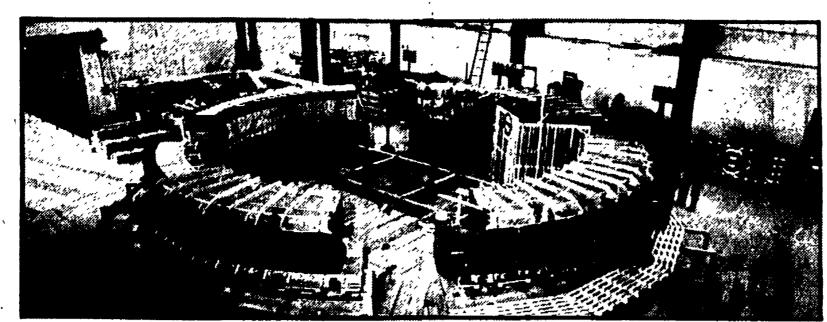
Una intervista del professor Giorgio Salvini

Le ragioni della



Il sincrotrone di Frascati in costruzione

ricerca scientifica

Il nostro paese deve avanzare e molto nel campo della ricerca fondamentale e nel campo della tecnica e le sorti di queste voci sono legate l'una all'altra

Il professor Giorgio Salvini è ordinario di fisica sperimentale alla Università di Roma, e ha diretto la progettazione la costruzione e l'esercizio del sincrotrone di Frascati dal 1953 fino al 1960. Ha consentito a rispondere, con un impegno di cui lo ringraziamo, alle domande che gli abbiamo rivolte sulle condizioni e le prospettive della ricerca scientifica in Italia, in rapporto da un lato con l'Università, dall'altro con l'economia de l

Domanda - Si può affer-mare che oggi la ricerca ondamentale, la ricerca applicata e la tecnologia i sviluppano, obiettivamente, come un tutto unitario? Quali sono i loro intimi legami?

Risposta - Io non so marare precisamente i limiti ra la ricerca fondamentae la ricerca applicata, se li marcassi essi non arebbero coincidenti con uelli di altri. Ricorro pertiò, ad un esempio, in un momento di interesse per Galileo nel nostro paese. Galileo che perfeziona il cannocchiale per esplorare cieli e vi scopre nuovi corpi quali i satelliti di Giove, è un grande astronomo o fisico che fa della ricerca fondamentale. Egli non spera di fornire un utile pratico alla società in ui vive, con queste ricerhe celesti, o di ricavare utili applicazioni all'arte militare; comunque non lo per questo. Egli fa quete ricerche per allargare migliorare sulla base di videnze precise le idee deli uomini, e per distrugjere idee sbagliate (il sitema tolemaico geocentrio). In forma altissima, egli a, e consapevolmente, del-

filosofia naturale. Ma in quello stesso canocchiale il Galilei scopre, tome altri con lui, uno trumento utilissimo a fini ratici. Egli presenta il suo semplare alla repubblica eneta come « cosa che per gni negozio ed impresa narittima e terrestre può sser di giovamento inestinabile ». Eccoci qui alla rierca applicata, alla ricerı immediatamente utile Ila società. Nascono così uegli studi, quei sistemaci perfezionamenti che ortano, ad esempio, agli trumenti ottici per la na-

igazione. Ma il cannocchiale non arebbe nato nel 1600, se na tecnologia adatta non fosse, in forma sia pure rtigiana e non dotta, sviuppata per secoli; intendo Parte degli occhialai, che in dal Medioevo facevano enti per miopi e per prebiti. Uno di essi trovò probabilmente il primo canocchiale, e certo prima del Galilei. Ecco dunque che rofittando di una tecnoogia preesistente nascono nsieme, nei primi del 1600, d insieme si sviluppano, ina altissima ricerca fonlamentale ed una nuova lirezione delle ricerche ap-

Galilei è un assetato di

perità, e l'interesse del fi-

osofo naturale è in lui dominante; comunque in lui, come in molti fisici d'oggi, coesistono i due interessi. the chiamerò brevemente momento « fondamenta-> ed il momento «applicativo > della ricerca, e a sua curiosità di uomo finalmente moderno si verrò sui problemi della navigazione e della meccanidelle macchine come **s**ulla struttura dei cieli. ' Ho impiegato l'esempio del Galilei per dire che i due momenti della ricerca scientifica, quello « fondamentale o puro», e quello e applicativo », sono due momenti chiaramente distinti, ma possono coesistere nella stessa persona e quasi nello stesso periodo. Ed oggi? Si può interpretare il mondo oggi sulla base del mio esempio galileiano, per quanto riguarda i rapporti tra ri-

cerca fondamentale, ricer-

ca applicata, e sviluppo

tecnologico? Io penso di si,

elmeno in gran parte, con

una fortissima marcatura su un punto: i rapporti tra le tre fasi sono più stretti che per il passato, la « vestizione » sperimentale e pratica delle idee è più rapida, prepotente, urgente che per il passato. Addirittura le idee «emigrano» (cioè chi ha idee emigra) verso i paesi di più alto sviluppo tecnologico e di più alto tenore di vita, un bene questo che allo sviluppo tecnologico è legato. E' il caso dei fisici europei emigrati negli Stati Uniti dopo questa guerra, è il caso di molti scienziati italiani che se ne vanno fuori del nostro paese. Oso anzi dire che, oggi, un paese tecnologicamente sottosviluppato non può avere una buona scuola di fisica, e le scienze esatte, filosofia naturale e matematica, fioriscono o decadono insieme al livello tecnologico, al tono del viver civile, al fervore delle ricerche appli-

Utile e finalità

Domanda - In quale misura e perchè la ricerca fondamentale ha bisogno per svilupparsi della ricerca applicata e della tecnologia? E viceversa, quale beneficio traggono la ricerca applicata, il progresso tecnico e l'industria dalla ricerca fondamentale?

Risposta - Se permette inverto le due domande, ed inizio dalla seconda. Il mio esempio sul Galilei è ovvio, ma io l'ho fatto anche perchè voglio cancellare un luogo comune che a lungo andare può avvilire la nostra scienza e la società in cui viviamo. Si spiega da molti che le ricerche fondamentali (quelle che oggi non « servono », che non si applicano, quali ad esempio le ricerche ad altissima energia sulla natura delle forze nucleari) si devono finanziare perché domani risulteranno in invenzioni direttamente utili al progresso umano, e si dice anche che questo domani è sempre più vicino, che ormai il lasso di tempo tra la scoperta nella ricerca fondamentale e l'utile applicazione si va riducendo a pochi anni od

Questo sarà vero in molti casi, in moltissimi, ma questa non deve essere la prima ragione o la sola per finanziamento delle ricerche fondamentali. Non devono puntare a questa ragione i fisici della ricerca fondamentale, perché avviliscono i loro veri fini; non deve vivere in attese miracolistiche il cittadino, quasi che il pensie-To astratto potesse dall'ogai al domani controllare la meteorologia, distribuire la energia solare, moltiplicare i raccolti. Insisto su questo punto perchè sulla fisica, scienza di moda e di successi pratici, molti hanno in questi anni sperato e puntato, dimenticando la

nobiltà, il fine in sè della speculazione astratta. Osservo anzi che diverse scienze hanno gradi diversi di connessione tra la ricerca pura e la pratica applicazione: la ricerca matematica è ad esempio la più astratta e lontana dall'utile immediato. La biologia è forse oggi più concreta e vicina all'utile che

la fisica stessa. to di un'utilità spesso notevolissima della ricerca fondamentale per la ricerca applicata, ma preferisco insistere su una finalità più elevata della ricerca fondamentale. Di questo punto parleremo ancora.

Quanto alla prima delle due domande, io non so e non voglio teorizzare, ma ogni esempio rende la connessione evidente. Infatti l'antiprotone non si sarebbe scoperto e studiato nel 1955-60, se non fosse stata disponibile una macchina formidabile per i suoi tempi, il Bevatrone da seimila milioni di mev di Ber- penso che essa sia rinno-

keley, negli Stati Uniti. Esso era infatti il solo strumento che potesse allora accelerare i protoni alla elevata energia richiesta. Questa macchina è riuscita tanto potente ed intensa perchè aveva alle sue spalle l'alta capacità tecno-

logica americana. Noi stessi abbiamo costruito in Italia il sincrotrone di Frascati, che è stato un notevolissimo successo tecnico, ed è un potente strumento della ricerca fondamentale, perché la nostra industria elettromeccanica ha notevole robustezza di impianto, e lunga tradizione di lavoro. Se questa condizione non vi fosse stata, lo avremmo dovuto comprare; ma alla fine non l'avremmo comprato, non avremmo fatto nulla, e avremmo dovuto ridurre il livello della fisica italiana nel settore della ricerca fondamentale.

chiedere, in sintesi, le ragioni per le quali la società moderna deve finanziare la ricerca avanzata, e qual è il valore sociale della ricerca fondamentale? La domanda si impone, poichè lei non accetta il semplice criterio dell'utile mediato o immediato, che è il criterio più usato da molti.

Risposta - Da quanto ho detto, si vedono già ottime ragioni, ma ne voglio indicare due nobilissime, e che non si debbono dimenticare.

La prima è la critica delle idee, la scoperta dell'errore, la lotta al bigottismo politico e religioso. La conoscenza della natura e di noi stessi progredisce, e ad ogni grado di questa conoscenza si arriva dapprima con fervore ed entusiasmo per le scoperte nuove; le fasi successive sono poi la sistemazione delle idee, il riconoscimento ufficiale, il formarsi addirittura di sistemi politici o di sistemi religiosi irreversibili, dogmatici, su queste idee or-

mai non più nuove. Ed ecco che quando ancora altre conoscenze scientifiche sopravvengono, le idee ormai ufficiali resistono, non vogliono cedere, mordono. Galileo ha conosciuto quei morsi; altri scienziati, filosofi e poeti sono stati morsi, all'est come all'ovest ed anche re-

centemente. Un mondo di idee vecchie intoccabili è un mondo tristo e contrario alla dignità umana. La scienza, la ricerca fondamentale, ha il compito, con altre attività spirituali, di garantirci da questo intristire. Le sue radici sono in tutto ciò che di nobile e profondo vi è nella curiosità dell'uomo verso il mondo in cui viviamo, e nessun sistema politico o religioso può sperare di prevalere per sempre sopra di essa. Neppure, beninteso, una stolta idolatria della scienza

o della Dea Ragione. La seconda ragione sociale che voglio dire è l'insegnamento. Nella società umana di ogni tempo l'insegnamento delle discipline scientifiche a coloro che dovranno con esse operare (futuri scienziati, ingegneri, militari, geografi, eccetera) è affidato agli uomini dediti alla ricerca fondamentale. Se questo affidamento viene applicato come una regola fissa, ciò è addirittura un errore e può isterilire la scuola: ma lascio alla meditazione di di significativo vi è in questa funzione di educazione sui giovani a cura della parte più « disinteressata »

della società colta di una nazione. Domanda - Questa ultima osservazione porta il discorso sull'Università. Le chiediamo dunque: qual è la funzione dell'Università, in cui si formano i quadri scientifici e tecnici, nel contesto del rapporto tra ricerca fon-

damentale e applicata? Risposta - Debbo dire che io sono scontento dell'Università italiana, ma

pegnarsi in uno sforzo di miglioramento. In questo momento non vedo problema più importante per la scienza, la cultura, il benessere stesso del nostro paese, che quello del rinnovamento dell'Università italiana. Parliamo dunque della sua funzione. L'Università deve preparare scienziati e tecnici, fisici ed ingegneri, per intenderci, nella forma più avanzata e più solida. Deve educare a capire le cose, a criticare, a costruire. Deve dare ai più una carica di lancio, una carica culturale che li sorregga nel resto della loro vita. Questo compito è affidato agli insegnanti dell'Università, e solo potranno assolverlo degnamente quegli insegnanti ra scientifica, oltre che con l'insegnamento, con attività di ricerca. Oggi l'Università è monca ed in grave crisi, perché una delle sue

vabile, e che vale la pena

di battersi per essa, di im-

avvilisce tutto il nostro paese. Domanda - Come si può rimediare a questa attuale carenza? Come va finanziata la ricerca nell'Università, e in quali li-

attività è manchevole: in-

tendo l'attività di ricerca

tutta, fondamentale ed ap-

plicata. Questa è una mor-

tificazione grandissima che

Risposta - Questo è uno dei problemi più importanti della nostra politica scientifica. La lunga astinenza dell'Università dai problemi della ricerca, l'abitudine a pur validi surrogati di questo finanziamento di base (per esempio il CNR), il conseguente appiattirsi del giudizio e delle scelte tra il buono ed il cattivo od inutile, fa giustamente temere che oggi non si possa finanziare attraverso l'Università (cioè il ministero della P. I.) tutta o la maggior parte della ricerca italiana. Io ritengo dunque che l'Università deve ricevere una assegnazione costante per la ricerca, in modo che un istituto, anche proporzionalmente alle sue dimensioni scientifiche ed al numero dei suoi studenti. possa svolgere una attività di ricerca normale, che tenga anche cura dello svolgimento delle tesi spe-

L'opera dell'INFN

I finanziamenti per imprese di ricerca maggiori, o per iniziative pluriuniversitarie (per esempio i laboratori di Frascati) o comunque per imprese straordinarie, possono essere assegnati dal CNR o dal CNEN, o da organismi equivalenti. Ma queste debbono essere di massima assegnazioni a contratto, per tempo o per scopi ben definiti, mentre l'università deve avere (e oggi non le ha) le strutture adatte di personale tecnico, di ricercatori e di servizi tecnici, per bene impiegare i denari in questi contratti di

Il problema è molto ampio e non ho la presunzione di saperne più di altri in proposito, voglio solo toccare alcuni aspetti. Un primo punto: sono contrario a molte critiche che sono state scritte, da professori universitari pur degnissimi, ma the spe so non hanno provato ad operare entro l'Università. Secondo queste critiche la maggioranza degli Istituti universitari sono in condizioni talmente assenti dalla ricerca moderna, che il versare danaro nell'Università è danaro buttato. Certo, occorre una scelta critica e si deve parlar chiaro, ma fatemi citare casi che dimostrano che entro l'università si può ben operare con un coordinato programma di ricerca: cito il caso dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare che finanzia gli istituti univer-

sitari italiani di fisica: le

かいの タンカーナルイン しょうなこう はらんないでい

meno: migliorare il nostro prodotto laureato per adeguarlo alle esigenze effettive della ricerca applicata, stimolare l'industria italiacerca o in qualunque altro na a sviluppare con coraggio e iniziativa propri laboratori di ricerca e di sviluppo, nei quali i fisici e gli ingegneri possano util-

Il sincrotrone in esercizio

ricerche italiane di fisica

dell'INFN sono, in un con-

fronto internazionale, pari

o migliori di quelle in qua-

lunque altro campo di ri-

ambiente scientifico italia-

zi la vitalità e la buona

qualità in questo lavoro dei

fisici viene anche dall'one-

rare in un ambiente che

ha contatto con la scuo-

la, che beneficia del costan-

te insegnamento che viene

a noi dal nostro stesso in-

Qui però viene un secon-

do punto che non vorrei

sembrasse in contrasto con

il primo: le ricerche del-

'INFN, le ricerche degli

Istituti universitari di fama

internazionale che l'Uni-

versità italiana possiede,

non sono merito nè del mi-

nistero della P. I. nè dei

bilanci universitari: i ri-

cercatori sono per lo più

docenti universitari, ma al-

tro personale ricercatore e

addirittura la maggioran-

za del personale tecnico, e

la maggior parte delle at-

trezzature, sono pagate da

altre vie: il CNR, il CNRN,

assegnazioni americane, as-

segnazioni NATO ecc., se-

condo formule più o me-

no precise, nella sostanza

correttissime, ma con plu-

ralità di amministrazioni

troppo complicate. A que-

sto occorre porre rimedio,

e quanto ho detto prima,

un finanziamento di base

ad ogni istituto dell'univer-

sità e una dotazione di ba-

se che permetta di fare ri-

cerca, con finanziamenti

straordinari da parte del

CNR, a chi li merita, è la

mia proposta per il futuro.

Insomma, accetto la criti-

ca di una Università pove-

ra ed avvilita, protesto ad

ogni tentativo di trapian-

tare altrove il grosso del-

la ricerca italiana, perchè

ne avremmo un qualche

temporaneo beneficio ma

avremmo nel giro di po-

chi anni compromesso la

fonte principale del nostro

benessere e della nostra

cultura. Io penso che un

paese con una università

mediocre è un paese con-

dannato senza speranza al-

ricolo, oggi, in Italia, c'è.

Domanda - Lei ha par-

lato di una Università che

soddisfi anche alle esigen-

ze pratiche del paese. Co-

me si può esercitare al

meglio il collegamento tra

l'Università e l'industria?

Come si concilia questo

con la libertà della ri-

cerca e con la libertà del-

Risposta — E' necessa-

rio oggi più che mai che

l'università fornisca al

paese laureati ben prepa-

rati ai compiti che li atten-

dono nella ricerca applica-

ta e fondamentale, nella

striale. Più che mai, ho det-

to, e prendo l'esempio an-

genze. In questi anni gli

studenti di fisica sono di-

ventati in Italia migliaia

tranno ovviamente avviar-

si tutti alla ricerca fonda-

mentale o all'insegnamen-

to medio: non vi sarà un

pazione solo a condizione

che essi trovino sbocco nel-

l'industria. Attualmente

recenti analisi, in Italia non

to andare in due sensi al-

l'insegnamento?

la mediocrità. Questo pe-

segnare ai giovani.

E' possibile un colloquio diretto tra l'università e l'industria? Non so, per insufficiente esperienza, quanto il colloquio diretto sia utile, e comunque temo che oggi la frattura tra le esigenze dell'industria e la preparazione dei laureati universitari sia in molti settori piuttosto grave. A questo proposito dirò che mi auguro che tra i compiti primi degli organi e deg'i Enti preposti alla ricerca (il Ministero della Ricerca Scientifica, il CNR, il CNEN) vi sia quello di allacciare un dialogo tra l'università e l'industria: innescare nell'industria lo spirito della ricerca e del progresso tecnico aiutandola in una prima fase con ricercatori, tecnici, attrezzature; e d'altra parte sottolineare alle università le vere esigenze dell'industria per migliorare i propri prodotti e crearne dei nuovi Questa catena: università. CNR. industria, è ormai necessaria.

Libertà

rinnovamento ed aggiornamento dell'università diminuisca la libertà della ricerca o la libertà dell'inl'università beni fondamentali. La libertà di un paesità densa di giovani ricersi sentono solo raccontare), e fornita dei mezzi per zia somma della libertà di

In conclusione vorrei dire che il nostro paese detecnica, nella attività inducora della fisica, l'unico campo del quale posso pen-(più di mille, tra tutti i corsi, in Roma soltanto). Questi studenti non poserio problema di disoccuquesto sbocco, sulla base di c'è a sufficienza. Le cause possono essere varie, ma per rimediare si dovrà cer-

la ricerca.

mente operare. lati adiacenti.

e società

Io non penso che questo segnamento, che sono nelse non è un bene ristretto alla cerchia della cultura; non lo si difende ma lo si mortifica e lo si mette in pericolo se si fugge il contatto con la società in cui si vive, e non si fornisce a questa il bene che ella ci chiede. Una univercatori che lavorano in laboratori dove le cose si vedono e si misurano (non cioè una università investita appieno delle sue responsabilità verso il paese adempierle, è una garanpensiero e può contare sulla sua libertà di ricerca.

ve avanzare, e molto, nel campo della ricerca fondamentale ed applicata, e nel campo della tecnica, e considero le sorti di ognuna di queste voci legate alle altre. Penso che l'aver · trascurato la ricerca e lo sviluppo tecnico e l'università sia la causa del nostro rallentamento economico attuale. Un paese che non ha sufficiente capacità propria di inventiva e di sviluppo, che troppo pesantemente si appoggia alle scoperte degli altri (l'acquisto continuo di brevetti all'estero!), che non apre a tutti i giovani meritevoli l'ingresso alla università. non arrà rero benessere nel mondo moderno. Il capitale fugge dai paesi scientificamente non bene attrezzati, o viene male implegato, a vantangio di pochi. Nessuna soluzione di politica economica, nessuna, può rimediare oggi alle manchevolezze sul piano tecnico e sul piano de!-

scienza e tecnica

La « Didattica della matematica » di Emma Castelnuovo

Un «laboratorio» per la matematica

l'Istituto Matematico dell'Università di Roma, ho assistito a una delle più belle lezioni che abbia ascoltato in vita mia La professoressa Emma Castelnuovo, della scuola media « Tasso » di Roma, teneva a una piccola folla di colleghi, insegnanti di Matematica in scuole medie (11-14 anni) di Roma, la prima conferenza-dibattito di un ciclo su «I nuovi programmi alla luce delle matematiche moderne - (iniziativa congiunta dell'Istituto matematico dell'Università e della società « Mathesis ⊳).

Il tema centrale di quella conferenza era , una lezione sul quadrato a bambini e bambine di 11 anni. L'oratrice non disegnava quadrati sulla lavagna, ma giocherellava, in apparenza oziosamente, con un quadrato articolato fatto con quattro listelle di plastica, forate alle estremità è tenute insieme con fermagli di plastica (tutti i materiali sono buoni, purché si ottenga un quadrato «snodato»). In verità, quel « giocherellare » non era ozioso; era una prima esperienza elementare del « laboratorio » matematico, la trasformazione di un quadrato in un rombo. Che cosa muta? che cosa resta invariato? Un "invariante" è, ovviamente, il perimetro. Al bambino (e anche all'adulto disattento) può sembrare a prima vista « invariante » anche la somma delle due diagonali, perché, quando si « abbassa » il lato che si fa muovere verso quello che si tiene fermo come base, sembrerebbe che quello che una diago-

nale perde in lunghezza è « riguadagnato » dall'altra. Questa prima «intuizione» o visione, è ingannevole. Il bambino se ne accorgerà considerando il «caso limite», del rombo «spiaccicato», ri dotto a due coppie di listelli tra di loro sovrapposte In questo caso limite, infatti la somma delle diagonali uguaglia il semi-perimetro al doppio del lato); mentre

ma delle diagonali è certametro, perchè una diagonale somma delle diagonali del «rombo articolato» non è una costante, è una funzione dell'angolo formato da due L'oratrice cita Galileo, a proposito di un altro inganno della «intuizione». «Veramente non credo che fra quelli che mancano di qualche cognizione di geometria se ne trovassero 4 per 100 che non restassero a prima giunta ingannati che quei corpi che da superficie uguali sono contenuti non fossero ancora in tutto uguali; sì come nello stesso errore incorrono parlando delle superficie... ignorando che può essere un re-

piazza contenuta da questo assai maggiore della piazza di quello -. A parità di perimetro, l'area di un rettangolo varia, essendo massima per il quadrato (dimostrazione sperimentale rigorosa non è elementare) minima — e precisamente nulla - per il rettangolo « spiac-

cinto uguale a un altro e la

ognuno ha fatto l'esperienza per conto suo, col suo quadrato snodabile, o col suo filo tenuto tra le dita a formare un rettangolo. Ora la dirigente del «laboratorio matematico - organizza un'esperienza collettiva. I bambini sono invitati a ritagliare, a casa, rettangoli aventi un dato perimetro (per esempio 20 cm.). con un lato scelto a piacere. e rettangoli aventi una data area (per es. 36 cmq), con un lato scelto pure a piacere. Nella classe-laboratorio, i primi rettangoli vengono appiccicati su un tabellone quadrato di legno, con due lati aderenti ai due - orli - perpendicolari in basso a sinistra: stessa operazione con l'altra serie di rettangoli e con l'altro tabellone. Ma allora si vede molto bene che il vertice - mobile -, opposto a quello fisso, posto nello spigolo in basso a sinistra descrive nel primo caso una retta (di equazione x+y=20), nel secondo un ramo di iperbole equilatera (di equazione x y = 36). Eccoci arrivati, ope-

rando, alle coordinate cartemi delle equaziont Le lezioni sul quadrato non sono così finite, ma qui ci fermiamo, perché nostra intenzione era quella di far vedere su di un esempio che cosa Emma Castelnuovo intende parlando di Didattica della matematica. Le cose che avevo sentito in quella bellissima lezione le ho ritrovate. insieme a moltissime altre, nel nuovo volume di Emma Castelnuovo, edito, col titolo sopra detto, dalla Nuova Italia (Firenze, 1963). La «lezione sul quadrato - ci fa capire subito alcuni principi della nuova didattica matematica della pre-adolescenza (11-14 anni). - Non è l'oggetto che attira l'attenzione dell'allievo. ma la sua trasformazione -. Le forme mobili sono più espressive del disegno: «un oggetto mobile attira l'attenzione del bambino molto di più di un oggetto fisso, sta-

Ma c'è di più: questa mobilità, questa trasformabilità, con la connessa ricerca di in-

varianti, e di funzioni che esprimono la variabilità. Immette l'allievo in una matematica diversa da quella tradizionale (« immobile »). « Un tipo di materiale "operativo" rispecchia anche la struttura della matematica, e in particolare della matematica moderna, dove non vengono studiati gli enti in sé, quanto piuttosto le operazioni che legano quegli enti. La matematica che viene a poco a poco scoperta dal bambino è

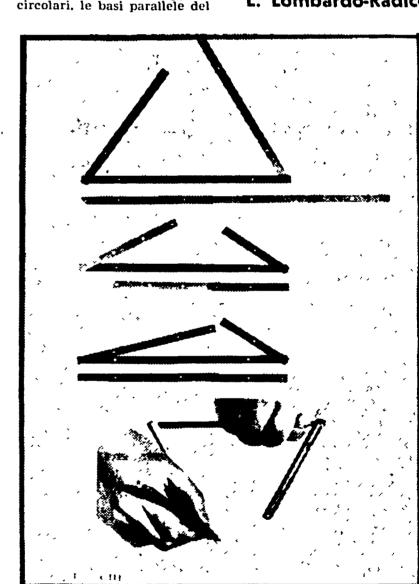
dunque una matematica mo-Una geometria moderna, una aritmetica (e algebra) moderna. Ecco (pagg 59 sgg) i bellissimi esempi di «sistemi eon una stessa struttura»; pari e dispari, più e meno, segnalazioni luminose con due interruttori hanno «leggi di composizioni isomorfe », della stessa forma (non possiamo soffermarci in una esposizione dettagliata; leggetevi il lībro). Ecco operazioni, assai semplici e concrete, non commutative o non associative, che mettono in evidenza il valore della legge commutativa e di quella associativa della aritmetica ordinaria: perché «di una proprietà non si avverte il valore fino a che non si fa vedere che esistono dei campi della scienza in cui tale proprietà non è valida». Si arriva poi, sempre con metodo da «laboratorio», a questioni parecchio elevate. Alle «trasformazioni affini». considerando ancora un quadrato snodabile, ma riempito da un « tessuto », da un doppio sistema di fili (sistemi di linee coordinate); deformando un cerchio in una ellisse, calcola facilmente l'area dell'ellisse. Con « piani di luce » si possono studiare le sezioni di un cilindro fatto a fili (a fili inseriti in due supporti

colari si passa all'iperboloide a una falda, al cono). Inclinando variamente una clessidra scopriamo in alaboratorio i vari tipi di «sezioni coniche ». E cost via, e cost

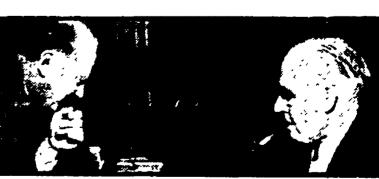
Emma Castelnuovo è, certo, una straordinaria insegnante. Ma quello che è andata elaborando in venti anni, collaborando a un ampio e ardito movimento internazionale per il rinnovamento dell'insegnamento matematico, vale per tutti. E' imitabile.

Senza paura di esagerare, affermo che, dopo quest'ultimo libro della Castelnuovo, noi sappiamo ormai benissimo che cosa deve essere l'insegnamento matematico tra gli 11 e i 14 anni. Si capisce che la elaborazione continua (abbiamo già in Italia un bel gruppo di insegnanti che inventano, esperimentano e studiano), ma il « grosso » è fatto, il nuovo punto di vista didattico adeguato al nuovo punto di vista della scienza matematica in rapido cammino, è trovato (è trovata la mediazione pedagogico-didattica tra cultura d'avanguardia e istruzione di base, di massa), Vogliamo sperare che ministri e burocrati.Ministeri • Centri didattici, non intralcino, non guastino, non frenin**o** questa grossa conquista, educativa e culturale, della nuova didattica della matematica: che si affidino, nelle deliberazioni amministrative, a un movimento che ha raggiunto ormai piena maturità e capache è stato, ed è ancora che deve diventare rapida-

gnamento matematico. L. Lombardo-Radice



Dizionario nucleare



Niels Bohr (a destra) con Heisenberg. Bohr, atomo di -- Sapche qualunque atomo è formato da un nucleo, attorno al quale ruotano alcuni elettroni, nel numero necessario a compensare la carica elettrica positiva del nucleo, Ma quando Rutherford nel 1912 enunciò questo modello atomico, gli fu obiettato che gli elettroni, ruotando, avrebbero dovuto irradiare energia (secondo i principi dell'elettromagnetismo classico), così che avrebbero perduto gradualmente velocità fino a cadere sul nu-

Il danese Niels Bohr nel 1913 trovò invece (egli sviluppo in particolare il caso più semplice, quello dell'idrogeno, che ha per nucleo un protone, attorno al quale ruota un solo elettrone) che questo non avviene perché - secondo la teoria formulata da Max Planck fin dal 1900 — l'energia non viene irraggiata in modo continuo ma a salti, la cui entità è proporzionale alla frequenza del moto della particella irradiante. Nell'atomo dunque sono * permesse * solo determinate orbite, e si ha ir-

raggiamento d'energia quan-

do un elettrone abbandona

una di queste orbite per saltare in quella inferiore, cioè più vicina al nucleo. L'elettrone che si trovi nell'orbita più bassa, la più vicina al nucleo fra quelle -permessenon può irradiare energia. ma può riceverne, e saltare quindi su un'orbita niù esterna. per tornare successivamente al punto di partenza irradiando.

L'energia in tal modo emessa (e anche quella ricevuta per saltare da un'orbita più interna a una più esterna) è esattamente definita, per ciascuno dei salti possibili in ciascuna specie di atomi, dal prodotto della frequenza corrispondente alle orbite in questione, per una costante (h. costante di Planck). Si dice che essa forma un -quanto -. Ciò spiega il fatto, già noto prima del modello atomico di Bohr-Rutherford, che ciascun elemento - cioè ciascuna specie di atomi emette solo radiazioni di frequenza caratteristica, vale a dire - righe spettrali - situate in una zona caratter:stica della scala dei celori. L'atomo dunque è un sistema stabile proprio perché l'energia non può essere 🗫

radiata in modo continuo.