

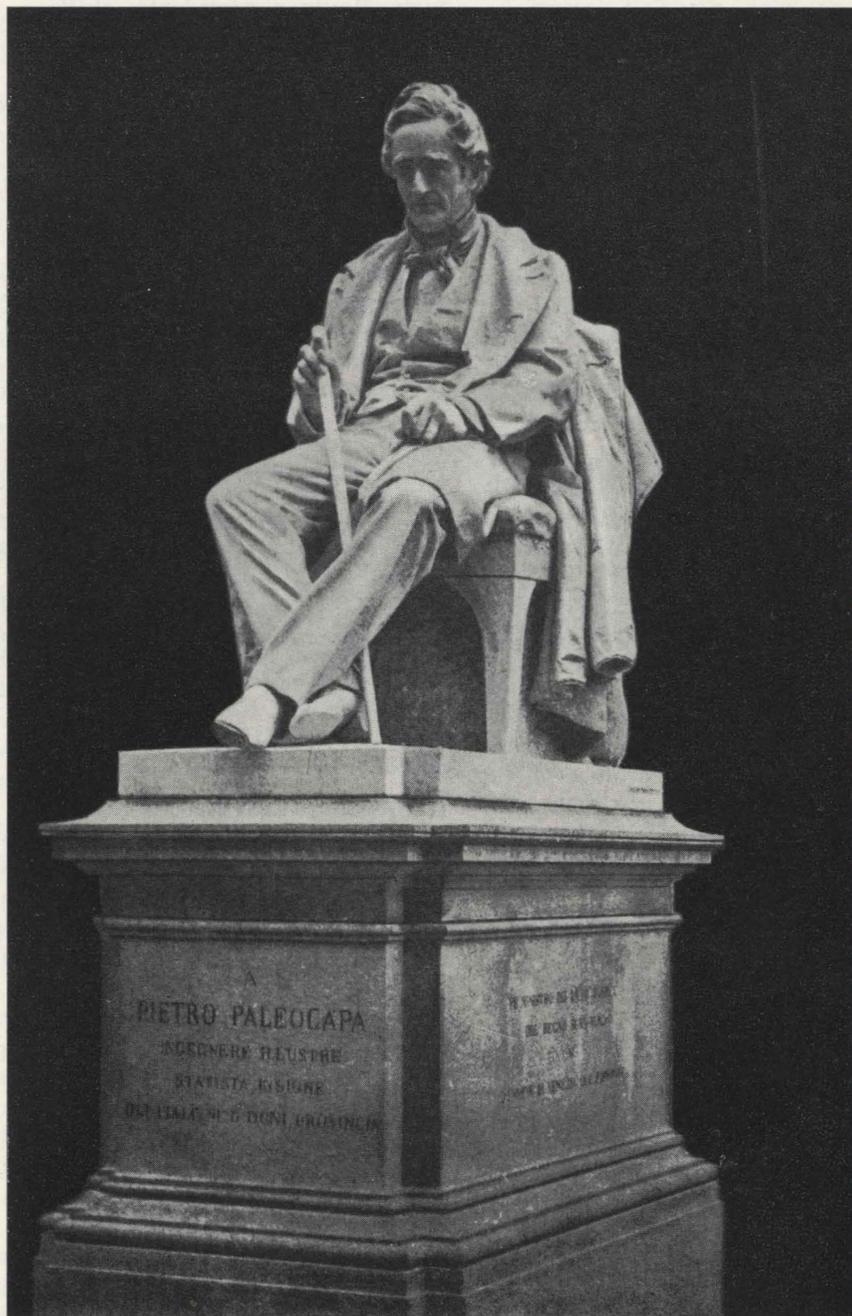
NEL PRESENTE FASCICOLO DA PAG. 231 A PAG. 268 SONO RACCOLTI I TESTI DELLE RELAZIONI E DEGLI INTERVENTI SUL "CONVEGNO SUL METODO" PROMOSSO NEL CICLO DELLE CELEBRAZIONI SOCIALI CENTENARIE

OMAGGIO AL PRIMO PRESIDENTE

Del 27 febbraio 1864 è la proposta fatta da un gruppo di ingegneri di fondare «una Società tra ingegneri, idraulici, meccanici, architetti civili, industriali, cultori e promotori benemeriti delle arti col proposito di divulgare e perfezionare, mediante la discussione, le cognizioni utili all'esercizio delle arti meccaniche ed edilizie, del commercio e dell'industria». Del 25 marzo 1864 è l'atto costitutivo e lo statuto. L'approvazione definitiva come corpo morale è del 18 luglio 1866 (Decreto Luogotenenziale da Firenze) con la denominazione di Società degli Ingegneri e degli Industriali di Torino.

Presidente del Comitato Provvisorio dal 15 marzo 1866 al 23 dicembre 1866 è Pietro Paleocapa. Presidente del Comitato Direttivo dal 23 dicembre 1866 al 31 dicembre 1867 è Giovanni Cavalli, mentre il Paleocapa è Presidente Onorario.

Del primo Presidente Pietro Paleocapa diamo qui un succinto ritratto, che a titolo d'omaggio celebrativo traiamo dal libro I monumenti di Torino, Notizie biografiche, storiche e descrittive raccolte da Carlo Morando, Tip. Camilla e Bertolero, Torino, 1880.



Pietro Paleocapa

Oriundo di famiglia greca venuta in Italia nel 1669 per sottrarsi alle ire feroci de' mussulmani contro i cristiani, nacque nel 1789 Pietro Paleocapa in Bergamo ove il padre suo, Mario, teneva carica di Cancelliere per la Repubblica Veneta.

Studiò dapprima giurisprudenza in Padova, poscia, sopravvenuti, per le vittorie de' francesi, grandi mutamenti in Italia, si volse alla carriera militare, e poco stante usciva dal celebre Collegio di Modena come luogotenente del Genio ed applicato ai lavori della fortezza di Osopo.

Fece col generale Bertrand la campagna del 1813 e rimase prigioniero dopo la battaglia di Yuterbok. Esiliato in Pomerania ne fuggì, e dopo una lunga serie di dolorosi stenti poté rimpatriare e poco dopo il suo ritorno fu incaricato di munir di difese il forte di Mandella.

Rovinò il regno napoleonico in Italia: sei ufficiali italiani furono prescelti da Napoleone, che loro offeriva onorato grado e lauti stipendi nel corpo del Genio francese. Fra questi era, per solenne onoranza al suo ingegno, il Paleocapa; ma egli, disdegnando di militare nell'esercito che tanti danni avea portato alla patria sua, si ricusò alla lusinghiera chiamata. Si consacrò tutto a servizio della patria in uffici civili. Impiegato nel corpo degli ingegneri di acque e strade in Venezia, fu nel 1820 chiamato come membro della Giunta del Censimento a Milano ove stette fino al 1829, anno in cui ritornò a Venezia come ingegnere-capo del Genio Civile. Ispettore idraulico nel 1833, direttore generale delle pubbliche costruzioni, riuscì a comporre secolari controversie sulla regolazione del Brenta e del Bacchiglione, ideò e mise ad esecuzione un piano per la sistemazione dell'Adige coordinato alla bonificazione di vastissimi terreni paludosi, ed infine compì, in mezzo a mille formidabili ostacoli, le importanti e celebratissime opere dei murazzi di Malamocco e del miglioramento di quel porto.

La grande e bella fama che in questi difficilissimi lavori erasi acquistata fece sì che il Governo austriaco per ben tre volte lo chiamasse in Ungheria. Nel 1842 per dar parere sulla regolazione del canale del Danubio tra Buda e Pesth; nel 1846 sul corso della Theiss, infine nel 1848 per un miglioramento del porto di Fiume.

Quando, addì 22 marzo 1848, Venezia si proclamò libera e retta a Governo repubblicano, con Daniele Manin a presidente, il Paleocapa fu Ministro degli interni e de' lavori pubblici del Governo provvisorio.

Propugnatore dell'unione col Piemonte, si recò al campo di Carlo Alberto per implorar soccorso, pur non nascondendo nella sua lealtà che Venezia intendeva mantenersi libera nella scelta di Governo. Portò a Torino il plebiscito d'unione che fu solennemente accettato colla legge del 27 luglio 1848.

Caduta ogni speranza di salvar Venezia da nuova invasione austriaca, nel 1849 Paleocapa ricoverò in Piemonte, ove la fama che lo avea preceduto gli fece presto stringer relazione con uomini sommi e gli schiuse la via alle più alte cariche dello Stato.

Nel ministero Casati, detto di fusione, tenne il portafogli dei lavori pubblici. Caduto il gabinetto egli accettò il grado d'ispettore del Genio Civile e stette in tal carica fino al novembre 1849, quando Massimo d'Azeglio chiamavalo a far parte del Consiglio della Corona come Ministro dei lavori pubblici. Accettò dal D'Azeglio la carica che poc'anzi invano gli aveva offerto il Gioberti.

Per molti anni il Paleocapa tenne il portafogli dei lavori pubblici, avvegnacchè il conte Cavour avesse saputo apprezzarne, quanto il D'Azeglio, i grandissimi pregi d'intelletto e di carattere.

Si fu durante la sua amministrazione che si costruì la prima e vasta rete ferroviaria del Piemonte e che si moltiplicarono le comunicazioni stradali di secondo e terzo ordine. A lui toccò la sorte di essere tra i più autorevoli e più

zelanti promotori di due opere più meravigliose che l'industria umana abbia compiuto nel secolo XIX: il traforo del Cenisio ed il taglio dell'Istmo di Suez.

Del 25 ottobre 1849 è la data della prima relazione del Paleocapa sul traforo del Cenisio; nel 1855 recavasi a Parigi qual Commissario del Governo nostro nel Congresso per il taglio dell'Istmo di Suez. Rifiutò, per modestia, l'offerta di presidenza, ma prese parte attivissima ai lavori combattendo contro due strenui e potenti avversari: lord Palmerston nel campo politico, Roberto Stephenson nel tecnico.

Di quest'opera ebbe poi ad occuparsi quasi continuamente fino al 1867, per istanze degli ingegneri incaricati di eseguirla, che a lui ricorrevano come al più autorevole consigliere e maestro.

Una oftalmia da cui da lungo tempo era travagliato lo rese cieco, ond'egli si volle ritrarre a vita privata, non pretermettendo però mai di prestar l'opera sua al paese; presiedette nel 1859 le Commissioni che compilarono le leggi sulle opere pubbliche, sulle ferrovie delle Alpi Elvetiche e sul miglioramento del porto e delle lagune di Venezia.

Nel 1860, essendo già cieco, gli fu offerta la direzione dell'Amministrazione delle ferrovie dell'Italia centrale e della Lombardia; rifiutò dapprima, ma poi, cedendo alle sollecitazioni del conte Cavour, accettò l'incarico e lo tenne per più anni con giovanile energia.

Nel 1862 il Re nominollo Ministro di Stato e gli conferì poi il Collare dell'Annunziata addì 4 novembre 1866, quando una deputazione veneta presentavasi a recare il plebiscito d'unione.

Colto da febbre gastro-reumatica, il Paleocapa cessò di vivere, dopo sette soli giorni di malattia, il 13 febbraio 1869. Solenni funerali gli furono celebrati in S. Carlo, e si iniziò pubblica sottoscrizione per elevare a suo onore un monumento.

Molte e tutte pregiatissime sono le opere su costruzioni idrauliche e ferroviarie lasciateci dall'eminente uomo.

dal citato libro di Carlo Morando

IL "CONVEGNO SUL METODO"

Torino 25 - 27 settembre 1965

La Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino si è apprestata a celebrare il suo primo centenario di vita con una manifestazione di particolare importanza, che ha richiamato più di un centinaio di partecipanti qualificati, provenienti da ogni parte d'Italia e dall'estero. Questo incontro in effetti rappresentava qualcosa di diverso rispetto ad altri organizzati, su temi particolari: esso investiva un problema fondamentale della nostra civiltà, cioè il Metodo. Discorso vecchio e nuovo allo stesso tempo, perchè il metodo ha sempre rappresentato il binario sul quale sono corsi tanto il ragionamento che la ricerca. Tuttavia ogni ramo dello scibile e della creazione ha seguito negli ultimi tempi, un « suo » metodo, legato in fondo alla grande impostazione galileiana, senza forse verificare a fondo se esso faceva in realtà parte di una più vasta impostazione metodologica o se doveva essere considerata una struttura a se stante.

La Società degli Ingegneri e degli Architetti ha voluto appunto organizzare un « Convegno sul Metodo », che si è tenuto in Torino dal 25 al 27 settembre dello scorso anno, per mettere a contatto i rappresentanti di alcuni settori di ricerca, scienziati, ingegneri, architetti e industriali, affinché esponessero il loro pensiero sul Metodo, ciascuno nel suo campo specifico, e lo mettessero a confronto con quello degli altri colleghi riuniti insieme a loro ad una tavola rotonda. Il moderatore della discussione e il riassuntore delle diverse relazioni era l'ingegnere Prospero Nuvoli, Presidente del Centro di Studi Metodologici di Torino, Ente che ha collaborato attivamente nella buona riuscita della importante manifestazione.

Per il Metodo applicato alle Scienze erano relatori i professori Nicola Abbagnano e Romolo Deaglio, per il Metodo applicato all'ingegneria i professori Federi-

co Filippi e Giuseppe Gabrielli, per il Metodo applicato all'Architettura i professori Enrico Pellegrini e Giuseppe Ciribini, per il Metodo applicato all'Industria gli ingegneri Giuseppe Prever e Enzo Pradelli.

Naturalmente la manifestazione ebbe una più vasta cornice. La sua inaugurazione fu solenne ed ebbe il saluto del Sindaco di Torino, prof. Giuseppe Grosso, negli storici saloni di Palazzo Madama, dove fu tenuta la prima seduta. Il Presidente della Società, ingegnere Luigi Richieri, aveva illustrato alle Autorità e ai Congressisti lo scopo del convegno ricordando con parole commosse sia i cento anni di attività della Società degli Ingegneri e degli Architetti sia gli illustri nomi dei Soci, che diedero durante un secolo il loro contributo importantissimo tanto allo sviluppo della Scienza che

della Tecnica in Italia e portarono Torino ad uno dei primi posti fra le città industriali europee.

« Per celebrare la prossima ricorrenza del 1° Centenario della nostra Società fondata in Torino il 18 luglio 1866 — disse — si svolgeranno nel corso dell'anno diverse manifestazioni culturali promosse al fine di illustrare il contributo di pensiero e di opere degli ingegneri e degli architetti allo sviluppo ed al progresso delle genti della nostra terra.

La prima delle manifestazioni indette per celebrare il Centenario consisterà in un Convegno sul Metodo, organizzato in collaborazione con il Centro Studi Metodologici nel quadro delle onoranze a Galileo Galilei, che si svolgerà nella sede di Torino Esposizioni, in concomitanza con il Salone Internazionale della Tecnica ».

Prese poi la parola il professore Gustavo Colonnetti, Presidente Emerito del Consiglio Nazionale delle Ricerche, il quale fece un discorso d'importanza morale eccezionale, che trascriviamo volentieri nelle sue frasi salienti affinché, legato a questi atti che molti conserveranno, possa essere a lungo ricordato e meditato.

Le responsabilità dell'uomo nella ricerca scientifica

Gustavo Colonnetti

« Nell'intento di divulgare e perfezionare mediante la discussione le cognizioni utili all'esercizio delle arti meccaniche ed edilizie, del commercio e dell'industria, si vorrebbe fondare in Torino una Società di Ingegneri Idraulici e Meccanici, Architetti Civili, Industriali, cultori e promotori benemeriti delle Arti ».

In questi termini fu lanciata in Torino cento anni or sono la proposta di fondare quella che divenne poi la « Società degli Ingegneri e degli Architetti ».

Gli innumerevoli contributi portati dai suoi Soci al progresso tecnico del nostro Paese sono documentati negli Atti, sfogliando i

quali noi ci imbattiamo in nomi indimenticabili come quelli degli architetti Carlo Ceppi ed Alessandro Antonelli — le cui costruzioni onorano la nostra città — o come quelli di Galileo Ferraris — alla cui fama di sommo elettrotecnico il mondo intero si inchina — o di Camillo Guidi — che fu Maestro di Scienza delle Costruzioni.

Arduo sarebbe scrutar l'avvenire denso di assillanti incognite e di suggestivi misteri.

La sola cosa che mi sembra di poter fare utilmente è di mettere in luce il divario profondo, e profondamente significativo, che separa il secolo che si è chiuso da quello che ci si apre dinnanzi; in

ordine soprattutto all'uso che noi possiamo e dobbiamo fare dei nuovi mezzi, dei nuovi trovati, che di giorno in giorno ci offrono sempre più larghe possibilità di influire, in bene od in male, su le condizioni di vita della umanità.

Vent'anni sono trascorsi dal giorno in cui la bomba atomica, devastatrice di Hiroshima, poneva in termini inaspettatamente drastici il problema della responsabilità dello scienziato e del tecnico in ordine all'uso che l'uomo può fare dei trovati della scienza e della tecnica.

Problema antico quanto i tentativi di trarre profitto da ogni nuova conoscenza della natura e delle sue leggi. Ma che non aveva oltrepassato i limiti di un ordinario problema di vita vissuta, fino a quando scienza e tecnica, limitandosi ad operare nell'ambito della vita quotidiana ed a secondarne le esigenze, non hanno posto l'uomo dinnanzi a problemi più grandi di lui.

Nell'antichità e nell'evo medio le scoperte non esorbitavano dal quadro delle normali attività dell'uomo. La leva, la ruota, la stessa macchina a vapore, agevolavano il suo lavoro permettendogli di assolvere con minore fatica compiti che egli poteva affrontare e che effettivamente già affrontava colle sole sue forze.

Le conquiste della scienza moderna sono di tutt'altra natura, o per lo meno di tutt'altra dimensione, in quanto offrono all'uomo la possibilità di fare ciò che, colle sole sue forze, non avrebbe mai potuto fare.

Nell'era dell'atomo e delle ricerche cosmiche si ha l'impressione che non vi sian più limiti alle attività umane, per lor natura tanto limitate nello spazio e nel tempo. Certo non vi son più limiti alle responsabilità che l'uomo si assume usando a sua volontà della sconfinata potenza di cui dispone.

Il problema scientifico-tecnico viene così a trovarsi assai spesso subordinato ad un problema umano e morale che soltanto la coscienza dell'uomo può affrontare e risolvere. Donde una intima connessione tra i problemi della materia e quelli dello spirito su

cui io vorrei cercar di gettare un po' di luce ricorrendo ad una storia, di cui vi dirò il profondo significato e la singolare attualità: è la storia dei Magi.

Magi eran detti, or son due mila anni, gli esponenti di una casta politico-sacerdotale molto influente nell'impero persiano dei Parti. Erano degli studiosi che si interessavano soprattutto di astronomia.

Racconta San Matteo, proprio all'inizio del suo Vangelo, che « *Nato Gesù a Betlemme di Giuda, al tempo del Re Erode, ecco che dei Magi dell'Oriente giunsero a Gerusalemme e chiesero: dov'è il Re dei Giudei ch'è nato? Abbiamo visto sorgere la sua stella e siamo venuti per adorarlo* ».

« *All'udire questo il Re Erode si turbò, e con lui tutta Gerusalemme; e radunati tutti i Sommi Sacerdoti e gli Scribi del popolo prese ad interrogarli dove il Messia dovesse nascere. Gli risposero: a Betlemme di Giudea perchè così fu scritto dal Profeta* ».

« *Allora Erode, fatti venire segretamente i Magi, si fece precisare da loro il tempo dell'apparizione della stella, e li inviò a Betlemme dicendo: andate ed informatevi attentamente del fanciullo e, quando l'avrete trovato, fatemelo sapere perchè venga anch'io ad adorarlo* ».

La loro scienza, ma più ancora della loro scienza il loro sincero vivissimo anelito per la verità, li aveva condotti alla presenza del Verbo Incarnato, della Verità rivelata.

E dovette esser per essi un mirabile evento questo trapasso dal piano delle loro primitive conoscenze dei fenomeni naturali, alla luce sfolgorante che, nella capanna di Betlemme, pur sotto specie umili e nascoste, deve aver colpito i loro spiriti.

Era, per quegli studiosi che avevano dedicata la loro vita alla osservazione obbiettiva del movimento degli astri, il primo soprannaturale contatto col Creatore dell'Universo; e ispirata al soprannaturale è la loro condotta nella coscienza difesa del Bene supremo che a loro si era svelato, di fronte

ai perversi disegni di Erode che pur li aveva aiutati a trovarlo!

Il racconto dell'Evangelista termina infatti con queste poche ma significative parole: « *Ed avvertiti in sogno di non tornare da Erode, per un'altra strada fecero ritorno alle loro terre* ».

Ora son proprio queste parole, Signore e Signori, che io vorrei segnalare alla vostra attenzione e raccomandare alla vostra meditazione.

Nel giorno in cui Cooper e Conrad stavano per far ritorno dal loro lungo viaggio negli spazi, Paolo VI esprimeva l'augurio che il grande lavoro che aveva determinati siffatti prodigi della scienza ed aperte grandi e spettacolari prospettive sul futuro, « *torni non a danno ma a perfezionamento dell'umanità* ».

Nello stesso giorno il Presidente Johnson rinnovava l'invito a tutte le Nazioni di unirsi insieme per fare di questa impresa un'impresa comune, e soggiungeva: « *Nessuna sovranità nazionale governa lo spazio cosmico e coloro che si avventurano lassù vi vanno come inviati della razza umana. La loro azione è compiuta per tutta l'umanità. Ciò che essi scoprono appartiene a tutta l'umanità* ».

Ma, nella stessa occasione, la voce, indubbiamente qualificata di Werner von Braun ammoniva che « *i voli spaziali hanno anche un interesse militare* ».

Ciò che è indubbiamente vero e significa che verrà il giorno in cui l'impiego bellico dei satelliti artificiali si porrà in termini concreti e con prospettive allucinanti.

In quel giorno le sorti dell'umanità dipenderanno apparentemente dai potenti della terra; ma solo apparentemente se gli uomini di scienza, fatti finalmente consapevoli del loro potere e delle loro responsabilità, si saranno decisi a controllare l'uso che si intende fare dei loro trovati.

Ancora una volta il problema umano e morale dominerà il problema scientifico-tecnico. Scienziati e tecnici dovranno affrontarlo e risolverlo alla luce della loro coscienza.

E l'umanità sarà salva se gli scienziati ed i tecnici, obbedendo

all'imperativo delle loro coscienze, sapranno volger le spalle ai potenti che volessero far cattivo uso dei loro trovati e « *per altre strade far ritorno ai loro studii* ».

Ora, siamo noi pronti ad affrontare un così difficile passo, una così ardua prova? Sono pronti i nostri giovani, quelli che frequentano oggi le nostre Scuole Superiori, e che saranno gli scienziati, i tecnici di domani?

Che cosa fa la nostra antica, gloriosa Università per prepararli? per formare, insieme colle loro menti, le loro coscienze? per dar loro una visione integrale dell'universo, del significato della nostra stessa esistenza e delle responsabilità che essa impone a tutti ed a ciascuno?

Qualcuno di quelli che mi ascoltano sarà a questo punto tentato di obiettare che non è questo il compito delle Facoltà scientifiche, bensì di quelle umanistiche o teologiche. Si disilluda! Filosofia e teologia non possono più a lungo restare il retaggio di pochi iniziati che vivono al di fuori della realtà del mondo moderno e del metodo scientifico che lo caratterizza.

Ogni persona colta — nel senso strettamente scientifico che il termine ha oggi assunto — ogni matematico, ogni fisico, ogni ingegnere, ogni biologo, ogni medico, ogni giurista, ogni sociologo — si trova oggi, e si troverà a maggior

ragione domani, nella assoluta necessità di integrare la sua scienza con una formazione filosofica e teologica nella misura delle esigenze del suo pensiero; diciamo pure, per esser precisi, nella misura che gli permetta di far sì che la sua scienza torni — secondo la felice espressione di Paolo VI — non a danno ma a perfezionamento dell'umanità.

Altri dirà: ma se anche questo o quello scienziato, questo o quel tecnico, obbediente all'imperativo della sua coscienza, avrà il coraggio di rifiutare la sua collaborazione ai potenti male intenzionati, altri si troveranno sempre disposti a darla!

Ora questo avverrà solo se costoro sapranno di poter fare assegnamento su di una opinione pubblica disposta ad indulgere...

E ciò non è più ammissibile.

Sono le sorti stesse dell'umanità, e la stessa sua esistenza, che ormai sono in gioco; ed è l'umanità stessa che deve difendersi; e lo può fare solo creando una opinione pubblica consapevole della gravità del problema, sensibile al suo contenuto morale, inesorabile nel giudicare.

E questo potrebbe forse essere se noi sapessimo comprenderne la nascosta ma enorme importanza, il grande compito riservato alla nostra generazione!

L'importante monito del professore Colonnetti venne ancora sottolineato dalla prolusione al Convegno, sempre tenuta nel grande salone del Palazzo Madama dal professore Mario Verde della Università di Torino. Ne riportiamo i passi salienti.

L'età che stiamo vivendo è l'età gloriosa della Scienza e della rivoluzione tecnologica

Prolusione di Mario Verde

Le collettività umane più progredite si impegnano in misura crescente nel partecipare allo straordinario fenomeno del nostro tempo che è l'attività scientifica. Le collettività dotate di un grado minore di organizzazione avvertono con urgenza il bisogno di cimentarsi, essendo consapevoli che il tempo lavora a loro sfavore compromettendo il benessere indi-

viduale e minacciando le loro esistenze.

Un Paese non può dichiararsi sano e vitale, non può sentirsi forte e moderno se non è in grado di coltivare la Scienza in tutte le sue forme, se non offre le condizioni per un adeguato sviluppo della tecnologia.

Occorre dunque favorire le occasioni che permettono di mante-

nere accesa la discussione sui metodi della Scienza e della tecnica.

A buon diritto possiamo vantarci di aver dato origine a quel febbrile risveglio della creatività umana che fu il nostro Rinascimento. La Scienza ne rappresenta una delle sue componenti più significative.

L'uomo che la iniziò con tenacia e vigore fu il nostro grande Galileo. Il suo insegnamento rimane valido ancora oggi. Sentiamolo brevemente, malgrado ci sia così familiare:

« *La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi agli occhi (io dico l'Universo), ma non si può intendere se prima non si impara ad intendere la lingua, a conoscer i caratteri, ne' quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi ed altre figure geometriche, senza i quali mezzi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro labirinto* ».

Se vogliamo ora domandarci qual è lo stato attuale della scienza e della tecnica in Italia, non possiamo sostenere sinceramente che la nostra posizione sia soddisfacente. Il futuro di un popolo libero nello stato della dinamica sociale moderna dipende criticamente dalla bontà del suo tessuto scientifico e tecnico.

La preoccupazione dunque di fare uno sforzo di cooperazione all'interno del nostro Paese per assicurare migliori condizioni di esistenza al suo organismo scientifico e tecnologico, deve essere sentita giustamente da tutti.

Non possiamo forse lamentare carenze gravi nel campo della ricerca così detta pura, sebbene essa venga condotta in pochi settori e con mezzi quasi di fortuna, ancora troppo dipendenti dell'abilità di pochi ed in ogni modo senza un appoggio costante ed adeguato alle esigenze dei nostri tempi.

Le vere carenze in Italia si fanno sentire specialmente in quella forma dell'attività scientifica che passa sotto il nome di scienza applicata.

Il mondo moderno ci sollecita ad adattarci senza indugi a situazioni nuove che mutano rapidamente. Una complessa difficile realtà quotidiana, una forte competizione in campo internazionale sono fatti che non possono conciliarsi con una Scienza che desidera rimanere un puro fatto mentale che adoperi l'esperienza per le sole sue necessità teoriche e non si degni di contribuire alle istanze della vita pratica.

Attualmente il trasporto di una conoscenza, e talvolta anche di una sola intuizione teorica sul piano pratico, è un fatto che si realizza spesso nel giro di pochi anni. All'inizio del secolo occorre attendere almeno un'intera generazione. Pensate ad esempio all'energia nucleare. Trent'anni fa era assolutamente sconosciuto quell'interessante fenomeno che è la fissione nucleare, tanto meno erano note le condizioni adatte a farlo innescare e procedere a catena. Oggi questo fenomeno è largamente utilizzato per produrre energia elettrica ed a costi competitivi rispetto a quelli tradizionali. Fra pochi anni la domanda crescente di energia elettrica non potrà essere soddisfatta senza un intervento massiccio di combustibile nucleare.

La reazione a catena, come è noto a tutti, è opera di un grande italiano, Enrico Fermi, la sua realizzazione pratica tuttavia è avvenuta a Chicago nel 1942. In Italia il grado di organizzazione sociale e tecnica non sarebbe probabilmente sufficiente a permettere una simile prodigiosa avventura.

Ed è essenzialmente questa deficienza a porci in condizioni di difficoltà in molti rami della nostra industria o del nostro commercio e perciò anche della nostra economia.

La nostra dovizia in uomini di grande talento ed abilità intellettuale ci sembra troppo spesso essere mortificata perchè costretta alla stasi per insufficienza di incentivi ed opportunità da parte del Paese. Così, mentre da un lato assistiamo alla dilatazione sempre più vistosa della popolazione studentesca che affolla le nostre Università, dall'altro lato assistiamo

alla contrazione grave della possibilità di inserimento nella vita attiva dei giovani laureati in fisica che aspirano giustamente ad esercitare il mestiere al quale sono stati iniziati. Questo fenomeno sembra verificarsi solo nel nostro Paese.

Da noi una forma educativa tradizionale si dimostra poco adatta a preparare il terreno favorevole allo sviluppo di una disposizione scientifica, e preziose energie umane vengono distratte fuori dal mondo reale in cui siamo costretti a vivere. Gli stessi uomini di scienza quando si allontanano dal loro campo professionale, sono spesso trascinati, nel fare le loro scelte e nel decidere, da criteri e moventi di natura fortemente emotiva.

I due momenti essenziali dell'attività scientifica, quello analitico ed il sintetico continuano ad esercitarsi con serietà e rigore e liberi da pressioni capaci di generare orientamenti aprioristici.

Qualcuno ritiene che il momento analitico nel procedere della Scienza moderna occupi una parte troppo grande e lamenta l'ingrato disciplinato e costoso lavoro che occorre svolgere per il suo sistematico sviluppo. Ma questo è il prezzo che bisogna pagare per allargare il nostro campo conoscitivo.

Infatti la Natura possiede una architettura sottile e riposta che non si lascia scervere senza una accurata e precisa analisi della sua costituzione. Ciò è possibile solo ampliando fortemente le nostre facoltà sensorie con apparecchiature sempre più complesse e costose che stanno trasformando i nostri modesti laboratori di ieri nei vasti arsenali di oggi.

Lo studio della struttura della materia, che ci ha permesso di intravedere nuovi mondi ricchi di forme impensate e nello stesso tempo di allargare le nostre concezioni dell'universo, richiede macchine di proporzioni cospicue, in grado di accelerare minutissimi frammenti di materia.

L'Università di Amburgo ha di recente ampliato il suo Istituto di Fisica dotandolo di un nuovo la-

boratorio con un elettrosincrotrone capace di produrre fotoni di circa otto miliardi di elettronvolta. Per alimentare questa macchina la sola energia elettrica ha un costo annuo attorno ai 500.000.000 di lire, per mantenerla attiva in ricerche di fisica delle particelle elementari occorrono 400 ingegneri e 100 fisici, con una spesa globale di circa 8M di lire all'anno. La città di Amburgo ha donato alla sua Università un intero campo di aviazione inutilizzato per permettervi l'installazione del complesso laboratorio.

Il più grande acceleratore di particelle del mondo, una macchina che occupa una dimensione lineare di circa 5 chilometri è in fase di completamento all'Università di Stanford in California. Il suo costo è valutato ad 85M di lire.

I bilanci delle grandi Università americane sono divenuti di conseguenza ragguardevoli. L'Un. di Berkeley dispone di oltre 300M di lire annue, la John Hopkins di Baltimore di oltre 50, il Politecnico di Boston di quasi altrettante.

Il mondo in cui viviamo ci appare come un insieme prodigioso di fenomeni in numero ed estensione tale da trascendere ogni nostra immaginazione. Il nostro bagaglio scientifico e tecnico, che ha già dimensioni imponenti, si accresce con un ritmo semplicemente fantastico sì da provocare seri perturbamenti nei modi tradizionali di accedere ai dati e di elaborarli. La spinta per un più intenso sforzo sintetico si fa sentire sempre di più. In effetti l'antico disegno di Leibnitz di abbracciare l'intero scibile umano per mezzo di un sottile lavoro di riduzione logica è ricomparso all'orizzonte. Ma le nobili intenzioni del movimento panlogista, spesso professate in nome dell'unità della Scienza contro la barbarie della specializzazione, non ci sembrano aver portato, a parte poche notevoli eccezioni, frutti apprezzabili neanche nel campo ristretto di un singolo ramo scientifico.

Un apporto più concreto e senza dubbio destinato a grandi cose proviene invece dalla realizzazio-

ne di quei nuovi formidabili strumenti che sono i calcolatori elettronici o macchine cibernetiche. Il nostro potere di controllo, specie in problemi a molti gradi di libertà, si è accresciuto in modo impressionante grazie al loro uso.

Questi nuovi strumenti, ancora economicamente inaccessibili alla maggior parte dei ricercatori, hanno rivoluzionato i metodi classici del lavoro scientifico. Questo comincia a cambiare il suo *modus operandi*, da artigianale perchè ancorato modestamente sebbene liberamente alle capacità fisiche e mentali di singoli uomini, ad un tipo industriale perchè le macchine cibernetiche permettono a gruppi ristretti di uomini di condurre con grande rapidità, con enorme precisione e su vasta scala una imponente mole di lavoro scientifico.

Il proposito leibnitziano di una cultura universale accessibile ad ogni singolo uomo, ad esempio a ciascun singolo professore universitario, è forse in qualche misura realizzabile se questo singolo uomo sarà dotato oltre che della sua materia cerebrale, anche di una macchina cibernetica opportunamente istruita e di ampia capacità di memorizzazione oltre ai complessi strumenti di ricerca, senza dei quali, come diceva il nostro grande Galileo, è un aggirarsi vanamente per uno oscuro labirinto.

Questa aspirazione, una volta realizzata, crea da una parte un invidiabile stato individuale di grande potere, ma dall'altra uno stato di grande asservimento, sì che l'invisibile moto di protesta che di certo si agita anche nel segreto mentale di molti di voi non è ingiustificato.

Queste proteste, che del resto sono da tempo esercitate apertamente, ad esempio dai seguaci di quella vasta scuola filosofica che risponde al nome di « esistenzialismo », sono di certo costruttive se fatte in difesa della libertà dell'esistenza individuale, di certo insostenibili se servono ad alimentare moti di intolleranza, caratteristici degli stati emotivi, contro il libero propagarsi di questa straordinaria avventura umana che è la Scienza.

Albert Einstein, poco prima di morire, in risposta ad una richiesta di commentare la situazione dell'uomo di Scienza negli Stati Uniti d'America, espresse il suo stato d'animo con una breve osservazione.

« Se fossi di nuovo un giovane e dovessi decidere come indirizzare la mia carriera, non tenterei di certo di divenire uno scienziato, uno studioso o un maestro. Sceglirei piuttosto il mestiere di idraulico o di scalpellino nella speranza di assicurarmi quel modesto grado di indipendenza ancora raggiungibile nelle condizioni attuali ».

Gli sviluppi tecnologici hanno ancora davanti un lungo e brillante avvenire, la Scienza infatti rimane oggi un grande serbatoio di riserve potenziali dal quale si può attingere e trasportare sul piano pratico.

Se tuttavia la nostra aspirazione è di continuare a vedere la Scienza accrescersi validamente come in passato, occorre evitare che in questa nuova fase di adattamento che stiamo vivendo non si sacrifichi troppo quel sommo bene per l'intera collettività che è la libertà ed indipendenza degli uomini di Scienza.

Con il porre tali problemi essenziali per lo sviluppo della ricerca scientifica in Italia ebbe termine la prima giornata del Convegno.

Assistemmo dopo ad uno straordinario spettacolo, che non avremmo mai potuto pensare, lo confessiamo, tanto interessante e avvincente. Si venne infatti alla lettura recitata del « Dialogo dei massimi sistemi » di Galileo. Il testo, integrale nelle parti lette, fu garbatamente adattato alla sua nuova funzione scenica, con sottile, accurato e rispettoso lavoro di cesello dall'ing. Anna Amour.

È stata una sorpresa per tutti constatare la validità letteraria, il brio, la ironia, le frasi avvincenti e scorrevoli di questa opera che ritenevamo, con ragione, di carattere strettamente scientifico e riservata ad una lettura meditata.

Un pubblico attento, fatto di

autorità, di scienziati, di ingegneri e di architetti, di colte, eleganti e belle signore seguì con attenzione, piacere e divertimento lo spirituale spettacolo gustandone per intero la sua grande impostazione scientifica e tutti i pregi dello scritto.

Per un testo eccezionale furono interpreti eccezionali gli ingegneri Neri Torretta nella parte di un Salviati arguto e combattivo, Aldo Brizio nella parte di Sagredo, ammirato e devoto allievo, e del rag. Silvio Mottino, nella parte di Simplicio, retrico e tradizionalista, ma non stupido nè incolto scienziato.

Seguì uno splendido ricevimento, sempre negli splendidi saloni di Palazzo Madama, offerto dalla Città di Torino. Fra gli intervenuti, ospiti del Convegno e che lo hanno onorato con la loro presenza, sono state notate le seguenti personalità del novero della Scienza e dell'Industria: l'ing. Brezzo dell'Azienda Elettrica Municipale, ing. Abbà della Fiat, ing. Alodi dell'ENEL, ing. Barberis, prof. Bartoli dell'Università di Firenze, ing. Bonomo, ing. Brezzi e Testi dell'ENEL, prof. Carrer del nostro Politecnico, ing. Cera-gioli, ing. Cerio della Cartiera Italiana, ing. Cerri, ing. Chieffo dell'ENEL, avv. Cravero, nostro socio onorario, arch. Ficoffe dell'Ordine degli Architetti di Sofia (Bulgaria), prof. Gambarini della Facoltà di Architettura di Firenze, ing. Ginnari Satriani, prof. Guerra della Università di Napoli, prof. Klaus König della Università di Firenze, ing. Ingrassia, ing. Lüstro, ing. Locati della Fiat, ing. Maliverni, ing. Morgari, prof. Pizzetti, arch. Prato, dott. Prinetti dell'ENEL, prof. Richard del CNEN di Bologna, arch. Rondelli, ing. Sammartano, arch. Navale-Baudino, arch. Silvani di Milano, prof. Perugini della Facoltà di Architettura di Roma, ing. Villa, prof. Borsi della Università di Firenze, arch. Giannelli di Firenze, prof. Ferro di Padova, ing. Ragona, ing. Mauri, dott. Rossi di Saluggia, ing. Romano.

Il metodo applicato alla scienza

La mattina successiva, nelle sale messe a disposizione da Torino-Espozizioni, ebbe inizio il Convegno entrando nel vivo dei problemi proposti. Il moderatore, ingegnere Nuvoli, aprì il ciclo delle relazioni dando la parola al professore Nicola Abbagnano sull'argomento: Il Metodo applicato alle Scienze. Della prima relazione, esposta appunto da Nicola Abbagnano, che fu importante e avvincente per cristallina coerenza e chiarezza, diamo un estratto fornitoci direttamente dall'Autore, il quale si è rammaricato di non essere in grado, nel tempo concessogli per non ritardare troppo la pubblicazione degli estratti del Convegno, di dare il testo completo della sua esposizione rivedendo gli estratti dai nastri della registrazione, nella loro redazione dattigrafata.

Diamo pertanto ai nostri lettori il documento che possediamo, certi di fare loro cosa estremamente gradita.

Il metodo di Galilei

Sunto della relazione di Nicola Abbagnano

Galilei non ha dato una esposizione sistematica del metodo che ritiene proprio delle scienze, ma ha parlato di esso occasionalmente, sia per difenderlo polemicamente contro la filosofia del suo tempo, sia per giustificare i procedimenti da lui seguiti nel corso delle sue ricerche.

Pertanto la prima determinazione del metodo galileiano è polemica: Galilei ritiene che la filosofia (nome sotto il quale egli comprende ogni tipo o specie di indagine scientifica) debba avvalersi non già della tradizione filosofica ma degli strumenti naturali di cui l'uomo dispone, cioè dei sensi e dell'intelligenza.

La seconda determinazione è anch'essa polemica: il metodo delle scienze non può consistere nel riportare ogni cosa all'uomo, ai suoi bisogni e ai suoi interessi, ma nello spiegare la natura con la natura, abolendo ogni riferimento a considerazioni finalistiche o a forze o qualità occulte di natura antropomorfa.

La terza caratteristica del metodo galileiano è la corrispondenza, che il metodo stesso postula tra il linguaggio matematico e la realtà naturale che è anch'essa costituita, secondo Galilei, da entità di tipo matematico. Questa corrispondenza elimina il dualismo tra le due parti in cui Galilei divide il suo metodo, ragionamento ma-

tematico ed esperienza sensibile; giacché la stessa esperienza sensibile, rettammente interpretata, mette l'uomo di fronte a entità misurabili che sono per loro natura

Il moderatore diede la parola al secondo relatore, rimandando gli interventi a conclusione dell'argomento.

Il metodo applicato alla scienza

Relazione di Romolo Deaglio

Il mio discorso si ricollega, in tono un po' diverso, a quanto ha detto il prof. Abbagnano.

Un fisico per parlare del metodo applicato alle scienze deve a rigore prendere lo spunto dal metodo sperimentale, applicato per la prima volta da Galileo nel secolo XVII, per arrivare alle esigenze che sono via via maturate nell'indagine fisica dall'inizio di questo XX secolo.

In questo incontro di breve durata, è una schematica storia della fisica che vi sottopongo, specie di quella moderna, perchè questa è anche la storia del Metodo inteso come logica, ossia come strumento capace di discriminare quali fra le operazioni mentali dirette alla conoscenza del mondo fisico siano valide e quali no.

Il metodo sperimentale si prefigge di desumere dall'osservazio-

suscettibili di trattamento matematico.

Questo è anche il punto in cui il metodo galileiano, mentre fa ricorso alla vecchia tradizione pitagorico-platonica (rinnovata da Keplero e da altri) nasconde, più che risolvere, il moderno problema fondamentale del metodo scientifico che è appunto quello del rapporto tra i dati dell'esperienza e il linguaggio simbolico della matematica.

La caratteristica ultima e più moderna del metodo galileiano è costituita dall'esigenza che si debbano usare nella scienza solo concetti in base ai quali si può decidere se, in ogni caso specifico, un concetto può essere usato o meno. Questo criterio della decidibilità sul quale insistono gli scienziati moderni, assume oggi sempre una maggiore importanza non solo nella scienza ma anche nella filosofia.

ne dei fenomeni naturali leggi di una certa generalità, avendo cura di localizzare nei fenomeni stessi i fattori essenziali che li determinano.

In questo senso i progressi grandiosi della fisica tutto devono al metodo sperimentale che ha permesso alla mente umana di inquadrare i fenomeni naturali, che spontaneamente si svolgono intorno a noi e che in genere sono molto complessi, in quelle leggi fondamentali della fisica macroscopica che già alla fine del secolo scorso si traduceva nella mirabile completezza della meccanica classica e della teoria elettromagnetica di Maxwell-Faraday.

Il compito della scienza, affrontato con una velocità ed un successo senza precedenti nel secolo scorso, era appunto di trarre, dal sottofondo del caos e della com-

plexità del mondo dei nostri sensi, per oggetti semplici, semplici leggi: un ordine fondamentale.

Era questa la situazione alla fine del secolo scorso ed è a quest'epoca che prende inizio una nuova era per le scienze fisiche. Il punto di partenza mi pare si debba fissare nell'anno 1897, quando J. J. Thomson concludeva un celebre esperimento sui raggi catodici con la misura del rapporto e/m tra la carica e la massa dell'elettrone.

Nel 1901 Max Planck per giustificare i risultati sperimentali sulla radiazione del corpo nero propone una formula in contraddizione con i concetti classici della radiazione elettromagnetica ed è per superare tale contraddizione che il Planck propone un modello di emissione ed assorbimento dell'energia raggiante.

Tale ipotesi prenderà maggior concretezza dalla relazione di Einstein (1905) che regola la emissione fotoelettrica, (retta di Einstein che permette di ricavare la costante h di Planck) e che è forse la più bella conferma sperimentale della teoria dei quanti di luce.

Infine nel 1911 Lord Rutherford, con una celebre esperienza apre la via allo studio della struttura dell'atomo con il suo nucleo di circa 10^{-12} cm e carica $+Ze$, scoperta che a quell'epoca è esaltante per fisici e chimici.

Ho accennato a questi fatti sperimentali perchè mi sembra che costituiscano essi, i fatti sperimentali, il fondamento di tutta la fisica atomica e nucleare, che è in gran parte la fisica delle particelle costituenti la materia ed ha come fondamento la teoria quantistica e la teoria della relatività.

Nel 1913 con i lavori di Rutherford e Bohr acquisivano concretezza tre particelle elementari: il fotone, l'elettrone e il protone, di massa rispettivamente 0, 1, 2000.

Incomincia a quest'epoca anche lo sforzo metodico dei fisici per comprendere e giustificare il concetto dei quanti.

I concetti classici servono alla descrizione dei fenomeni macroscopici che, tramite i nostri sensi, sono rivelabili in linea diretta, co-

me per es. quando si studia il moto dei corpi materiali in meccanica. Ma se i corpi sono invece fotoni, elettroni od altre particelle elementari, o particelle strane, come si dice adesso, esse sono rilevabili solo per via indiretta. Tuttavia la descrizione dei fenomeni a cui esse prendono parte deve fare uso dei concetti classici perchè questi concetti sono indispensabili per interpretare esperimenti nei quali questi oggetti producono in definitiva risultati osservabili, dovuti alle loro interazioni, con gli strumenti di osservazione.

In altre parole sono i concetti della fisica classica che ci permettono di descrivere i nostri esperimenti, ed è in termini di fisica classica che ne esprimiamo i risultati.

Al sorgere del dualismo esistente tra le proprietà corpuscolari e le proprietà ondulatorie del mondo fisico, l'impiego dei concetti classici è subordinato ad una serie di limitazioni, d'accordo col fatto che nella storia della fisica si trovano sempre in competizione due punti di vista interpretativi. Uno fa capo, ad es. come nell'azione gravitazionale a distanza di Newton, all'azione tra particelle materiali, l'altro invece è esemplificato dalla teoria elettromagnetica classica, che prevede trasmissione di azioni elettromagnetiche da parte di onde che viaggiano nello spazio (in entrambi i casi si tratta di azioni a distanza).

I due concetti (locali e spaziali, quello di Newton e quello di Maxwell) sono logicamente incompatibili, ossia i due concetti *onda* e *corpuscolo* si escludono mutuamente. Eppure entrambi hanno il loro fondamento sperimentale: tutti gli esperimenti d'interferenza e di diffrazione della luce sono spiegabili in termini ondulatori, quelli invece che implicano scambi di energia e di quantità di moto sono giustificati in termini di proprietà corpuscolari.

Non esiste contraddizione logica perchè le proprietà ondulatorie e corpuscolari non si manifestano mai simultaneamente. È il dispo-

sitivo sperimentale usato che impone al fenomeno di manifestare la sua proprietà ondulatoria o la sua proprietà corpuscolare, escludendo l'altra.

Si usa dire che queste due proprietà si escludono mutuamente ma sono *complementari*; in ultima analisi le relazioni di indeterminazione di Heisenberg sono giustificate da questo concetto di complementarità.

D'accordo con i concetti di corrispondenza di Planck e di complementarità di Bohr e sul risultato di una celebre esperienza di Compton del 1923 sulla collisione dei raggi X con gli elettroni, non appare strano che De Broglie nel 1924 proponga l'ipotesi che particelle materiali come gli elettroni possiedano caratteristiche ondulatorie. L'ipotesi di De Broglie deve essere vista come conseguenza della simmetria che la natura si è scelta: energia e materia devono essere mutuamente simmetriche. Quindi se, d'accordo con Planck, l'energia raggiante è contemporaneamente ondulatoria e corpuscolare, anche la materia deve essere contemporaneamente corpuscolare ed ondulatoria.

De Broglie assume che le onde associate ad una particella in moto devono avere una certa lunghezza d'onda, $a = h/p$, anzi nella relazione di De Broglie la lunghezza d'onda è inversamente proporzionale alla quantità di moto della particella; giungendo così in modo direi altamente suggestivo, alle condizioni che Bohr aveva stabilito nel 1913 per le orbite del suo celebre modello atomico.

Su questa strada Schroedinger nel 1928 giunge alla famosa equazione, che presidia come una pietra miliare la meccanica quantistica e che servirà a tutta l'impostazione del trattamento della fisica atomica.

La teoria quantistica è attualmente l'unica teoria capace di descrivere i fenomeni fisici nel dominio atomico.

Un'idea, specialmente un'idea scientifica, ha significato se definita su un sottofondo di fatti noti ed acquisiti dai quali l'idea prende origine e si sviluppa.

Il processo che ha dato inizio alla moderna meccanica quantistica, ossia la formulazione di un concetto come conseguenza di un postulato di simmetria dominante l'universo, trova diretta conferma sperimentale in una celebre esperienza sulla diffrazione degli elettroni. Ed è a quest'epoca, nel 1930, che la filosofia scientifica abbandona il convincimento che i fenomeni fisici siano in ogni caso regolati da leggi, rigorosamente deterministiche, e mette a punto i fondamenti della teoria quantistica, nella quale il calcolo delle probabilità ha importanza essenziale.

È da notare che le ampiezze di probabilità $|\psi|$ sono soluzioni di un'equazione deterministica che è l'equazione di Schroedinger. L'interpretazione della $|\psi|^2$ come probabilità di un'evento è invece una interpretazione statistica.

Con lo sviluppo della meccanica quantistica la conoscenza dei fenomeni molecolari ed atomici raggiunge un livello che è quantitativo, completo e profondo, toccando un vertice intellettuale mai fino allora raggiunto, ma lasciando i fisici alle prese con il nucleo, rispetto al quale la loro posizione nel 1930 sotto molti aspetti trova riscontro con quella del 1900 quando ebbe inizio la fisica atomica.

Nel 1930 ha inizio l'avventura del nucleo, ha inizio la fisica nucleare. Riassumo qui le tappe più importanti senza soffermarmi sugli strumenti e sui ragionamenti che hanno portato alla scoperta di altre numerose particelle elementari.

Nel 1932, scoperta del neutrone, di massa un poco superiore a quella del protone, in cui decade con emissione β e neutrino. Questa ultima particella è necessaria per il bilancio energetico del decadimento.

Scoperta nel 1932-33 del positrone, teoricamente previsto da Dirac nel 1930-31 nella mirabile teoria delle particelle ed antiparticelle. Il positrone è l'antiparticella dell'elettrone.

Nel 1933 le particelle fino allora sicure sono sette di cui una, il neutrone, è instabile.

Nel 1935 Yukawa prevede teoricamente il mesone π , che nel 1947 verrà scoperto sperimentalmente ed è questo un lungo affascinante periodo del metodo sperimentale e del processo deduttivo. Il mesone π è responsabile delle intense forze nucleari di « corto range ».

Il quadro delle particelle elementari si amplia con la scoperta di altri mesoni e già nel 1947 la teoria prevede l'esistenza di ulteriori particelle, come il mesone π^0 , l'antiprotone \bar{p} , l'antineurone \bar{n} , ecc.

Ma che cosa deve intendersi per « particelle elementari »? Ebbene tutte quelle particelle delle quali non è precisata senza ambiguità la struttura. Credo che se esiste un corpuscolo veramente elementare esso debba soddisfare a criteri che per ora ci sfuggono e non conosciamo. Ed è un fatto che ignorando questi criteri di elementarità il numero delle particelle elementari oltrepassa oramai la trentina.

I fenomeni del mondo fisico sono oggetto della scienza, la natura di questi fenomeni, nel microcosmo, è di notevole complessità ed arduo è l'inquadramento di essi in un certo numero di leggi, nel logico rigore del metodo sperimentale e del processo deduttivo.

Il microcosmo si rivela per mezzo di potenti apparati sperimentali, attraverso numerosi eventi che, nel quadro generale, devono essere correlati da leggi che diventano via via più numerose, più i nostri mezzi di indagine si raffinano.

Si comprende come nella mente del fisico si sia radicata la convinzione che l'indagine scientifica debba fondarsi in massima misura su principi di invarianza e tale convinzione è talmente profonda, che si tendono a riportare tutti i principi fondamentali a proprietà di simmetria in spazi astratti legati a delle osservabili fisiche.

Le leggi di conservazione sono leggi semplici e profonde che hanno un fascino legato a quella specie di fede antica nell'armonia matematica della natura e nella simmetria delle leggi dinamiche. Il metodo matematico per studia-

re le proprietà di simmetria di un sistema è la teoria dei gruppi, che si propone di cercare gruppi di trasformazione che lasciano il sistema invariante. E si può dimostrare in generale che se un sistema è invariante rispetto a un certo gruppo di trasformazioni, ne segue la conservazione di una certa dinamica del sistema stesso.

È questo che induce a studiare le proprietà di invarianza dei sistemi fisici ed è anche in questa direzione che evolve il metodo. Ad ogni particella elementare sono associati dei campi, le interazioni fra particelle sono interazioni di campi e le leggi di invarianza e di conservazione costituiscono dei vincoli severi che vietano certi processi; permettono solo talune interazioni che oggi i fisici usano raggruppare in interazioni forti, elettromagnetiche, deboli e gravitazionali, con intensità relative rispettivamente di 1, 10^{-2} , 10^{-13} , 10^{-38} .

E sono questi quattro tipi di interazioni che governano gli eventi ed i fenomeni dell'universo fisico, dalle sub-microscopiche particelle elementari che sono interessate alle interazioni forti, elettromagnetiche e deboli, alle zone cosmiche più lontane e solitarie dell'immenso continuo spazio-tempo, dove la gravitazione newtoniana è l'interazione sovrana.

Ma il discorso si farebbe molto lungo e io devo concludere.

Il Metodo nella fisica in particolare e nelle scienze in generale è la continua ricerca della coerenza nella interpretazione delle informazioni che noi abbiamo dell'esperimento, il quale è una domanda alla natura, ed è lo strumento principale della moderna ricerca.

Il Metodo nella scienza impone che si sappiano porre le domande giuste; la sua applicazione non è scevra di difficoltà. Dal riconoscimento iniziale di un problema alla sua chiara formulazione il passo non è breve, anzi spesso è irto di ostacoli concettuali.

Dal problema formulato alla soluzione le difficoltà sono ancora più grandi e riguardano il modo di predisporre la raccolta speri-

mentale delle informazioni che a quel problema sono legate.

Questo il modo di procedere del fisico sulla via della conoscenza è il Metodo sperimentale nel senso

più lato, anche se l'osservazione rigorosa del Metodo ha fatto nascere una Fisica Teorica che guida e giudica la ricerca sperimentale.

Viene quindi aperta la discussione sul primo argomento, cioè sul Metodo applicato alle Scienze. Per non perdere il filo del ragionamento registriamo subito i numerosi ed interessanti interventi.

Interventi in merito al primo gruppo di relazioni

NUVOLI (Moderatore) — Io penso di esprimere il pensiero degli intervenuti con un plauso all'idea dell'amico Richieri di far nascere questo nostro Convegno dalle più alte cime culturali. È un binomio notevole quello che abbiamo sentito di un filosofo e di un fisico dirci praticamente le stesse cose anche se con linguaggi diversi.

Ritengo ora che sia di sommo interesse il fermarsi con attenzione su questi punti base, perchè per es. l'osservazione finale del prof. Deaglio, che il porre bene un problema rappresenta per i fisici effettivamente uno dei grossi scogli, molte volte viene dimenticato anche nel mestiere degli ingegneri, che si affannano alla soluzione di problemi che non sono stati posti bene.

Perciò ritengo che la discussione sia proficua anche ad un livello meno elevato di quello dei due relatori per avere da loro ulteriori chiarimenti.

ROSSI — Sono un fisico e vorrei porre ai relatori una domanda che mi ha preoccupato fin dal tempo della mia laurea. Abbiamo visto che il metodo è enormemente importante in tutti i campi della nostra attività scientifica, tecnica, umanistica e sociologica. Quando avevo 18 o 20 anni ero appassionato di queste ricerche e mi ero fatto un'idea della situazione con letture personali. Ora dopo dieci anni di laurea non conosco bene quali sono i programmi universitari al riguardo, ma temo che nella università non si insista abbastanza su questo punto. Esistono nell'università corsi di storia delle scienze, di epistemologia, di teoria della scienza.

PELLEGRINI — Il prof. Abbagnano ha parlato della coerenza e dell'uso del vocabolo nel suo valore approssimativo tradizionale. Io ammetto che questo uso del linguaggio quotidiano sia molto importante perchè rappresenta l'espressione diretta del giudizio umano. In realtà il prof. Abbagnano nella sua esposizione così chiara e comprensibile per tutti noi ha trasformato dei concetti molto astratti e schematici in un linguaggio quotidiano. Ora non crede il prof. Abbagnano che sarebbe interessante approfondire lo studio del linguaggio quotidiano per vedere fino a che punto è valido e fino a che punto è approssimato?

Al prof. Deaglio vorrei chiedere questo: il concetto guida di un metodo con-

siste generalmente nell'esclusione di altre ipotesi, cioè nell'adottare un'ipotesi in luogo di un'altra, perchè queste ipotesi non sono simmetriche o perchè non sono giustificate come finalità, o perchè non si vede la ragione perchè possano essere adottate? Vorrei che me lo confermasse, perchè questo per noi architetti è importante.

Porre una domanda giusta in un problema sembra una cosa molto importante, però la domanda giusta indica già la risposta che desideravamo. Viceversa la domanda generica dà una risposta che non ci potevamo aspettare. Non crede che anche una domanda generica possa dare la possibilità di un risultato positivo?

RICHARD — Vorrei chiedere al prof. Abbagnano il suo parere su un commento che io farei sui rapporti tra matematica ed esperimenti. L'impostazione propria di Galileo potrebbe forse non essere più propria oggi. Quella che era la matematica di Galileo e la teoria delle strutture algebriche e quindi il rapporto tra matematica ed esperienza, oggi dovrebbe essere il rapporto tra linguaggio e universo, nella terminologia dei logici. Naturalmente il rapporto è più problematico di quello che poteva vedere Galileo, perchè la teoria dei linguaggi è una teoria al plurale, la matematica di Galileo si poteva pensare come una, oggi la matematica è un insieme di matematiche.

Però io penso che una certa fede nell'applicabilità della matematica all'esperienza, secondo il linguaggio di Galileo, o nella possibilità di interpretare con linguaggi teorici simbolizzati un universo oggettivo si possa ancora avere, proprio perchè l'elaborazione delle teorie del linguaggio avviene in base a quello che è il meccanismo mentale e quindi avviene secondo leggi naturali.

NUVOLI — Ora sono intervenuti un fisico, un architetto e un matematico, non vi è nessun ingegnere meccanico, che voglia intervenire?

LOCATI — Nel 1500 o nei secoli successivi il meccanico, lo scienziato avevano fede di poter leggere sicuramente nel libro della natura. La natura era una entità al di fuori di noi, ma il nostro cervello, la nostra intelligenza aveva i mezzi per leggere qualcosa che esisteva positivamente.

Man mano che si passa dal macrocosmo al microcosmo questa fede si affievolisce e abbiamo l'impressione di scoprire non dei fatti reali, ma solo una certa corrispondenza fra una modellistica intellettuale, che facciamo noi, ed una serie di manifestazioni della natura.

Ogni tanto viene qualche conferma, come purtroppo, per es., la bomba di Hiroshima, la teoria trova riscontro nella realtà.

KOENIG — La domanda a cui mi allaccio è quella del fisico Rossi. L'insegnamento della matematica è conciso e ristretto a tutta l'analisi matematica, mentre tutti questi problemi sia di logica matematica che di filosofia delle scienze vengono esclusi completamente da ogni programma.

Un'ultima domanda al prof. Abbagnano: la sua sicurezza sulla decidibilità non è stata un po' infirmata dal teorema di Goedel? In sostanza questa grande fiducia non ha subito una battuta d'arresto o adesso è superata? Vorrei un supplemento di informazioni in questo campo.

GUERRA — Volevo filosofare su quello che ha detto il prof. Koenig e andare ancora un poco più avanti. Nei problemi che interessano il genio civile e specialmente quella parte del genio civile che è più vicina all'architettura si vede come oltre alla logica interesserebbe un altro aspetto forse più strettamente filosofico, tra filosofia e scienza, cioè la epistemologia.

Nel nostro campo specifico potrebbe interessarci la rispondenza tra quelle che sono le teorie, sia le teorie estetiche che le teorie scientifiche nel campo della scienza delle costruzioni, e quelle che sono le realtà oggettive delle singole strutture, ossia le costruzioni intellettuali di carattere induttivo ricavate dall'esperienza diretta della storia delle costruzioni. In altre parole da questi tipi costruttivi ricaviamo delle considerazioni di carattere generale e le poniamo a raffronto con delle costruzioni puramente esecutive provenienti dalle scienze tecniche, che sono appendici di scienze fisiche.

Questo incontro somiglia in qualche modo a quello che ha portato alla crisi degli universali della dottrina scolastica 50 anni fa. Ora vorremmo sentire dai filosofi una parola su questo punto, perchè troviamo ancora in un altro campo una difficoltà molto simile.

TASSONE — Io vorrei chiedere al prof. Abbagnano un chiarimento sul concetto di creatività del metodo che appunto sostiene come il metodo della ricerca venga a creare l'oggetto stesso della ricerca, proprio perchè ad un certo punto non è più possibile definire l'oggetto che si vuole ricercare prima dell'impostazione del metodo. Qui bisognerebbe chiarire il termine creare. Si tratta di vedere se il metodo crea, in modo parziale o totale, l'oggetto stesso, per cui viene messa in crisi.

Il Moderatore invitò quindi i due relatori, professori Filippi e Gabrielli, ad affrontare il successivo tema previsto; ne diamo i testi integrali.

Prima relazione a cura del professore Federico Filippi.

Metodo e metodi nell'ingegneria

Prima relazione di Federico Filippi

I Colleghi che mi hanno preceduto hanno illustrato come dal Metodo di Galileo siano nati i metodi della moderna scienza e come questi metodi abbiano avuto applicazioni veramente entusiasmanti.

Dovendo parlare come ingegnere purtroppo non posso dire nulla di simile, devo anzi riconoscere che il problema metodologico nell'ingegneria, anche se è stato studiato da illustri cultori, non è mai stato veramente sentito, particolarmente là dove l'ingegneria ha la sua prima e definitiva formazione metodologica, e cioè nella Scuola.

Innanzitutto è necessario precisare cosa si intende con « ingegneria »: una volta si parlava di « ingegnere idraulico » e « ingegnere meccanico », poi si è cominciato a distinguere tra ingegnere civile e ingegnere industriale, tra ingegnere industriale meccanico, elettrotecnico, chimico, minerario, ecc. ma sotto tutte queste distinzioni esisteva una fondamentale unità di indirizzo scolastico e metodologico in quanto le differenze erano, per lo più, di dettaglio.

Oggi abbiamo già dieci corsi di laurea in ingegneria nettamente distinti tra di loro, ognuno suddiviso in 4 o 5 « indirizzi »; tra qualche anno avremo, per ognuno di tali corsi, gli ingegneri diplomati, gli ingegneri, i dottori ingegneri e cioè qualche centinaio di tipi di ingegneria diversi, che andranno dalla fisica pura, o quasi, all'economia applicata.

Dovendo parlare di ingegneria e di metodi caratteristici di questo campo della tecnica dovremo quindi limitarci a considerare quei rami che sono direttamente derivati dal vecchio nucleo dell'« ingegneria industriale », giacché negli altri, più recenti come data di nascita, vanno sempre più

affermandosi i metodi che sono tipici di altre scienze.

Il processo logico, loro insegnato nell'Università è una combinazione di metodo galileiano puro e di residui aristotelici.

L'ingegnere comune suppone perciò che l'universo sia « scritto in matematica » e che la fisica e le altre scienze ricavano delle leggi oggettive sulla cui validità non è lecito discutere; queste leggi possono sempre essere rappresentate in forma matematica e vengono applicate di volta in volta ai singoli problemi tecnici mediante lo stesso strumento matematico il quale, come diceva Galileo, non può funzionare se non correttamente perché ha come oggetto quello stesso studio della natura che è l'oggetto della fisica.

L'ingegnere deve quindi « calcolare » e tanto più sarà abile quante più cose saprà calcolare; altrimenti corre il rischio di essere tacciato di « praticone », di « empirico », di « orecchiante » e così via.

Messi su questa strada ci accorgiamo però subito che i nostri conti non tornano perché i « calcoli », per poter esser tradotti in realtà, richiedono una selva di coefficienti empirici che devono essere scelti di volta in volta, per lo più sulla scorta dell'autorità di qualcuno che ci ha preceduto.

Il sistema, sovente ma non sempre, funziona: tanto è vero che gli ingegneri (ripeto: gli ingegneri e non gli scienziati) sono quasi riusciti a mandare un uomo sulla Luna, nonché a far costruire tante altre belle cose, utili e inutili, che ormai consideriamo come indispensabili all'uomo: dalle bombe atomiche alle lavatrici.

Ci sono stati, ci sono e ci saranno degli insuccessi: ma noi siamo pronti a darne la colpa alla nostra imperfetta conoscenza dei fenomeni, alle approssimazioni delle

formule che usiamo, agli errori materiali di applicazione del metodo matematico, alla cattiva scelta dei coefficienti. L'ingegnere ha però, incrollabile, quella fede di cui ha parlato il prof. Locati: l'ingegneria è una scienza « chiusa » in cui non conosciamo ancora tutto, per colpa della matematica e delle altre scienze che sono imperfette, ma procedendo su questa strada impareremo sempre di più e sapremo risolvere, con il medesimo metodo, tutti i problemi che ci si presenteranno.

Può darsi che ciò sia vero e può darsi che non lo sia: volendo dare l'avvio ad una discussione su questo argomento vorrei fare presenti alcune caratteristiche che, a mio avviso, distinguono nettamente l'ingegneria dalle altre scienze, e possono far nascere il dubbio che i metodi di queste, perfettamente validi per esse, lo siano meno per l'ingegneria.

1^a caratteristica: siamo proprio sicuri, in ingegneria, di studiare dei problemi e di incontrare delle difficoltà oggettive? o non piuttosto ci creiamo noi e i problemi e le difficoltà, indipendentemente, o quasi, dalla realtà esterna? Ricordiamoci che, a differenza di tutte le scienze, l'ingegneria (che è una *tecnica*) ha lo scopo precipuo di servire l'uomo e quindi ha una finalità soggettiva che manca alla fisica, alla chimica, alla matematica, ecc.

Alcuni rozzi esempi possono illustrare ciò. Sappiamo che nei motori a combustione interna a carburazione uno dei grossi problemi è quello della detonazione (il « battito in testa ») e enormi quantità di tempo, denaro e uomini sono state spese nel suo studio. Ma il problema, così come ci si presenta, non esiste in natura e non esisterebbe neanche nei nostri motori se, verso la fine del XIX secolo, non avessimo cominciato a costruirli in un certo modo: il motore di Barsanti e Matteucci era, per costituzione, immune da fenomeni di detonazione. Eppure noi ci accaniamo a risolvere il problema come se non ce lo fossimo creato noi, pezzo per pezzo.

Sempre per rimanere nel campo della combustione: uno dei grossi problemi che incontriamo

nella costruzione delle camere di combustione dei missili è quello della instabilità della combustione stessa; ma questa instabilità non si verifica, almeno in maniera sostanziale, nei missili molto piccoli o in quelli molto grandi; è invece frequentissima quando le dimensioni del missile sono all'incirca quelle necessarie per portare un certo numero di megatoni da New York a Mosca o viceversa. Se non avessimo voluto costruire missili balistici di questo genere non ci saremmo probabilmente nemmeno accorti delle instabilità di combustione: il fenomeno non sarebbe esistito.

E così via. Si può affermare che tutti i grandi problemi dell'ingegneria sono la conseguenza di una scelta iniziale degli ingegneri e che senza di essi non esisterebbero o almeno nessuna altra scienza potrebbe rivelarli e studiarli.

2^a caratteristica: due ingegneri non risolvono mai lo stesso problema, partendo dai medesimi dati, nello stesso modo. Per quanto esattamente siano definiti i dati, tecnici ed economici, di partenza, per quanto entrambi abbiano a disposizione lo stesso bagaglio culturale, sperimentale, produttivo essi giungeranno sempre a due soluzioni differenti.

E le due soluzioni possono essere entrambe valide nel medesimo momento e nel medesimo luogo: non sarà possibile affermare che una delle due è quella « giusta » se uno dei due ingegneri non ha commesso dei veri e propri errori.

Questo avviene in tutti quei casi in cui non è possibile determinare compiutamente l'oggetto con il calcolo che, allora, se entrambi usano la medesima formula si ha per forza una identità, identità che deriva però non dal processo logico dell'ingegneria ma dal fatto che nel contesto di questa si è fatto ricorso a metodi di altre scienze che presuppongono l'esistenza di una unica soluzione « giusta ». I casi però in cui l'ingegnere può determinare, a priori, la forma dell'oggetto con il calcolo sono però così rari e di importanza così trascurabile che non mette conto trattarne.

Ricompare così nell'ingegneria quella componente soggettiva, so-

vente anche « estetica », che il metodo normalmente seguito dall'ingegnere vorrebbe ignorare e che invece è determinante perché, anche quando « calcola », l'ingegnere in realtà « verifica » una immagine che egli si è formata.

3^a caratteristica: qui il problema diviene addirittura filosofico giacché se si vuol parlare di metodo nell'ingegneria occorre tener conto della diversa « libertà » dell'ingegnere e dello scienziato. E mi spiego subito: lo scienziato è libero di scegliere il problema, ma è vincolato nel trovarne la soluzione; l'ingegnere è vincolato nello scegliere il problema, tranne casi fortunatissimi, ma è libero di trovarne la soluzione che preferisce, è libero di sceglierla tra tutte quelle, egualmente valide, che gli si presentano. Di nuovo è determinante la componente soggettiva ed estetica.

Dovremmo quindi dire che l'ingegneria ha sempre cercato di presentarsi come una scienza, forse ritenendo che l'essere una tecnica la ponesse in condizioni di inferiorità, ed ha quindi adottato i metodi propri delle scienze, in particolare quello galileiano, trascurando completamente di occuparsi della componente soggettiva ed estetica che le è propria. Perciò noi cerchiamo di fabbricare degli scienziati con la laurea in ingegneria, ci accorgiamo che essi non sono dei buoni ingegneri e ne diamo la colpa all'industria che li utilizza come ingegneri e non come scienziati. Dimentichiamo che è il mercato che stabilisce il prodotto e che, quando ci sembra che il mercato non sia abbastanza « educato », non è certo ignorandone le richieste che si può migliorare la situazione: cerchiamo di produrre degli ingegneri che siano veramente tali, aggiornando i nostri metodi, piuttosto di convincere l'industria che essa ha bisogno di scienziati e non di ingegneri. Altrimenti accadrà che, dove ve n'è effettivamente bisogno, andranno degli scienziati e dove ci sarebbe bisogno di ingegneri non andranno gli pseudo-scienziati laureati in ingegneria.

Dopo aver presentato, sia pure sommariamente, la necessità dello studio della introduzione di un Metodo nelle nostre Scuole che ci

consenta di formare dei veri ingegneri, rimane da trattare dei metodi dell'ingegneria e su questo argomento vi parlerà, assai meglio del sottoscritto, il prof. Gabrielli.

Vorrei soltanto fare un'osservazione che si riallaccia a quanto detto sopra.

Il metodo di lavoro fondamentale dell'ingegnere è quello di giungere alla definizione di un oggetto (macchina, struttura, opera, ecc.) mediante composizione delle diverse parti che lo costituiscono.

Un tempo ciò avveniva essenzialmente per via *sintetica*: l'ingegnere, che allora per lo più si identificava con l'inventore, ideava la macchina e poi procedeva alla sua costruzione e messa a punto studiando separatamente i diversi elementi o gruppi.

Oggi, per un complesso di ragioni, si tende a procedere per via *analitica*: la macchina nasce per combinazione di elementi diversi studiati, e sovente prodotti, indipendentemente dal fine a cui è destinata la macchina stessa.

Ciò è dovuto alla sempre maggior complessità delle nostre macchine: non è più pensabile che oggi un progettista si disegni i suoi cuscinetti a sfere, le sue viti, si produca il suo acciaio o la sua materia plastica. Ci rivolgeremo per questi, e per tanti altri elementi, ad una Ditta specializzata con evidenti vantaggi tecnologici, economici, di unificazione e così via.

Quello che è perfettamente lecito sul piano materiale lo è però molto meno su quello metodologico giacché noi, con l'invenzione dell'ingegnere *specializzato*, tendiamo a seguire il medesimo processo nella progettazione: ci sarà un « team » di persone ognuna delle quali sa eseguire perfettamente un certo tipo di lavoro e dalla composizione dei loro sforzi, coordinata eventualmente da una persona specializzata in organizzazione, nascerà il progetto complessivo.

Proseguendo su questa via e « specializzando » sempre più l'ingegnere, è inevitabile che si giungerà al momento in cui ci accorgeremo che questo può essere sostituito da una macchina, un qualsiasi elaboratore elettronico, il

quale darà molto più rapidamente ed economicamente tutte le informazioni necessarie ad un coordinatore elettronico centrale predisposto per integrarle.

Avremo cioè distrutto, presupponendo un metodo errato di lavoro e specializzando sempre più l'ingegnere, ogni componente soggettiva, e quindi umana, nell'ingegneria: continueremo a progettare e costruire oggetti, magari meglio e più economicamente di adesso, ma non avremo più bisogno di ingegneri.

Fantasia orwelliana? variazione sul tema della macchina-che-distrugge-l'uomo? Può darsi; ma è anche vero che in molti casi, visto il lavoro che certi ingegneri specializzati svolgono, viene da chiedersi se essi sono « liberi », nel senso di cui si è parlato più sopra, o non piuttosto « condizionati ».

È ancora la mancanza di un problema metodologico nella Scuola che ci sta spingendo a preparare degli ingegneri sempre più specializzati, proprio quando la nazione « specializzata » per eccellenza, gli Stati Uniti d'America, sta facendo precipitosamente macchina indietro e i nuovi piani di studio americani prevedono degli ingegneri che stanno a mezzo

Prende quindi la parola il professore Giuseppe Gabrielli esponendo la seconda relazione, sempre sul tema del Metodo applicato all'Ingegneria.

Il metodo applicato all'ingegneria

Seconda relazione di Giuseppe Gabrielli

Gli indirizzi e gli insegnamenti che scaturiscono dall'inesauribile sorgente del Metodo di Galileo Galilei, trovano ancora oggi nell'ingegneria, ed in particolare nel campo della scienza del progetto, motivi importanti di applicazioni e di aggiornamenti.

Volendo fermare l'attenzione su alcuni argomenti specifici ben delimitati, si può trovare qualche spunto da un lato nell'insegnamento delle materie di ingegneria che hanno diretta attinenza con la progettazione, e dall'altro nella metodologia di applicazione dei

tra Leonardo da Vinci e un umanista del Rinascimento.

E cioè si vede qui come l'adozione di un Metodo non proprio dell'ingegneria, in quanto ne trascura la componente soggettiva, porti all'adozione di metodi analitici di progettazione e, al limite, alla distruzione del concetto stesso di ingegnere.

E viene spontanea la domanda se non era più « giusto » il vecchio sistema che, preparando l'ingegnere a metodi *sintetici* di lavoro, tendeva a vedere in lui, oltre che il tecnico, l'artista, il creatore del pezzo unico, lasciando la produzione dei pezzi in serie alle macchine.

Vorrei quindi concludere queste note, che hanno inteso porre dei problemi e non certo indicarne la soluzione, invitando coloro che sono convenuti qui a discutere se, nell'ingegneria, la strada sin qui seguita sia quella giusta, sia dal punto di vista formativo, sia da quello dell'organizzazione del lavoro dell'ingegnere, o non piuttosto è una strada che porterà, ad un certo punto, alla sparizione dell'ingegnere, sostituito da un lato dallo scienziato puro e dall'altro dalle macchine, e quindi se l'ingegneria debba esser sostanzialmente e *metodicamente* rivivuta.

« modelli » nella fase di progetto e di sviluppo delle opere di ingegneria.

Indirizzi nell'insegnamento.

La maggior parte degli studiosi, degli insegnanti e dei tecnici è concorde nel riconoscere che il grande e rapido sviluppo delle scienze e delle tecnologie, mentre richiede all'ingegnere nella pratica professionale una spiccata specializzazione, impone una sempre più *larga, profonda e severa preparazione basica generale*.

I programmi di insegnamento

nelle scuole di ingegneria italiane hanno conservato, forse più che in molte scuole estere, questo indirizzo, poggiante su una vasta preparazione generale teorica. Ci sono state delle varianti nei programmi di insegnamento in quest'ultimo decennio, soprattutto tendenti ad assecondare una maggiore specializzazione, e ciò in parte è giustificato. Ma ci sembra che questa specializzazione debba essere fatta con molta moderazione e non a scapito della preparazione basica generale, la quale deve essere non ridotta, ma ampliata. La specializzazione deve limitarsi ad un indirizzo finale che trae la parte maggiore del suo motivo di essere, attraverso una più vasta, profonda e rigorosa preparazione generale.

Infatti è proprio attraverso una più vasta preparazione generale di carattere fondamentale che si conferisce al giovane ingegnere la capacità di adattare le sue conoscenze agli indirizzi di specializzazione ai quali si applicherà nella vita professionale.

Uno dei compiti fondamentali dell'ingegnere è quello di « progettare », intendendo questa parola nel senso più generale e cioè quale sintesi dell'opera che risponde ai « dati di progetto » (sia essa una macchina, o un motore, o un sistema elettronico, o una costruzione civile, o un sistema di trasporto o l'organizzazione di un complesso di produzione, ecc.) che risponde a dati di progetto prefissati.

Orbene, qualunque sia l'opera o il sistema da realizzare, l'ingegnere deve passare attraverso due fasi: una analitica ed una, successiva, sintetica: dall'analisi deve scaturire la scelta, attraverso la sintesi.

Premesso ciò, mi sembra che si debba oggi, per aderire a queste impellenti necessità poste dalla varietà dei problemi e dalla loro vastità e complessità, dare all'ingegnere nella sua preparazione basica, oltre al carattere analitico, anche il carattere sintetico.

Per maggiore chiarezza ricorriamo ad un esempio pratico.

Nella scuola d'ingegneria si insegna con molto rigore quell'importante parte della scienza delle costruzioni, costituita dalla teoria

di elasticità e di resistenza dei materiali. Questo insegnamento fornisce tutti gli elementi che sono necessari e sufficienti a compiere l'analisi di una struttura, a giudicarne la stabilità e il grado di sicurezza, sotto date condizioni e modalità di carico, anche agli effetti dei carichi ripetuti e quindi della resistenza alla fatica. Ma quando si debba concepire un'opera, e quindi i suoi elementi strutturali per proporzarli ai carichi a cui essi debbono resistere, questo bagaglio di conoscenza non si presta (nella forma analitica nella quale esso è insegnato e viene assimilato) per essere utilizzato in modo diretto ed immediato ad effettuare la scelta più appropriata e la soluzione ottima. Occorre cioè passare per successive approssimazioni, analisi e tentativi, per giungere all'ottimizzazione della soluzione. Non va dimenticato infatti che uno dei parametri del progetto, che assume particolare importanza e che diventa sempre più attuale nel campo dell'ingegneria, è il peso dell'opera.

Il peso comporta un costo diretto ed uno indiretto: il maggior costo del materiale e quello del lavoro per la messa in posa nelle opere fisse, mentre nei veicoli il peso conduce a maggiori costi di esercizio e ad un più basso rendimento del sistema.

In alcuni campi dell'ingegneria, come in quello aeronautico ed ancor più in quello spaziale, il peso rappresenta una variabile, che va ottimizzata nel progetto, forse la più importante. Ma questo elemento del peso deve essere trasferito in tutte le opere, anche in quelle dell'ingegneria « pesante », includendo la condizione del peso minimo tra le condizioni del progetto.

Da questo punto di vista è quindi necessario che l'ingegnere possieda lo strumento idoneo, non soltanto a operare l'analisi, ma a realizzare la sintesi per via diretta.

La progettazione di un montante compresso di cui sono date le dimensioni generali ed i carichi, non può essere fatta che per tentativi se si ricorre al sistema usato normalmente per la verifica dei montanti compressi, siano

essi lunghi, siano essi corti, che cadano cioè nel campo Euleriano, o che cadano nel campo intermedio.

Arrestandosi a questa metodologia, la individuazione del montante ottimo, cioè di minimo peso, comprendendo in questa scelta anche quella del materiale o dei materiali, diventa un procedimento difficile e lungo.

Se però la rappresentazione dei carichi o delle tensioni di cedimento del montante, invece di essere riportata secondo il metodo analitico in funzione del grado di snellezza del montante stesso, viene rappresentata in funzione dell'indice di carico strutturale a rottura del montante, quale parametro di entrata che serve ad individuare il carico di rottura, la scelta del montante ottimo, ossia della forma delle sezioni e del materiale, diventa non più un problema analitico di ricerca, ma il risultato di una sintesi che non richiede tentativi e calcoli di successive approssimazioni.

Questa procedura diventa sempre più necessaria mano a mano che la richiesta per l'ottimizzazione del peso acquista maggiore importanza.

Da alcuni anni negli Stati Uniti è stata fondata la Società degli Ingegneri del Peso (Society of Aeronautical Weight Engineers, Inc.), ed è veramente interessante constatare il contributo che essa ha dato, al processo di affinamento del progetto, quale risulta dai suoi congressi e dalle sue pubblicazioni. Questa Società si occupa principalmente del settore aerospaziale, dove lo studio dei pesi ha assunto un'importanza fondamentale quale componente del progetto; ma questa sua attività ha condotto nel campo di alcune importanti costruzioni fisse ad una rivoluzionaria concezione del progetto, procurando economie notevoli con forti riduzioni dei pesi, ciò che ha reso possibile, ad esempio, anche il superamento di certe difficoltà di trasporto, che non sarebbero state risolte senza questa nuova mentalità nell'impostazione e nello sviluppo del progetto.

Ed occorre qui sottolineare il fatto che lo studio dei pesi, specialmente nel campo aeronautico, non va limitato quale componente

dell'ottimizzazione del progetto, ma va concepito nel quadro molto più vasto del concetto di *fattore di ingrandimento*.

Riguardata alla luce delle teorie sul fattore di ingrandimento, si può apprezzare nel suo vero e grande valore l'influenza del peso nelle costruzioni di ingegneria. Così ad esempio è noto che il risparmio di un chilogrammo nei cosiddetti pesi fissi di un velivolo, può condurre ad un alleggerimento del peso totale di 10, di 20 ed anche più chilogrammi, cioè a fattori di ingrandimento di 10, 20 ed anche più.

La teoria del fattore di ingrandimento ha portato ad una nuova e più ampia visione dei problemi dell'ingegneria, soprattutto nel campo aeronautico ed in quello spaziale, ma, come abbiamo detto sin dall'inizio, questi concetti acquistano ed hanno un loro valore non trascurabile in tutti gli altri campi dell'ingegneria delle costruzioni, anche in quello cosiddetto « pesante ».

Utilizzazione dei « modelli » nel campo dell'ingegneria.

Uno strumento di particolare efficacia nella fase di progettazione per l'ingegnere in molti casi è costituito dai « modelli ».

L'applicazione e lo studio dei modelli ha un carattere vastissimo in tutti i campi delle scienze fisiche, e sono ben noti i modelli strutturali delle grandi opere di ingegneria, come le dighe, i modelli aerodinamici e idrodinamici nell'aeronautica e nella tecnica navale, i modelli acustici nell'architettura, i modelli elettrici ed elettronici nel campo delle comunicazioni radioelettroniche, ecc.

Ora la teoria dei modelli scaturisce dalle leggi della similitudine e queste nel campo della dinamica si debbono a Newton e ne costituiscono il primo esempio. Ma ancora oggi l'utilizzazione dei modelli nell'ingegneria è poco diffusa, ed anche nell'insegnamento non viene curato sufficientemente il capitolo della similitudine, che rappresenta uno degli esempi più importanti per dirigere *nel senso sintetico la mentalità* dell'ingegnere.

L'utilizzazione dei modelli e l'applicazione delle teorie della

similitudine nei vari campi della ingegneria meritano maggiore diffusione, con vantaggi sia nella precisione e sicurezza delle previsioni teoriche, sia nella riduzione del costo e del tempo richiesti dal progetto e dallo sviluppo, specie nelle complesse opere d'ingegneria. L'utilizzazione di materiali con caratteristiche sempre più elevate ed il maggior grado di sfruttamento della resistenza di detti materiali, conducono alla necessità di indagini più severe nel progetto, ciò che richiede più profonde ed accurate ricerche, che i « modelli » rendono meno costose, più spedite e più sicure.

Emerge quindi ancora una volta la necessità di dare un maggiore sviluppo nelle scuole di ingegneria alla teoria ed alla pratica dei modelli, in tutti i campi ed in tutte le specializzazioni.

Conclusione.

Ritengo che nel campo generale dell'ingegneria, gli sviluppi indi-

Concluse le due relazioni sul Metodo applicato all'Ingegneria, il Moderatore, ing. Nuvoli, apre la discussione con queste parole:

Prima di dare la parola ai Congressisti per eventuali interventi, vorrei solo ricordare al prof. Filippi che proprio fra i fondatori, assieme al prof. Abbagnano, del Centro Studi Metodologici, vi era anche il sottoscritto, umile e modesto ingegnere, il quale tanto sentiva venti anni fa la necessità che un certo gruppo di studi, che noi usiamo chiamare ingegneria, ma che non è molto bene definito, come egli ha giustamente messo in risalto, si orientasse verso un attento esame dell'importanza che ha la metodologia.

Seguono gli altri interventi:

GUERRA — Vorrei dire al prof. Gabrielli che mi sento moralmente autorizzato ad intervenire, perchè sono fra quei tanti che stanno cercando di fare nel campo della scienza delle costruzioni quello che egli desidera e segnala che si debba fare. La stessa cosa può servire per realizzare la parte analitica del mestiere dell'ingegnere, come nel campo dell'aeronautica, cioè abbandonare il calcolo infinitesimale e prendere invece quella parte della matematica moderna, la topologia e scienze simili alla topologia, che sono la guida della moderna scienza delle costruzioni in modo da servire per la sintesi e non più per l'analisi.

Vorrei anche occuparmi di quell'altra metà dell'ingegneria che l'ing. Filippi ha ommesso, che è l'ingegneria civile.

Le costruzioni aeroportuali sono fra le opere di maggiore impegno dell'ingegneria civile contemporanea.

È logico quindi che ad esse siano state

cati in questi due indirizzi — che hanno da un lato una base nell'insegnamento, sviluppato in senso anche sintetico per rispondere alle necessità del progetto, e dall'altro una più estesa applicazione delle teorie delle similitudini per l'utilizzazione dei modelli — corrispondano ad una applicazione attuale del metodo galileiano, che troviamo riflesso in questi due pensieri dello stesso Galileo:

ESPERIENZA: « È sciocchezza il cercar filosofia che ci mostri la verità di un effetto meglio che l'esperienza e gli occhi nostri » (volume IV, 166).

BISOGNA ADATTARE LE IDEE AI FATTI: « ... noi non dobbiamo desiderare che la natura si accomodi a quello che parrebbe meglio disposto et ordinato a noi, ma conviene che noi accomodiamo l'intelletto nostro a quello che ella ha fatto, sicuri tale esser l'ottimo et non altro » (Carteggio, 1611-13; vol. XI, 344).

applicate le più moderne metodologie della progettazione che anzi, in alcuni casi sono state escogitate appunto per esse.

L'ingegneria aeroportuale opera a quattro distinti livelli:

1) Quello della pianificazione di insieme con la determinazione dei tipi di infrastrutture (spaziporti - aeroporti - eliporti, ecc.) necessarie ad un certo sistema metropolitano. Problema che implica, in uno stadio successivo, la scelta della più razionale ubicazione delle suddette infrastrutture.

2) La progettazione di massima delle singole infrastrutture come, per gli aeroporti, la determinazione dell'orientamento del numero e della classe delle piste, dei raccordi, delle vie ausiliarie e il dimensionamento di massima delle aree di servizio.

3) a) la progettazione dei singoli edifici, delle attrezzature e dei servizi relativi alle aree di servizio; b) La progettazione delle aerostazioni e degli altri edifici, passaggi e spazi coperti o scoperti, costituenti le aree terminali.

4) La progettazione strutturale e complementare dei grandi edifici, delle aree di servizio e terminali.

Per ciascuno dei quattro suddetti livelli di progettazione sono state escogitate varie metodologie e sembra che sia giunto il momento di confrontarle fra di loro e di tentare un primo coordinamento.

A tutti i livelli di progettazione sono state applicate metodologie del tipo denominato « morfologico » dallo Swicky

ossia caratterizzate: a) dalla istituzione di una classifica di tutte le possibili soluzioni (determinazione della base di indagine); b) dalla determinazione dei criteri di comparazione fra le soluzioni possibili; c) dalla precisazione dei requisiti richiesti al progetto; d) dalla eliminazione progressiva delle soluzioni non compatibili.

In altri termini, il metodo morfologico consiste in una tecnica idonea a rendere meno aleatoria la pesca della soluzione giusta nell'urna di tutte le soluzioni possibili.

Esso quindi presuppone la possibilità, almeno teorica, di definire una serie di soluzioni rigidamente differenziate fra le quali scegliere.

Un'altra categoria di metodi, anche essi adottabili a tutti i livelli, sono quelli detti, nei problemi di insieme, metodi « econometrici » e, nei problemi più strettamente tecnici, metodi di « ottimizzazione ».

Si possono rilevare delle sorprendenti affinità che balzano all'attenzione confrontando il celebre studio di V. Karman e Gabrielli sui campi di utilizzazione dei vari tipi di mezzi di trasporto e quello dello Zwicky sulla scelta dei propulsori aeronautici.

La giustificazione del parallelismo fra i due metodi, che pure partono da considerazioni così diverse, è da trarre nella natura insieme continua e discontinua del quadro di tutte le soluzioni dello stesso problema tecnico. Ossia, da una parte esiste una tipologia che incassa in tipi distinti le varie soluzioni, ma, d'altra parte, le soluzioni riconducibili ad uno stesso tipo possono avere caratteristiche assai varie fino a differire di pochissimo da quelle di una certa altra soluzione concettualmente derivata da un tipo completamente diverso.

Un altro gruppo di metodi più radicalmente distinto da quello morfologico e da quello ottimizzante, è caratterizzato, dalla scuola di Asimow, con l'introduzione di alcuni fra i concetti fondamentali della cibernetica ed in particolare, dalla distinzione fra analisi morfologica delle soluzioni ed effetto dell'ambiente.

Abbiamo così, nel caso della scelta della classe e dell'ubicazione di un aeroporto, da affrontare distintamente i fattori di carattere morfologico e funzionale da quelli più specificamente connessi con l'inserimento della nuova infrastruttura, da un lato del sistema metropolitano di cui va a far parte e dall'altro nella rete dei trasporti aerei in cui si va ad inserire. Sorgono problemi affini a quelli della reattività biologica che nascono nella moderna chirurgia dei trapianti, oppure, per restare nel nostro mestiere, problemi analoghi a quelli tipici della System Engineering.

I metodi di progettazione di quest'ultima categoria sono caratterizzati dall'attenzione che si porta ad un fatto unitario che trascende, fisicamente ed economicamente, le dimensioni dell'opera progettata; attenzione che induce a studiare le forme dell'opera stessa come conseguenze dei risultati dello studio del flusso di un'entità, (a seconda dei casi o materiale od ideale) che permea l'intero sistema e che quindi condiziona

l'opera nuova che si intende progettare.

Considerando le cose sotto questo punto di vista possiamo fare entrare in questa famiglia di metodi quelli che impiegano la teoria delle code nella progettazione di insieme di un aeroporto o nella progettazione funzionale di un'aerostazione. E potremo ancora ritrovare un'affinità nei metodi che applicano il C.P.M. ed il P.E.R.T. all'organizzazione delle aree di servizio ed alla progettazione funzionale dei relativi edifici.

Infine i metodi di progettazione strutturale connessi con la teoria dei grafi e con alcune delle più moderne visioni delle applicazioni del calcolo matriciale possono anche esse essere ricondotte, come ha da tempo sottolineato lo scrivente, all'ultima anzidetta categoria di metodi.

Ossia in sostanza al quesito del prof. Gabrielli vorrei rispondere: i metodi sono tanti d'accordo, anche perchè di ingegneria ve ne sono tante.

Però questi metodi si possono grosso modo dividere in due categorie: quelli che considerano la natura discreta di possibili soluzioni e quelli che partono da una unitarietà di concezioni.

La seconda categoria di metodi vertono sul problema dell'inserimento, cioè sul fatto che la cosa che andiamo a creare va ad inserirsi in un determinato ambiente. Essi sono caratterizzati dall'impiego di metodologie matematico-logiche e certe volte logico-filosofiche estremamente affini, che sono tutte quante tipizzate dalla presenza di questa linfa che circola nell'organo che andiamo a creare e che invece è generato dall'organismo in cui quell'organo si va ad inserire.

TORRETTA — Parlo come ingegnere specialista e siccome mi vedo messo rapidamente alla porta da un calcolatore, vorrei osservare al prof. Filippi che forse non parliamo dello stesso lavoro di specialisti, perchè è chiaro che come Salviati direi: « voi siete dei dottori di memoria » a quegli specialisti che possono essere sostituiti dai calcolatori elettronici.

Ma io, come specialista, il più delle volte quando incomincio il problema non ho la minima idea di come andrà a finire. Quindi evidentemente nessun calcolatore mi potrebbe sostituire.

Come considerazione di carattere generale, che forse rientra in un problema metodologico, io vorrei richiamare l'attenzione sulla circolazione delle informazioni, anche nel solo campo dell'ingegneria; problema che oggi mi sembra importantissimo.

Ho letto una volta in occasione del 50° o 60° anniversario della nota di Einstein che forse se venisse pubblicata oggi nessuno la leggerebbe. È chiaro che quando noi leggiamo le note altrui siamo tutti un poco aristotelici, perchè se la scrive Einstein faremo attenzione; ma se la scrive un ignoto qualsiasi, come era Einstein nel 1901, forse non faremo attenzione.

PELLEGRINI — Volevo far osservare al prof. Filippi che il calcolatore, il cervello artificiale, non è un creatore di risposte, è semplicemente un informato, un manipolatore, che dà risposte preor-

dinate a domande preordinate. Quindi evidentemente il rapporto umano, che può dare uno specialista anche di capacità limitata, non può essere sostituito. Che sia l'uomo a fare « il pezzo unico » è indubitato.

Il prof. Gabrielli dice che le scelte del progetto fra l'analisi e la sintesi sono limitate (dovrebbero essere uniche), ma sono concentrate in una specie di rosa di tiro, come se si sparasse a pallini che vanno vicino al centro, il quale è unico. Questo, secondo me, è in contrasto con quello che ha detto il prof. Filippi, circa il motore a scoppio che batte in testa; se la scelta fosse caduta sulla prima idea, forse oggi tutti i motori a scoppio sarebbero diversi da quello che sono. Allora evidentemente si ha una scelta che ha tutt'altra portata.

Volevo poi ancora chiedere al prof. Gabrielli a proposito dei modelli dei quali ha parlato, di modelli di carattere pratico-teorico nel senso che individuano sempre degli oggetti ben determinati, se, secondo lei, sarebbe possibile di creare dei modelli di ragionamento collaudabili e trasferibili da un campo all'altro dello scibile.

RICHARD — Vorrei fare un'obiezione al prof. Filippi il quale ha detto che due ingegneri di fronte allo stesso problema, partendo dagli stessi dati arrivano a soluzioni diverse. Io sono un matematico e non ho mai visto due matematici arrivare alla stessa soluzione, partendo dagli stessi dati, su uno stesso problema.

MAOLI — Il prof. Filippi ha detto che gli ingegneri sono quelli che creano i propri problemi. Mi sembra che siano gli uomini a creare dei problemi, e che gli ingegneri poi li risolvono in maniere diverse, a seconda di come li prendono in considerazione. Penso pertanto che sia utile che lo studio dell'uomo faccia parte del bagaglio dell'ingegnere, specialmente oggi poichè la scuola media sta alleggerendosi di questo bagaglio.

CERIO — Vorrei cercare di dare una mia interpretazione personale, a modo di tentativo, a quello che ha detto il prof. Filippi del calcolatore, che può sostituire un ingegnere specializzato. Penso che egli intendesse non tanto che il calcolatore può sostituire l'ingegnere, ma piuttosto che quando l'ingegnere è specializzato, perchè la società lo porta a questo e perchè la scuola lo fa uscire specializzato. La stessa società chiede a lui qualcosa che potrebbe all'estremo essere richiesto ad un calcolatore elettronico o ad una macchina.

Dopo la prima serie di conferenze ero stato tentato di domandare che cosa è il metodo. Questo perchè si sta parlando di metodo soprattutto come sistema mentale, col quale si devono risolvere i problemi. Ma secondo la mia interpretazione di ingegnere, il metodo è addirittura sistema di lavoro, cioè il sistema organizzativo. Metodo è parola talmente ampia e vasta che dovrebbe essere ripresentata sotto diverse luci a seconda degli oratori.

Però qui mi voglio richiamare a quello che ci ha detto ieri il prof. Colaninetti nel suo discorso inaugurale. Se noi

riusciamo a svolgere quel tema iniziale, riusciremo anche a svolgere utilmente i lavori del Convegno, poichè è essenziale riuscire a stabilire in questa nostra società moderna che cosa è l'ingegnere. Secondo me, l'ingegnere è colui che ha imparato a scuola a risolvere dei problemi.

La società chiede di risolvere non i problemi generali, ma quelli che sono i problemi specifici. Questo per una specie di ottusità della società moderna, la quale più che l'ingegnere cerca il tecnico. Per es. nel campo dell'industria cartaria non si ricerca l'ingegnere che abbia la capacità di risolvere i problemi generali, ma il tecnico che sappia fare la carta su quella determinata macchina, di quel determinato tipo; perchè quelli che hanno la direzione dell'impresa presumono di essere capaci di dirigerla e non ricercano che un collaboratore parziale.

L'ingegnere, poi, se ha la capacità e la possibilità di risolvere problemi sempre maggiori e soprattutto ha la capacità di mutare il proprio atteggiamento e le proprie cognizioni a seconda delle necessità, riesce a farsi avanti e a conquistare i posti-chiave. Allora l'ingegnere dimostra veramente il valore della sua preparazione professionale e la sua utilità nella società moderna.

Bartoli, interviene con alcune sue interessanti considerazioni, che riprende nel pomeriggio, come vedremo, precisandole.

DARDANELLI — Vorrei che anche in questo Convegno fosse esaminata la relazione fra i metodi d'ingegneria e le società o collettività ed eventi che la regolano.

Il prof. Filippi ha accennato alle molte specializzazioni di laurea che vi sono dal fisico all'economista. Come si spiega poi che la collettività con le sue leggi mette tutti questi ingegneri sullo stesso piano, per cui l'economista può andare nella carriera a fare il fisico ed il fisico a sua volta l'economista?

Il Moderatore dà quindi la parola ai singoli relatori affinché possano rispondere ai diversi interventi.

ABBAGNANO — Il primo quesito di ordine pratico è: esistono insegnamenti di metodo nelle nostre università? Come risulta d'altra parte anche dagli interventi la risposta è negativa: non esistono o sono insufficienti. Questa è la verità. Vi sono dei tentativi isolati di introdurre insegnamenti, molte volte complementari, che gli studenti non prendono sul serio, perchè premuti da una massa notevole di esami, da impegni oltrremodo gravosi. Si tratta quindi di un problema pedagogico che non si può qui considerare.

La risposta al quesito è che non esistono presso le nostre università veri e propri insegnamenti metodologici e questo rappresenta il fatto dominante della nostra università.

Un'altra domanda riguardava il richia-

mo all'importanza del linguaggio quotidiano. Su questo io non ho il minimo dubbio. Il linguaggio quotidiano, tuttavia, o linguaggio comune, non sappiamo dove termina e dove incomincia il linguaggio specifico. Il concetto di linguaggio comune è un po' elastico, nessuno certamente può farne a meno, ma per una analisi del linguaggio comune sarebbe essenziale la delimitazione della sua sfera. Ora nella nostra civiltà il linguaggio non è tanto la creazione di poeti solitari come il padre Dante o del popolo, ma piuttosto si forma ad un certo livello di cultura media in cui vengono a depositarsi continuamente le nozioni scientifiche sia pure imprecise. La sfera del linguaggio comune è venuta così, da un lato ad estendersi e dall'altro a perdere un contorno preciso. Con questa limitazione, sarei d'accordo sull'esigenza prospettata di tenere sempre presente l'importanza del linguaggio comune.

Sono d'accordo con il Tasson sul carattere di creatività del metodo nel senso che molte volte il metodo ci fa scoprire oggetti di indagine e di ricerca e altri problemi che in senso stretto non esistevano prima, e quindi ci si orienta verso la soluzione di questi problemi o verso la studio di questi temi, oggetti o enti con cui si viene a contatto nel corso delle ricerche.

Un metodo non è soltanto la sistemazione di un sapere già dato o il modo di affrontare una realtà pre-conosciuta, ma è in sostanza l'estensione della conoscenza in tutte le direzioni possibili e quindi il carattere di creatività va inteso nel senso che l'oggetto a cui si rivolge un metodo non è già determinato prima che il metodo ne abbia indicato i problemi ed i temi di ricerca.

Altre domande riguardano il rapporto tra linguaggio e la scienza e l'universo, la realtà o ciò che esiste. Questa è la croce filosofica di tutta la filosofia della scienza. Richard ha detto che, siccome il linguaggio ubbidisce a leggi che sono esse stesse naturali, le nostre costruzioni simboliche hanno nella loro origine una certa garanzia di potersi applicare all'universo. Ma non so se io potrei accettare questa fede: i nostri linguaggi sono naturali perchè obbediscono a certe leggi, ma quali leggi? Molta parte di una costruzione matematica è diretta alla disciplina di certe scelte che noi dobbiamo fare, di certi simboli, o alla guida di certe determinate operazioni possibili; sono costruzioni che si fanno da sé le loro leggi.

Certo tutto quello che esce dalle mani dell'uomo è naturale, su questo sono d'accordo, ma non penso che questo basti a darci una garanzia per la corrispondenza tra i nostri linguaggi e la realtà. A chi ha detto che è venuta meno la fede di poter leggere la natura, la cieca fede che la scienza ci dia la conoscenza di ciò che veramente esiste, io direi: non è la fede, intesa come impegno a conoscere, ciò che realmente esiste, che è venuta meno, ma piuttosto è divenuto problematico questo predicato *esiste*.

Che cosa significa *esiste* a certi livelli della ricerca?

Che cosa significa «*esiste* una particella atomica»?

Noi non possiamo presupporre che il

predicato *esiste* abbia in ogni caso lo stesso significato, molte volte esso gli è dato appunto dai procedimenti di ricerca e di controllo, per decidere la questione se la cosa esiste o no.

E così anche la corrispondenza fra teorie e realtà, di cui parlava l'ingegnere Guerra, rappresenta lo stesso problema: la corrispondenza tra la struttura delle costruzioni simboliche e la struttura di ciò che può essere accertato negli eventi fisici è un problema che non può essere risolto una volta per tutte, ma che trova la sua soluzione nei diversi campi a diversi livelli e che è suscettibile di soluzioni differenti che si modellano sulla diversità che possiamo attribuire all'affermazione: *esiste X*, dove *X* può essere l'uomo, il cane che abbaia, oppure qualcosa che non vedrò mai con gli occhi e che mi risulta solo attraverso a complicati apparecchi.

Il prof. Koenig mi domandava se il teorema di Goedel non è una obiezione contro il criterio della decidibilità, ma in realtà non è così, perchè il criterio della decidibilità è anzitutto un criterio metodologico.

È preferibile usare nelle scienze concetti sicuri, di cui si può decidere in ogni caso se sono applicabili, oppure no, e quindi non implicano nessun impegno di natura ontologica. Il teorema di Goedel, se ben ricordo, obbedisce esso stesso a delle esigenze di decidibilità, e dice che non si può decidere della decidibilità di un certo sistema assiomatico rimanendo nell'ambito di questo stesso sistema; occorre un sistema più vasto per decidere della coerenza, della non contraddittorietà di un certo sistema assiomatico.

Quindi secondo me, proprio questo teorema è una risposta all'esigenza inerente alla nostra scienza di trovare i criteri di decidibilità e semplicemente ci ammonisce circa i limiti in cui la decidibilità può essere trovata a proposito dei sistemi simbolici.

DEAGLIO — Il dott. Rossi ha chiesto: l'insegnamento attuale, almeno nelle università, è allineato col progresso scientifico, che è veramente enorme? Io devo rispondere: no, non è allineato. In sostanza devo dire che quando lo studente arriva dalla scuola media è assolutamente impreparato, ha una mentalità completamente diversa da quella che dovrebbe avere per il campo di studi che egli sceglie. Ha studiato latino, greco e molta filosofia, ma la filosofia delle scuole medie è una filosofia speculativa che persegue la certezza assoluta.

Noi dobbiamo dare un'altra mentalità allo studente, dichiarando che per un fisico, per un matematico, non esiste certezza assoluta. Nel primo biennio insegniamo delle cose che dovrebbero sapere e non hanno imparato nella scuola media e solo nel secondo biennio cominciamo ad insegnare quelle nozioni nuove che rendono effettivamente esaltante lo studio del particolare campo che hanno scelto.

Tuttavia bisogna dire che l'insegnamento universitario oggi non è allineato e questo non tanto per l'Università quanto perchè la gente che arriva all'Università non è preparata per affron-

tare i problemi che dovrebbe saper affrontare.

Alla domanda sul linguaggio ha già risposto il prof. Abbagnano e io non dovrei più dire niente, ma in sostanza quando noi ci poniamo una domanda, questa domanda è legata al risultato che noi dobbiamo ottenere, ma questo in sostanza è il metodo. Almeno i fisici quando inventano una particella vogliono trovarla ed allora fanno le prove e predispongono le apparecchiature per trovare quella particella.

E infine, all'ing. Locati che vorrebbe fare atto di fede nella ricerca scientifica ed in particolare nella ricerca fisica, io voglio dire: sì quest'atto di fede esiste, noi crediamo nel formalismo ortodosso o realista della teoria dei quanti. Questo è l'atto di fede che si può fare. Noi creiamo degli strumenti mentali per potere andare avanti nella ricerca ed in sostanza facciamo un atto di fede, ma l'atto di fede non è uno strumento, questo strumento è la teoria quantistica.

FILIPPI — Volevo anzitutto rispondere all'ing. Nuvoli che non ignoriamo certo l'esistenza del Centro Studi Metodologici, tanto più che esso ha la sua sede proprio nel Politecnico, eppure nel Politecnico nessuno pensa ai problemi metodologici. In proposito ricordo al prof. Guerra un'esperienza personale: qualche anno fa ho cercato di parlare agli allievi del metodo dello Zwicky, che riguarda in particolare la materia che insegno. Dopo mezz'ora di lezione avevo davanti a me delle facce talmente esterefatte che ho pensato bene, per la salute mentale degli allievi, di passare ad altro argomento. Questo perchè degli allievi ingegneri al quinto anno di fronte a quella che è poi una classificazione metodologica dei possibili sistemi di propulsione, non sapevano più in che mondo fossero: nessuno aveva mai accennato loro la possibilità di trattare dei problemi sotto quella forma. L'esperienza è durata mezz'ora, poi sono tornato all'insegnamento classico.

Quello che ha detto in proposito l'architetto Bartoli è verissimo. Non so quanti ottimi ingegneri perdiamo perchè durante due anni li disgustiamo sistematicamente dell'ingegneria, insegnando delle cose che servono all'ingegnere, giustissime, ma che loro non sanno assolutamente a che cosa debbano essere applicate, se mai le useranno o non le useranno. Gli allievi ci accusano, a torto da un certo punto di vista, ma a ragione dall'altro, che il nostro insegnamento è impartito dall'alto, che non ha alcun riferimento con la realtà e così via. Questo perchè noi impediamo all'allievo di vedere quali sono i collegamenti fra quello che noi gli insegniamo e quello che gli servirà. Se ne accorgerà lui dopo.

Veniamo ora al grosso problema, quello che ha sollevato un vero vespaio. Parlando di studi metodologici bisogna stare molto attenti alle parole. Io non ho parlato di ingegneri specialisti da sostituire con i calcolatori, ma di ingegneri *specialisti* e cioè non di ingegneri che conoscono bene un certo argomento, ma di quelli ai quali è stato insegnato tutto su quell'argomento, effetto di una certa

deformazione mentale della Università in cui si pretende che allo specializzato sia possibile insegnare tutto e lo si convince che lui sa tutto su quell'argomento.

L'ing. Torretta ha anche sollevato un problema molto grave nell'ingegneria: quello della circolazione delle informazioni. Si potrebbe cercare di risolverlo con i calcolatori specialisti (non specializzati in questo caso), perchè effettivamente se si trascura per un anno un problema, si resta fermi, perchè in quell'anno è stata pubblicata nel mondo una massa tale di documenti da richiedere troppo tempo per aggiornarsi. Il problema della scelta e dell'organizzazione delle informazioni e della loro presentazione in modo che possano essere rapidamente assimilate, è veramente enorme.

Alle osservazioni del prof. Gabrielli vorrei rispondere: i corsi di laurea sono dieci, compresa l'ingegneria navale; ognuno ha in media 4 indirizzi, che dà un totale di 40 ingegneri diversi, e anche abbastanza diversi, perchè un ingegnere meccanico automobilista non è autorizzato a sapere come è fatta una pressa: questo è compito dell'ingegnere meccanico di officina. In futuro questi 40 ingegneri dovranno essere moltiplicati per 3, perchè vi saranno ingegneri diplomati, ingegneri non si sa come e dottori ingegneri. Poi aggiungeremo l'ingegnere fisico-matematico, come è stato fatto in qualche facoltà. Avremo dunque approssimativamente più di 100 ingegneri.

Questo si ricollega a quanto ha detto il prof. Dardanelli, è un problema ormai vecchio e francamente ci si chiede a che cosa serva la specializzazione quando l'esame di Stato abilita un ingegnere elettronico a svolgere il medesimo compito di un ingegnere civile.

L'ing. Maoli ha detto giustamente che i problemi non li creano gli ingegneri, ma gli uomini. Vorrei fare notare che anche gli ingegneri sono uomini, non solo, ma uomini delegati dagli altri uomini a crearsi dei problemi. Il giorno in cui avremo i calcolatori elimineremo i problemi, perchè loro non se li creeranno.

Finalmente, è verissimo quello che ha detto Richard che sia due ingegneri che due matematici partendo dallo stesso punto arrivano a due soluzioni diverse. Però i due matematici sono autorizzati a litigare fra di loro su chi ha ragione, i due ingegneri, no.

GABRIELLI — Io rispondo brevemente a due quesiti.

Il prof. Guerra ha accennato ad un sistema, ad un metodo morfologico ed ha citato l'utilità di questa nuova metodologia. Io sono molto d'accordo sulla importanza e sulla utilità di questo metodo morfologico e volevo comunicare che al Convegno Internazionale delle Comunicazioni a Genova viene presentata una comunicazione da uno specialista americano che illustra la formula della presentazione e l'utilità che può avere questo nuovo metodo che si aggiunge a quelli che abbiamo citato.

Nessuno qui ha parlato del metodo PERT di cui molti di noi fanno uso.

Il metodo PERT è uno strumento veramente interessante per l'ingegnere progettista il quale deve fare programmi. Esso serve non solo a correlare nel tempo le varie azioni di diversa natura che si devono svolgere nel programma, inquadrate nella realizzazione del progetto, ma serve veramente a scoprire l'importanza, la tempestività delle stesse azioni ed a controllarla. Credo che il sistema PERT vada citato anche nella scuola in quella metodologia.

Il prof. Pellegrini ha preso alla lettera quello che io ho detto sui risultati di un progetto che devono corrispondere ad una ristretta zona, ed io lo confermo. Così il prof. Filippi diceva che due ingegneri arrivano a due risultati diversi, infatti vi sono diversi coefficienti in gioco: anzitutto un coefficiente è già nei dati di progetto i quali fissano i punti dai quali l'ingegnere deve partire per realizzare l'opera. Ora questi dati non sono tutti ben definiti ed inoltre vi è la capacità e la possibilità di tenere conto in diversa misura dei diversi dati e di influire con questi parametri nell'equazione generale che risolve l'opera. Ma non si può concepire che partendo dagli stessi dati dieci ingegneri ottengano dei risultati molto diversi l'uno dall'altro. Se così fosse dovremmo confessare la nostra incapacità a definire la soluzione ottima di un progetto e l'otti-

mizzazione prevede un risultato concentrato in un'area molto ristretta.

Il prof. Richard ha spiritosamente detto di non avere mai visto che due matematici nell'impostazione di un problema matematico giungano allo stesso risultato, al contrario degli ingegneri.

A me pare che non vi sia alcuna contraddizione: i due matematici possono arrivare a due risultati diversi, ma i due ingegneri no, perchè così utilizzano la matematica per realizzare i risultati del progetto. Sono due cose completamente diverse.

Infine il prof. Pellegrini mi ha chiesto se tra i modelli, dei quali io ho riferito, vi può esistere un modello di ragionamento. La risposta a questa domanda dovrebbe darla il prof. Abbagnano che è un filosofo; io la dò in senso pratico. Il modello del ragionamento dell'ingegnere si pone in questi termini: aumentare e potenziare la preparazione basica dell'ingegnere.

È l'argomento discusso un momento fa dal prof. Filippi che si è espresso contro la specializzazione. Anch'io ritengo che l'ingegnere può diventare uno specializzato, ma la scuola deve preparare una vasta e profonda cultura basica e il miglior modello di ragionamento è di aumentare la preparazione basica per dare all'ingegnere una mentalità atta a ragionare.

Il Moderatore Nuvoli chiude la tornata mattutina ricordando l'importanza della cultura umanistica nella formazione dell'ingegnere e dell'architetto.

Dopo una cordialissima colazione all'Albergo Ambasciatori, mentre le signore assistono all'ippodromo di Vinovo ad una elegante riunione sportiva arricchita da una sfilata di alta moda, i lavori riprendono nel pomeriggio, sempre nei saloni messi a disposizione da Torino-Esposizioni.

Il metodo applicato all'architettura

Viene infatti affrontato il terzo tema, che riguarda i problemi sul Metodo applicato all'architettura. Viene pertanto letta la prima relazione da Enrico Pellegrini.

Il "parametro uomo", effettivo condizionatore per l'applicazione di una ricerca metodica

Prima relazione di Enrico Pellegrini

Per molti anni è stata negata alla Psicologia la qualifica di Scienza, in primo luogo perchè essa si riferiva, per le sue esperienze, all'uomo, che è estremamente variabile nelle reazioni dei singoli individui. Riesciva, così, molto difficile la collocazione di ogni fenomeno esaminato entro precisi termini.

In secondo luogo perchè anche lo sperimentatore era soggetto, in quanto uomo, a sensazioni altret-

tanto personali e non adatte alla formulazione di un giudizio esatto. Ogni testimonianza era dunque condizionata in misura così grande da renderla difficilmente usufruibile ai fini di una indagine rigorosa.

La Psicologia si rivolse dunque verso un metodo sperimentale, creando apparecchi abbastanza perfezionati, nei quali l'azione dello sperimentatore, come accade ora per le altre Scienze, si ridu-

ceva al minimo. Si ottenne con ciò la semplificazione di centinaia di fatti complementari diversi, che comunque disturbavano la raccolta di risultati significativi.

Tuttavia dall'uso di tale metodo nacquero alcuni grossi inconvenienti, il primo dei quali stava senza dubbio nella difficoltà di creare dei modelli puri, cioè legati a fenomeni elementari, ma che non fossero astratti, poichè la natura umana è ben reale. Il secondo stava nel riuscire a mettere il soggetto degli esperimenti nelle condizioni di una vita normale, al fine di ottenere da lui dei risultati che si riferissero ad uno stato generico e non di tensione. Ponendolo al di fuori, cioè, da quella reazione emotiva, che è indubbiamente legata ad ogni esperimento.

È tuttavia facile osservare come la Fisica, ad esempio, quando era alle sue origini, usasse procedimenti sperimentali nei quali le sensazioni umane avevano un largo posto; tali metodi vennero giustamente eliminati in seguito come inadeguati. Ciò non pertanto furono poste le basi di quella Scienza, che ormai è perfezionatissima. Non deve quindi far stupire se nel secolo decimottavo Cavendish misurasse ancora la resistenza elettrica di sostanze diverse dalle scosse che riceveva sul braccio. Il procedimento adoperato era perfettamente rispondente alle necessità del momento, di guadagnare, cioè, una conoscenza preliminare dei fatti.

Che nel diciassettesimo secolo Galileo risolvesse subito quantitativamente i suoi problemi deve essere considerata pure cosa normale perchè la esperienza qualitativa della vita quotidiana bastava largamente a fornire la base necessaria.

La istituzione di metodi esatti nella Psicologia comportava inverosimilmente anche la conoscenza d'importanti relazioni funzionali, proprie dell'organismo umano, che tuttora ci sfuggono. Fu necessario dunque accontentarsi di seguire una strada assai meno precisa.

Vediamo quali sono.

Come nella esperienza l'io è circondato da oggetti, così i processi che corrispondono all'io devono aver luogo nel mezzo di al-

tri processi che sono i correlati di questi oggetti. Per tale ragione le parole del linguaggio umano, che sono la estrinsecazione delle sensazioni, danno luogo ad un infinito intrecciarsi di riferimenti e di implicazioni. Esse cessano peraltro di avere qualsiasi significato quando vengono isolate ed anche quando si vuol dare loro una definizione esatta.

Era stata con ciò rovesciata la situazione di analisi che la Scienza aveva posto tradizionalmente alla base di ogni ricerca, aprendo vaste prospettive alla valutazione delle osservazioni.

Si era venuti pertanto nella determinazione di accettare per definiti certi « fatti » che, pur non avendo un esatto contorno e risultando di difficile precisazione, appartenevano alla conoscenza umana, che li aveva identificati, li poteva strutturare e li denominava come se fossero delle realtà effettive.

D'altro canto se la Scienza usa frantumare i fenomeni fino a renderli elementari per poterli meglio studiare e racchiudere dentro a delle precise regole, nulla ci obbliga ad estendere tale procedimento agli altri fatti umani per i quali l'operazione si è dimostrata estremamente difficile e comunque insoddisfacente.

Non è possibile qui seguire tutte le vicissitudini della Psicologia fino al consolidarsi di quella corrente che diede luogo alla precisazione dei postulati della Psicologia della Forma, che, nel nostro settore, c'interessa in modo particolare. Risulta infatti abbastanza facile, per diverse ragioni, stabilire un parallelo fra l'attività e la espressione architettonica con i complessi fenomeni identificati dalla Gestalttheorie.

L'Architettura, nata per gli uomini, fatta per sopperire alle loro necessità materiali e spirituali, inserita nell'ambiente naturale, che, allo stesso modo dell'uomo modifica e condiziona, può ritenersi a buon diritto la espressione e la sintesi dell'uomo stesso inteso sia come individuo sia come comunità di esseri.

Essa, dunque, appunto per questa sua qualità di « completo prodotto umano », viene a porci il più grandioso gruppo di

risultati che mai nessuno psicologo sperimentatore si sia mai immaginato di poter produrre e raccogliere nel suo laboratorio.

È ben vero che le architetture corrispondono a fenomeni estremamente complessi; ma risulta anche evidente la considerazione che pure ogni strumento prodotto dall'uomo, sia esso il più semplice, avrà da narrare la storia di un processo logico individuale oppure collettivo. Allo stesso modo l'architettura scriverà la cronaca di migliaia di idee in tensione, elementari, ma complicate da esaminare, che si condizionano fra loro, in una variabilità del tutto umana, così da formare una unità inscindibile sebbene costituzionalmente instabile.

Sarebbe dunque perlomeno ingenuo voler dare dei precisi confini alla idea architettonica, stabilire un « iter » convenzionale per conseguirla e delle esatte regole per la sua realizzazione. Essa è stata chiamata Arte, Scienza ed ora costituisce certamente un fatto politico e sociale, malgrado che tale sua posizione sia una realtà da secoli, senza peraltro che ciò sia stato messo prima in particolare evidenza.

Questa sua appartenenza a fenomeni, che vivono di mutazione e di rinnovamento, spiega la instabilità della sua impostazione.

La realizzazione di un edificio appartiene ora anche al mondo delle idee economiche e industriali, dopo aver seguito per molti secoli un processo artigianale.

Vengono dunque investiti alcuni settori dell'attività e dello spirito umano che non erano prima necessariamente connessi fra loro. L'Architettura li mette in coerenza senza che nessuno di loro sia predominante, pur essendo tutti essenziali.

Sembra pertanto inesatto valutare separatamente le singole parti del fenomeno, malgrado che ciascuna di esse sia stata sostanzialmente identificata, ma non completamente definita, isolandole e studiandole una per una, facendo cioè astrazione, nell'esame di una, dalle altre legate al complesso.

Tuttavia l'uomo ha potuto, nei secoli classificare i diversi aspetti dell'architettura, le differenti fasi della sua realizzazione, e del suo

disfacimento, che vanno dal « progetto » al « rudere », i diversi gruppi di artefici e di collaboratori nella sua costruzione, e le moltissime sue parti vitali e meno vitali.

Nessuno di tali elementi può peraltro vivere completamente avulso dal contesto architettonico, anche se nella sua zona centrale appare pressochè autonomo. Questa particolarità ha permesso agli studiosi del passato, anzi li ha spinti, a istituire delle discipline indipendenti fra loro, nel grande cosmo architettonico, e a esplorarle partendo da un certo nucleo, ritenuto non condizionabile dall'esterno, con il risultato, quando giungevano alle zone periferiche, di rinvenire tutti quei vincoli dai quali si erano ritenuti liberi.

Come risulterebbe facile scrivere una storia economica dell'Architettura, sarebbe altrettanto agevole tracciarne il profilo sociale perchè gli edifici stessi sono la testimonianza di questi due aspetti della vita umana e costituiscono una serie di esempi sui quali è possibile strutturare un quadro abbastanza esatto, ma parziale, delle condizioni di civiltà pertinenti all'epoca nella quale sono stati generati.

Così, com'è possibile scrivere un sistema di storie parziali dell'Architettura, si potrà avere un quadro abbastanza completo di quest'arte solo dalla lettura contemporanea di tutti i testi specializzati. La parola « abbastanza » è necessaria perchè evidentemente non sarà mai possibile raggiungere la universalità nella rappresentazione dell'universo architettonico. Ciò accade a causa di un diritto del tutto umano della scelta dei fatti realmente significanti, che spetta all'autore e che varia da persona a persona, da soggetto a soggetto.

D'altro canto il compito di selezionare le informazioni e di strutturarle in sintesi eliminando, cioè, tutti gli elementi ridondanti, è pure molto umano e intimamente legato ai problemi della decisione.

Questa preponderanza del fattore umano, che è, come abbiamo detto, variabilissimo, sia fra gli ideatori, sia fra i critici, sia fra i fruitori dell'architettura, rende

impossibile tanto nella « invenzione » che nella « lettura », come nel « consumo », di un edificio, la strutturazione di una teoria o di un metodo preciso.

È evidente che nella osservazione di un edificio, nella socialità di un ambiente, nella economia di una epoca, nella emozione dell'individuo o della collettività, nella tecnica del costruire e del progettare sta l'Architettura, ma non tutta. I parametri elencati sono infiniti e contribuiscono a formare tanti risultati diversi quanti sono gl'individui che hanno ragioni di contatto con l'architettura, e ciascuna di tali combinazioni varia ancora nel tempo.

La Psicologia ha esaminato e chiarito la maggiore parte di questi fenomeni, che vanno dalla strutturazione della immagine retinica e giungono alla diversa testimonianza di un fatto realmente accaduto e visto da più d'un osservatore.

È pure evidente che quando parliamo, ad esempio, di architettura barocca, di un quartiere residenziale, noi tutti abbiamo una idea abbastanza esatta di quanto vogliamo dire. Ma quando cerchiamo di precisare che cosa si deve intendere per gusto barocco o cerchiamo di trovare un monumento che esattamente esemplifichi la locuzione, sentiamo di essere imbarazzati perchè nessuna definizione risulterà coprente in modo totale e nessun edificio sembrerà di stile abbastanza puro per rappresentare definitivamente l'idea.

Il fatto, però, che l'uomo abbia creato e usi correntemente certe locuzioni, assieme ad alcuni termini, veramente imbarazzanti per i teorici, quali, ad esempio: « bellezza, arte, brutto, progresso, evoluzione, proporzione, ritmo ecc. » anche se tutte queste parole sfuggono a qualsiasi definizione e si svuotano di ogni senso, quando vengono avvicinate troppo, dimostra che, malgrado tutto, esiste un « significato », preciso o no, personale o collettivo, per tali termini, che saranno validi solo se non si cercherà di racchiuderli in una precisazione troppo rigida.

Per questi motivi, come il metodo di atomizzare i fatti psichici si è dimostrato del tutto impro-

ducente, così la eccessiva analisi dei fenomeni afferenti l'Architettura ha portato solo a inaridire la ricerca.

Lo studio delle manifestazioni architettoniche conduce ad esaminare un complesso di fatti, che spesso non sono nemmeno appartenenti ad una medesima categoria di fenomeni. L'uomo li ha legati fra loro con procedimenti che stanno fra la coscienza e l'inconscio, vedendo in essi una unità di significato, senza forse nemmeno rendersene conto o darne una precisa ragione.

Secondo noi adesso occorre procedere ad un ampio lavoro di revisione dei risultati ottenuti, scartando le affermazioni nate da una eccessiva frantumazione dei fatti esaminati, che abbiamo detto non vitale, e valorizzando, per contro, quei termini tradizionali, che, visti troppo da vicino, sono sembrati agli analisti moderni straordinariamente fragili, ma che per molti secoli sono stati ricchi di un solido contenuto.

A tale riguardo bisogna pure fare presente la necessità di diffidare da un facile ottimismo, perchè, come la Psicologia ha identificato tutta una serie di errate attribuzioni ai fatti sensoriali e una serie di errate derivazioni causali — lo « stimulus-error » e l'« experience-error » — anche in Architettura con facilità si possono tracciare, con superficiale intuizionismo o con altrettanto fallace introspezione, delle strade del tutto fuorvianti se non si provvede in tempo ad una opportuna strutturazione delle idee e ad una esatta verifica delle affermazioni.

È per noi dunque possibile stabilire un ordine, un metodo, una strutturazione nella grande massa di elementi eterogenei, che confluiscono per via diretta dalla osservazione o per via indiretta dalla lettura e dal ragionamento, tutti assieme, alla nostra conoscenza?

Pensiamo di sì, anche se non possiamo proporre per ora un metodo concluso in tutta la sua estensione; ma solo indicare una strada d'imbocco e la traccia della sua prima applicazione.

Secondo noi, in Architettura, sembra lecito operare per « blocchi » costituendo degli « insiemi » analizzabili nelle loro parti, che

restano tuttavia inscindibili, formando un compatto tessuto. Questa frase, quando venga esaminata attentamente, non risulterà né così oscura né così contraddicente, come sembra a prima vista.

Per ogni insieme appare anche possibile costituire un gruppo di « modelli », che possono essere, e non essere astratti, se si concede loro una certa flessibilità nelle parti, i quali « rappresentino » l'insieme stesso o uno dei sottoinsiemi che lo costituiscono, oppure anche una parte, semplice o complessa, di tali sottoinsiemi.

Esaminando il modello di un piccolo universo, che il Klein ha costruito per discutere e confutare il quinto postulato di Euclide, possiamo, ad esempio, in esso ravvisare un modello abbastanza « coprente » per dimostrare le costruzioni prospettive dello spazio brunelleschiano. Si stabilisce così, e questo non è il solo caso, una possibilità di trasferire i risultati, ottenuti in un campo di ricerche, in un altro apportando loro solo dei lievi adattamenti.

Sembra chiara la grande importanza dei « modelli di ragionamento », che risulta lecito trasportare da tutte le scienze nell'Architettura; sembra anche pacifica la considerazione che ciascuno di essi modelli non sarà mai esattamente coprente per tutti i casi che gli si possono avvicinare.

Bisogna inoltre osservare che ogni modello risulterà immediatamente « ridondante » quando lo si voglia troppo perfezionare o definire in ogni suo più minuto dettaglio. Occorre, sempre secondo noi, che i modelli allestiti funzionino più da stimolo ad un completamento estemporaneo, eseguito volta a volta da parte del fruitore, che da rigido binario di guida per l'applicazione di un metodo.

La speranza, in tale caso, li rifiuta immediatamente, dopo averli assorbiti e « consumati ».

Sempre sull'uso dei modelli possiamo fare ancora delle altre osservazioni.

Sono state applicate con successo, sempre nella Psicologia, le leggi della Fisica di campo, stabilendo un ponte fra la ricerca condotta con rigorosa precisione e quella che s'interessa dei variabilissimi fatti umani.

La cibernetica, poi, ha intro-

dotto a pieno diritto il concetto di entropia, sempre dedotto dalla Fisica e filtrato dalla Psicologia. Pensiamo pure che la cristallografia possa trovare larghe applicazioni nel campo della « logica architettonica ».

La convinzione che le leggi, individuate in un settore della ricerca, si possano estendere, con modesti adattamenti, anche ad altri, sembra dunque fondata.

La necessità d'introdurre degli adattamenti spiega perché i modelli costituiti, sebbene siano comunque valevoli, non risultino quasi mai totalmente coprenti.

Le affermazioni del Köhler sulle forme fisiche appare determinante nella teoria della conoscenza. Secondo tale concetto si possono, ad esempio, rinvenire fenomeni sul tipo della forma e della configurazione, che per gli architetti sono essenziali, anche nel regno della natura inorganica.

Verrebbe dunque a cadere una barriera tra i processi organici, tra i quali annoveriamo per estensione anche quelli architettonici, e quelli inorganici. Ciò accade, secondo noi, non tanto per un'affinità effettiva fra i due ordini di fenomeni, quanto perché l'uomo struttura secondo le sue possibilità di comprensione gli uni e gli altri stabilendo un metro comune per entrambi.

Senza addentrarci in questa problematica, perché rischieremo di andare troppo lontano, ci preme solo di osservare che la eventuale coerenza fra fenomeni organici e fenomeni inorganici, che possiamo rinvenire e mettere in evidenza, dipende, secondo noi, dalla attitudine umana di isolare e di strutturare essenzialmente quei sistemi che « è capace di vedere » restando cieca, o quasi, per gli altri.

Risulta evidente che la realtà, molteplice, infinita e amorfa, diventa significativa quando viene organizzata dall'uomo, ma avrà un senso solo per lui e per i suoi simili.

Come esemplificazione di tale affermazione è stata portata la distribuzione di una data quantità di elettricità su di un conduttore di forma determinata, che avviene per « insiemi ».

Le forme elettrostatiche sono particolarmente interessanti agli

effetti della comprensione delle forme psico-fisiche, perché anche i processi cerebrali sono legati a fenomeni di natura elettrica.

La considerazione riferita appare della massima importanza perché stabilisce degli elementi di « coerenza » fra fenomeni che sembravano appartenere a settori molto lontani fra loro. In particolare esse contribuiscono a gettare uno fra i numerosi ponti che cerchiamo di stabilire tra la ricerca tradizionale nel campo dell'Architettura e quella per « insiemi », da noi indicata, e che appare del tutto nuova.

Il lavoro di raccolta dei messaggi atti a formare un insieme può avvenire secondo un piano cosciente e prestabilito, oppure « per istinto », cioè secondo una « scelta » interamente dipendente dai parametri umani. In ogni caso occorre ammettere che una grossa aliquota di notizie ci giunge dal di fuori indipendentemente dal nostro controllo.

Quello che può avvenire coscientemente, almeno in parte, è la « strutturazione » dell'insieme, cioè il raggruppamento delle informazioni coerenti fra loro secondo una scelta « significativa », col mettere in evidenza l'essenziale, scartando le scorie e attenuando le informazioni meno importanti. Ciò avviene tanto nella invenzione, quanto nella critica che nella fruizione.

Ma anche tale strutturazione può avvenire secondo un processo del tutto, o solo parzialmente, inconscio. Quando cioè possiamo fornire « alcune », ma non « tutte » le giustificazioni necessarie a spiegare la nostra scelta e la nostra azione.

Il « diritto di scelta » è del tutto umano, ma raramente si può inquadrare in una esatta teoria.

Quello che sembra derivare da un ragionamento, in realtà, se si risale il processo logico fino alla sua origine, appare palesemente nato da una pura illuminazione.

Per questa ragione esiste una « realtà individuale », diversa ma coerente, salvo le celebri avventure dei « geni maledetti », alla realtà collettiva, la quale, però, varierà continuamente e « mai » ritornerà ad essere uguale a se stessa.

Una teoria organizzata oggi, con

un metodo ben collaudato, sarà già un po' meno valida domani e, nell'instancabile rinnovamento del pensiero umano, diverrà rovesciabile dopodomani. Il rinnovamento è vita; per tale ragione nessuno dei tre uomini, quello di oggi, quello di domani e quello di dopodomani, ha ragione o ha torto. Il mondo dell'uno è diverso da quello dell'altro; nessuno di loro è dato di strutturarli e comprenderlo allo stesso modo del suo predecessore.

Gli insiemi dell'Architettura validi ieri, non lo saranno più oggi o domani, restando tuttavia superstiti, per ciascuno di essi, un comune parametro umano, causa della mutazione e tessuto di fondo che lega ogni nostra azione o pensiero. Possiamo forse aggiungere, in questo instabile, ma non sconcertante, quadro, che vi è qualche probabilità, nella grande labilità delle valutazioni umane, che la « struttura di un ragionamento » risulti più « resistente » alla usura del tempo e degli uomini che i « risultati » del ragionamento stesso. Questa certezza ci viene appunto confermata dalla possibilità di traslare un ragionamento da un settore all'altro della ricerca, con pochissimi adattamenti, anche se i campi interessati sono molto lontani fra loro e apparentemente non coerenti.

Gli insiemi dell'Architettura, quando siano strutturati, possono diventare confrontabili fra loro, al fine di trarne una teoria che li comprenda, o identifichi le loro parti comuni in un insieme più vasto, che sarà costruibile e risulterà valido soltanto se tutti i processi esaminati risulteranno omogenei o, per lo meno, coerenti fra loro.

Non possiamo ora parlare della necessaria verifica preventiva di quella condizione, che fino ad ora sembra indispensabile, per non scivolare troppo in là. Tuttavia non si potrà fare a meno di tale riprova senza correre il rischio di sopportare gravi inconvenienti critici.

Si delibera così per l'Architettura una organizzazione di metodo che sembra, almeno nella sua procedura, del tutto diversa da quella pratica dalla tradizione sperimentale e che ha impedito, fino ad ora, di creare per questo

fatto umano una teorizzazione generale.

È infatti ben interessante il proporzionamento del tempo ellenico mediante l'uso dei rettangoli dinamici, reperito negli studi dell'Hambridge, o il sistema modulare vitruviano, che ha innamorado gli architetti della Rinascenza, o la teoria della ellisse di elasticità oppure la tecnica del cantiere.

Ma ciascuna di queste teorie, ben costruite e ben collaudate, anche se è di per sé valida, non costituisce evidentemente l'Architettura, e nemmeno può ambire a formare un settore ben definito di essa. Ognuna concorre, come i fili di una stoffa, a formare la trama del tessuto, che sono indispensabili, ma dei quali non è possibile realizzare un esame approfondito, isolandoli, senza correre il rischio di disfare tutto l'ordito.

La ricerca analitica è certamente indispensabile, ma essa costituisce solo la premessa dalla quale potrà nascere l'Architettura.

Il metodo che per ora possiamo indicare per lo studio dei problemi dell'Architettura, riassumendo quanto è stato detto, partirà dalla costituzione d'insiemi di fatti afferenti, da vicino e da lontano l'argomento prescelto.

Essi vanno dalle considerazioni ambientali al paesaggio, dalla storia delle civiltà alla sociologia, dalla economia alla industria, dalla Scienza delle costruzioni alla cristallografia, dallo studio dei testi filosofici alla lettura dei giornali, con un diritto di scelta assai poco vincolativo.

Si passerà alla strutturazione di tali insiemi, dopo averne verificata l'omogeneità, o per lo meno la coerenza, poi alla costruzione di « modelli » per esemplificare la esperienza e per poter confrontare tutti questi insiemi fra loro al fine di trarne degli elementi comuni.

Si noti, però, che sarà pressoché impossibile formulare tanto delle definizioni che delle regole precise, che abbiano la probabilità di sopravvivere al giorno della loro creazione. Si potrà, al più, costituire un « corpus » di « esperienze strutturate » valido come mezzo di consultazione e di guida, cosciente o inconscia, per ogni architetto al fine di risparmiargli il

tempo e la fatica di procedere alla strutturazione « ex-novo » di ogni suo problema.

L'Architetto potrà comportarsi, nei confronti dei modelli proposti, usando un procedimento di comparazione analogica; avrà pure il diritto di rifiutarli nella loro totalità, se crede che ciò sia opportuno.

Il diritto di scelta e l'applicazione degli opportuni adattamenti, per operare le necessarie traslazioni, in questo cosmo strutturato di notizie, di pensieri e di indagini, sarà diverso da individuo a individuo, da collettività a collettività, da epoca a epoca.

Le tecniche stabilite oggi non saranno più applicabili domani, lasciando insoluta la drammatica ansia umana di costituire qualcosa di chiarito, di definitivo e di ordinato.

Ogni uomo, ogni gruppo di operatrici, ogni socialità cercano instancabilmente di costruire un sistema di regole che li guidi nelle proprie scelte con la speranza e la illusione di dare un assetto certo alla propria realtà.

Non appena, con lotte, discussioni, rivolte, predicazioni, studi, meditazioni e apostolati sono stati raggiunti, in tutto o in parte, gli scopi prefissi, ci si accorge che la realtà individuale e collettiva è già mutata. Occorrerà pertanto flettere, modificare o addirittura distruggere tutto quello che era stato creato con immensa pena e fatica.

Non è possibile dunque che un metodo possa dare per l'Architettura dei risultati sempre esatti durante il correre del tempo. Esso potrà applicarsi allo studio degli uomini, per i quali l'Architettura nasce e muore, potrà applicarsi alla realizzazione di un edificio, che nascerà e morirà non appena avrà cessato di essere coerente agli uomini, « non potrà applicarsi alla emozione umana, per mezzo della quale (e soltanto per suo tramite) l'edificio diventerà Architettura ».

Il nuraghe, la borgata medioevale, il palazzo cinquecentesco e la reggia barocca hanno potuto sopravvivere al mutare delle realtà, come fatti architettonici, solo in quanto sono stati permeati di emozione umana.

Si viene quindi alla lettura, sempre sull'argomento riguardante il Metodo applicato all'architettura, della seconda relazione di Giuseppe Ciribini.

Il metodo applicato all'architettura

Seconda relazione di Giuseppe Ciribini

È mio costante atteggiamento, prima di affrontare un argomento di studio qualsiasi, tentar di chiarirne il più profondamente possibile il significato dei termini costituenti il titolo. Dato che, nel caso presente, trattasi del metodo e delle sue applicazioni, mi sembra giusto ed opportuno iniziare il chiarimento dal termine indicante lo specifico settore dell'applicazione metodologica che si considera: l'architettura.

Architettura, dell'etimo greco *tektaino*, fabbrico, eseguo come, pure, invento: invenzione, allora, ed operazione al tempo stesso. Scienza ed arte del costruire, dunque, ma anche qualcosa di più. Ne è riprova il fatto che già nell'antichità l'architettura va considerata disciplina avente compiti e possibilità trascendenti il corrente significato di scienza e di arte per assumere aspetti morali, sociali, talvolta persino gnoseologici. Per trasposizione, nel filone delle dottrine filosofiche dalla classicità ai tempi moderni, l'arte architettonica è, ad esempio, per Kant, « l'arte del sistema », ove per sistema s'intende « l'unità di molteplici conoscenze raccolte sotto un'idea » (1). Per i movimenti di pensiero contemporanei nel dominio di cui ci si occupa, l'estensione di campo contenuta nel significato primitivo della parola non solo non viene per nulla ridotta o sminuita, ma, semmai, ampliata e precisata nei suoi valori e nei suoi influssi teoretici e pratici.

Il Gropius, infatti, intravede il termine come « abbracciante in generale l'intera orbita di ciò che ci circonda e che è dovuto alla mano dell'uomo » (2) e il Consiglio internazionale fra le Associazioni di disegno industriale (ICSID), nel seminario di Bruges

(1) KANT, E., *Critica della ragion pura*, cap. III.

(2) ARGAN, G. C., *Walter Gropius e la Bauhaus*, Torino, 1951.

del '64, considera l'attività denominata disegno per l'industria quale « attività estendentesi a comprendere tutti gli aspetti umani che sono condizionati dalla produzione industriale » (3).

È l'architettura, perciò, processo unitario di natura ideativo-operativa e fruitiva che si esplica in un ambiente e su un ambiente storicamente determinato: « processo » in quanto svolgimento di fatti intimamente interconnessi e « unitario », perchè la latitudine delle interconnessioni, sviluppandosi (come osserva il Gropius) sino a comprendere sinteticamente l'arco che va dalle azioni di programmazione del territorio e di conseguente progettazione alle attività di disegno del prodotto, si articola e si diversifica solo nominalmente per specificazione di sfere di competenza e di ambiti disciplinari.

Partiti, così, dal vocabolo « architettura », abbiamo gradualmente introdotto i termini « disegno » e « ambiente ».

Un breve chiarimento su tali passaggi.

L'architettura è stata vista, secondo le considerazioni che precedono, essere insieme atto e risultato del progettare architettonicamente; agli effetti di eventuali applicazioni metodologiche interessa, però, piuttosto considerare il processo attraverso il quale un certo risultato dev'essere conseguito che il risultato in quanto tale; cioè, appunto l'atto del progettare.

Senonchè s'è dovuto constatare, nel corso dell'esame dei contenuti corrispondenti alle parole usate, che l'agire in senso costruttivo non può mai considerarsi fatto isolato, bensì fatto correlato ad un ambiente e con esso intimamente integrato; ambiente nel quale l'azione individua ogni volta i mo-

(3) VALLE, G., *L'educazione dell'Industrial design*, « Edilizia Moderna », n. 85, pag. 88.

venti primi (potremmo dire che vi affonda le radici) ed insieme gli strumenti più efficaci e meglio predisposti al suo compiersi. In queste condizioni, l'atto progettuale è ben più esteso e profondo di quanto la prassi corrente non lo intenda: più esteso, pel fatto di svilupparsi in continuità con qualcosa che gli è a monte e di trovare, a valle, quanto dovrà operativamente (e funzionalmente) servirgli; più approfondito per l'ugual peso di valori e di interessi fra obiettivi e mezzi, nessuno dei quali sarà considerato, sul piano dei traguardi finali, completamente valido se isolato e disgiunto dagli altri.

Il verbo « progettare », come comunemente lo si accoglie nella pratica costruttiva, suona allora equivoco sia per le consuete limitazioni del campo che per diffusa carenza di unificazione fra invenzione, operazione ed oggetto operato. Si suole, pertanto, oggi surrogarlo con « disegnare », da « disegno » secondo la tradizione nostra rinascimentale o in assonanza coll'accezione dell'anglossassone *design*, onde la distinzione nominalistica del Gropius, cui accennai, fra *planning*-, *architectural*-, *product-design*.

Trovo, pertanto, opportuno ed utile sostituire, almeno sino agli approfondimenti successivi, il titolo originario dell'argomento coll'altro « Il metodo applicato al design », a ciò indotto proprio dalle implicazioni metodologiche che il soggetto esplicitamente dichiara.

La sostituzione operata fa, poi, emergere, come conseguenza già ricordata, « il tema dell'ambiente »: è esso, infatti, ad amalgamare e ad unificare sostanzialmente qualunque iniziativa presa o prendibile nell'ambito unitario del design. E l'ambiente non è qui che un intreccio di sistemi e di sottosistemi interdipendenti; ove per sistema s'intende la raccolta di elementi o parti congruenti in virtù di una « proprietà caratteristica », elementi o parti costituiti in unità. È, questa di sistema, un'acquisizione che vedremo ricorrere trattando delle lingue e dei linguaggi o con riferimento al principio generale di « omogeneità » come criterio regolatore della

strutturalità percettiva. Nei sistemi la « struttura », concreta ed originaria, è il tratto costitutivo (Hjelmslev), la rivelazione nel senso di un insieme organico di condizionamenti, reciprocamente condizionantisi, fra le parti le quali, appunto, esistono solo in virtù degli anzidetti condizionamenti; ed è aperta » in quanto essa struttura, come *plenum*, si conserva in istato di costanza o individualità, pur rinnovandosi continuamente nelle parti, attraverso un processo di trasposizione detto dell'« equilibrio dinamico » degli elementi del sistema.

Ecco che il *planning-design* può, allora, assumersi come sviluppo globale programmato dell'insieme di sistemi attinenti all'ordinamento dinamico di un territorio.

È, analogamente, il *product-design* per questo settore non è che lo sviluppo interpretativo, nelle parti della costruzione dinamicamente ordinabili in gamme di potenziali sistemi architettonici (*architectural-design*), della totalità di insiemi di sistemi produttivi in continuo divenire, sistemi architettonici e produttivi ripetenti, in sede di *planning-design*, la loro ragione prima e la loro legittimità.

Da quanto sopra appare esser, in genere, il design qualcosa che, applicandosi a fenomeni viventi quali i sistemi, li modifica con intenzionale continuità senza arrestarne il flusso vitale e senza alterarne l'individualità, perchè la stessa esigenza che conduce il sistema a definirsi unitariamente, lo spinge pure a riesaminarsi, cioè, ad approfondirsi, e, se necessario, a correggersi.

E, incidentalmente, appare essere, insieme, il design atto a ordinamento di fondo interdisciplinare, nozione che constateremo esserci preziosa nel seguito della presente trattazione.

Ne deriva che il carattere di continuità del design, carattere accolto sia nel senso dell'ininterrotta dipendenza fra le sue distinzioni nominali che in quelle di perenne divenienza che lo contraddistingue, si concreta, ad esempio, per il *planning-design* nell'essere attività permanente di istituto piuttosto che azione progettuale

isolata nel tempo e per il *product-design* nel proporre i principi di dinamicità e di disponibilità (compositiva) degli standard in decisa antitesi colle qualità di staticità e di rigidità loro comunemente attribuite (4).

Il designer Van Onck (5) riassume quanto sin qui esposto, col'evidenza di linguaggio di chi è dedito ad agire sulla materia, in questi termini: « L'esperienza dimostra che qualsiasi lavoro di design rischia di essere continuamente in crisi se non è previsto per assorbire e per seguire le modifiche, le estensioni e le variazioni che gli vengono imposte »; il che significa che si deve tener conto non solo del dinamismo, direi impropriamente, retrospettivo dell'inventare facendo, bensì pure di quello prospettivo del consumare fruendo.

L'aver posto in evidenza il legame fra architettura ed ambiente (possiamo ormai assumere il sostantivo « architettura » nel suo significato pieno ed inequivoco, prima provvisoriamente attribuito al termine di comodo « design ») si conclude, così, indicando, col margine di approssimazione che ogni tentativo di definizione importa, l'azione dell'architettare come (I) indagine problematica sulle strutture che costituiscono la « presenzialità » dei sistemi ambientali sede dell'azione architettonica e (II) come svolgimento unitario del rapporto ideazione-azione, svolgimento agente, entro ed attraverso tali strutture, alla ricerca di nuove soluzioni strutturali individualmente adottate ad approfondimento (leggi: riesame, correzione) di detti sistemi ed a previsione dello spettro probabilistico della loro « futurità »: ove il criterio probabilistico si applica al problema delle scelte sia progettuali che di fruizione e critiche (si rammenti, nel quadro delle scelte fruitive, il concetto sopra avanzato di « disponibilità » degli standard in relazione al fenomeno, vivo ed attuale, del consumo

(4) Sull'argomento vedasi il mio saggio: *Integrazione fra disegno e produzione nella fabbricazione di complessi assemblati isolati per la costruzione*, « Prefabbricare », a. VIII, n. 3, pag. 23 e seg.

(5) VAN ONCK, A., *Metadesign*, « Edilizia moderna », n. 85, pag. 54.

delle soluzioni funzionali. Ciò premesso, può ora passarsi dal chiarimento sui significati dei termini « architettura » e « architettare » alla discussione del problema metodologico in relazione, appunto, all'operare architettonico ed ai suoi risultati.

Metodo, etimologicamente, via, direzione a un termine, ad una meta; nell'uso, modo della ricerca sistematica per il conseguimento di determinati fini e suo studio. Di qui, l'identificarsi di metodo e di metodologia, essendo, in realtà, difficilmente pensabile una metodologia che non sia, nello stesso tempo, concreto esercizio di metodo.

Può intendersi, perciò, il metodo come un insieme di proposizioni convenzionali scelte al fine di rendere possibile un discorso coerente, discorso la cui coerenza sia definita dalle stesse convenzioni inizialmente adottate. Nell'ambito di una medesima scienza potranno, allora, coesistere proposizioni diverse e contrastanti appartenenti a sistemi logico-linguistici diversi, ognuno dei quali obbedirà o potrà obbedire ad un criterio suo proprio di coerenza formale; e le cosiddette leggi non saranno che semplici proposizioni linguistiche, provvisorie, e soggette a revisione (Abbagnano), atte ad indicare speciali procedimenti o regole sintattiche.

Di ciascun sistema logico-linguistico, proposizioni del quale possono coesistere all'interno di una data scienza, la struttura o tratto costitutivo è rappresentata, oltre che dal poter distinguere fra categorie fondamentali di segni (parti), dal saper riconoscere di esse categorie i mutui rapporti (condizionamenti).

L'esistenza di un sistema linguistico è, pertanto, subordinata al verificarsi della rispettiva dimensione sintattica o insieme dei rapporti fra i segni di una collezione, potendosi detti segni combinare secondo due classi di regole: le regole di formazione, che stabiliscono quali combinazioni indipendenti di membri della collezione siano permesse (enunciati), e le regole di trasformazione, che stabiliscono quali enunciati siano derivabili da altri enunciati.

È, quanto sopra, l'essenza stessa

del cammino scientifico, consistente nel portare alla luce, sulla scorta appunto di regole di trasformazione da noi elaborate, le relazioni fra enunciati primitivi ed enunciati derivati convenzionalmente posti.

L'architettura, in quanto binomio ideazione-operazione, presenta un sostrato tecnico di ricerca, ricerca che potremmo qualificare « produttiva » in contrapposto all'« idea riproduttiva » o di ripetibilità propria alle azioni abitudinarie.

Detto sostrato potrebbe anche considerarsi raccolta o collezione di azioni umane non dipendenti né implicate dalle scienze, ma da esse strettamente controllate ossia raccontate in linguaggio scientifico e criticate al vaglio delle convenzioni vigenti per inserirle negli esistenti edifici delle varie scienze (6).

Ma l'architettura come sistema supera tutto ciò (non escludendo, in relazione a quanto asserito, la possibilità che ogni esperienza tecnica sia registrata e verificata colla strumentazione che i diversi sistemi linguistici usata delle scienze offrono), esigendosi in essa un'opera di unificazione che trascende la stessa coerenza dei singoli linguaggi scientifici.

Dove e come si compie, allora, tale atto unificatore? Circa il « dove », direi nel rapporto dell'architetto, quale essere storicamente determinato, colle sue costruzioni concepite sia come proposizioni e elementi del sistema architettonico coerenti colle convenzioni dei vari sistemi logico-linguistici sia come complesso di legami da esso architetto stabiliti fra questi risultati ed altre proposizioni formulate in diverso linguaggio, il linguaggio formale o « dei significati » (Mies van der Rohe), ed obbedienti all'unico principio nel quale si riassumono le varie leggi della forma: il principio già ricordato di omogeneità. In base ad esso, infatti, i raggruppamenti formali che si istituiscono nel complessivo campo percettivo si attuano in modo che gli elementi par-

(6) Da: NUOLI, P., *Rapporti fra le scienze e la tecnica*. Questo e i saggi dell'Abbagnano e del Geymonat citati nel testo trovano in: « Saggi di critica delle scienze », Torino, 1950.

ziali, i quali costituiscono una forma determinata, presentino fra loro un dato tipo di omogeneità e risultino eterogenei cogli elementi che rimangono esclusi o distinti da quella forma.

Il « come » si compie pur esso attraverso il rapporto fra l'architetto, sempre inteso quale essere storicamente determinato, e le sue costruzioni nel senso che l'unificazione di particolari elementi in una data forma significativa si consegue conformemente alla esperienza passata di forme significative simili (7).

Il far dell'architettura significa, quindi, cercar di enucleare, in forma appunto significativa e razionale (razionale, in contrapposto all'alternativa naturale di equilibrio dei sistemi), una fra le probabili soluzioni strutturali concrete relative agli svariati sistemi « architettonici », concepibili per l'uomo e per la sua vita associata, al cui studio l'architetto è chiamato di volta in volta a dedicarsi; ricerca che si organizza e che agisce pur essa, nel contesto di altri sistemi anche operativi, come subsistema del sistema architettonico al quale si riferisce.

Qui la concretezza strutturale dà valore e vigore all'esser il processo di natura unitariamente ideativa ed operativa e la gamma probabilistica delle soluzioni adottabili evidenzia la singolare significatività delle forme prescelte, forme costituenti in forza di una somiglianza i cui termini non sono tutti attualmente presenti alla coscienza.

Nella ricerca delle soluzioni di struttura della tematica architettonica, il metodo, agente come stimolo cangiante piuttosto che come schema statico, funge da strumento-guida nella verifica continua che si opera, sui modelli (8) degli elementi e dell'insieme, da parte dell'architetto e dei diversi specialisti alla scoperta delle « coe-

(7) Da: MUSATTI, L. C., *Condizioni dell'esperienza e fondamenti della psicologia*, Firenze, 1964, pag. 264 e seg.

(8) I modelli sono categorie esplicative, rivelanti ciascuno aspetti della struttura prima non visti; di essi dovranno, quindi, modificarsi le premesse, per adeguarle, ai diversi fatti di ciascun caso in esame, ogniquale volta gli stessi siano usati per nuove applicazioni (condizione di ripetibilità).

renze » e delle « omogeneità »: sicché gli appellativi « logico » o « intuitivo », correntemente usati in proposito, differenziano più che altro, in senso metodologico, ciò che attiene ai processi verificativi a fondamento scientifico (comunicabili) e ciò che si riferisce a quelli a fondamento formale (intrapersonali).

La concreta struttura architettonica così operata si offre poi, a sua volta, quale aperto messaggio al consumo della fruizione ed alla lettura della critica.

Quale utile conclusione può darsi, a questo punto, a un saggio sul metodo applicato all'architettura? Molte, probabilmente, ma, a mio avviso, una sola veramente importante per noi architetti in un momento di trasformazione anche profonda delle istituzioni didattiche e scientifiche: quella concernente i riflessi che i problemi metodologici sollevano nei confronti della scuola universitaria e dei suoi molteplici compiti.

Anzitutto, la nozione di « architettura come design » modifica non poco ed in modo significativo gli orizzonti della consueta accezione del termine; non solo nel senso di una scontata estensione di argomenti da essa locuzione interessati (dai problemi macroeconomica, ad esempio, che il planning-design implica a quelli di microeconomica connessi colle produzioni, soprattutto industriali, dei componenti per l'edilizia) quanto anche nell'evidenziare la continuità e la concreta presenza dei fenomeni sui quali ed entro i quali l'architettura vive ed opera.

Proprio per salvaguardare questo flusso vitale prezioso ed insostituibile, ogni ricerca, premessa alla azione, dovrà essere cauta nel semplificare le condizioni, nell'isolare i fenomeni riducendoli *in vitro*, cioè, nei falsificarli e nel generalizzare le semplificazioni, immaginando una realtà totale che, per essere essa pure alla fine *in vitro*, non potrà esser che astratta e inesistente; e si servirà preferibilmente di modelli (icastici, analogici, o simbolici) ai quali applicherà scrupolosamente quei criteri, cui ho accennato, di costruzione, di soluzione, di accettabilità operativa del modello, nonché di regolazione e di impiego della so-

luzione in questi ultimi anni fatti propri e consolidati dalla ricerca operativa.

Secondariamente, l'aspetto interdisciplinare dell'« architettura-design » è portato a postulare sia il collegamento fra le diverse discipline scientifiche (le sole « insegnabili » scolasticamente per il loro carattere di comunicabilità) sia la conoscenza delle particolarità strutturali dei sistemi logico-linguistici entro cui esso discipline trovano i motivi delle loro coerenze.

Questa conoscenza sarà, però, ben diversa per l'architetto, cui è dato di portare alla luce rapporti nuovi fra costruzioni formulate in altra lingua (rapporti che posso-

Il Moderatore pensa che sarebbe opportuno, data la diversità d'indirizzo con l'argomento successivo di passare immediatamente alla discussione delle due relazioni sul Metodo applicato all'Architettura esposte.

GABETTI — Dalla osservazione di come i metodi e talora gli ambiti operativi dell'ingegneria e dell'architettura tendano a sovrapporsi, quasi a coincidere, desidero rilevare i principali rapporti dell'ingegneria e dell'architettura con i processi del metodo galileiano; e definire poi alcuni specifici caratteri della progettazione, e più in generale dell'attività artistica.

Il campo di intervento dell'ingegnere e dell'architetto è ormai comune (Filippi ha detto che le specializzazioni dell'ingegneria moderna vanno dalla economia politica alla missilistica, Ciribini che l'architettura comprende ogni tipo di intervento nel territorio e lo stesso Industrial Design, in qualsiasi forma).

Non credo nessuno voglia distinguere l'attività dell'ingegnere per il serio fondamento scientifico della sua opera, per il disinteresse alle cosiddette « sciences humaines », per la trascuratezza a definire la forma dell'oggetto, o quella dell'architetto, per la mancanza di seri fondamenti scientifici, l'acuto interesse alle « sciences humaines », la prevalente vocazione « all'espressione formale »: un ingegnere tutto scienza, un architetto tutto arte: la loro opera sarebbe invalidata dal punto di vista veramente scientifico (latu sensu inteso) e dal punto di vista estetico (se si parla di una estetica aggiornata ai nostri problemi).

L'M.I.T. dà ormai una formazione umanistica ai giovani ingegneri: nemmeno questa è vantata prerogativa per gli studi dei giovani architetti.

Nessun campo di attività può predefinirsi oggi « obiettivamente scientifico » o « prettamente artistico ».

L'ingegneria ha avuto rapporti molto stretti con il metodo sperimentale, fondato da Galileo. L'ingegneria non è di per sé scienza, ma si fonda sulle scienze (quelle dette tradizionalmente scienze

no risultare — come dice il Geymonat — ricchi di diversi significati per l'individualità storica di chi li evidenzia), e per gli altri specialisti a lui collegati che devono, di necessità, muoversi in profondità all'interno di una sola lingua.

L'insegnamento dell'architettura dovrà ben guardarsi, allora, e dall'essere atomizzato e atomizzatore e dal rischiare di divenire astratto e, infine, dal proporre il momento ideativo come carente di metodo, metodo che, al contrario, l'architetto saprà riconoscere in sé come proprio possesso, rendendolo esplicito non già col registrarlo in quanto incommunicabile, quanto coll'esercitarlo concretamente e con vigile continuità.

dell'ingegneria). « L'ingegneria è arte del fare e non di conoscere », ha detto Filippi poco prima di me. Lo sviluppo dell'ingegneria è direttamente radicato sull'indagine sperimentale, e sulla tradizione matematica dei fenomeni fisici. In sede didattica il linguaggio matematico è stato finora proposto come introduzione all'ingegneria: rovesciando il rapporto fra l'esperienza e la sua espressione matematica, l'allievo ingegnere, dal principio dell'800 a oggi, può aver dato al linguaggio un valore di strumento generatore di oggetti: mentre questi non dovrebbero nascere da una impostazione generale astratta dei problemi e nemmeno per una sorta di darwinismo, a conclusione dei congegnati cicli produttivi progressivamente migliori. Nella loro intrinseca carica di comunicazione essi devono indicare intenzioni e fini (l'essenza stessa), in un linguaggio complessivo che « può » essere simbolizzato, ma può anche essere diretto, comprensivo per sintesi di ogni interno legame ed esterno rapporto.

L'architettura ha avuto legami essenzialmente indiretti con il metodo galileiano: sorto nel '500 in un mondo sociale rilassato; dominato da alcune figure (fra cui Galileo) tese ad una visione complessiva dai problemi. Architetti come l'Alberti hanno contribuito alla loro formazione culturale. Il loro travaglio contiene le delusioni interne ad una battaglia perduta in partenza, e li fa spesso confinare nell'utopia, tesa ad una civiltà globale, che occupi non solo la città, ma tutto il territorio, e superi il dualismo medioevale e quattrocentesco città-campagna.

L'architettura del '600 (Wren, Guarini, Caramuel, Borromini) è parallela agli sviluppi della matematica e della geometria.

L'adozione del metodo sperimentale

nelle costruzioni risale alle esperienze del Poleni (e della scuola di Padova in generale) e del Soufflot (autore di un superamento del dualismo tradizione greco-romana e gotica) come denuncia di una architettura antica di tradizione puramente imitativa: per le arti e la letteratura l'assunto dell'« antichità come modello » è parallelo alle origini della scienza nuova, e fondamento dell'educazione borghese.

Nel Veneto (per merito del francescano Lodoli) si tende ad un nuovo metodo per l'architettura, fondata sulla scuola galileiana di Padova e sulla tradizione palladiana. « Difficilmente potrebbero essere diversi nel calcolare gli stessi scientifici principi, che il Galileo scopri nella meccanica e (il Lodoli) quasi conseguentemente nell'architettura » (Memmo). « Se si vorrà continuare a far essere l'architettura un'arte imitatrice, non della natura, ma del primo parto dei rozzi popoli greci uscenti dalle loro tane, rappresentando con tutte le materie più nobili e più atte a resistere, la più ignobile e meno durevole (il legno), converrà riprovarla per intero, quale scienza, o *qual'arte operatrice* anche nel suo oggetto, nelle sue proprietà e nell'uso che ne deve far nella pratica ».

La polemica occupa la fine Settecento e gran parte dell'Ottocento. Replicano i conservatori: « l'istinto, il sentimento ed il consenso dei secoli, come di tutti gli uomini dotti, presso tutte le nazioni civilizzate non hanno mai cessato di attestare e proclamare che in alcun'altra nazione della terra e in alcun altro tempo, nessun'altra arte di edificare, tranne quella che dicesi antica, non è stata la vera imitatrice negli edifici delle bellezze fisiche della natura o la fedele interprete delle leggi ch'ella segue nella produzione delle creature » (Quatremère de Quincy).

La reazione napoleonica è ostacolata dagli architetti della « Jeune France », pensionati a Roma (H. Labrousse ecc.), sainsimonisti convinti. Sainsimonista è pure Comte, fondatore del positivismo; suo allievo il Taine, che pone la critica architettonica su basi positiviste, in concomitanza con Viollet Le Duc e Choisy. Ma l'affermazione del positivismo è ancora più tarda: occorre discendere al primo CIAM, alla Carta d'Atene, dove si ignora ancora il contesto delle « sciences humaines ». La *neue Sachlichkeit* (impassibilità) è la radice più viva dell'architettura funzionale, che il neoplasticismo, con un salto brusco, riporta nel quadro delle arti figurative, verso quell'architettura razionale, che passa oltre la seconda guerra mondiale.

Tra oggettività scientifica e arte pura, l'uomo, le sue esigenze, convinzioni, aspirazioni è solo, in un ambiente tecnico astratto; della vita dell'uomo si definiscono i soli ingombri materiali (fondando in extremis la incredibile categoria degli ingombri spirituali).

È di attualità la ricerca di nuovi metodi di progettazione (per l'ingegneria, per l'architettura). L'analisi dei fini e dei mezzi (tra loro reciprocamente condizionati) occorre sia fondata su basi scientifiche, non solo nel campo della fisica, ma delle citate « sciences huma-

nes»; la sperimentazione di ogni proposta segue il ciclo stesso della progettazione, dai primi schizzi agli esecutivi, dal simulacro al modello. Questo processo si serve della memoria (personale, di gruppo, o più generalmente legato alla comune cultura) di altri processi analoghi o meno, seguiti per definire nuovi oggetti. La stessa messa in produzione dell'oggetto non è processo ulteriore e finale, rispetto al precedente ciclo della progettazione, perchè anche i processi di ripetizione porteranno a modificare lo stesso progetto e anche il modello.

Per valutare i dati forniti dalle inchieste dovranno essere sempre più utilizzati procedimenti statistici, adatti a prevedere le possibilità di nuovi impieghi, la stabilità di nuove strutture, l'efficienza di nuove macchine, e ancora nuovi comportamenti umani.

Per ottenere questi fini, i progettisti e ricercatori gli studiosi non potranno più applicarsi soli ad un solo ramo di indagine: le stesse diverse formazioni didattiche e professionali poco importano: se c'è attitudine al confronto delle indagini e delle proposte, se c'è spirito di collaborazione, se c'è possesso di un linguaggio comune, se c'è veloce assunzione di contributi di varia provenienza, se c'è infine e soprattutto una tendenza continua a fare dell'educazione non un episodio di giovinezza, ma un continuo oggetto di applicazione personale.

Se l'Alberti diceva che l'uomo è tale proprio in quanto è architetto, richiamiamo dallo stesso «humus culturale» galileiano, stimolo a nuove ricerche: Campanella scriveva a Galileo nel 1632: «queste novità di verità antiche, di novi mondi, nove stelle, novi sistemi, nove nazioni... son principio di secol novo».

Questo sofferto futuro, preconizzato nel delirio dell'utopista, lo possiamo oggi affrontare con la serenità di poter meglio conoscere, più fondatamente e più liberamente, le necessità le aspirazioni comuni. Facendo della conoscenza scienza, dell'azione esperienza, guidando ogni nostro impulso secondo una intenzione chiara, potremo essere noi, eredi del sogno albertiano, più modestamente utili?

(Ad affrontare brevemente questi problemi, molti stimoli mi sono venuti dalla lettura di studi sull'argomento d'Eugenio Garin: non ultimo forse il desiderio di trattare tali questioni, prescindendo da ogni linguaggio specializzato).

Bartoli — Riassume le osservazioni espresse nella mattinata e le completa:

Per unanimi opinioni le manifestazioni ingegneresche e architettoniche dell'antico Egitto, dell'antico Oriente, dell'area mediterranea, del medio evo, ecc. ecc. sono degne della più grande considerazione e sono state oggetto (ma spero che lo saranno anche in futuro) di studio da parte degli ingegneri e degli architetti i quali in questo studio hanno trovato motivi di riflessione e di esperienze che poi hanno fruttificato in funzione di nuovi studi e di nuove invenzioni.

A differenza di quanto è avvenuto per il pensiero filosofico legato ai problemi della scienza (e su cui si è appuntata la polemica di Galileo e la sua proposta del «metodo») non si è rivelato mai l'esistenza di un problema che mettesse in discussione il metodo che da migliaia d'anni aveva dato ottimi risultati. Cioè: per l'ingegneria e per l'architettura, a giudicare dai frutti di cui tutti si erano compiuti, bisognava dire che le piante che li aveva prodotti erano certamente sane, ben piantate e ben curate.

Per dirla con altre parole, l'equazione urbanistica e l'equazione architettonica erano state impostate con termini coefficienti e incognite che, condizionati di volta in volta dalle civiltà che le esprimevano, avevano dato risoluzioni valide. Questa validità costituiva la riprova delle civiltà che le avevano prodotte. (E qui si potrebbe citare la parabola evangelica delle piante buone che danno frutti buoni ecc. ecc.).

Ciò premesso (ma il discorso potrebbe essere lungo) ci si potrebbe domandare se la nostra, quella che viviamo, sia una «civiltà» compiuta e nel senso che attribuiamo per tradizione a questo termine.

Risponde il Giedion, risponde il Mumford, risponde Einstein, che noi non abbiamo ancora una civiltà in quel senso. Non possediamo il «punto di vista universale» che si possedeva un tempo, non abbiamo trovato un nobile «scopo» verso cui indirizzare gli strumenti magnifici che ci siamo dati.

Cioè: l'equazione ancora non è stata impostata (anche se — badiamo bene — abbiamo fiducia che lo sarà).

A mio modesto avviso anche il fatto che ci riuniamo per discutere sul «metodo» dimostra che cerchiamo qualcosa che non abbiamo trovato.

Allora la domanda che mi vien fatto di formulare è questa: non sarebbe opportuno che ci proponessimo di approfondire lo studio di quelle equazioni che per l'addietto sono state l'espressione di vere e autentiche civiltà per proporci di impostare la nostra, poi, allo scopo di raggiungere o — quanto meno — di perseguire risultati «equivalenti»?

Da notare: equivalenti. (Non uguali; che non sarebbe possibile per ragioni che ritengo ovvie).

E mi sono limitato, per rispetto dei presenti cui non volevo imporre la noia di un troppo lungo discorso, a mettere in evidenza che, per esempio, l'equazione architettonica o ingegneresca del passato era anche basata su questa semplicissima osservazione: lo studio analitico di un problema seguiva la nascita di una curiosità e di un interesse. Cioè l'analisi veniva condotta avendo chiaro il problema fisico che ci si era posti e che si era «vissuto».

Noi — oggi — soddisfacciamo una curiosità e un interesse prima che essi siano nati. Cioè li uccidiamo o li coartiamo perchè prima ancora di far conoscere nella sua essenza fisica un arco ne sveliamo gli arcani, su un piano astratto. Fecondiamo un terreno sterile di desideri.

Questo discorso fu apprezzato dal prof. Filippi e dai presenti al mattino,

lo ricordi? e fu invece equivocato nel pomeriggio.

Non propongo di ritornare agli archi e alle colonne ma ad un metodo che dette certe «glorie».

Riconosco che può essere un'utopia e che è facile cogliermi, in questo, in contraddizione con me stesso perchè assertore come sono che le cose che facciamo sono un prodotto della nostra cultura e esprimono la nostra società, se quest'ultima non è permeata degli equivalenti di quelle componenti che una volta favorivano la civiltà, a nulla valgono le nostre premure per riscattarla come vorremmo.

Il Moderatore prega i due relatori di rispondere agli interventi.

PELLEGRINI — A me pare che sarebbe meglio dare insieme le risposte agli interventi sull'architettura e sull'industria, poichè entrambe sono tenute a dare un prodotto completo tale da soddisfare a certe esigenze umane. Entrambe guardano ad un futuro prossimo, non lontanissimo.

Io sono lontano dall'amico Bartoli: il Metodo di Galilei a noi non serve, perchè gli uomini non sono fatti immutabili dalla natura. La storia non è ripetibile, come l'architettura.

Possiamo cercare le leggi geometriche di Palazzo Strozzi, però quando si è ricostruita sul medesimo disegno e con i medesimi materiali la Loggia dei Lanzi a Monaco non si è più ottenuta la stessa architettura.

Non è possibile valersi dell'esperienza precedente.

Può essere che l'architettura risponda ad un'istanza sociale, ma io credo piuttosto che nasca da emozioni.

CIRIBINI — Io ritengo giusta la richiesta di Pellegrini di trasferire nell'architettura le scienze umane.

Dissentito da Bartoli che propone di studiare l'architettura del passato, poichè lo studio delle strutture non potrebbe tenere conto della situazione particolare di quel tempo. Noi siamo in una situazione ben diversa da quella dei costruttori di cattedrali. Noi operiamo in un clima spaziale ben diverso; dobbiamo acquisire il clima sociale attraverso altri mezzi. Non è solo assai diverso il fattore tempo, ma ora sono assai diverse le condizioni spazio-tempo.

NUVOLI — Ho ritenuto opportuno di sottolineare le maggiori differenze dell'architettura rispetto alle caratteristiche dell'organizzazione della produzione industriale, anzitutto perchè l'architettura ha una differente componente artistica soggettiva, non quantizzabile.

Anche l'industria si rivolge al pubblico, ma il suo studio psicologico consiste piuttosto nella scelta dei temi (sui quali influiscono gli elementi tecnici).

La componente soggettiva è per entrambe, architettura e industria, un messaggio nei secoli.

Si passa in fine ad esaminare l'ultimo argomento riguardante il Metodo applicato alla Industria. La prima relazione viene letta dall'ingegnere Giuseppe Prever.

Il metodo applicato alla industria

Prima relazione di Giuseppe Prever

Oltre tre secoli e mezzo intercorrono fra il metodo sperimentale del Galilei e l'industria dei giorni nostri. È lecito chiedersi se e quali interrelazioni permettano di gettare un ponte fra questi due lontani avvenimenti.

Una ricchissima letteratura, anche recentissima, forte di alcune migliaia di opere, parla del nostro Galilei: uomo dalla possente, aggressiva personalità; eminentemente versato nelle più disparate discipline; innovatore geniale, autorevole e cosciente che rompe decisamente con lo statico sistema filosofico-scientifico del passato, che infrange col telescopio, le tolemaiche cristalline sfere celesti per aprire all'uomo la visione del cosmo infinitamente grande e delle sue inaudite meraviglie. Che, col microscopio, dà inizio all'esplorazione anche dell'infinitamente piccolo. Di colui che indaga, intuisce ed interpreta; che comunque abbozza, anche se non arriva sempre a teorizzarle compiutamente, le leggi del moto, dell'inerzia, della gravitazione, dell'idrostatica e dell'ottica e via dicendo.

Ora: se le scienze e le tecniche moderne operando congiuntamente hanno reso possibile e determinata la nascita ed il crescente sviluppo della moderna industria dobbiamo soprattutto in questo impotente settore dell'attività umana, riconoscerne a Galileo tutta l'originalità, l'iniziativa ed il grandissimo merito di aver combattuto a viso aperto, e quanto necessario, per sostituire alle discussioni quasi puramente speculative, più o meno avulse dalla realtà predominanti ai suoi tempi, un «Suo Metodo», logico ed integrato, analitico e sintetico, che si avvale della sperimentazione e si conforta con la verifica matematica, per risolvere i problemi non solo di pura scienza, ma altresì quelli proposti continuamente dalla tecnica

e che questa, da sola, non arriva a risolvere essendo «non consapevole» delle vere leggi che reggono i fenomeni naturali.

In base ad esso, metodo, le scienze (e, di conseguenza, le tecniche) cominciano a costruirsi su solide basi, in quanto si stabilisce l'esistenza obiettiva dei fatti, si verificano continuamente i limiti di validità delle leggi via via formulate, si cercano e si riconoscono tutte le circostanze assolutamente necessarie e sufficienti al ripetersi dei fenomeni. È ancora merito specifico di Galileo se si passa dalla oramai insufficiente precisa visione, puramente qualitativa dei fenomeni, a quella spiccatamente quantitativa. Infatti Galileo, introducendo per primo, sistematicamente, l'elemento «misura» nella valutazione dello spazio, del tempo, della temperatura ecc.; proponendo, cioè di «misurare tutto il misurabile» scopre ed impone un elemento «fondamentale» della nuova ricerca scientifica.

È stato autorevolmente rilevato come, Galileo, si rendesse consapevole dell'insufficienza del solo ragionamento alla verifica della validità delle leggi e che quindi avvertisse come irresistibile la necessità della verifica anche sperimentale. Raggiunta la quale occorresse ancora ineluttabilmente esprimersi in modo sintetico con espressioni rigorosamente matematiche, di validità generale, commentandole e poi ancora in «volgare» per mettere a disposizione non solo dei ristretti circoli culturali ma anche della grande «militia» dei tecnici, artigiani imprenditori e così via, i risultati delle sue fatiche.

Ed è stato affermato, ancora recentemente, che lo stato attuale del progresso scientifico e tecnico è stato possibile solo in virtù sia dell'apertura, sciolta da vincoli od ipoteche, data da Galileo allo

sviluppo delle leggi della meccanica, della dinamica, dell'ottica quanto, e soprattutto, dall'aver felicemente dato inizio coi suoi strumenti, ma essenzialmente con l'introduzione del suo metodo sperimentale, all'era delle invenzioni e scoperte che stanno alla base del «progresso tecnico» e delle realizzazioni industriali moderne.

Dopo Galileo, sappiamo che Bacone e Descartes teorizzeranno il concetto di «metodo», dando ad esso lineamenti e scopi certo più precisi ma forse più ristretti, sia pure con effetti tutt'altro che trascurabili. Altri metodi, pur sempre derivati da quello classico di Galileo, vanno sviluppandosi ogni giorno per indagare in campi là dove la strumentazione oggi disponibile non è più confacente. Le differenze sperimentali richiedono una valutazione di tipo statistico oppure per mezzo della simulazione. Ma è pure certo che la scienza e la tecnica nuova, l'atteggiamento mentale, aggressivo e persuasivo ad un tempo, necessario per rompere con la consuetudine e scatenare tutte le forze disponibili alla ricerca del vero, superando, sia pure con dolori e fatiche difficilmente immaginabili, ogni ostacolo, non poteva nascere ed è veramente e solamente nata dall'aperto conflitto fra la vecchia e nuova concezione; dall'immobilità dell'apparenza alla dinamica delle successive scoperte. E cioè dalle nuove vie aperte al pensiero ed all'azione, dal coraggio e dall'irruenza di uno scienziato della statura, della tempra e versatilità di Galileo.

A questo punto ci pare indispensabile avvertire che, per capire appieno le dimensioni, la varietà e lo sviluppo di queste implicazioni occorrerebbe presentare la figura e l'opera del Galilei non solo nella sua mai abbastanza conclamata e talvolta imprevedibile complessità di uomo e di scienziato, ma anche e soprattutto nel contesto umano, scientifico, politico e sociale del suo tempo.

Prima di Galileo, seguendo la impostazione aristotelica, il mondo delle attività produttive, benchè numericamente predominante e costituito dalla massa degli artigiani, dei contadini, dei tecnici e

dei professionisti, ancorchè esplicasse attività indispensabili alla sopravvivenza della collettività, era un mondo a sè stante, tenuto in non cale, o peggio, quasi per « vile » dalle ristrette élites costituite dai centri di cultura e da quelli di potere: vuoi religioso, vuoi politico. Anche la stessa lingua ufficiale era diversa: volgare per la maggioranza, latino per la cultura. In particolare era particolarmente spregiato il mestiere di tecnico o di meccanico.

Galileo, per temperamento, per doti sue specifiche, per le particolari circostanze nelle quali venne via via a trovarsi, scopre, difende, utilizza e tende ad elevare nella stima e considerazione generale (anche dei dotti e dei potenti) le capacità, le virtù ed il solido buon senso di questo mondo appartato avviando consapevolmente la liberazione delle sue forze potenziali, fino allora piuttosto compresse o ignorate, introducendole deliberatamente anche al servizio della Scienza.

Questo particolare aspetto del Galilei va inquadrato in quello (forse meno sviscerato e commentato) che ci descrive un Galileo di tutti i giorni e non solo dei periodi eroici o culminanti e cioè: inventore, progettista e costruttore di macchine e strumenti, di oggetti vari utili ed inediti, che utilizzerà soprattutto in proprio per la sua continua ricerca scientifico-tecnica, ma anche per cessioni a terzi, in cambio di favori o sussidi. Oggetti che Galilei costruiva o direttamente, valendosi dell'abilità insita nelle sue proprie mani, oppure a mezzo di valenti tecnici, quali il Mazzoleni, operando in una specie di laboratorio (oggi si direbbe officina) annesso a casa sua. Dunque, sia pure in embrione: progettista, esecutore, produttore, coordinatore e capo responsabile (oggi si direbbe imprenditore) di una sia pur modestissima e precaria impresa.

Sotto questo profilo ricordiamo ancora un Galileo, del periodo padovano, che opera in veste di consulente, bazzicando nell'ampio, ricchissimo e vario Arsenal di Venezia, dove conosce valentissimi tecnici nelle varie arti ed ha modo di fare esperienze pratiche vietate a qualsiasi altro sapiente;

dove vengono continuamente prospettati nuovi problemi e fenomeni, ai quali il semplice tecnico pur volendo non sa dar risposta, e che obbligano Galileo a studi, ricerche ed esperienze fra di loro metodicamente coordinate e che si concludono in ritrovati ed in leggi in base alle quali il tecnico potrà d'ora in poi risolvere i suoi specifici problemi e far quindi progredire la tecnica. Ancora in funzione di apprezzatissimo consulente lo troviamo in diuturni rapporti con la miriade di botteghe, officine e laboratori che direttamente o indirettamente gravitano attorno all'Arsenale e all'Università. Ne ricava è vero ben modesto lucro, ma un monte di esperienze tecniche ed umane preziosissime. A Padova, poi successivamente a Firenze, l'attività speculativa e quella applicativa si alternano ed intrecciano continuamente maturando in Galileo quel concetto del mondo che lo idealizza quale un assieme « di forze calcolabili e di corpi ed entità misurabili » donde se ne possono dedurre infiniti principii ed applicazioni i quali costituiranno le fondamenta di tutte le susseguenti strutture scientifico-tecniche. E per di più si delinea e sviluppa altresì, in concomitanza, quel suo speciale complesso metodo di lavoro, che verrà chiamato « sperimentale ». Il quale ancorchè non oggetto di particolare trattato da parte di Galileo viene energicamente e continuamente proposto balzando nettamente definito dai suoi mirabili scritti.

Insieme al Cesi, fondatore dei Lincei, Galileo preconizza la necessità « soprattutto sociale » di una « grande milizia » di scienziati, di inventori, di ricercatori, ma soprattutto di ingegneri e di tecnici, preludio del moderno mondo industriale. Occorre qui sottolineare che Galileo, entusiasmandosi a questa grandiosa visione delle possibilità future, si illuse che i centri culturali ed i potenti del tempo si rendessero consapevoli di tale necessità e, facendola propria, la appoggiassero senza riserve o limitazioni invece che per fini diversi dal bene comune.

La tempesta di critiche, di commenti, di plausi sollevatisi in tutto

il mondo alla pubblicazione, dapprima, del suo « Dialogo sui massimi sistemi » e successivamente a quella dell'opera sua ultima e più importante (che ci è più congeniale) ossia « I discorsi su due nuove scienze » rese consapevole Galileo che, proseguendo nella strada intrapresa e sfruttando tutte le possibilità offerte dal suo « metodo », si sarebbe inevitabilmente scatenato in tutti i domini della scienza e della tecnica un interesse crescente, una specie di reazione a catena (si direbbe oggi) la quale, ripresa ampliata ed arricchita da numerosi e valenti e geniali successori non si sarebbe più potuta fermare. Anzi, intuita tale che nessun potere costituito avrebbe potuto più ostacolare o soffocare, come aveva potuto avvenire ancora pochi anni addietro.

Malgrado l'interdizione subita nel 1616, conclusasi tragicamente con la grave condanna del 1633, questa visione, dopo una pausa iniziale dovuta alla condanna, si è grandiosamente avverata, ancorchè in epoche diverse, nei diversi paesi. Newton che nasce alla morte di Galileo ne perfezionerà e concluderà l'opera soprattutto nella astronomia, gravitazione meccanica, nell'ottica e nel calcolo. Dominerà per secoli a partire da pochi decenni dopo.

Le numerose Accademie che sorgeranno dovunque specialmente nei secoli XVII e XVIII, dopo la morte di Galileo, ne rileveranno, perfezioneranno e diffonderanno il pensiero, il messaggio, il programma ed i ritrovati. In breve sarà evidente il pullulare di scienziati, matematici, ricercatori, inventori tecnici, enciclopedisti e così via che spianeranno a loro volta il cammino alle seguenti generazioni che porteranno per successivi stadi agli eventi ed ai loro ritrovati che hanno permesso l'inizio di quella che si usa chiamare, forse impropriamente, « Rivoluzione Industriale ».

È pur sorprendente notare come, anche autorevoli testi, parlando di questa ultima presentino i fatti come se la cosiddetta « Rivoluzione Industriale » abbia avuto la sua prima origine in Inghilterra esplodendo quasi improvvisamente, sia a seguito della sostituzione

del carbon fossile a quello di legna (il che diede origine alle grandi concentrazioni delle industrie siderurgiche) oppure a seguito delle varie invenzioni quasi concomitanti che diedero avvio alla grande industria tessile, ed ancora all'avvento della macchina a vapore che mise a disposizione « forza » quasi illimitata per tutte le industrie.

Questa presentazione può essere accettabile se per tale rivoluzione s'intende l'avvenuto sensibile spostamento di mano d'opera delle campagne all'industria. Lo è, a mio parere, ben poco se si indaga sulle sue vere cause prime. Io penso che non sia troppo azzardato sostenere che sia stato proprio il formidabile impulso iniziale impresso al mondo dei sapienti e dei tecnici dall'introduzione del costume e del gusto al Metodo Sperimentale di Galileo ad avviare quel grandioso movimento che in pochi decenni avrebbe preparato quegli strumenti umani e materiali della scienza e della tecnica che era necessario sorgessero affinché fosse reso possibile l'inizio del fenomeno della cosiddetta « Rivoluzione Industriale ».

Si può ben affermare che l'interrelazione e interdipendenza fra scienza e tecnica, avviata in modo coerente e sistematico da Galileo provocò l'immediato avanzamento di entrambe. Infatti lo sviluppo successivo delle scienze ha richiesto, fra l'altro, alla tecnica un crescente perfezionamento degli strumenti necessari alle prime. Coi quali strumenti perfezionati era poi possibile alle scienze di scoprire nuove leggi e verificare sperimentalmente ulteriori ipotesi fornendo in pari tempo mezzi via via più potenti e perfezionati di calcolo e progetto alle sempre più impegnative e importanti realizzazioni tecniche.

La lievitazione così iniziata era oramai avviata assai prima della Rivoluzione francese ed è continuata da allora senza soste a dilagare a ventaglio investendo quasi tutte le discipline ed attività umane. E ciò è dovuto proprio alla peculiarità dei doni del Galilei il quale era nello stesso tempo matematico, fisico, ricercatore, tecnico, filosofo ed artista. Sareb-

be forse utile e desiderabile che, nell'ambito degli studi galileiani, fosse promosso, in forma e sede adeguata, se già non fatta, una approfondita ricerca dei principali personaggi, delle circostanze e dei ritrovati che possono limpidamente testimoniare le successive tappe principali, nelle più importanti direzioni, di questo movimento che io proporrei di chiamare « Rivoluzione di Galileo » in quanto creatore della « Nuova scienza » in contrapposto a quella precedente.

Valga, per intanto, un brevissimo cenno ad alcuni dei nomi che più mi paiono acconci a dare una prima, sia pur molto imperfetta idea del ponte ideale che è possibile ravvisare fra l'impulso primitivo dato da Galileo, sia coi suoi strumenti (che sono in numero abbastanza limitato) quanto e specialmente col suo « Metodo » (il quale continua a diffondersi e ad operare illimitatamente) ed il grandioso sviluppo della scienza e dell'Industria Moderna.

Cito a caso, a titolo di esempio i seguenti: Descartes, Newton, Franklin, Jacquard, Watt, Volta, Pacinotti, Carnot, Stephenson, Avogadro, Barsanti, Edison, Taylor, Bassemmer, Siemens, Galileo Ferraris, Meucci, Diesel, Marconi, Ford, Einstein, Bohr ecc. ecc.

Quel ponte ideale a cui accennavo poc'anzi ci ha dunque portati fino al fenomeno industriale odierno. Orbene, nel grande complesso dell'Industria moderna si possono abbastanza facilmente ravvisare un po' ovunque, i lineamenti caratteristici della metodologia galileiana.

Posto che essa si possa moderatamente considerare articolata nelle seguenti fasi:

1) Osservazione accurata (del ripetersi di certi fenomeni di nostro interesse);

2) Formulazione di una legge od ipotesi (sulla base delle cosiddette evidenze utili casuali osservate);

3) Deduzioni logiche e/o matematiche dall'ipotesi (tali che possano dominare i fenomeni e prevederne gli sviluppi, onde poterne poi confermare la validità);

4) Confronto fra previsioni e risultati sperimentali;

5) Accettazione, modifica o rigetto dell'ipotesi o legge (in conseguenza dei risultati sperimentali)

mi sembra evidente come, seguendo pressapoco questo schema, si possano inquadrare e articolare, parimenti, quasi tutte le più note procedure metodologiche e organizzative, anche le più avanzate e rigorose, che siano state proposte e realizzate nell'industria a partire, per esempio, da quelle del Taylor prima, del Fayol poi, e via via fino ai recentissimi sistemi PERT e C.P.M. In essi le differenze più sostanziali consistono semplicemente nel porre l'accento, a seconda dei casi, più su una fase che su di un'altra.

La direzione scientifica delle imprese, che ha avuto il suo primo e determinante assertore moderno nel Taylor, non è più, come è noto, da alcuni decenni un concetto teorico od astratto, lontano dalle necessità concrete diuturne dell'industria, ossia quasi idea fissa di pochi iniziati.

Se mi è lecito, in sintesi, considerarla anche come applicazione intensiva ed estensiva a tutte le operazioni aziendali del metodo sperimentale, allora mi pare chiaro che tracce caratteristiche più o meno intense di questa metodologia si trovino nei vari settori aziendali nei quali suole articolarsi la funzione direttiva nelle aziende di un certo rilievo.

Mi pare allora logico pensare che, inteso il « concetto di metodo » come quella serie preordinata e consapevole di operazioni atte al raggiungimento sicuro, economico e rigoroso di prefissati traguardi od obiettivi, si possa da esso risalire alla stessa struttura classica organizzativa moderna delle imprese, giustificandone con rigore scientifico i diversi settori. Quali, ad esempio, quello delle esperienze, ricerche e sviluppo; quelli della progettazione e della ordinata fabbricazione; quelli dei cosiddetti « Metodi e tempi » con tutte le loro specializzazioni. Infine l'ampio settore dei controlli fisici, chimici, meccanici (statistici e non) della qualità, dell'affidamento e così via.

Le stesse pianificazioni e programmazioni aziendali correttamente intese (spinte magari fino

alle recentissime tecniche del PERT e del C.P.M.), risentono palesemente della pur lontana impostazione galileiana. In fondo, a ben guardare, anche il cosiddetto « controllo budgetario », benché di sapore eminentemente contabile, può dover la sua origine dal nuovo atteggiamento che non si limitava, come in passato, a registrare ed accettare le prime apparenze dissertandoci sopra all'infinito, ma imponeva la necessità di controllare le elocubazioni teoriche con il calcolo e l'esperimento.

Una particolare menzione merita da ultimo la raffinata tecnica moderna della cosiddetta « Ricerca operativa » che può a buon diritto considerarsi una sofisticata pronipote del metodo sperimentale.

A questo punto non mi sembra più lecito porsi la domanda se sia stata opportuna o meno la storicamente accertabile traslazione all'industria del metodo di Galileo. Mi sembra sufficientemente dimostrato che essa consciamente od inconsciamente ne è più o meno impegnata. Negare le sue derivazioni ed implicazioni significherebbe svuotare del suo portante sistema strutturale e scheletrico gran parte del superbo edificio.

Si pone invece, oggi, con sempre più pressante urgenza la domanda: fino a che punto sono state realmente intese ed applicate nelle varie nazioni e nei vari settori merceologici ed, in ciascuno di questi, nei vari individui aziendali (specie nella piccola e media industria) le possibilità pressoché illimitate offerte da una intelligente, aperta ed opportunamente programmata applicazione moderna del complesso insegnamento di Galileo nei suoi successivi sviluppi?

E quali nuove metodologie si vanni affiancando (per le nuove enormemente accresciute odierne esigenze) a quelle del tempo di Galileo?

Il principio di indeterminazione dell'Heisenberg ha, da non molto tempo, posto in evidenza certe limitazioni verificatesi nell'uso del metodo sperimentale diretto. Esse si fanno sentire, per esempio, là dove lo stato attuale del perfezionamento della stru-

mentazione e del controllo è impotente a verificare la validità o meno di fenomeni di dimensioni inferiori alle attuali possibilità strumentali di risoluzione. Oppure là dove, per contro, le veridi-

Sempre sul tema Il Metodo applicato alla Industria una seconda relazione viene letta dall'ingegnere Enzo Pradelli.

Il metodo applicato alla industria

Seconda relazione di Enzo Pradelli

La fecondità del principio metodologico è tanto grande che anche nel campo pratico per eccellenza, quello industriale, si può affermare che il progresso attuale e quello prevedibile a medio termine, sono una diretta conseguenza delle applicazioni del metodo, senza della quale non sarebbe stato possibile, all'industria, giungere all'attuale dimensione ed al presente livello di eccellenza tecnica.

Al termine della esposizione dell'ing. Giuseppe Prever che deve essere considerata preparatoria delle presenti considerazioni, il relatore si è posto un interrogativo. Fino a quel punto, Egli si è chiesto, sono state realmente intese, assimilate e sviluppate le possibilità pressoché illimitate, suggerite ed offerte da una intelligente, aperta programmata applicazione del Metodo di Galileo?

Nella presente relazione le applicazioni industriali verranno esaminate secondo due punti di vista:

a) Anzitutto verrà approfondito come il « metodo » sia penetrato nello spirito e nella pratica industriale.

b) Secondariamente verrà tentata la « estrapolazione » della situazione presente, allo scopo di individuare le possibilità di ulteriori applicazioni per successivi equilibri ed armonici sviluppi.

2) Definizioni di « metodo » sperimentale.

Per « metodo » si intende

1) quella parte della logica che indica il modo razionale di condurre una ricerca, ovvero,

che dirette richiederebbero strumenti di dimensioni e costo praticamente inaccessibili.

In quest'ultimo caso si procede, com'è noto, a metodi per simulazione e per modelli.

2) l'insieme ordinato di atti volontari che permettono di raggiungere un fine predeterminato e controllabile. Il controllo finale che pone a confronto il risultato con il fine prefisso fa parte indissolubile del metodo.

Per Galileo la fonte della « verità scientifica » scaturisce dal seguente procedimento logico:

- Osservazione dei fatti
- Esame delle correlazioni
- Definizione della legge fisica
- Sperimentazione
- Verifica (dimostrazione necessaria).

Tale successione di procedimenti vale, ancor oggi, per le ricerche di carattere scientifico, mentre per altri settori meno esprimibili in linguaggio matematico, il « metodo » può subire modificazioni applicative, come sarà constatato in seguito.

Allorquando si indaga sulle leggi eterne della natura (su quanto è già conosciuto e su ciò che presumibilmente è ancora da svelare) si effettua della ricerca scientifica, anche se si impiegano mezzi tecnici nella fase sperimentale. In tal caso la « dimostrazione necessaria » secondo il principio di Galileo è generalmente matematica, giacché, diceva il Nostro: *il libro della natura è scritto in lingua matematica.*

Nell'ambito industriale esistono settori non trascurabili, quali il tecnico (applicazioni dei principi scientifici), l'economico, il sociale, quello psicologico, in cui il « metodo » può venire applicato, ma

dal quale non è possibile ottenere dimostrazioni matematiche.

In tali casi la verifica viene realizzata col confronto dei differenti risultati, che debbono essere successivamente modificati e migliorati mediante procedimenti empirici, basanti su schemi di ragionamento derivati dal metodo.

Parlando dei « corpi » Galileo distingueva le qualità primarie (oggettive), suscettibili di misura (quali il peso - il volume - la temperatura ecc.) da quelle soggettive (l'odore - la bellezza) che chiamava secondarie, ed affermava che solo le prime possono essere matematicamente considerate.

Nella complessa vita industriale esistono, analogamente, fattori esprimibili matematicamente ed altri che a tale espressione, né ora né in futuro, possono prestarsi.

D'altra parte la realtà è sintetica, fondendo nell'azienda i fatti misurabili con altri solo intuibili. La difficoltà di estendere all'ambito industriale, il metodo sperimentale nasce da questa considerazione.

3) I metodi della ricerca sperimentale induttiva.

Mediante la ricerca sperimentale si tende:

- o a trovare la causa di determinati fenomeni
- o a verificare la legge già conosciuta (chiamasi legge la causa [fisica] di avvenimenti che precedono invariabilmente e incondizionatamente, i fatti.

I metodi impiegati che tendono dal particolare al generale e all'universale sono quattro:

1) *Concordanza*: se 2 o più casi in cui si verifica il fenomeno hanno solamente una circostanza in comune, questa, in cui i casi concordano, è la causa.

2) *Differenza*: se un caso (in cui si verifica il fenomeno) ed un altro (in cui non si verifica) hanno tutte le circostanze comuni, salvo una, che si presenta nel 1° caso, questa circostanza è l'effetto, o la causa del fenomeno o almeno è indispensabile.

3) *Residui*: se si conosce l'effetto di certe circostanze antecedenti, e queste vengono tolte dal fenomeno, il « residuo » del feno-

meno stesso sarà l'effetto delle cause antecedenti che rimangono.

4) *Variazioni concomitanti*: un fenomeno che varia di una certa misura tutte le volte che un altro varia nella stessa maniera, è una causa e un effetto di questo fenomeno o vi è legato con qualche rapporto di casualità.

È da osservare che la induzione si perfeziona quanto maggiore è il numero delle induzioni raccolte al fine di una ricerca induttiva superiore.

Il « metodo » è il contrario della intuizione individualista del Dirigente anche dotato: fra causa ed effetto dei fenomeni esiste la correlazione definita della legge.

4) *Le finalità dell'industria.*

La evoluzione della Società umana ha determinato una crescente richiesta in quantità e varietà di beni e di servizi.

Il sistema industriale, preso nel suo complesso, ha assolto questo compito, consentendo la elevazione materiale della umanità (benessere) quale necessario presupposto per una elevazione spirituale.

L'industria è il sistema di tutti i centri produttivi (di beni o servizi), destinati a durare nel tempo, il cui fine particolare (la produzione) è ottenuto mediante un processo di coordinamento dei necessari e differenti fattori, quali i capitali, il lavoro, le materie prime, la tecnica ecc.

In ogni Azienda i fini particolari (tecnico-economici-giuridici) devono essere definiti.

Devono essere cioè precisate:

- genere e quantità di produzione
- organizzazione della distribuzione
- « Politica » degli acquisti e degli « stock »
- Politica del personale, disponibilità finanziaria.

L'ultimo fine dell'industria è economico, nel senso che il processo produttivo e della distribuzione deve consentire un saldo attivo fra tutti i costi sostenuti e tutti i ricavi. Più correttamente può dirsi che il fine aziendale (ot-

tenibile attraverso la migliore produzione e la più razionale distribuzione), è di consentire l'equa remunerazione di tutti i fattori concorrenti.

Con l'applicazione del metodo scientifico si tende ad ottenere risultati tecnici migliori, ed a massimizzare la remunerazione di tutti i fattori.

5) *La struttura della industria ed il « Metodo ».*

A) *Fase iniziale pionieristica:*

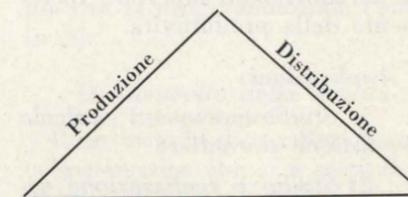


Fig. 1.

Piccola Industria e Artigianato

*Produzione modesta
Distribuzione facile
Finanza pure modesta*

=L'aumento della produzione era ottenuto incrementando le attrezzature e l'orario di lavoro.

=Non esisteva un vero e proprio metodo scientifico, la condotta aziendale essendo solo affidata all'intuito del Dirigente.

B) *Fase della razionalizzazione:*

Si è avuta quando si è verificata una maggiore richiesta della produzione (distribuzione facile).

Organizzazione

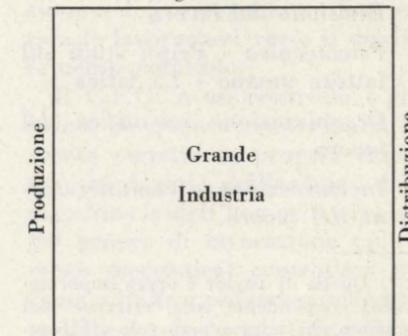


Fig. 2.

(La Finanza non era aumentata generalmente in modo proporzionale).

Per la soluzione del problema (aumento della produzione senza aumento di investimenti e della mano d'opera, cioè aumento della produttività globale) ci si è valsi della esperienza e degli studi di F. W. Taylor, al quale va il merito di aver dato avvio alla organizzazione scientifica moderna.

L'opera di Taylor può essere così sintetizzata:

Principi: Esame razionale, e scientifico, delle operazioni di lavoro. Classificazione. Eliminazione dei movimenti superflui. Incremento della produttività.

Applicazioni:

1- Studio movimenti - calcolo produzione giornaliera

2) Studio e realizzazione acciaio rapido $\frac{(18.4.1)}{W.C.Va}$

3) Teoria del taglio dei metalli (1).

L'introduzione dei metodi elaborati dal Taylor è stata accelerata dalla Prima Guerra Mondiale la quale richiese, soprattutto dai Paesi belligeranti, uno sforzo di produzione senza precedenti, e indipendente da considerazioni di costi, di distribuzioni commerciali e di soddisfazioni spirituali della classe lavoratrice (La guerra doveva giustificare tutto).

I principi di Taylor furono in seguito elaborati e perfezionati divenendo veri e propri metodi che sono alla base delle seguenti tecniche:

— Cronotecnica

— Divisione del lavoro

— Psicotecnica - Primi studi sul fattore umano - La fatica

— Organizzazione scientifica del lavoro

— Incentivazione e remunerazione del lavoro.

(1) Quella di Taylor è opera importantissima rispondente alle esigenze del momento che mirava però solo all'incremento del rendimento meccanico (o tecnico) della produzione, senza considerazioni sulla distribuzione e sul consumo e sulle questioni sociali. Tale opera ha determinato il successivo movimento dell'O.S. che tende non solo alla razionalizzazione delle attività produttive ma a tutte le azioni comunitarie umane.

L'insieme di tali tecniche contribuì notevolmente alla diffusione dell'industria, all'aumento della occupazione ed allo studio del fenomeno produttivo rendendo possibile all'Industria, nel suo insieme, di affrontare il periodo, tuttora in sviluppo, di affinamento e umanizzazione del lavoro di officina.

C) Fase, contemporanea, di sviluppo e perfezionamento.

L'Azienda diviene un soggetto sociale.

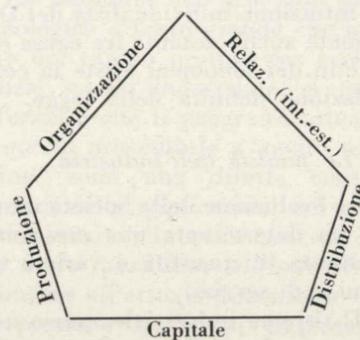


Fig. 3.

In fenomeni che dal termine della Seconda Guerra Mondiale in poi, fino ad oggi, hanno portato alla progressiva trasformazione dell'azienda industriale in senso sociale sono i seguenti:

a) Crescente volontà di partecipazione alla gestione dell'impresa, da parte dei lavoratori e aumentato volume delle retribuzioni.

b) Produzione progressiva del saldo attivo fra costi e ricavi e crescente esigenza di economia nella gestione e di maggiori produttività.

c) Intervento crescente dello Stato e delle organizzazioni sindacali nella vita sociale ed industriale (per quanto riguarda in particolare l'Italia ha mancanza di una chiara politica economica, ha giocato un ruolo negativo nel processo di stabilizzazione e di evoluzione della struttura industriale).

d) L'allargamento delle imprese e l'aumento della produttività hanno reso necessaria l'adozione di politiche commerciali più dinamiche e più aggressive: la

conoscenza dei mercati e delle « motivazioni » psicologiche degli acquisti.

Il fattore comune, in base al quale i diversi problemi sono stati affrontati è la metodologia della ricerca. Ogni settore, ed ogni combinazione a più elevato livello, fino all'insieme globale della gestione sono stati sottoposti, nelle imprese di avanguardia, a processi sistematici di indagine basati su sistemi derivati dal metodo scientifico.

Ovviamente i risultati più certi, cioè più esatti, si sono ottenuti nei settori i cui elementi (obiettivi) sono misurabili, ma ciò non vuol dire che nella valutazione con elementi soggettivi, le previsioni ottenute non siano stati di grande utilità anche negli altri campi.

6) Tecniche moderne derivate dal metodo sperimentale

Le tecniche industriali moderne, applicate ai diversi settori, hanno portato alla inversione della mentalità corrente mantenuta però viva ancor oggi in molti ambienti.

Siano concessi al riguardo due esempi di generale comprensione.

Il metodo scientifico prescrive di definire preventivamente il fine da raggiungere.

Nel campo della qualità e dei costi di fabbricazione era pratica corrente, fino a pochi anni or sono, che i fini imposti fossero solamente generici, sintetizzabili nelle fasi:

- ottenere la migliore qualità
- ottenere il costo minore.

Nel piano pratico tali fasi, esortative, non significavano nulla.

Essendo penetrato, nella mente dei dirigenti più illuminati, la esigenza di precisare, quantitativamente, il fine da raggiungere; alle due fasi generiche si sono sostituiti:

Per la qualità: valori numerici (misurabili) oppure attributi, chiaramente definibili in modo che la qualità ha assunto un carattere concreto, tecnico, e come tale può essere garantita durante la produzione e migliorata nel tempo. (Precedentemente, la selezione della produzione buona da

quella inservibile avveniva a fine del processo, ciò che determinava un maggior costo senza alcuna contropartita).

Costi: Tradizionalmente la rilevazione dei costi era una operazione consuntiva da effettuarsi al termine del processo. Se, per ipotesi, il prezzo di vendita era stato sbagliato, ciò risultava in un tempo successivo, senza possibilità di rimedio tempestivo. Modernamente il ragionamento è capovolto.

In base a studi di mercato si stabilisce, preventivamente, quale dovrà essere il prezzo di vendita di un determinato prodotto, ed in relazione a ciò verrà fissato il costo massimo concesso al prodotto, tenendo conto del materiale sfridi, lavorazione, spese generali, ecc. ecc.

Tale costo massimo verrà ripartito fra le varie voci (materiali, tempi di lavorazione, spese generali, ammortamenti ecc.) per cui la contabilità industriale dovrà sistematicamente verificare che i costi massimi non siano stati superati.

Cambiando le condizioni di mercato dovranno modificarsi i parametri aziendali concessi alle varie voci.

I principi del metodo industriale sono pertanto:

- La definizione (variabile) del fine da raggiungere
- La sistemazione delle rilevazioni
- Il controllo dei risultati con le premesse che, nella pratica risultano articolati in cinque fasi:

- 1) Programmazione dell'azione (fine da raggiungere)
- 2) Organizzazione dei mezzi (modalità)
- 3) Esecuzione
- 4) Coordinamento del risultato con l'insieme (sintesi)
- 5) Controllo dei risultati e correzione della programmazione successiva.

Lo sviluppo del metodo sperimentale è stato accelerato dalle esigenze dei singoli settori. Inizialmente è stata la parte tecnica, cioè la produzione, ad interessare maggiormente casi come si è ac-

cennato modando l'opera del Taylor, ma attualmente tutti i settori operativi vengono approfonditi con metodo.

Nell'industria troviamo:

- A) Settore della ricerca
- B) Settore della Produzione (attrezzatura - lavorazione - organizzazione)
- C) Settore della Distribuzione
- D) Settore del Personale
- E) Controllo Amministrativo
- F) Settore Direttivo e Controllo Gestionale.

A titolo di esemplificazione illustreremo brevemente le caratteristiche e le finalità delle tecniche che si avvalgono, del metodo come base.

D) Settore della Produzione.

A) La Programmazione

Mediante l'ausilio di vari sistemi, di carattere matematico e statistico, la programmazione della produzione determina la migliore sequenza dei lotti da porsi in lavorazione, l'avanzamento dei componenti destinati a formare i complessivi, elimina le « code » di lavorazione, stabilisce l'entità delle scorte di materia prima ed i magazzini di semi-lavorati, ottenendo, come risultato, di rendere minimo il tempo di giacenza dei materiali e dei semi-lavorati e massima la velocità di produzione.

B) Studio del lavoro

Per istinto, a causa di determinate caratteristiche di conformazione organica il lavoratore non è portato ad eseguire le operazioni elementari in modo corretto, al minimo di movimento di tempo.

Attraverso uno studio sistematico, dei movimenti elementari, del fenomeno della fatica e delle esigenze di periodi di riposo, si tende a stabilire le migliori condizioni obiettive per la esecuzione del lavoro, dando alle varie fasi un tempo razionalmente calcolato.

Questa tecnica, denominata dei « Metodi di lavoro » prevede l'addestramento e la partecipazione

volontaria dei soggetti cioè che permette di ottenere ottimi risultati di rendimento e di miglioramento nel clima collaborativo dell'Azienda.

C) Procedimenti di lavoro e sequenze operative

Sulla base analitica dello studio di lavoro è possibile studiare, anche per lavorazioni complesse, la soluzione del procedimento e delle sequenze operative che forniscono i risultati migliori, in armonia con la programmazione (punto A).

D) Controllo della qualità

È un metodo di carattere tecnico-matematico che si è sostituito, in un gran numero di casi, al tradizionale sistema del collaudo al 100 % dei prezzi finiti.

Prevede una razionale metodologia ed una organizzazione completa che parte dalla progettazione dell'insieme e dei singoli particolari definendone le caratteristiche di qualità, che debbono essere o misurabili (controllo per variabili) o controllabili (controllo per attributi).

Quando, durante la produzione, si verifica uno scostamento della qualità, superiore al valore fissato, il processo deve essere fermato e la macchina verificata e riportata al grado di tolleranza prescritta.

Il CSQ ha il risultato di conferire alla « qualità » un significato tecnico concreto, di sviluppare negli addetti il senso di osservazione e di preveggenza, e di orientare le lavorazioni verso il miglioramento continuo.

Il C.S.Q. è un controllo « globale » in quanto contemporaneamente esercita la propria azione nei confronti dell'azione della macchina e dell'uomo. A seconda del genere di lavorazione (più o meno meccanica) controllerà più l'una o l'altra, potendo anche controllare o solo la macchina (lavorazione completamente automatica) o solo l'uomo (lavorazione manuale).

La medesima tecnica del Controllo di Qualità modernamente è indirizzata a definire le caratte-

ristiche dei prodotti che garantiscono una predeterminata *durata di funzionamento nel tempo* (affidamento). Il *metodo* di studio è sempre quello del C.S.Q., ma le basi tecniche risultano più complesse, a causa della introduzione di concetti meccanici, fisici o chimici, quali la usura, la « fatica » meccanica, la corrosione, la degradazione ecc.

E) Contabilità industriale a costi standard

È basata sui seguenti principi:

- 1) Determinazione standard, o modelli di misurazione
- 2) Comparazione dei risultati con gli standard
- 3) Indagini sulla causa di deviazione
- 4) Azione correttiva.

II) Settore della Distribuzione.

Aumentando, col tempo, il numero delle imprese produttrici di beni (e di servizi) ed accrescendo, unitariamente, la produttività, il binomio *domanda-offerta*, base della economia di mercato, si è spostato dal lato della offerta, rendendo più faticoso il collocamento dei prodotti, più basso, in generale, il prezzo di vendita, più accanita, per conseguenza, la concorrenza.

Questo fatto (destinato a divenire sempre più acuto) unito al progressivo contrarsi del saldo costi-ricavi, ha obbligato le imprese a ridurre al massimo, se non di eliminare, gli errori di distribuzione dei prodotti.

Per tale ragione è sorta ed è destinata a perfezionarsi la Tecnica (o metodo) per conoscere (nel generale e nel particolare) il proprio mercato di vendita.

Chiamasi *Ricerca di mercato* l'applicazione di vari metodi scientifici atti a consentire la individuazione, la riunione e la interpretazione degli elementi e dei dati necessari a migliorare la distribuzione e la vendita dei prodotti, ed in taluni casi anche le loro caratteristiche.

Il Metodo passa attraverso le

fasi classiche delle tecniche che in precedenza sono state esaminate:

- 1) Individuazione, separata, dei problemi di vendita
- 2) Organizzazione della ricerca
- 3) Raccolta, analisi e classificazione dei dati
- 4) Messa a punto delle conclusioni e delle raccomandazioni per l'azione da svolgere
- 5) Controllo e successiva correzione della impostazione successiva.

Mediante la ricerca di mercato si possono conoscere i gusti del pubblico, che cosa e quando si può vendere, e cioè fabbricare, a chi si può vendere ecc.

La ricerca di mercato opera frequentemente valendosi di *campioni statistici* che devono riprodurre in tutto e per tutto « l'universo » dal quale è stato ricavato (carattere - età - situazione sociale ecc.).

III) Settore del personale.

Per quanto gli elementi che agiscono in tale settore siano irrazionali, e come tali sfuggano alla rigorosa obiettività, pure molte sono state le Tecniche destinate ad aumentare la conoscenza del mondo psicologico e sociale, e conseguentemente le possibilità di una maggiore comprensione fra la parte direttiva dell'azienda e quella esecutiva.

Un metodo recentemente messo a punto è quello della:

A) *Valutazione del lavoro*, ai vari livelli. Tale metodo permette di conoscere la effettiva prestazione, per ragguagliarla alla remunerazione di fatto e favorire così la soddisfazione dei lavoratori.

B) *Addestramento*: anche lo addestramento del personale operante nell'azienda ha avuto una propria metodica che ne ha consentito l'applicazione più vasta.

Molto noto è al riguardo la tecnica del T.W.I. (Training Within Industry) applicato in vastissima scala negli Stati Uniti durante il secondo conflitto mondiale.

Viene qui ricordato soprattutto perchè rappresenta un riuscito tentativo di applicazione del *metodo* con tutte le proprie fasi, ad

una materia fluida quale è quella della preparazione degli uomini, forse, per l'ambiente Americano, tale sistema è più valido che in Europa.

L'*addestramento al lavoro di gruppo* e la *valutazione di fenomeni sociali*, vengono pure effettuati con una metodologia derivata dai principi fin qui ricordati.

IV) Settore Direttivo

I pochi decenni trascorsi dall'inizio dell'era industriale sono stati sufficienti a rendere la gestione aziendale estremamente complessa.

Le dimensioni odierne delle aziende, i molti fattori operativi e la complessità della tecnologia, le variabili introdotte nel mercato e dalla concorrenza ed infine l'influenza della politica dei pubblici poteri, hanno fatto sì che la responsabilità delle decisioni gestionali sia grandissima, e postuli la necessità di eliminare, il più possibile, gli errori di progettiva, di valutazione e soprattutto quelli portati dalle proprie personali tendenze.

Il banco di prova del « Metodo » quale *ausilio* alla Direzione Aziendale, è stato superato mediante le tecniche seguenti che affiancano i Dirigenti superiori nelle decisioni di maggiore impegno, fra queste tecniche ricordiamo:

A) Ricerca operativa

È chiamata anche « Scienza delle Decisioni », consentendo di individuare, fra moltissime scelte possibili, quelle che ha i voluti requisiti.

Viene definita: *metodo scientifico, cioè organizzato con chiara metodologia*, per dotare i dirigenti di una base quantitativa per le decisioni relative alle operazioni poste sotto il loro controllo.

La ricerca operativa è scientifica perchè:

- 1) Mediante lo strumento matematico consente di adottare delle decisioni razionali. (Impiega delle matrici, ottenute con i valori dei vari elementi, e studia la soluzione « ottimale » dell'insieme).
- 2) Tende ad ottimalizzare e stabilizzare i presupposti.

3) Richiede un esame ripetuto per intervalli di tempo prefissati, e studia le multiple correlazioni, usando la statistica ed il calcolo combinatorio.

4) Non è legato a forme e mentalità tradizionali.

Una derivazione della R.O. è la cosiddetta:

B) *Programmazione lineare*, la quale, mediante una sorta di ragionamento « prefabbricato », elabora scientificamente migliore il programma per la soluzione di un problema.

C) La Cibernetica.

Basandosi su principi razionali, e su una approfondita conoscenza del meccanismo del *pensiero* e del *giudizio*, è sorta, meno di 20 anni or sono, per merito di Wiener, una nuova scienza, la Cibernetica, indirizzata allo studio delle *informazioni dell'autoregolazione* e dei rapporti degli uomini fra di loro e con le macchine.

Fino a questo momento l'apporto concreto dalla cibernetica alla industria è stato saltuario. Questa nuova tecnica è basata essenzialmente sulla logica e sulla applicazione del metodo sperimentale ed è facilmente prevedibile che in futuro entrerà con maggior peso nell'industria a recarvi un importante contributo soprattutto nel settore Direttivo delle decisioni.

D) Calcolatori elettronici.

È possibile chiudere la rassegna delle applicazioni della logica, accennando ai calcolatori elettronici, il cui impiego è destinato ad aumentare nel tempo quale ausilio del dirigente o del progettista, per la soluzione, rapida, dei più complessi problemi matematici.

L'origine teorica dei calcolatori meccanici risale ai grandi pensatori del passato (Leiburg e Pascal) mentre la realizzazione è a noi contemporanea, rappresentando uno dei vertici più alti raggiunto dalla logica del pensiero e dagli automatismi in generale.

I Calcolatori Elettronici « digitale » possono essere impiegati separatamente, quali strumenti di calcolo, per uso amministrativo o

scientifico, ovvero possono essere destinati alla ricerca.

Le prestazioni di tali complessi, in confronto a quelli meccanici o elettronici sono, per estensione di programmi e velocità di esecuzione, assolutamente superiori e permettono di raggiungere anche altri livelli nello spazio di pochi anni, sviluppando i principi dell'algebra logica sui quali sono fondati.

E) L'Automazione.

La tecnica produttiva completamente automatica, nel processo e nel controllo, non è concettualmente e praticamente una cosa nuova, bensì l'estensione e l'aggiornamento di ritrovati parziali noti da tempo.

Di fronte all'intera somma dei processi produttivi industriali, l'Automazione rappresenta una modesta percentuale, ma ciò non ostante la importanza delle realizzazioni è assai grande, concettualmente, rappresentando la soluzione globale e finale del metodo induttivo nella industria. Inoltre le soluzioni adottate hanno fornito preziose indicazioni sullo sviluppo prevedibile della tecnica futura, allorché la diffusione delle realizzazioni avrà reso economico l'impiego dei procedimenti automatici.

7) Conclusioni.

L'industria è stato un campo assai fecondo di applicazione e di adattamenti del metodo sperimentale.

Dalle prime osservazioni di Taylor, eseguite circa 70 anni or sono, all'insieme delle tecniche e procedimenti moderni, applicati in una industria di avanguardia, il cammino è stato tale da lasciare stupiti anche gli esperti.

Lo sviluppo tecnico, organizzativo e produttivistico della industria è dovuto proprio all'applicazione del metodo come dimostrano le percentuali di aumento verificatisi fra il 1914 e il 1964 in tre voci fondamentali di spesa.

Aumento del salario operaio medio 1.000 volte

Aumento del costo della vita 350 volte

Aumento del costo automobile 100 volte.

È evidente che il superiore grado di organizzazione della industria automobilistica, basato in grandissima parte sulle applicazioni del metodo ha consentito di assorbire non solo l'aumento della M.O. ma anche buona parte della svalutazione monetaria, verificata in 50 anni.

I fattori che hanno caratterizzato la presente « era » industriale sono:

- a) Crescente partecipazione del « fattore lavoro » ai processi produttivi
- b) Riduzione continua del margine di profitto (ricavi - costi)
- c) Decresciuta produzione unitaria
- d) Aumentata concorrenza.

Ciascuno dei ricordati fattori continuerà a mantenere il proprio andamento dinamico, e conseguentemente l'industria sarà tenuta ad operare in un ambiente sempre più determinato, l'area per le decisioni « corrette » risultando sempre più ristretta.

Deviazioni arbitrarie delle soluzioni razionali non saranno consentite, così come procedimenti produttivi aventi un rendimento troppo basso rispetto allo « standard » raggiunto dalla media del settore.

Giungere a tale traguardo, di realizzare cioè una gestione compiutamente « razionale », a tutti i livelli, sarà per le imprese dell'area latina, ed in particolare per gli italiani, particolarmente arduo.

La caratteristica, nel nostro Paese, degli imprenditori, dei dirigenti e delle maestranze e per la individualità e l'estro immediato che non l'azione sistematica, metodica e controllabile.

Codesta mentalità (naturale nei popoli anglosassoni, in quelli nordici, in quelli nord-americani) sarà tuttavia necessaria per resistere alla crescente concorrenza, e per mantenere il dovuto posto nella schiera delle nazioni industriali del prossimo domani.

Il problema posto dal tema del Convegno, si allarga, dunque ad

assumere il carattere di un mo-
nito.

È giunto il tempo in cui non è
più consentito svolgere, solo se-
condo il proprio estro, un lavoro
industriale.

Le esigenze crescenti postulano
la creazione di mentalità induttive,
metodiche e sistematiche, ad
ogni livello. Piccoli calcoli e me-
schini accorgimenti, non potranno
più esistere.

L'industria che sta formandosi
sarà dominata da uomini moderni,
aventi chiarezza di idee, freddezza
di decisione, mentalità formata al
« metodo », costanza nello sforzo.
Ciò non significa, naturalmente
che l'intelligenza pura, la pressione
naturale, la scintilla anticipatrice
che scaturisce dalla mente non
abbiano più valore, essendo state
soppiantate dal « metodo » che
col proprio strumento logico indaga
e risolve ogni problema.

Anzi, l'intelligenza pura dovrà
essere valorizzata e favorita, purchè
risulti educata e disciplinata dalle
esigenze della logica sperimentale
che non accetta mentalità estrose
ed indisciplinate.

*Il Moderatore apre il dibattito
sulle due ultime relazioni.*

BONANNO — L'intervento personale
aveva lo scopo di mettere in evidenza
come anche per l'industria elettrica,
cioè per quella che riguarda la
produzione e la distribuzione dell'energia
elettrica, si imponga « un metodo di
lavoro ».

Per la produzione, noi possiamo
considerare la costruzione degli impianti
ed il loro esercizio; seguendo le
statistiche dei consumi si devono
prevedere con il voluto anticipo,
gli impianti che dovranno entrare
in funzione in un determinato
anno (anno per il quale si prevede
siano esaurite le disponibilità con
gli impianti in funzione).

Ci troviamo di fronte ad una rigida
programmazione, se non vogliamo
correre l'alea di non poter far fronte
agli incrementi del carico.

Nella costruzione degli impianti,
a cominciare dalle ordinazioni,
scalate nel tempo in funzione dei
termini di consegna e del momento
in cui le singole parti andranno
in opera, tutto va coordinato,
cioè previsto con metodo per
evitare danni e ritardi nel
programma di ultimazione dell'impianto.

Passando all'esercizio, noi
dobbiamo far sì che questo avvenga
rispettando tut-

te le esigenze dell'utenza, ma anche
con il miglior rendimento.

Di qui un'organizzazione razionale
nella quale tutto deve essere metodo
e non improvvisazione.

Programma per l'utilizzo razionale
degli impianti e programma per la
loro manutenzione, attraverso la
quale si deve ottenere la massima
efficienza di essi, controllabile
frequentemente nei suoi vari
elementi variabili con l'esercizio.

La manutenzione è uscita dall'empirismo
di molti anni fa per trasformarsi
in un'attività importante, onerosa,
ma apportatrice di benefici misurabili,
quando venga condotta con metodo
nei programmi e nei mezzi.

I programmi devono essere di
manutenzione preventiva e non
d'intervento a posteriori (eccetto
il caso di guasti).

Passando infine al campo della
distribuzione dell'energia, il concetto
del lavoro con metodo, trova la
sua ragione nella necessità non
solo di organizzarsi per mantenere
gli impianti in perfetta efficienza,
ma anche per preparare le statistiche
e le indagini o ricerche di mercato,
indispensabili per la sempre
maggiore diffusione dell'impiego
dell'energia elettrica.

PELLEGRINI — Mi pare che la
componente artistica non sia
estranea all'industria. I prodotti
di alto livello artistico durano
in genere di più sul mercato.

Le celebrazioni Galileiane hanno
portato l'equivoco di voler rintracciare
oggi quello che resta delle
applicazioni del Metodo. I Relatori
pensano che il metodo di Galileo
possa durare nell'industria? Nell'architettura
si adatta poco alle particolari
caratteristiche della progettazione.
Noi architetti abbiamo messo
in evidenza il fatto che il nostro
prodotto si consuma. Non si può
dire altrettanto nell'industria?

Riguardo poi ai problemi sulle
relazioni umane e alle differenti
produzioni, ciò può essere
attribuito alle differenti
caratteristiche della manodopera
latina.

CERIO — I metodi che si sono
sviluppati sul piano internazionale
ed in particolare negli Stati Uniti
dove l'industrializzazione è più
avanzata sono in realtà di origine
europea. Ora è importante per
poterli rilanciare di riadattarli
alla nostra mentalità. Questo è
un argomento che meriterebbe
di essere oggetto di un Convegno.

Da noi in particolare si incontrano
delle difficoltà nell'adozione dei
metodi, perchè siamo più
individualisti, abbiamo più
estro e qualità personali, le quali
però sul piano del lavoro
collettivo conducono a risultati
negativi. I tedeschi invece
sono più capaci di adattarsi a
sistemi operativi ed organizzativi.

Le metodologie di lavoro sono
in sostanza universalmente valide,
ma devono essere variabili
nella forma, in relazione a
qualità razziali e flessibili
nelle loro applicazioni. Per
es. l'organizzazione « staff & line »
come deve essere adattata
ad una particolare industria?

L'architettura tende a creare qualcosa

di definitivo, mentre l'industria
è in continuo divenire.

PREVER — Per quanto riguarda
le difficoltà di adozione dei
metodi sviluppati sul piano
internazionale, io piuttosto
parlerei di diverso carattere
della razza. Per le razze
latine è più congeniale
improvvisare che preparare.
Per creare dal niente in un
deserto è meglio un latino.

Le metodologie che si sono
diffuse nell'industria sono
oramai convalidate dall'esperienza.
Per risolvere le difficoltà
della manodopera si tratta
di impartire un addestramento
opportuno e diverso da quello
necessario in altri paesi,
perchè da noi si richiede
un altro sforzo ai lavoratori
per renderli metodici nel
lavoro e docili all'irreggimentazione.

Come esempio si può citare
il sistema « Training within
Industry » TWI che è fallito
in Italia, perchè è stato
applicato all'americana.

In genere si deve constatare
che l'emoività contrasta
l'obiettività.

PRADELLI — Sono perfettamente
d'accordo. Vorrei se mai
aggiungere che oltre ad un
adeguato addestramento
dei lavoratori occorre
l'addestramento degli
imprenditori.

*Essendo terminati gli interventi
e le conseguenti risposte dei
Relatori, il Moderatore,
ingegnere Nuvoli, dichiarò
chiuso il Convegno sul
Metodo, ringraziando i
presenti e in particolare
coloro che resero vivo e
interessante il dibattito.*

*I Congressisti furono poi
nuovamente riuniti in una
cordiale, affiatata e brillante
cena alla Rotonda del
Valentino, ospiti di Torino-
Esposizioni, che, dopo i
rituali brindisi, i discorsi
di addio e di ringraziamento,
aperse le sale della Mostra
internazionale della Tecnica
nella tarda sera. I presenti
visitarono attentamente
l'Esposizione ammirando
prodotti e organizzazione.*

*Per il giorno successivo fu
organizzata una gita in
torpedone al Moncenisio per
visitare i lavori del nuovo
ciclopico sbarramento. Molti
furono i partecipanti che
vivamente s'interessarono
alla organizzazione in atto,
restando per la colazione
in sito ospiti dell'Enel,
che cortesemente li accolse
e guidò nella visita. Con il
ricordo di questa gita si
chiude la nostra cronaca.*

E. P.