunte o rotture; l'insieme sembra inservibile, ma a suo modo completo. Non possiamo dirne altro, perché l'Odradek è straordinariamente mobile, e non si lascia prendere.

Può stare nel solaio, nel vano delle

scale, nei corridoi, nell'atrio. A volte passano mesi senza che lo si veda: è scappato nelle case vicine. Ma sempre fa ritorno alla nostra. A volte, incontrandolo per le scale, si ha voglia di parlargli. Naturalmente non gli si fanno domande difficili: lo si tratta — a questo porta la sua minuscola statura — come un bambino. "Come ti chiami?", gli si chiede. "Odradek," risponde. "E dove vivi?" "Domicilio incerto," dice, e ride, ma è un riso senza polmoni, come un fruscio di foglie secche. Di solito il dialogo finisce lì. Non sempre

si ottengono queste risposte; a volte serba un lungo silenzio, come il legno di cui forse è fatto.

Inutilmente mi chiedo che cosa accadrà di lui. Può morire? Tutto ciò che muore ha avuto prima una meta, qualche specie di attività, e così s'è logorato; ma Odradek? Scenderà le scale trascinando filacce fra i piedi dei miei figli e dei figli dei miei figli? Non fa male a nessuno, ma l'idea che possa sopravvivermi è quasi dolorosa, per me.

FRANZ KAFKA, *Die Sorge des Hausvaters*, trad. di G. F.

I grandi occhi sopportano senza battito di palpebre...

Prende il bicchiere e lo vuota d'un fiato, come se non avesse bisogno di deglutire per inghiottire il liquido. Rimette il bicchiere sul tavolo, davanti al piatto, e ricomincia immediatamente a mangiare. Il suo appetito considerevole è reso ancor più spettacolare dai movimenti numerosi e molto accentuati che mette in gioco: la mano destra che afferra a turno il coltello, la forchetta e il pane; la forchetta che passa alternativamente dalla mano destra alla mano sinistra; il coltello che taglia a uno a uno i bocconi di carne, e che riguadagna la tavola dopo ogni intervento, per lasciare il posto al gioco della forchetta che cambia di mano; gli andirivieni della forchetta tra il piatto e la bocca; le deformazioni ritmate di tutti i muscoli del volto durante una masticazione coscienziosa, la quale, prima ancora d'essere terminata, già s'accompagna d'una ripresa accelerata dell'insieme.

La mano destra afferra il pane e lo porta alla bocca, la mano destra rimette il pane sulla tovaglia e afferra il coltello, la mano sinistra afferra la forchetta, la forchetta infilza la carne, il coltello taglia un pezzo di carne, la mano destra posa il coltello sulla tovaglia, la mano sinistra mette la forchetta nella mano destra, che infilza il pezzo di carne, che passa nella bocca, che si mette a masticare con movimenti di contrazione e d'estensione che si

ripercuotono in tutto il viso, fino agli zigomi, agli occhi, alle orecchie, mentre la mano destra riprende la forchetta per passarla nella mano sinistra, poi afferra il pane, poi il coltello, poi la forchetta...

Terminata la lettura, A. posa il foglio accanto alla sua busta, si siede, apre la cartella. Dalla tasca laterale di questa ella estrae un foglio dello stesso formato, ma vergine, che posa sulla carta assorbente verde destinata a quest'ufficio. Toglie poi il cappuccio dalla stilografica e china la testa per mettersi a scrivere.

I ricci neri e brillanti, liberi sulle spalle, tremano leggermente mentre la penna avanza. Per quanto né il braccio stesso né la testa sembrano agitati dal minimo movimento, la capigliatura, più sensibile, capta le oscillazioni del polso, le amplifica, le traduce in fremiti inattesi che accendono di riflessi, dall'alto in basso, la sua massa mobile.

Il gioco delle propagazioni e delle interferenze continua anche dopo che la mano s'è fermata. Ma la testa si rialza e comincia a girare lentamente, progressivamente, verso la finestra aperta. I grandi occhi sopportano senza battito di palpebre questo passaggio alla luce diretta...

ALAIN ROBBE-GRILLET, *La gelosia*, trad. di Franco Lucentini, ed. Einaudi.

Raymond Queneau

Petite Cosmogonie Portative

Sixième et dernier chant

L'histoire de l'humanité (1) (1-2).

Le reste du chant est consacré aux machines. Les machines passives (3-19).

L'homme catalyseur (20-30).

Le feu (31-41).

Premières armes et premiers outils (42-50).

Autres machines passives: le radeau, la piste, l'habitation (51-65).

Première machine réflexe: la trappe (66-71).

La vannerie, le tissage (72-75).

La roue (76-83).

La poterie (84-94).

La métallurgie (95-100).

Le levier, la brouette, les serrures, l'horloge (101-110).

Mouvement continu et mouvement alternatif (111-119).

Parentèse: l'évolution universelle (120-122).

Les inventions des Grecs (123-131).

Comme l'insecte les fleurs, l'homme féconde les machines qui doivent l'attendre pour se réaliser (132-141).

Les découvertes du Haut Moyen Age: le collier d'épaules, le moulin hydraulique (142-152).

Et du Moyen Age (153-156).

La marmite de Papin, la chambre obscure, le télescope, le microscope (157-160).

La première machine à calculer (161-170).

Le tissage mécanique (171-173).

La montgolfière et le bateau à vapeur (174-179).

L'électricité, le télégraphe (180-184).

La photographie (185-186).

Les chemins de fer (187-190).

La grande industrie, les machines-outils (191-209).

Les machines réflexes (210-214).

Les machines à calculer (215-229).

(1) Le singe sans effort le singe devint
[l'homme
lequel un peu plus tard désagrégea
[l'atome...

La forma del disordine

di Umberto Eco

In principio era l'Ordine. E la terra era informe e vuota. Poi lo Spirito di Dio soffiò sopra le acque e fu il Caos. E con esso la vita, l'immensità dei possibili, la giovinezza della novità perpetua e della creazione perenne.

Così la nuova cosmologia, se non fosse diffidente di ogni metafisica e non tentasse saggiamente di disconoscersi proprio come cosmologia per riconoscersi metodologia, dovrebbe organizzare il suo mito della creazione, posto che volesse trovar proseliti tra le masse dei semplici e scolpire sui timpani dei grandi edifici, che ospiteranno le calcolatrici elettroniche, le storie della creazione. Ma i tecnici della nuova cosmologia statistica restano schivi e silenziosi nei grandi monasteri sterilizzati eretti dalla Chiesa Industriale, e quasi avessero il mondo in gran dispetto, perforano su schede i segnali binari delle loro immense summae cibernetiche. Sono la Bit Generation.

E l'arte? Attentissima, le antenne tese, coglie confusamente la forma del nuovo mondo in cui l'uomo va abitando e cerca di esprimerlo come può e come deve, per figure.

La scienza scopre il Caso? L'arte si butta a corpo morto sul Caso, e lo fa suo.

C'è un romanticismo del Caso. Si sprizzano follemente tubetti di colore sulla tela stesa in terra, si picchia con un martello sul pianoforte: il Caso disegna le sue figure e il pittore le coglie e le riconosce per sue, il Caso orchestra i suoi rumori e il musicista li accoglie nella sua gamma priva di pregiudizi. Ma in verità, quanto più è artista, tanto più chiede aiuto al Caso ma infine lo addomestica, lo dirige, lo sollecita ma lo sceglie, lo accetta ma ne rifiuta una parte, non fa a caso le sue forme ma dà delle forme al Caso. Ma se così fa il romanticismo del Caso, l'espressionismo astratto, la pittura di azione, il neo-dada musicale, si potrà tuttavia afferrare il Caso anche dal

lato opposto: prevederlo, programmarlo, non sceglierlo una volta accaduto, ma farlo accadere secondo le regole imprescindibili della probabilità statistica, in cui il massimo di casualità coincide col massimo di prevedibilità.

È questa una seconda stagione delle nozze tra l'arte e il Caso, e potremmo vederne le manifestazioni in varie arti, se le proposte che ci fanno in queste immagini un gruppo di pittori (pittori? o programmatori? pianificatori di forme?) non ci inducessero a un discorso più circostanziato, che dai loro esercizi prenda lo spunto per azzardare ipotesi che peraltro li superano.

Costoro, come si vede, assumono dunque per lo più una conformazione geometrica di base e la sottopongono a rotazioni e permutazioni (così come avviene per certe serie musicali) programmandone tutte le variazioni necessarie e allineandole tutte senza discriminazione. Risultato: non una forma, ma la pellicola di una forma in movimento, o la scelta complementare tra varie forme.

Il principio è rigorosissimo, il punto di partenza ha la immobilità perfetta delle forme classiche che facevano impazzire di vertigine matematica i teorici della Divina Proporzione. Niente di più lontano dalla irresponsabile libertà della pittura informale. Ordine e geometria, ecco il punto di partenza. Il punto d'arrivo invece non dipende più dal programmatore, ma appartiene a quella zona di libertà in cui si muove il mondo subatomico, quello della equiprobabilità statistica. Né solo il mondo subatomico: il calore passa da un corpo a temperatura più alta a un corpo a temperatura più bassa perché le molecole, che viaggiano a una velocità maggiore, urtando quelle più lente cedono ad esse parte della loro velocità. Non è impossibile che le molecole più lente cedano la poca velocità che è loro rimasta a quelle più veloci: ma statisticamente è molto improbabile. Quindi le molecole tenderanno a uno stato di disordine elementare che

altro non è che equiprobabilità e che, al limite, si confonde col massimo dell'ordine.

Così la programmazione statistica del Caso ci può dare una regolarità quasi assoluta, che nasce però da una decisione opposta da quelle del costruttore pitagorico alla ricerca delle proporzioni e dei moduli ottimi tra tutti.

Per cui avremo, negli esercizi di questi programmatori, una proporzione raggiunta per negazione, un rinascimento capovolto, una Diabolica Sproporzione, ovvero la Sezione Plutonica. Boltzmann sostituisce Luca Pacioli.

Sproporzione diabolica perché sospende nell'indeterminato la scelta dei possibili: fissato l'elemento di base e programmatene le permutazioni, l'opera non consiste nell'elemento meglio riuscito, scelto tra tutti gli altri, ma proprio nella compresenza di tutti gli elementi pensabili.

Questo è molto importante: in altra parte dell'Almanacco troveremo le poesie elettroniche di Nanni Balestrini. Con la complicità di un poeta e di un ingegnere programmatore, il cervello IBM ha sparato più di tremila variazioni dello stesso gruppo di versi, tentando tutte le combinazioni che le regole di partenza gli davano come possibili. Se andiamo a cercare tra i tremila risultati ne troveremo alcuni insulsi, altri (pochi, mi pare) di altissima temperatura lirica, che non avremmo esitato ad attribuire a un cervello umano. Ma è proprio qui l'errore: questi pochi risultati elettissimi, probabilmente Balestrini sarebbe stato in grado di ottenerli da solo a tavolino; scelti i versi, poco ci voleva a metterli insieme nel modo più acconcio "alla maniera di", o comunque in armonia con certe correnti di gusto. L'opera del cervello elettronico, e la sua validità (se non altro sperimentale e provocatoria) consiste invece proprio nel fatto che le poesie sono tremila e bisogna leggerle tutte insieme. L'opera intera sta nelle sue variazioni, anzi nella sua variabilità. Il cervello elettronico ha fatto un tentativo di "opera aperta".

Così in questi esempi grafici, l'opera non sta in una delle varianti ma nella compresenza delle varianti.

Con questo tali esperimenti si allineano a molti altri e attraverso tutti l'arte contemporanea adempie una delle sue funzioni principali, col provvedere cioè all'uomo d'oggi traduzioni immaginative della realtà naturale che la scienza gli definisce.

In questo mondo che ha imparato a dissociarsi vorticosamente nel cuore stesso dei suoi nuclei atomici se-

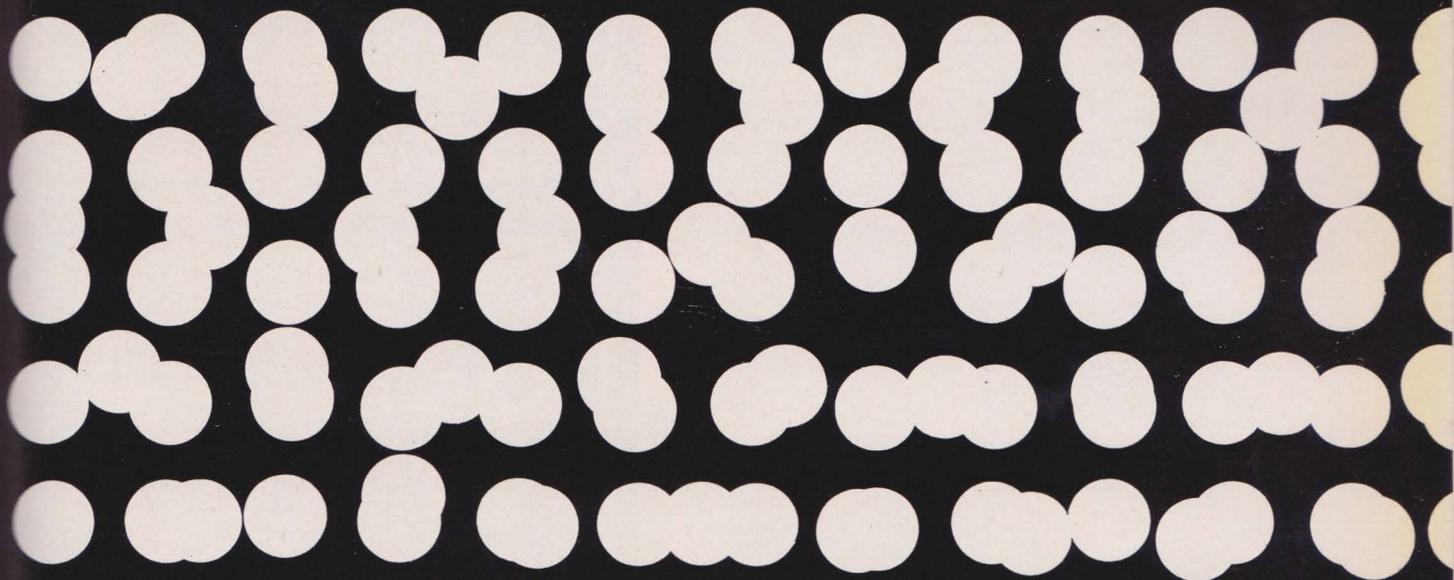
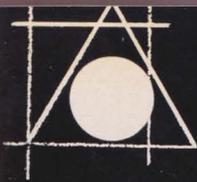
condo non-leggi ipotizzabili solo attraverso i moduli metodologici dell'indeterminazione e della complementarità (o immaginabile per difetto attraverso i paradossi della topologia), l'uomo contemporaneo è ancora costretto a "immaginare" in termini aristotelici, perché in tal senso lo indirizzano le pagine illustrate de *La Domenica del Corriere* o i fumetti, o il film e il romanzo commerciale. Sa di avere sotto i piedi un microcosmo inimmaginabile e deve ancora pensarlo in termini di macrocosmo. Né è male che faccia così, perché se debbo misurare la mia stanza da letto per collocarvi un nuovo comodino, è ancora opportuno che mi rifaccia ai canoni della geometria euclidea anche se so benissimo che essa non è più vera o più falsa di quelle non euclidee. Eppure debbo pur essere capace di "vedere" l'universo che mi sta crescendo d'intorno, diversissimo da quello di ieri.

Ora gli esercizi puntigliosi e impeccabili di questi mistici dell'aritmia, cercano di provvederci i supporti immaginativi onde concepire quel mondo che la ragione contemporanea ha costruito da tempo e di cui dà contezza nelle funzioni proposizionali della logica simbolica o nelle equazioni differenziali con cui si esprime la mutevole prospettività delle nostre misurazioni nello spazio-tempo.

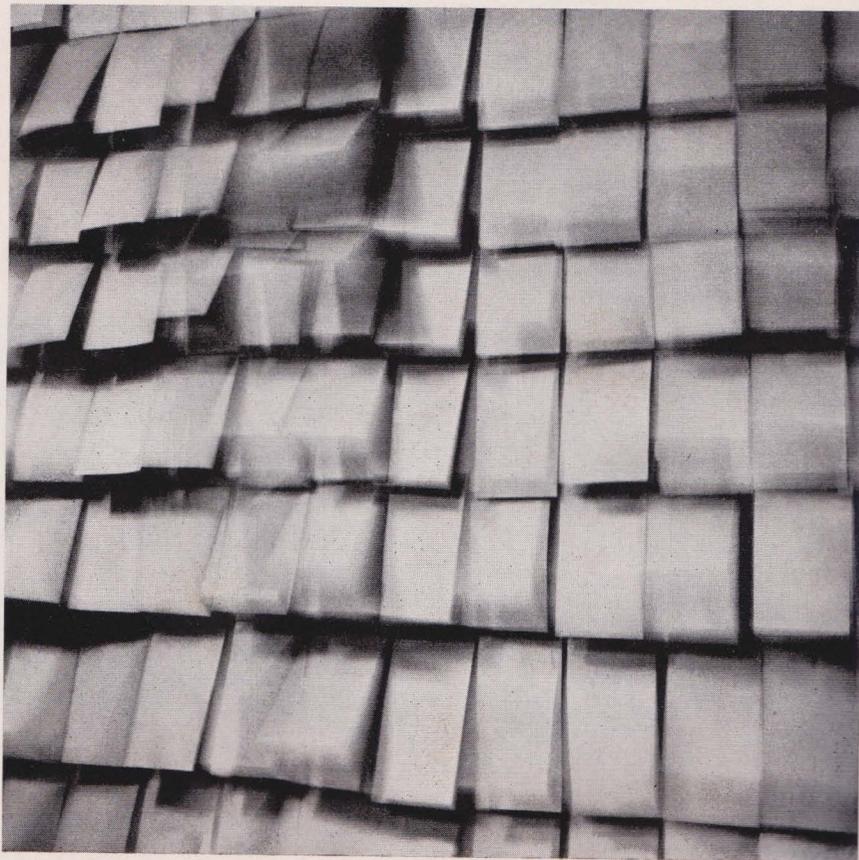
Oh, lo sappiamo! Lo spazio-tempo e l'universo sono cose molto importanti, mentre questi sono giochi, non sempre ma spesso fatti per gioco, e infine adeguano sino a un certo punto le realtà di cui vogliono (o non vogliono, o non sanno di) essere espressione. Ma che c'entra? Qui non si fa della critica d'arte, qui si tasta il polso al tempo. La lucida follia della "perturbazione cibernetica" di Munari ha infine una sola inoppugnabile giustificazione, insospettabile perché "nasce bene". Si giustifica con una formula: *l'arte imita la natura*. Salvo che in questo caso l'arte non imita quella natura che per abitudine percettiva vediamo tutti i giorni, ma quella che concettualmente definiamo in laboratorio. E dunque, intendendo "natura" nel solo senso corretto possibile, l'arte imita non la natura, ma il nostro modo di interpretare e definire la natura, imita il nostro rapporto operativo con la natura, imita la natura come oggetto possibile di una nostra definizione che sa di definire non definitivamente.

Posate gli occhi sulla "perturbazione cibernetica": lasciateli scorrere lentamente, entrate nel gioco di questi bastoncelli in rotazione, fatevi prendere prigionieri da questo simbolo grafico perfetto come quello es-

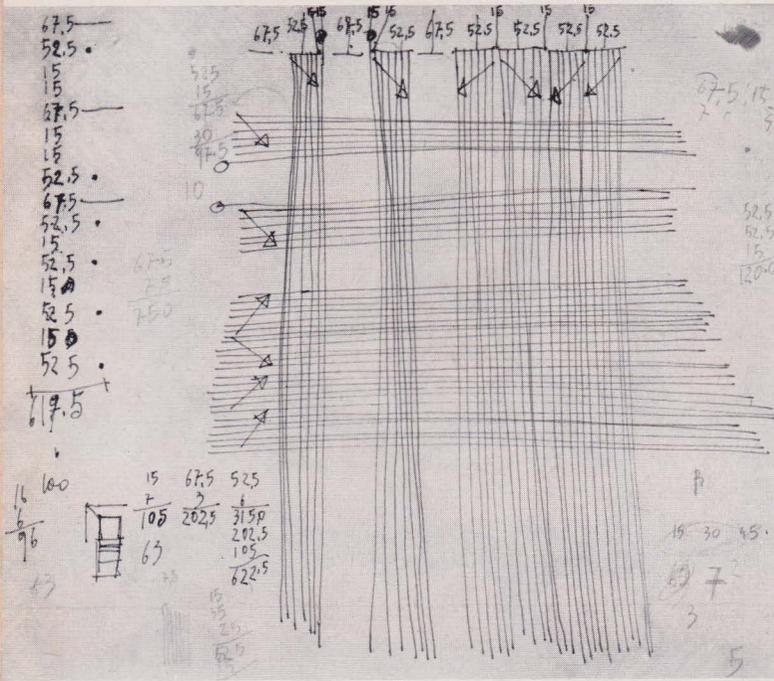
segue a pag. 186



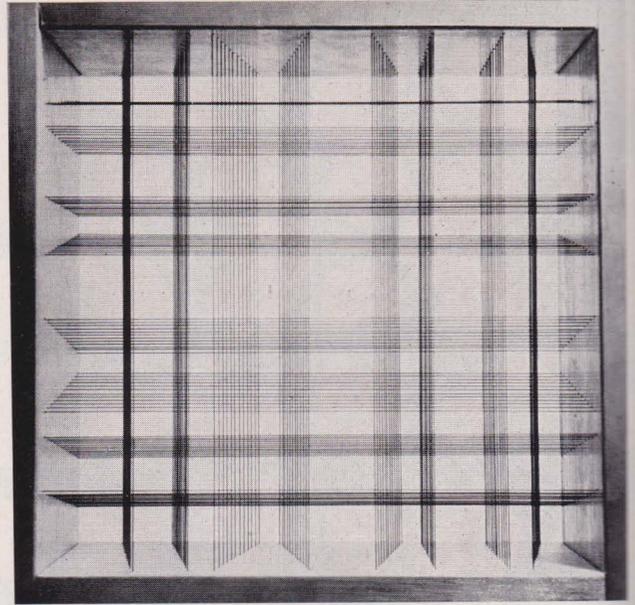
Giovanni Anceschi - Reticolo complesso generato dalla sovrapposizione di due reticoli semplici, uno quadrato e uno triangolare equilatero.



Gianni Colombo - Superficie pulsante N. 11.



Enzo Mari - Disegno per l'opera 527 S x A

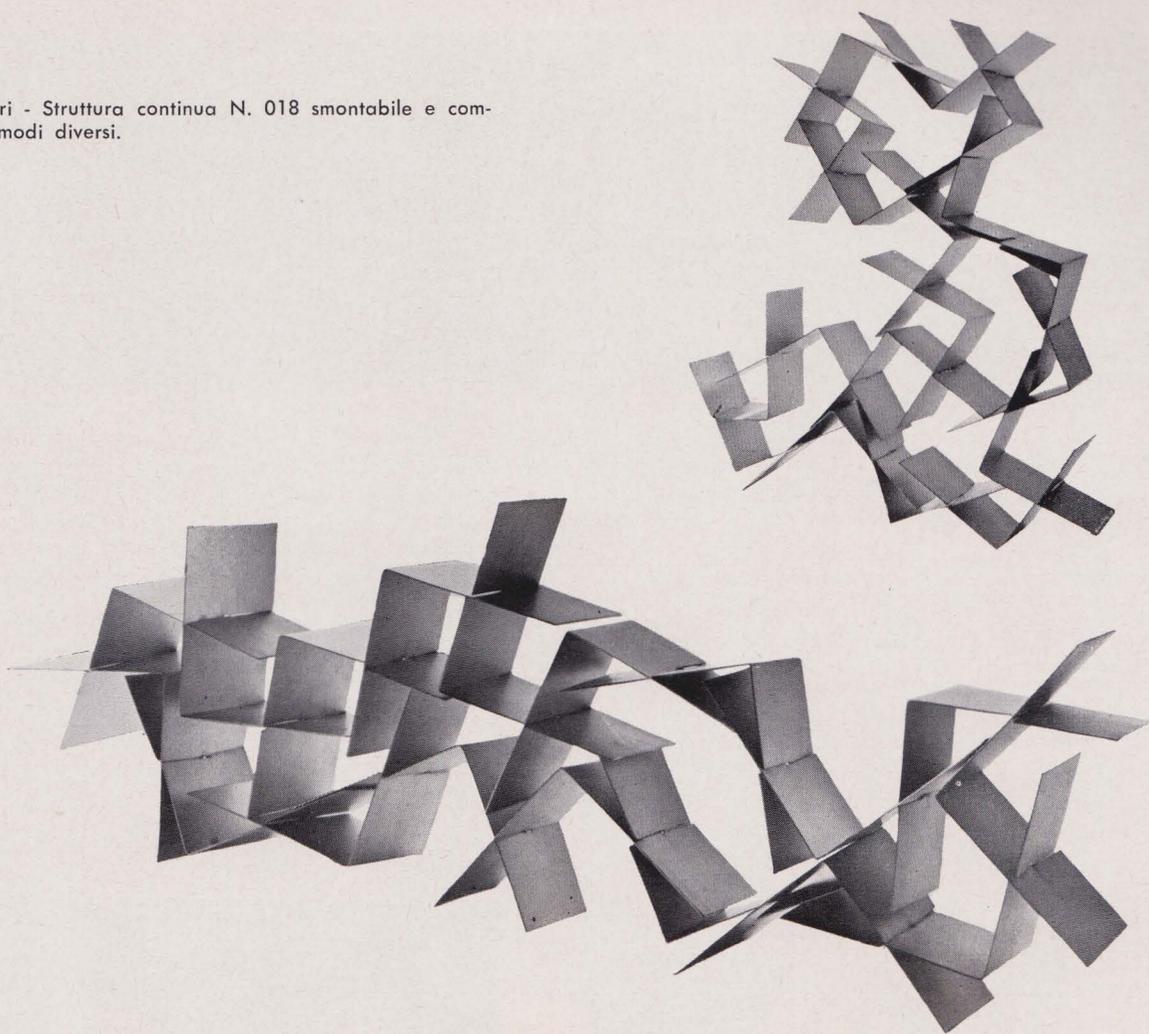


Opera 527 S x A.



Davide Boriani -

Bruno Munari - Struttura continua N. 018 smontabile e componibile in modi diversi.



Alcuni degli infiniti aspetti della superficie magnetica N. 19.

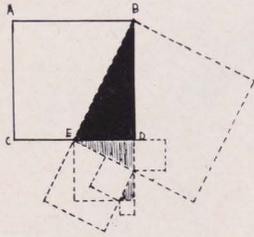
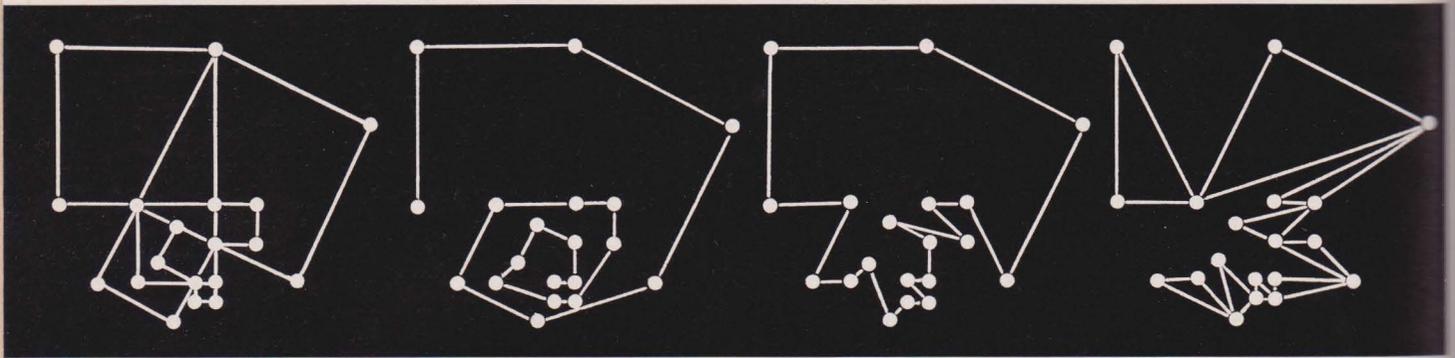
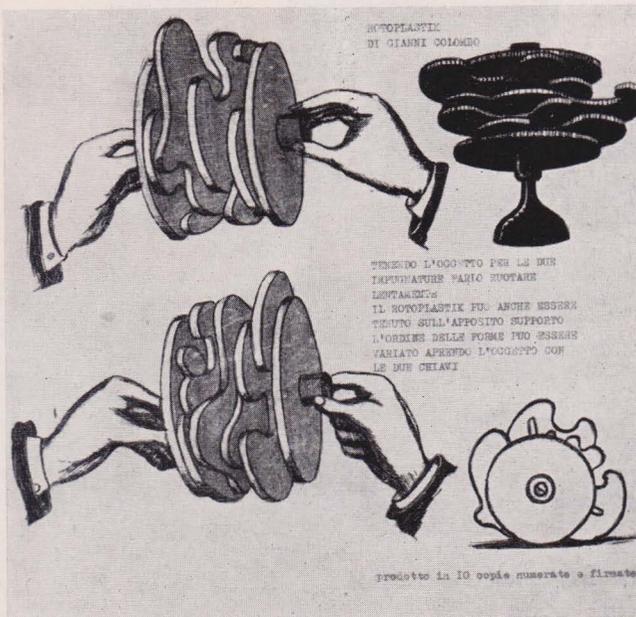


FIG. 1

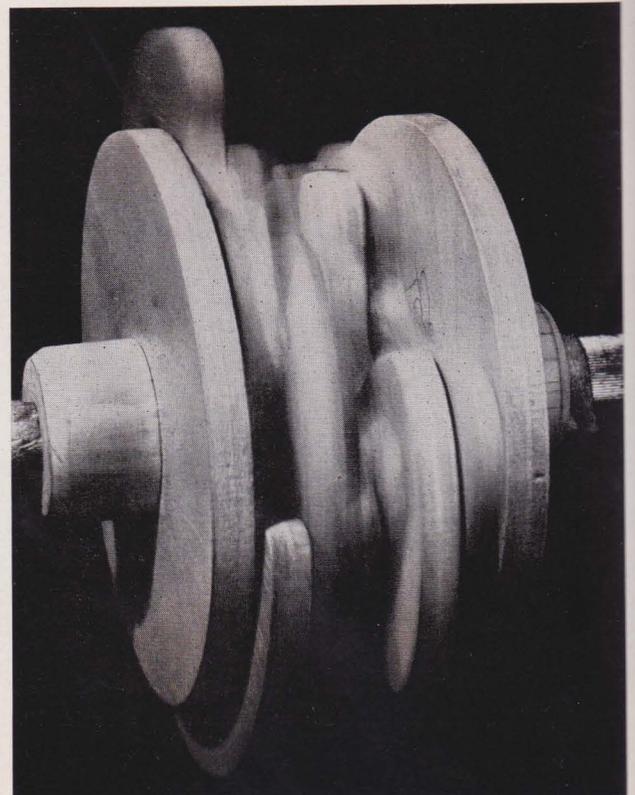


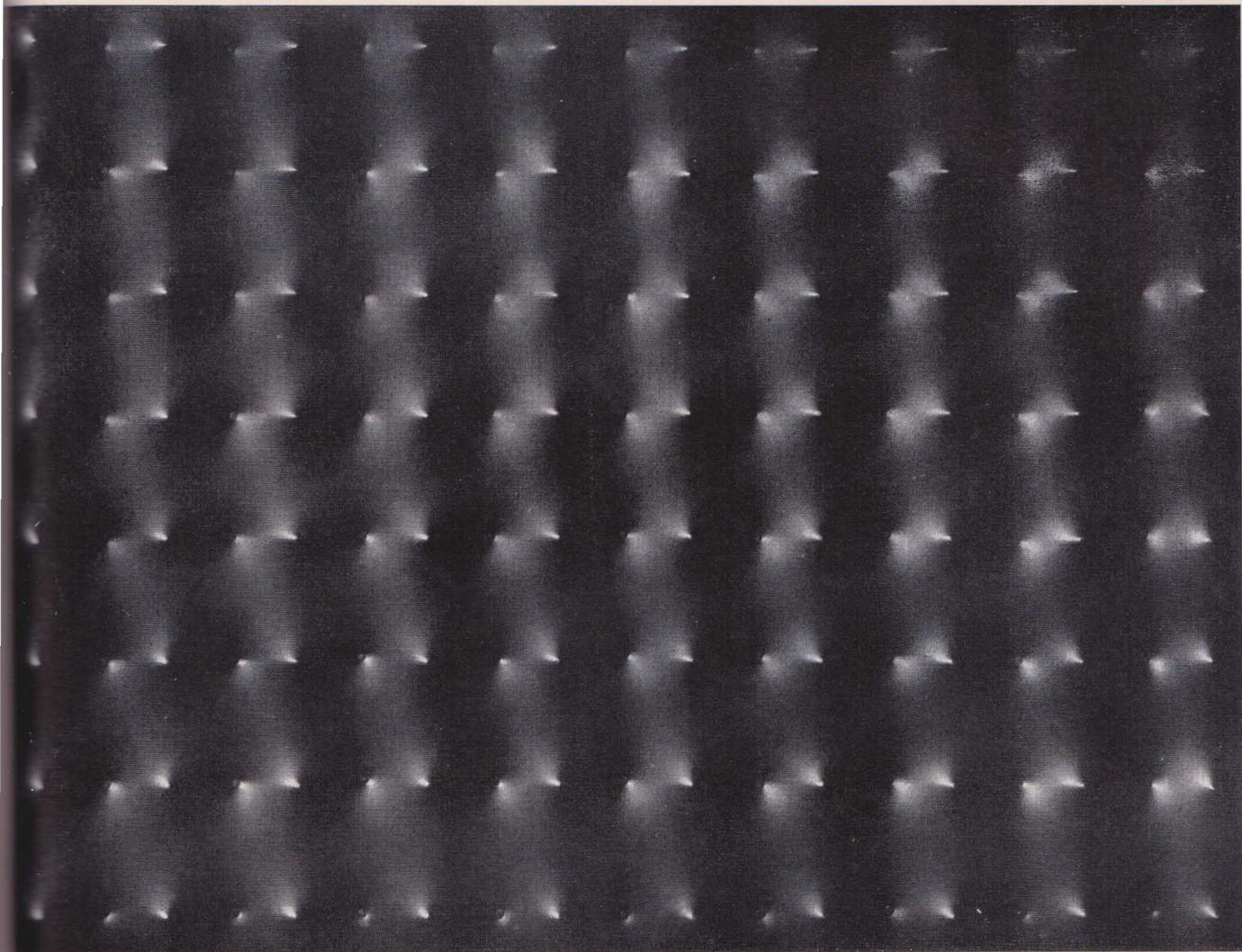
FIG. 2

Gabriele Devecchi - Variazioni su di un reticolo fisso di punti.
 a - 1. 2. 6. 4. - 2. 3. 16. 5. - 5. 6. 15. 13. - 5. 9. 19. 12. -
 6. 7. 10. 9. - 8. 9. 14. 11. - 14. 15. 18. 17.
 b - 4. 1. 2. 3. 16. 19. 12. 5. 6. 7. 10. 18. 17. 13. 11. 8. 9. 15. 14.
 c - 1. 2. 3. 16. 7. 6. 10. 8. 9. 15. 14. 18. 17. 19. 11. 13. 12. 5. 4.
 d - 1. 4. 5. - 5. 2. 3. - 3. 6. 7 - 7. 8. 9. - 9. 10. 16 - 16. 15. 18.
 - 18. 14. 17. - 17. 11. 19. - 19. 13. 12.



Gianni Colombo - Rotoplastik.



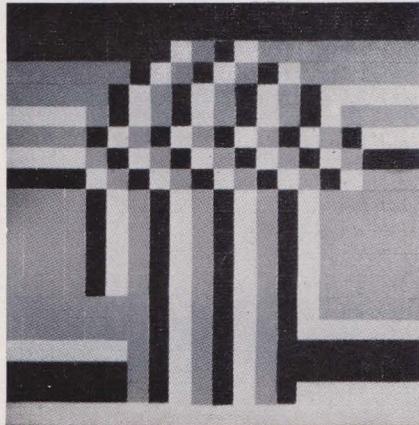
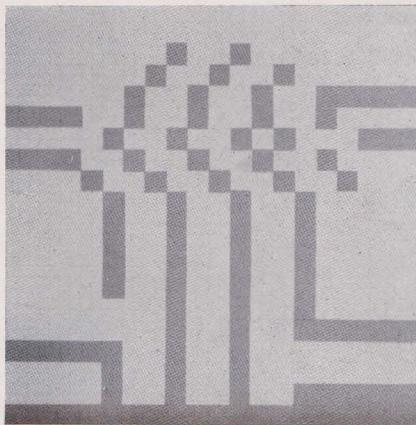


Enrico Castellani - Superficie modulata.

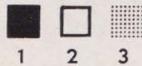
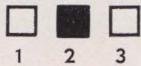
```

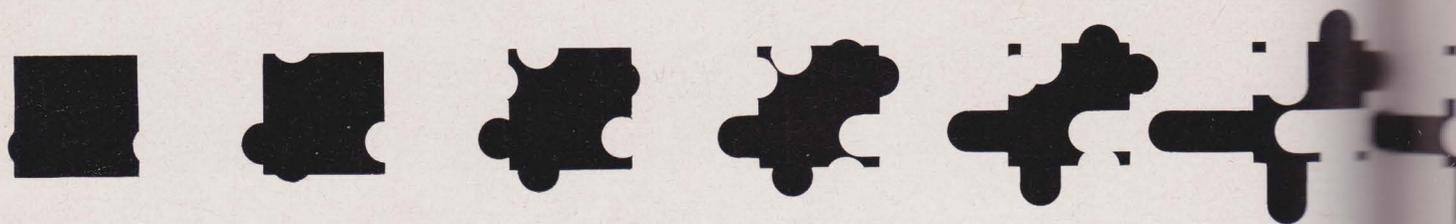
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 2 3 1 2 3 3 3 3 3 3
2 3 3 3 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 3 3 3
2 3 3 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 2 2 2
2 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 3 3
2 3 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 2 2
2 2 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 1 1
1 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 3 3
2 3 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 3 3 3
2 3 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 3 3 3
2 3 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 3 3 3
2 3 3 3 3 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 3 3 3
2 3 3 3 3 3 1 2 3 1 2 3 1 2 2 2 2 2
2 2 2 2 3 1 2 3 1 2 3 1 1 1 1 1 1
1 1 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 1 1 1 1 1
1 1 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 2 2 2 2
2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2

```

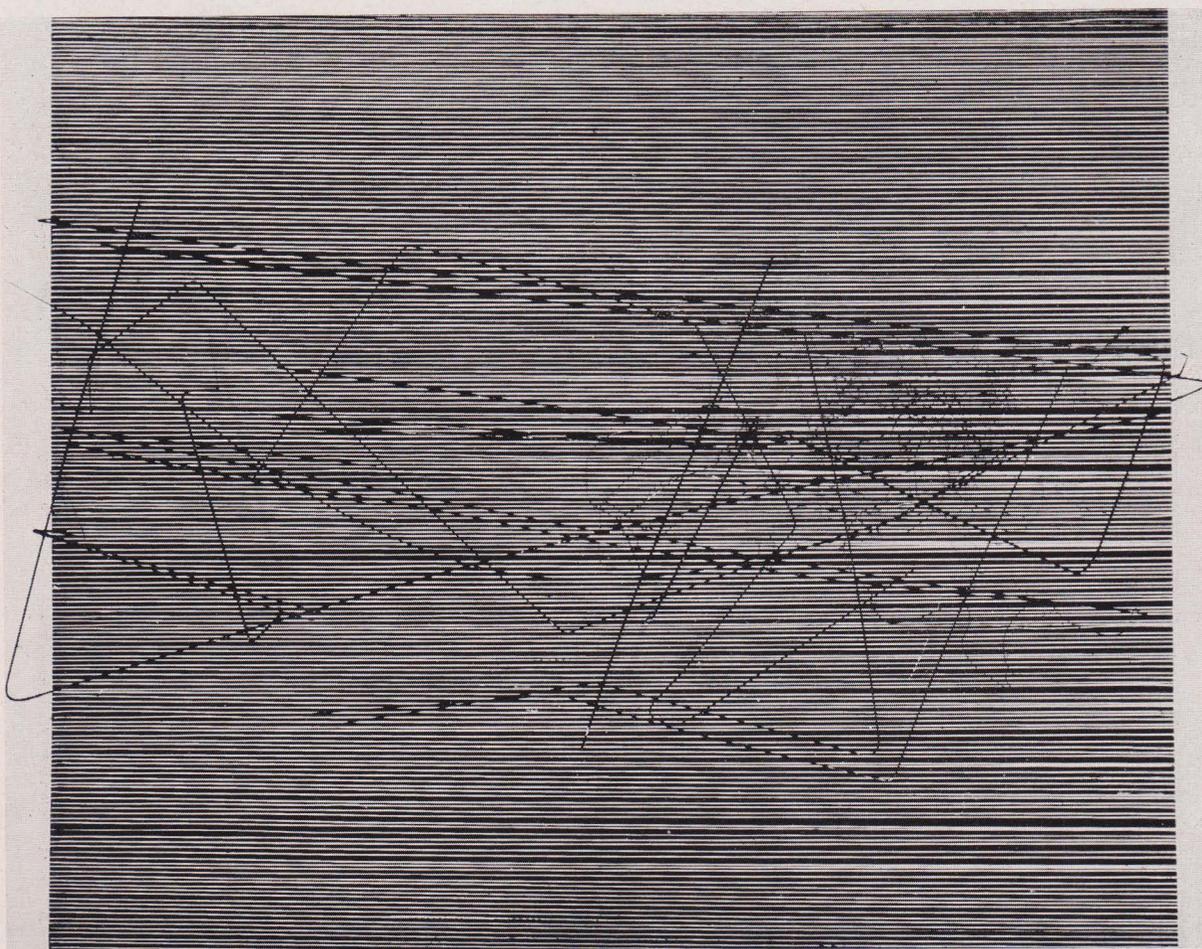
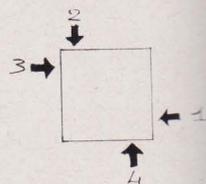


Clavide Boriani - Immagini ottenute sostituendo ai numeri i quadrati 1 - 2 - 3.

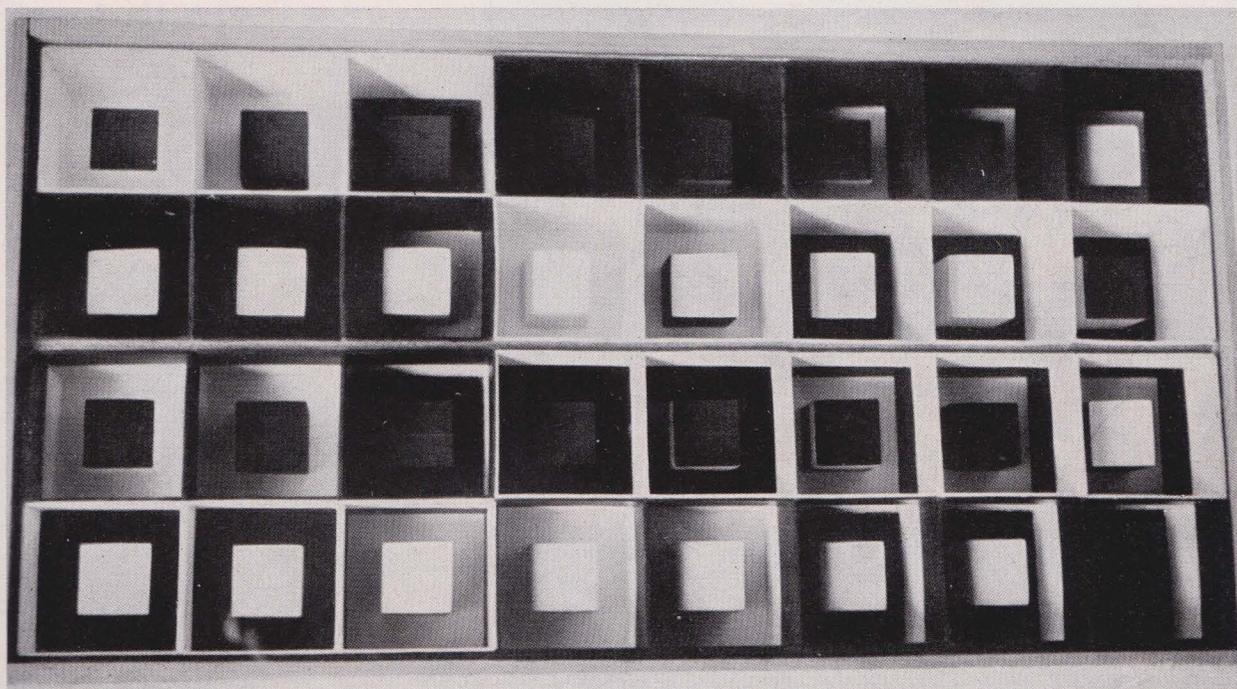
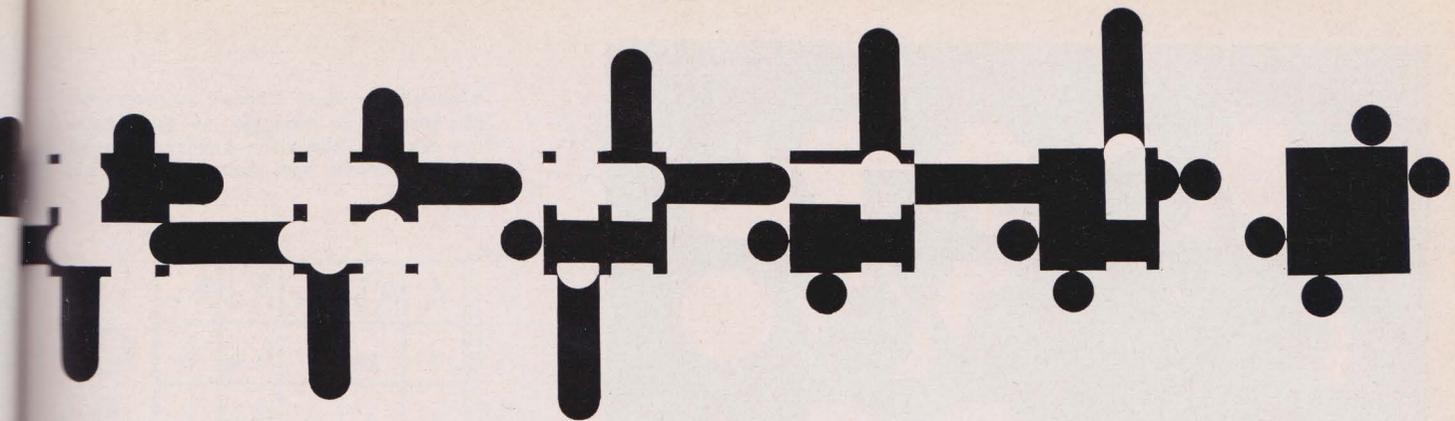




Gianni Colombo - In tempi successivi, 4 cerchi attraversano un quadrato nell'ordine.



Soto - Un aspetto della combinazione tra un segno irregolare tridimensionale e una superficie piana rigata.

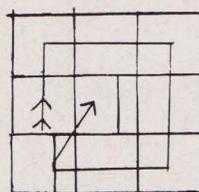


Enzo Mari - Opera 305 S x 10.

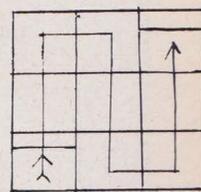
Giovanni Anceschi - In dieci tempi nove rettangoli orientati verticalmente decrescono da 9 a 0 mentre nove rettangoli orientati orizzontalmente crescono da 0 a 9 secondo due schemi diversi.

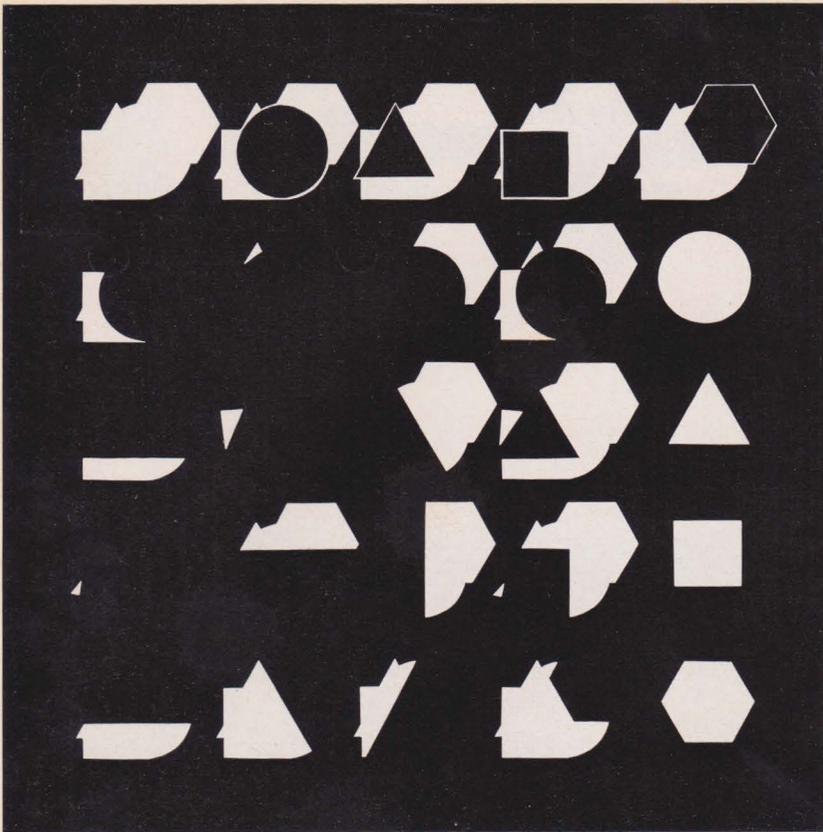
decrescente da 6 a 0

crescente da 0 a 6



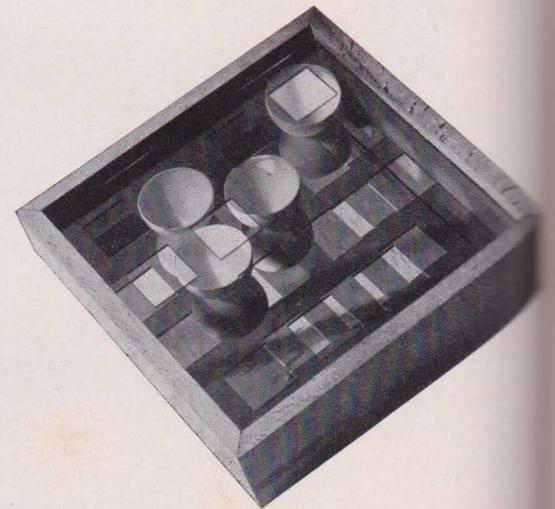
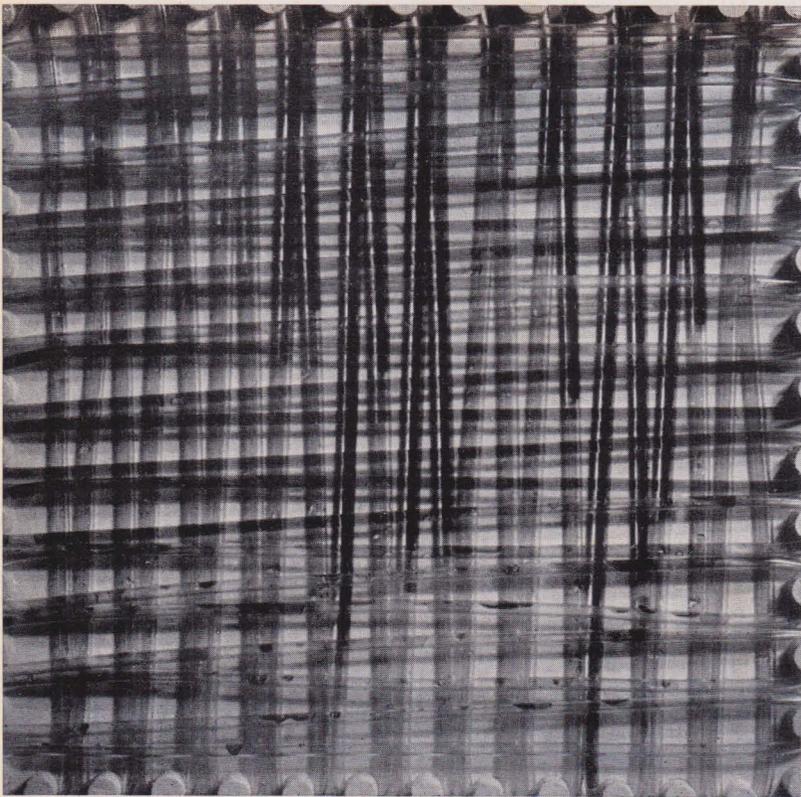
+





Gabriele Devecchi - Forma composta da un cerchio, un triangolo, un quadrato e un esagono, che viene analizzata in tre tempi secondo ogni forma componente.

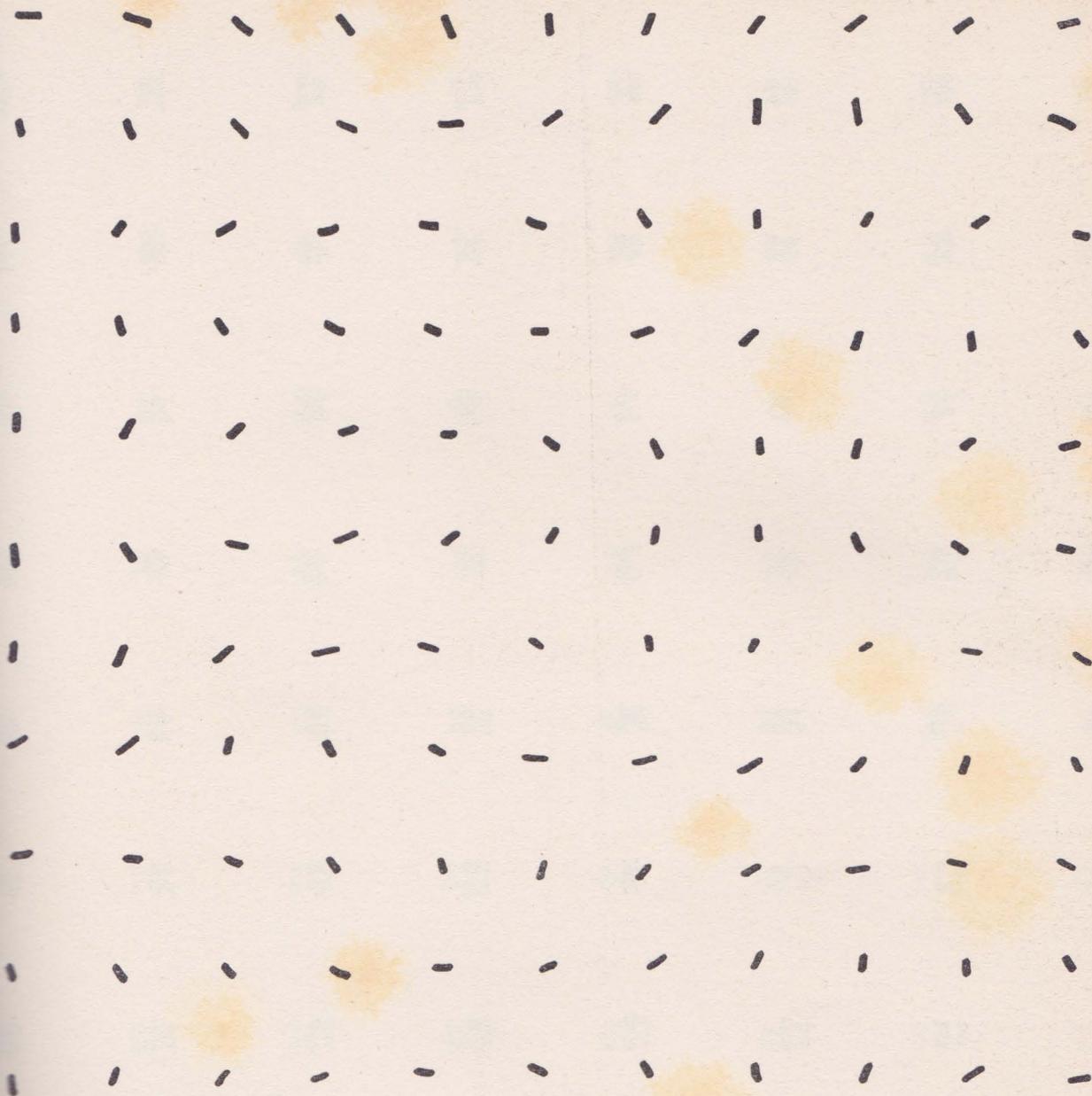
| | A | A b | A c | A d | A e | |
|-----|---|-----|-----|-------|-----|---|
| I | 1 | 2 | 3 | A(-b) | b |  |
| II | 1 | 2 | 3 | A(-c) | c |  |
| III | 1 | 2 | 3 | A(-d) | d |  |
| IV | 1 | 2 | 3 | A(-e) | e |  |



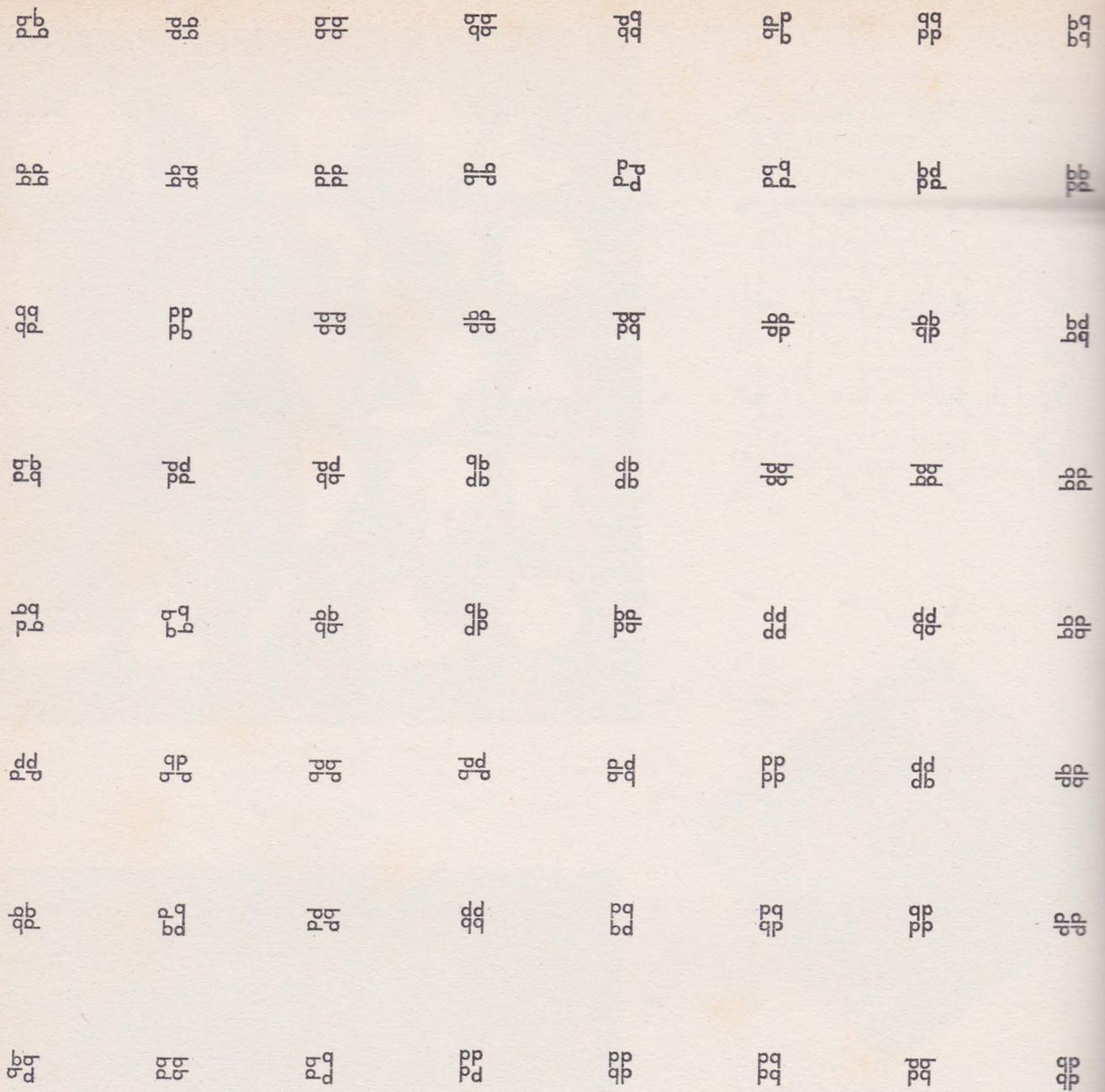
Grazia Varisco - Sferisterio semidoppio: elementi mobili su superficie riflettente.

Giovanni Anceschi - Superficie a percorsi fluidi.

da
e
tre
te.



Enrico Munari - Perturbazione cibernetica.



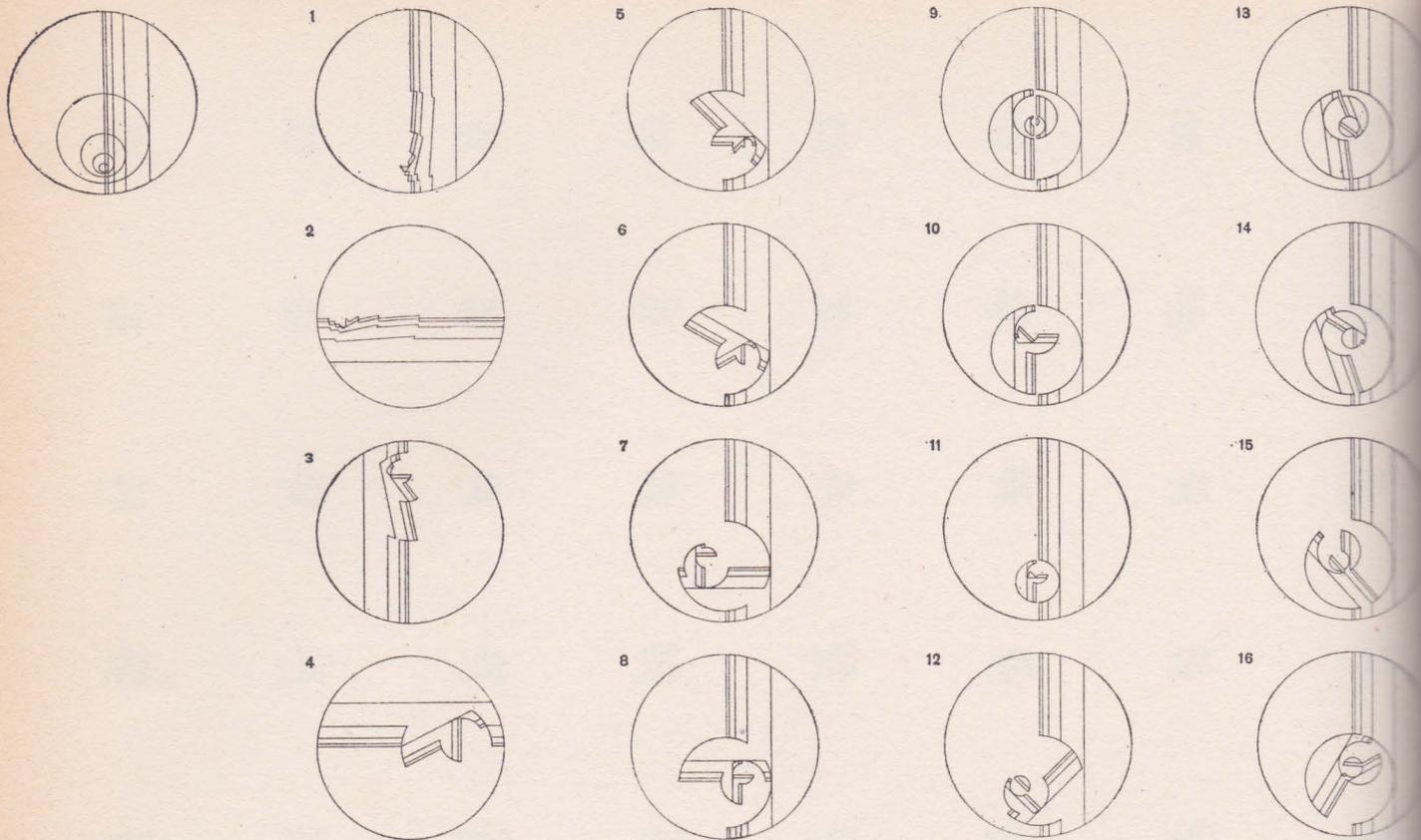
Diter Rot - Alcune possibili combinazioni tra le lettere b p d q.

continua da pag. 176

186

terico del serpente che si morde la coda, dato che la posizione finale coincide con quella iniziale e la parola con cui il discorso grafico si apre si salda con quella con cui si chiude. Entrate dunque in questo spazio curvo finito e illimitato. E ora cercate di distogliere

lo sguardo, di riposarlo su di un solo particolare. Non vi riuscite piú, sarete trascinati nella danza del provvisorio e del relativo, accumulerete una informazione che non si identifica con un solo significato ma con la totalità dei significati possibili, non riceverete un messaggio, ma la possibilità di tanti messaggi compresenti. E non troverete piú le coordinate tranquillizzanti



Karl Gerstner - Eccentrico tangenziale: schemi della posizione base e di costellazioni regolari.

Cinque cerchi, il minore sempre entro il maggiore, sono sistemati eccentricamente sullo stesso asse. Rette parallele sono tangenti ad essi. Ogni parallela forma parte di una sequenza continua dal bianco al grigio la minore, fino al nero, la maggiore. I cerchi sono mobili. Il movimento interrompe l'unità della sequenza grigia e li porta in ogni fase di rivoluzione in una nuova costellazione aleatoria o regolare. Le regolari si possono ottenere per mezzo di una rivoluzione sia da sinistra che da destra, con risultati differenti, vedi 7-8.

- 1 Rotazione dei cerchi da destra rispettivamente dall'unità inferiore. Alterazione della posizione di base per 90° rispettivamente e
- 2 rotazione dall'unità minore verso sinistra,
- 3 dalle due unità minori verso destra,
- 4 dalle tre unità minori verso destra.
- 5 Rotazione dei cerchi per 45° rispettivamente verso sinistra,
- 6 per 60° verso sinistra,
- 7 per 90° verso destra,

- 8 per 90° verso sinistra,
- 9 per 180° (l'unica costellazione che non si può ottenere con rotazioni a destra o a sinistra),
- 10 rotazione progressiva per 180°, 90°, 45° verso destra,
- 11 per 360°, 180°, 90°, 45° verso destra,
- 12 come 10 in ordine inverso, per 45°, 90°, 180°,
- 13 rotazione non completa di 180°, essendo ogni unità minore unita ai rispettivi termini opposti,
- 14 la penultima unità è unita al suo termine opposto,
- 15 rotazione dei cerchi verso sinistra, destra, sinistra, la terz'ultima, la penultima e l'ultima unità, che si uniscono rispettivamente ai termini opposti,
- 16 rotazione dei cerchi verso sinistra della terz'ultima, penultima e ultima unità che si uniscono rispettivamente ai termini opposti.

Materiale: peraluman, plastica verniciata a fuoco.

Misure: diametro, 60 cm.