

La teoria della relatività

# Un segreto per pochi o una ricchezza per tutti?

L'interesse e la curiosità per la teoria della relatività di Albert Einstein (1879-1955) esplose nel grande pubblico relativamente tardi, e cioè nel 1920, quindici anni dopo la prima e fondamentale «memoria» nella quale l'allora ventiseienne fisico ebreo-tedesco criticava il concetto di «simultaneità» e dimostrava l'equivalenza tra massa e energia. Si trattò di una vera e propria «esplosione» di interesse, di una improvvisa «moda». La guerra era da poco finita; durante l'eclisse solare del 1919 una spedizione di astronomi inglesi confermò sperimentalmente la previsione fatta dal fisico tedesco durante la prima guerra mondiale, in riviste tedesche, e cioè la deviazione dei raggi luminosi in vicinanza di un forte campo gravitazionale (per es., la deviazione dei raggi luminosi provenienti da una stella quando «sfiorano» il nostro Sole). Stando alle impressioni di uomini di scienza che vissero quei momenti, la collaborazione tra scienziati di paesi che fino a qualche mese prima si erano reciprocamente dissanguati in una guerra, fu la cosa che colpì di più l'immaginazione del grosso pubblico. E' probabile che questa sia stata la molla psicologica occasionale che scatenò l'interesse per la relatività; io credo, però, che, subito o quasi, il grande pubblico intuì che si trattava di una rivoluzione del pensiero, di uno «sconvolgimento» del modo di vedere il mondo, qualcosa che generava la rivoluzione copernicana (o la disputa sui «massimi sistemi»), quello di Tolomeo e quello di Copernico, aveva suscitato tre secoli prima un'analoga esplosione di interesse del grande pubblico, dopo le prime conferme sperimentali di Galileo del 1600-10: i padri dei medici, fisiologi, medici, fisiologi, fisiologi.

Einstein stesso (un grande solitario, ma non un aristocratico) si rese conto del fatto che ormai doveva cercare di spiegare al grande pubblico i fondamenti e i lineamenti generali della sua teoria rivoluzionaria che era giunta l'ora di «travasarla» dalle riviste per specialisti nella cultura di tutti: scrisse un libretto di divulgazione, in tedesco, col sottotitolo: *allgemein verständlich*, comprensibile per tutti. Ma molti anni dopo (credo al momento della ripubblicazione in America, in lingua inglese) disse, un poco scherzando e un poco seriamente, al suo collaboratore Leopold Infeld (allora profugo dalla Polonia fascista, oggi professore nella Repubblica popolare polacca), che doveva cambiare lievemente il sottotitolo, scrivendo: *allgemein verständlich*, incomprensibile per tutti. Di storie, piuttosto divertenti, sul carattere «iniziatore» della teoria della relatività ce ne sono del resto parecchie altre. Ci limitiamo a ricordare l'aneddoto relativo a Sir Arthur Eddington, grande astronomo inglese, entusiasta della «relatività» (che interpretò, però, e arbitrariamente, in senso idealistico). Un giornalista disse ad Eddington: «Lei è una delle tre persone al mondo che ha capito la "relatività generale"». «Vedendo che Sir Arthur si mostrava imbarazzato, aggiunse: «non sia troppo modesto». Eddington rispose subito: «non è questione di modestia; mi sto chiedendo chi possa essere il terzo».

Albert Einstein è uno degli uomini per i quali nutro più reverente e devota ammirazione, in tutti i sensi. Ritengo, però, che non fosse un ottimo divulgatore del suo pensiero: era forse troppo assuefatto a vivere nel suo solitario mondo di altissime speculazioni per poter rendersi conto delle difficoltà mentali dell'uomo comune. Albert Einstein, tanto «paragonabile» a Galileo Galilei per qualità di ingegno, per il sentimento di «religione cosmica» che pervase la sua opera di scienza-

to materialista, per l'amicizia per gli uomini che completò e illuminò la sua solitudine di genio, era, io penso, molto inferiore a Galileo come «divulgatore» di una rivoluzione scientifica. Eppure, anche Galileo, che non ha a tutt'oggi l'uguale come «propagandista» di scienza nuova, era pressoché *allgemein verständlich* per i suoi contemporanei. Le obiezioni di Simplicio (la ristretto del contraddittorio di Galilei-Salviati nei *Dialoghi dei massimi sistemi*) contro il moto della Terra apparivano fortissime. Ne ricordiamo una per tutte. Come mai, pur ruotando la Terra così velocemente, case e uomini e alberi e gli stessi elefanti non vengono scagliati lontano, non sfuggono per la tangente, come accade quando si rotte una fionda, con un sasso? Non sono del resto ben sicuro che tutti i miei «venticinquenni lettori», i compagni e gli amici che hanno la pazienza di leggere i miei articoli abbastanza «pesanti», sappiano dare oggi una soddisfacente risposta all'obiezione di Simplicio, «enchè tutti e venticinquenni convintissimi del moto della Terra (non riportò la risposta di Galileo, seguendo la ormai surriscaldata tecnica del sospendere)».

Da un analogo paragone storico prendono le mosse gli «scienziati» sovietici L.D. Landau e G.B. Rumer nel loro delizioso libretto: *Che cosa è la relatività?*, pubblicato dagli Editori Riuniti nel 1961, ultimamente tradotto dalla nostra Lena Cini-Poli (libretto che ha anche il merito di costare solo 300 lire). Landau e Rumer partono dalla «relatività della direzione verticale» sulla Terra, ricordando «la ridotta obiezione alla sfericità della Terra, giunta fino a noi dal lontano medioevo: "come fa la gente a camminare con la testa all'ingiù?"». Altrettanto apparivano ridicole, forse tra non molti anni, le perduranti proteste del «senso comune» contro la relatività della misura del tempo, contro il concetto di «simultaneità assoluta», critiche che sono uno dei cardini della «relatività ristretta», cioè della teoria elaborata da Einstein quando, tra il 1901 e il 1905 lavorava (pare senza grande impegno!) all'ufficio brevetti svizzero di Berna.

La relatività ristretta è la prima rivoluzione scientifica operata da Einstein, del 1905. Ma vi è poi anche la «rivoluzione del 1915-1916», la teoria della «relatività generale». Ebbene, io credo che oggi la relatività ristretta possa e debba diventare ormai patrimonio culturale e mentale di tutti; che — invece — il passaggio della «re-

latività generale» dalla scienza al senso comune non sia ancora pienamente possibile. Consiglio perciò di prendere come punto di partenza il libretto di Landau e Rumer dedicato esclusivamente alla relatività ristretta (o «speciale»). Si può capire tutto; certo, con un impegno mentale non inferiore a quello necessario per penetrare nel «discorso» galileiano.

Proprio in Italia, esiste una bella tradizione di divulgazione della relatività, inaugurata da quella alta, lucidissima mente che fu Guido Castelnuovo, il quale scrisse (credo poco dopo il 1920) un prezioso volume su *Spazio e tempo nella relatività di Einstein* (per di più, un libro di Umberto Forti, *La teoria di Einstein concetti fondamentali ed evoluzione storica* (Nuova Accademia editrice, Milano, 1961, pagine 207, L. 1.500).

Si tratta tuttavia di letture più difficili di quella del libretto di Landau e Rumer, che consigliamo ancora una volta come base di partenza. Un libro, dopo, suggeriamo di passare al volume di L. Infeld: *Albert Einstein, l'uomo e lo scienziato - la teoria della relatività e la sua influenza sul mondo contemporaneo* (Piccola Biblioteca Einaudi, Torino, 1962, pp. 145, L. 800). Infeld è un grande umanista, uno dei massimi «divulgatori» dei nostri giorni: ricordate quel gioiello che è la vita di Evaristo Galois, pubblicata in italiano da Feltrinelli sotto il discutibile titolo: *Tredici ore per l'immortalità* (il titolo originale, *Cronaca di un giorno*, era di Evaristo Galois, pubblicata in italiano da Feltrinelli sotto il discutibile titolo: *Tredici ore per l'immortalità*).

Ma fra vent'anni, o anche prima, le tipografie saranno popolate da uomini in camice bianco, e il latte lo berranno quelli che ne avranno voglia, perché non vi sarà più traccia di piombo. Tutta la tecnica della stampa sarà profondamente diversa da quella che è oggi particolarmente nei grandi stabilimenti in cui si fanno i quotidiani e risulterà dallo sviluppo e miglioramento di certe esperienze che si fanno ora su piccola scala, in aziende commerciali e per periodici modesti tirature, e piccolo formato. Questa è l'indicazione che si ricava da pubblicazioni apparse recentemente in vari paesi, come Gran Bretagna, Stati Uniti, Francia. Anzi, la coincidenza di tali pubblicazioni, alcune delle quali palesemente sollecitate dalla industria produttrice dei macchinari di nuovo tipo, è indice sicuro dell'avvenuta formazione di interessi economici direttamente impegnati su tale linea di sviluppo.

Come nasce il giornale

Gli interessi in gioco sono in ogni caso complessi e complessi: la stampa di un grande quotidiano richiede, come è ben noto, mezzi finanziari ingenti, una parte rilevante dei quali è costituita dal valore delle macchine; alimenta cioè un settore industriale importante, che si è formato e sviluppato con continuità per quattro secoli, più rapidamente negli ultimi ottanta anni, dopo l'invenzione delle linotype e delle rotative, determinando parallelamente la formazione e qualificazione di una categoria di lavoratori — i tipografi — che rappresentano oggi un elemento sostanziale del quadro culturale di un paese. La rot-

tura con questa linea evolutiva non è semplice, e non sarebbe nemmeno probabile a breve scadenza, se non fosse promossa da quello che si avvia a essere il più decisivo settore industriale del mondo di domani, ed è fin d'ora fra i più forti «elettronici».

Anche nel campo della stampa, le novità appartengono alla elettronica, alle straordinarie possibilità di questa nuova tecnica, capace di controllare in modo rigoroso e infallibile processi e fenomeni troppo sottili e rapidi per cadere nel raggio d'azione della vecchia meccanica. In poco più di un decennio, si può dire, l'elettronica — che per tutta la prima metà del secolo era rimasta confinata agli apparecchi radio — ha rivoluzionato l'industria e la vita quotidiana, in un laboratorio di ricerca, in un missile o in uno stabilimento tipografico tendendo a convergere.

Ma forse solo pochi lettori sanno esattamente come nasce — ora — il loro giornale (e naturalmente tutti gli altri), così che può riuscire utile, riassumere schematicamente il processo tipografico attualmente in uso per i grandi quotidiani. Questo processo comporta due fasi essenziali, la composizione e la stampa. La prima fase viene eseguita con macchine dette linotype, e altre analoghe delle monotype, le quali tutte compongono i testi con i relativi caratteri, e li trasformano in piombo fuso, e una o più serie di «matrici» cave, comandate da una tastiera: il piombo fuso versato in tali matrici, e immediatamente raffreddato forma i caratteri in rilievo necessari alla stampa.

Una parte della composizione, particolarmente per i titoli più grossi, può essere ancora eseguita a mano, scegliendo e collocando in ordine i caratteri contenuti negli appositi scomparti di una cassina, o «galle», o «galle» della composizione è la «giustezza», cioè la misura costante delle righe che formano una colonna di testo: la si ottiene variando la spaziatura fra i singoli caratteri, vale a dire fra le matrici delle linotype e delle altre macchine analoghe. Successivamente i testi con i relativi titoli vengono sistemati in un telaio d'acciaio che ha le dimensioni della pagina (impaginazione), secondo uno schema preparato in anticipo sulla carta (menabò).

La fase intermedia comincia con l'introduzione della pagina di piombo, con il suo telaio, in un pressa, che comprime sul metallo un cartone specialmente preparato (flano), il quale conserva poi l'impronta della pagina, perfettamente leggibile: il flano (come le matrici delle linotype)

pes) è «positivo», cioè si legge da sinistra a destra come la pagina stampata; mentre il piombo è «negativo», cioè i caratteri sono rovesciati e si leggono da destra a sinistra. Ottenuto il flano (se ne fa più d'uno in realtà) la composizione di piombo decade, non serve più. Il flano segna infatti l'inizio di una nuova fase: esso viene disposto, verticalmente, dentro una superficie semicilindrica, con la faccia impressa volta all'interno, parallelamente a una superficie della stessa forma; fra queste due superfici viene colato piombo fuso, che penetra nei segni impressi sul flano, così che, raffreddato, riproduce esattamente tali segni, ma in «negativo» e in rilievo, cioè riproduce la pagina originale ottenuta con la composizione, ma su una superficie curva invece che in piano.

Questa è la stereotipia: le pagine curve che ne sono il prodotto vengono infine montate sui cilindri di una macchina immensa e complessa, la «rotativa», che esegue la operazione di stampa. Essa è dotata di grandi bobine, le quali si rotolano in continuazione, lanciando a elevata velocità un nastro di carta che sfiora i cilindri rotanti su cui le diverse pagine del giornale sono montate con l'ordine necessario.

Le prime applicazioni dell'elettronica alla stampa riguardano appunto la rotativa, soprattutto quando essa è impiegata per la riproduzione a colori, come le macchine equamente fondate su elementi rotanti, ma che usano, al posto delle pagine ottenute dalla stereotipia, lastre di rame o di zinco o altre sostanze, più leggermente impresse nell'offset e nel rotocalco, sono due metodi che permettono di ottenere la riproduzione di immagini su lastre metalliche, con le quali si esegue poi la stampa su carta a rotativa; anche le illustrazioni che appaiono sui quotidiani sono ottenute inizialmente con un processo litografico (zincografia) il cui risultato è una lastrina (cliché) che viene messa in prima assieme con i testi tipografici e come questi impresse poi il flano. Ma si usa (per i grandi settimanali illustrati) anche preparare intere pagine su lastre calcografiche o litografiche, comprese i testi, che normalmente vengono prima composti tipograficamente e stampati in pochi esemplari su fogli trasparenti, dai quali passano sulla lastra metallica. Si comprende tuttavia che un processo tipografico, dal quale si ricavano solo i pochi esemplari necessari alle operazioni successive, costituisce uno spreco e una complicazione che sarebbe ingiustifi-

«registro» elettronico

«registro» elettronico

«registro» elettronico

«registro» elettronico

«registro» elettronico

«registro» elettronico

«registro» elettronico

«registro» elettronico

«registro» elettronico

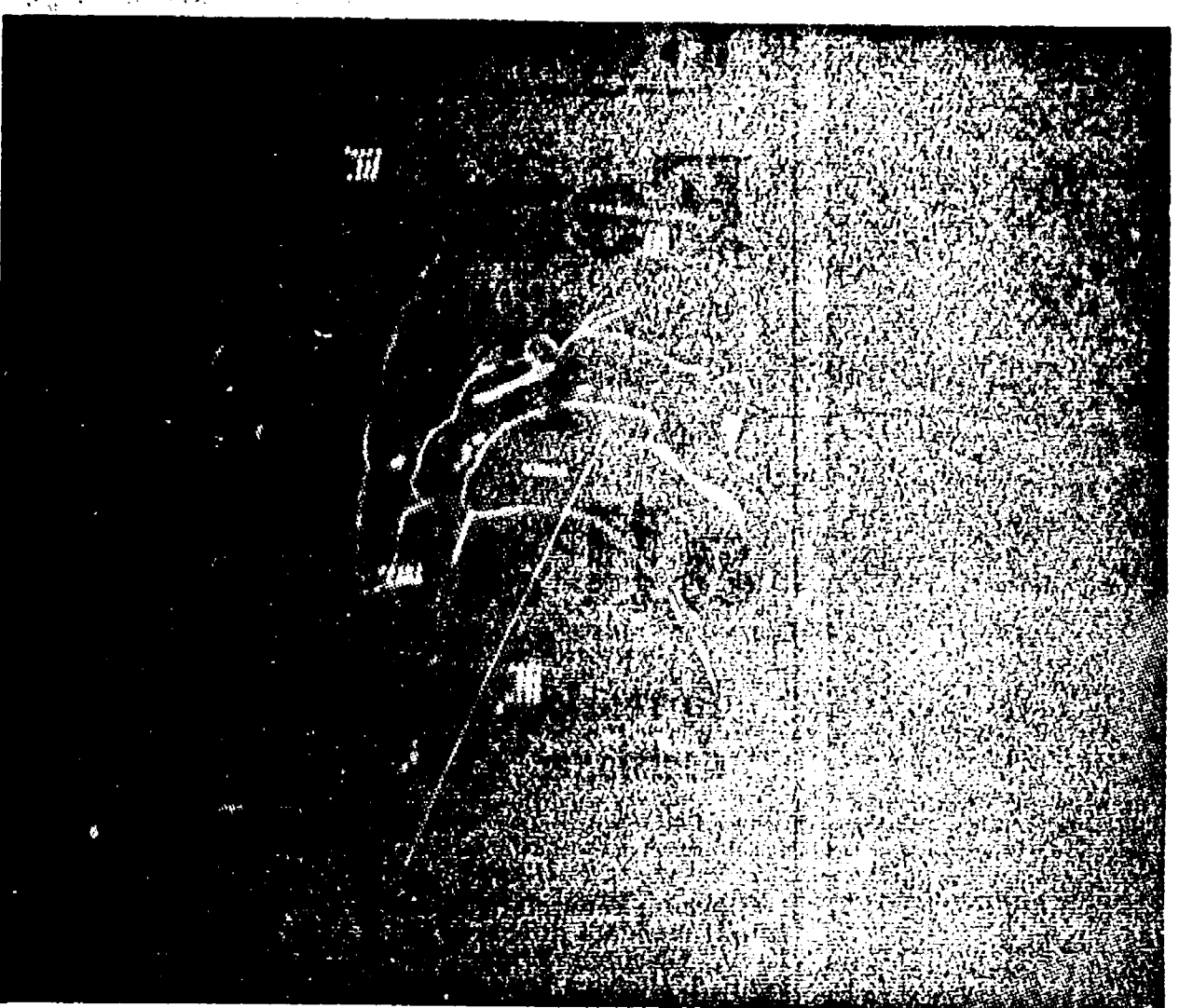
«registro» elettronico

«registro» elettronico

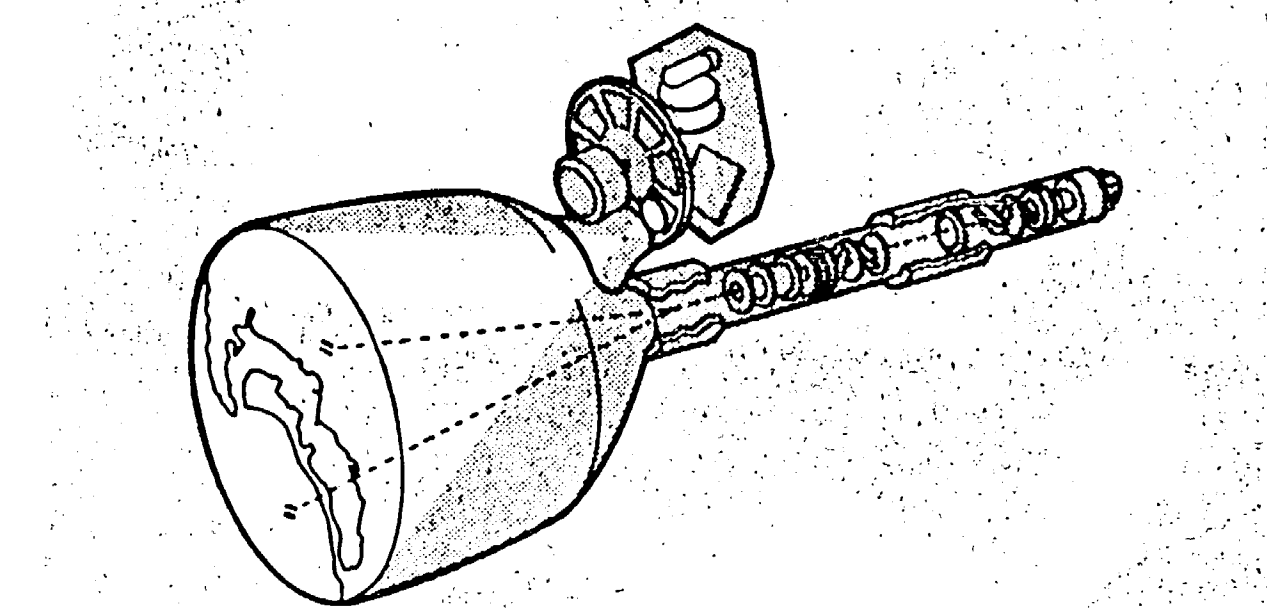
«registro» elettronico

«registro» elettronico

# scienza e tecnica



«Charactron». Nello stelo sono contenute matrici metalliche con figure (come la cartina riprodotta a sinistra) o caratteri di stampa, in metallo: quando sono portate a un certo potenziale elettrico lasciano passare il pennello di elettroni che le riproduce, ingrandite, su uno schermo, come nella figura a sinistra

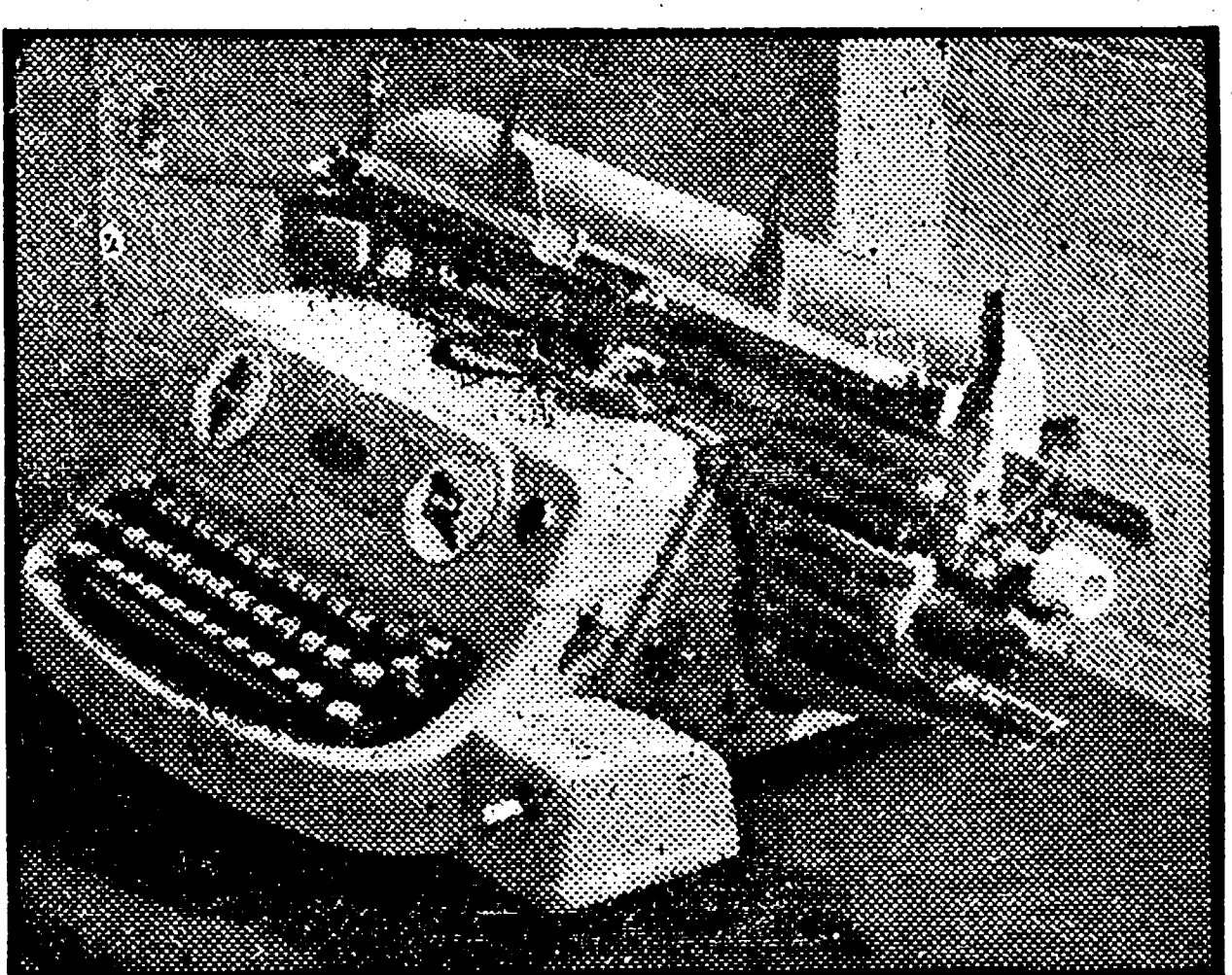


Si prepara una grande svolta anche nell'arte tipografica

# La stampa sostituirà il piombo

Un pennello di elettroni che scrive 200 mila caratteri al secondo - Macchine calcolatrici per mantenere la «giustezza» - Il feed-back sulle rotative

# La stampa sostituirà il piombo



Una macchina da scrivere che, dopo aver ricevuto un testo, lo ripete automaticamente con la giustezza assegnata

mettere in luce la contraddizione di fondo degli attuali sistemi grafici: la rotativa a controllo elettronico è già, evidentemente, una macchina moderna, che si affaccia sulla soglia della nuova tecnica di evoluzione. Tutta la prima parte del processo sopra illustrato, cioè la fase propriamente tipografica, o della composizione in piombo, appartiene invece a un'altra età della tecnica: è invecchiata, la macchina pesante, antichissima, costosa, e — quello che più conta — può essere, in linea di principio, interamente sostituita da metodi più agili e diretti, che già cominciano a essere applicati, come stiamo per dire. L'unico punto che rimane tuttora a vantaggio del piombo, e che sarebbe decisivo se non potesse a sua volta essere risolto, è la qualità della impressione, l'estremo nitore e l'ordine perfetto dei caratteri, le quali si raggiungono in modo continuo, e in modo continuo, per dare cenno non si è ancora ottenuto nulla di paragonabile a una bella pagina tipografica.

I nuovi procedimenti — che tendono via via a «elettronizzarsi» — hanno origini complesse, poiché derivano in parte dai recenti sviluppi degli antichi metodi artigianali della calcografia e litografia, e per altri aspetti da applicazioni dell'elettronica, come le telecamere e i finché le calcolatrici.

Molto schematicamente si può dire che la litografia e la calcografia, evolute rispettivamente nell'offset e nel rotocalco, sono due metodi che permettono di ottenere la riproduzione di immagini su lastre metalliche, con le quali si esegue poi la stampa su carta a rotativa; anche le illustrazioni che appaiono sui quotidiani sono ottenute inizialmente con un processo litografico (zincografia) il cui risultato è una lastrina (cliché) che viene messa in prima assieme con i testi tipografici e come questi impresse poi il flano. Ma si usa (per i grandi settimanali illustrati) anche preparare intere pagine su lastre calcografiche o litografiche, comprese i testi, che normalmente vengono prima composti tipograficamente e stampati in pochi esemplari su fogli trasparenti, dai quali passano sulla lastra metallica. Si comprende tuttavia che un processo tipografico, dal quale si ricavano solo i pochi esemplari necessari alle operazioni successive, costituisce uno spreco e una complicazione che sarebbe ingiustifi-

cato se non assicurasse una qualità, come si è detto, non eguagliata finora con altri sistemi. In ogni caso il procedimento complessivo è troppo macchinoso e lungo per i quotidiani, dove lo spazio riservato al testo è del resto di molto superiore a quello delle illustrazioni, così che non vi si era manifestato finora un vero interesse per il rotocalco o l'offset.

Ma negli ultimi anni, particolarmente negli Stati Uniti, dove la bellezza della stampa conta meno che nella raffinatissima Europa, alcuni periodici hanno cominciato a servirsi, per ottenere l'impressione dei testi su fogli trasparenti, di un procedimento assai più semplice e diretto che non la tipografia in piombo: macchine da scrivere derivate dalle telecamere, le quali, durante la scrittura del testo battono anche una banda perforata, e successivamente, sulla scorta di questa, e automaticamente, riscrivono il testo con una «giustezza» data, cioè variando gli spazi fra i caratteri come fanno gli operatori delle linotype. Sistemi di questo genere sono in corso di perfezionamento, e i più evoluti sono fondati sull'uso di calcolatrici elettroniche di media grandezza i quali, ricevuto un testo calcolano le spaziature necessarie a mantenere la giustezza prima di scriverlo con i caratteri desiderati.

E' chiaro comunque fin d'ora che l'accoppiamento di questa scrittura elettronica con un calcolatore (impiegato come nel caso illustrato precedentemente) potrà consentire di ottenere un risultato nitore e una perfetta eguaglianza di scrittura, assieme con la più rigorosa giustezza, e una fantastica velocità di 200 mila battute al secondo. Il complesso non costerà probabilmente più delle installazioni che ora costituiscono una tipografia da quotidiano, e permetterà di ottenere, in un tempo molto più breve di quello corrente ora, lastre metalliche impresse fotograficamente che saranno montate automaticamente sulle rotative, e in dimensioni delle attuali rotative tipografiche, e interamente controllate dal feed-back elettronico: ciò che consentirà fra l'altro l'impiego normale del colore anche per i quotidiani.

Quanto ai tipografi, sembra evidente che essi sono nelle migliori condizioni per apprendere queste nuove tecniche, e porsi in grado di passare gradualmente dalla linotype al Charactron (così si chiama il tubo catodico per la scrittura elettronica) e alle operazioni connesse con l'impiego di una macchina scrivente che è non solo la più rapida finora concepita e attuata, ma la più rapida possibile. Proprio così, come categoria, sono chiamati a portare la stampa elettronica dallo stadio sperimentale alla pratica quotidiana.

Sono stati infatti costruiti tubi catodici (simili, per intenderci, allo schermo televisivo) all'interno dei quali piccole «matrici» metalliche dei vari caratteri (fino a 132 nei modelli già funzionanti) lasciano passare un pennello di elettroni solo quando sono portate — una per volta — a un certo potenziale elettrico: il pennello attraversa lo schermo che limita anteriormente il tubo diventa fluorescente, e impressiona la lastra fotografica. Questo problema è perfettamente risolto, mentre si sta lavorando anche qui, alla «giustezza» cioè alla spaziatura fra i diversi caratteri (mediante correzione dell'angolo d'incidenza del pennello elettronico).

E' chiaro comunque fin d'ora che l'accoppiamento di questa scrittura elettronica con un calcolatore (impiegato come nel caso illustrato precedentemente) potrà consentire di ottenere un risultato nitore e una perfetta eguaglianza di scrittura, assieme con la più rigorosa giustezza, e una fantastica velocità di 200 mila battute al secondo. Il complesso non costerà probabilmente più delle installazioni che ora costituiscono una tipografia da quotidiano, e permetterà di ottenere, in un tempo molto più breve di quello corrente ora, lastre metalliche impresse fotograficamente che saranno montate automaticamente sulle rotative, e in dimensioni delle attuali rotative tipografiche, e interamente controllate dal feed-back elettronico: ciò che consentirà fra l'altro l'impiego normale del colore anche per i quotidiani.

Quanto ai tipografi, sembra evidente che essi sono nelle migliori condizioni per apprendere queste nuove tecniche, e porsi in grado di passare gradualmente dalla linotype al Charactron (così si chiama il tubo catodico per la scrittura elettronica) e alle operazioni connesse con l'impiego di una macchina scrivente che è non solo la più rapida finora concepita e attuata, ma la più rapida possibile. Proprio così, come categoria, sono chiamati a portare la stampa elettronica dallo stadio sperimentale alla pratica quotidiana.

Cino Sighiboldi



Albert Einstein

L. Lombardo-Radice