Un grido di allarme dalle Università americane

Le condizioni della scienza negli Stati Uniti

Nonostante l'apparenza del contrario, dice il prof. M. King Hubbert, c'è grande confusione

L'articolo di cui riproduciamo qui le parti essenziali è apparso nello scorso marzo sulla rivista « Science », organo dell'Associazione Americana per il Progresso della Scienza. Esso è un riassunto della relazione svolta dal professor M. King Hubbert, presidente della « Geological Society of America », in una recente riunione di tale organizzazione, a Houston, Texas.

E' vero che la scienza è in così buone condizioni come sembra?

E' un luogo comune che viviamo in una delle epoche di maggiore attività scientifica della storia. Segni dello stato fiorente della scienza sono il grande aumento del numero degli scienziati, la proliferazione di pubblicazioni scientifiche, e le larghe somme di denaro che vengono spese per alimentare la attività scientifica Nella prima edizione di *American Men Of Science*, pubblicata nel 1906, erano elencati quattromila scienziati; nella decima edizione, pubblicata nel 1960, ce n'erano 115 000 Durante questo periodo il numero è raddoppiato ogni 10 o 11 anni Il numero di pubblicazioni scientifiche è raddoppiato ogni 15 anni e si avvicina ora a centomila Quanto al denaro che viene speso per la scienza, le spese annuali della Fondazione Nazionale per la Scienza, in sostegno della ricerca fondamentale, sono aumentate dai 4 milioni di dollari del 1952 ai 175 milioni del 1961, e il bilancio di quest'anno per il programma spaziale raggiunge i 5,4 miliardi di dollari

Tuttavia certi sintomi, che io ho osservato durante l'ultimo quarto di secolo cominciano a delineare una situazione che mi porta a concludere che in due dei suoi aspetti più essenziali la scienza non è in buona salute...

. . . . . .

Mi proposi circa cinque anni fa di esaminare alcuni dei testi universitari di fisica che erano largamente adottati in quell'epoca Esaminai e giudicai cinque di questi libri in base a due criteri: 1) erano esatte le proposizioni asserite in ciascun libro? 2) si giovavano esse di attendibili dimostrazioni o dovevano essere prese per vere « perchè il libro diceva così »?

Sulla base di questi due criteri il migliore dei cinque libri meritava appena un apprezzamento positivo nella misura dell'85 o 90 per cento, mentre il peggiore si aggirava sul 50 per cento

. . . . . .

(Dopo una ulteriore esemplificazione, l'autore osserva che non si tratta di qualche libro scorretto, bensì di una tendenza generale; di questa egli cerca di mettere in luce le cause).

Un altro fattore principale — probabilmente il più rilevante — è stata la confusione che è nata durante e dopo la seconda guerra mondiale relativamente alle funzioni delle nostre università nello sviluppo della scienza. Tradizionalmente una università è una comunità di studiosi la cui duplice funzione è: 1) ricercare i fondamenti ed estendere i confini della conoscenza; 2) comunicare questa conoscenza e l'atteggiamento mentale della ricerca e del sapere agli studenti

Durante la seconda guerra mondiale le nostre università furono gravemente colpite. Una notevole proporzione degli studenti virtuali erano nelle forze armate e molti dei membri scientifici delle facoltà furono impegnati in lavori direttamente connessi con la condotta della guerra Molte università divennero essenzialmente, in base a contratti governativi, laboratori militari di ricerca, che impiegavano larghi gruppi di collaboratori non accademici. Dopo la guerra questa situazione è diventata tendenzialmente permanente e ancora nel 1958-59 molte delle migliori università erano sostenute — in misura variabile dal 25 all'88 per cento dei loro bilanci totali — con fondi derivanti da contratti governativi di vario tipo La maggiore eccezione è Yale, che non ha contratti di sorta.

Inoltre le università sono entrate nel campo degli affari assumendo la gestione — per contratto governativo — di alcuni importanti laboratori per la ricerca industriale.

. . . . . .

Attualmente è in corso una gara in sede accademica per la cattura di larghe frazioni del beneficio rappresentato dai miliardi di dollari all'anno che dovranno essere spesi per il programma spaziale finanziato dal governo

L'effetto di questo tipo di diversione sulle università è disastroso Invece di rimanere in primo luogo istituti di educazione e centro di ricerca fondamentale e di sapere, le università sono diventate grossi centri di ricerca applicata In molte di esse i professori meglio pagati non hanno obblighi di insegnamento Invece di assicurare un'atmosfera di serenità con un minimo di sicurezza economica garantita dal trattamento accademico, in cui scienziati qualificati abbiano il tempo di pensare, le università sono diventate sovraccariche di impiegati di prima e di seconda classe. Quelli della prima classe, che portano il titolo di professore e godono il trattamento accademico, sono diventati in gran numero direttori di ricerca; quelli della seconda classe, la cui competenza spesso eguaglia o supera il livello della prima classe, dipendono dai progetti di ricerca e sono pagati in base a ciascun contratto.

Poichè questi contratti sono finanziati spesso solo in seguito a richieste di singoli o gruppi interni alle università, e poichè le università medesime dipendono largamente da essi, si capisce che un generoso premio è riconosciuto al promotore o « fondatore dell'impero » a danno del vero scienziato e sapiente. . .

. . . . . .

I membri delle facoltà sono promossi o esonerati in base alla quantità della loro supposta ricerca, raramente in base alla loro competenza come maestri. E il criterio della ricerca è la pubblicazione La produzione media per uomo che ci si attende in alcuni istituti — mi dicono — è di tre o quattro relazioni a stampa per anno In quasi tutte le università si ode ripetere il cinico slogan « pubblica o crepa »

Nelle università — come facilmente si comprende — un tale sistema favorisce decisamente l'opportunista capace di far circolare banalità in gran numero, mentre danneggia il vero uomo di scienza, impegnato su difficili e importanti problemi, la soluzione dei quali può richiedere una concentrazione di sforzi protratta per anni o anche decenni.

. . . . . .

Un altro fattore che opera nella nostra conversione all'autoritarismo è un punto di vista, che tende a prevalere, sulla evoluzione della scienza Secondo questo punto di vista, la conoscenza scentifica è divenuta così vasta in rapporto con le capacità limitate dell'intelletto umano individuale, che un singolo uomo può solo sperare di conoscere « autorevolmente » una piccola frazione di tutto Così noi saremmo costretti, se vogliamo evitare di essere dilettanti di scienza, a scegliere un qualche limitato dominio — la nostra « specialità » — di così piccole dimensioni che ci dia modo di leggere tutta la letteratura che vi si riferisce e quindi farci padroni di tutto quanto è noto intorno ad esso Secondo questo concetto tutti gli altri scienziati dovrebbero fare la stessa cosa, relativamente ad altri domini, così che il solo modo di conoscere qualche cosa fuori della propria specialità sarebbe accettare la parola di una autorità specialista in tale campo Perciò, secondo questo punto di vista, siamo condannati ad accettare l'autoritarismo a causa della immensità della conoscenza umana . . . . .

. . . . . .

Secondo la mia opinione questo stato di confusione è assolutamente non necessario, e sorge da un sostanziale travisamento della natura della scienza e della sua evoluzione. L'evoluzione della scienza infatti, non è una progressione dal semplice al complesso, ma proprio l'opposto E' una progressione dal complesso al semplice.

L'intera storia della scienza è la storia della progressiva riduzione di un caos di fenomeni in una forma che rientri nelle capacità di comprensione di un uomo medio. I più alti risultati della scienza sono perciò le grandi sintesi che hanno ridotto le più vaste serie di fenomeni a relazioni relativamente facili da intendere.

. . . . . .

Proprio perchè queste grandi generalizzazioni comprendono nel loro assieme l'intero mondo della materia e della energia — cioè l'intero mondo dei fenomeni osservabili — uno scienziato moderno non può permettersi di ignorarli. D'altra parte, se egli ha questo tipo di conoscenza, non è più necessario per lui caricare la sua memoria con una infinità di dettagli in qualunque campo egli scelga di lavorare; nè egli deve leggere tutta la letteratura relativa. Inoltre, purchè egli sia disposto a dedicare il tempo necessario alla conoscenza dei fenomeni essenziali, non c'è alcuna ragione pregiudiziale per cui egli non possa essere qualificato a ricercare nei campi diversi e numerosi in cui può imbattersi per effetto della sua curiosità o delle circostanze

D'altra parte, per chiunque sia educato in conformità con il punto di vista secondo il quale la scienza è diventata così vasta e complessa che il singolo uomo può solo sperare di intenderne un piccola parte, il caos iniziale dei fenomeni deve inevitabilmente rimanere un caos, semplicemente perchè un tale individuo non ha la possibilità di essere informato che già in larga misura questo caos è stato ridotto a termini comprensibili.

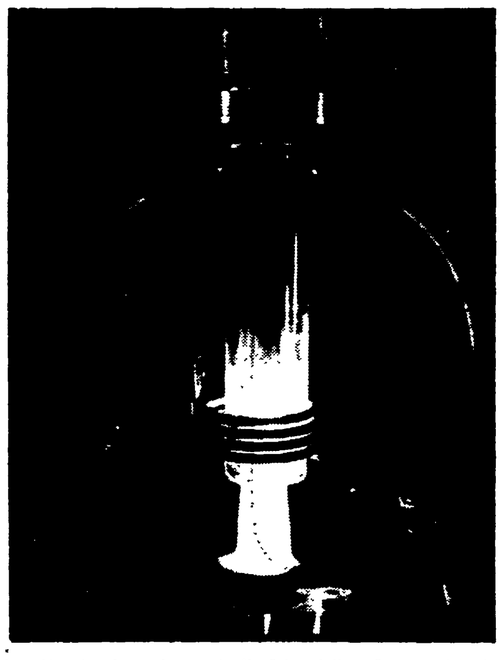
. . . . . .

Sembra che abbiano perduto di vista in larga misura le basi del nostro sapere e ci siamo rivolti all'autoritarismo Una causa di questa situazione è la condizione delle università. Nello stesso tempo i problemi di fronte ai quali si trova oggi la specie umana sono tali che una diffusa conoscenza scientifica è essenziale per affrontarli efficacemente Se soluzioni non catastrofiche di questi problemi devono essere trovate, è urgente che le nostre università tornino ad essere istituti di insegnamento e che ricevano una forma di sovvenzione più appropriata di quella attuale.

E' anche urgente che le università abbandonino la loro attuale ansia di banale « ricerca » e la loro contabilità fondata sul numero di pubblicazioni per anno, e cerchino di attuare una atmosfera in cui un Galileo, un Keplero, un Newton, un Darwin o un J. Willard Gibbs, potrebbero accettare di lavorare.

M. King Hubbert

Torcia a plasma



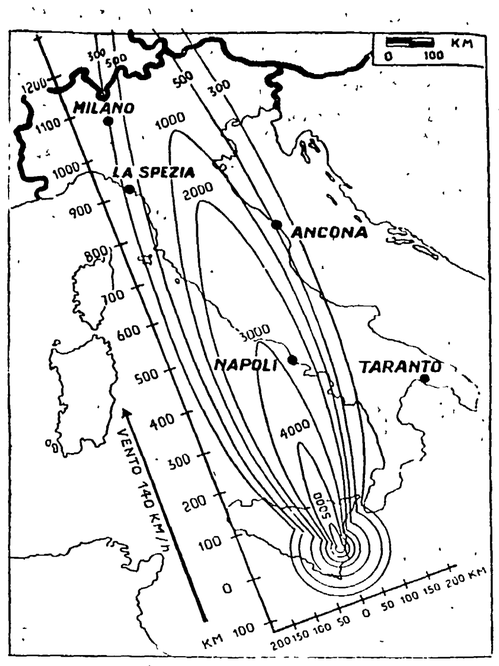
Una torcia a plasma (nella foto) della « Compagnie Générale de Télégraphie sans fil », di Parigi, è stata presentata a Milano in occasione del convegno su « Alcuni aspetti della fisica del plasma », che si è svolto nei giorni 6-7 maggio. Nell'apparecchio in questione il dardo di plasma può raggiungere — in dipendenza delle dimensioni e del gas prescelto — temperature fino a circa 15.000 gradi, di notevole interesse industriale.

scienza e tecnica

Terribili conseguenze della strategia « multilaterale »

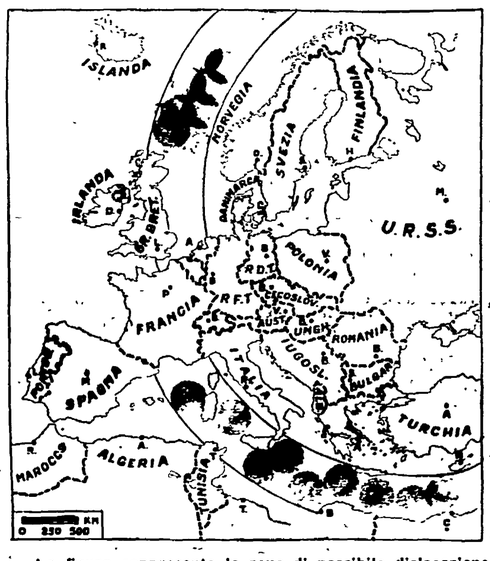
I Polaris attirerebbero sull'Italia e l'Europa bombe da 100 megaton

Secondo i calcoli del nostro esperto i sommergibili lanciamissili sarebbero facilmente distrutti con poche bombe ma il nostro paese subirebbe danni irreparabili



Lo scopo di questa figura è quello di dare un'idea approssimata dei possibili effetti radioattivi di una bomba H da 100 megaton, in caso di esplosione superficiale. Le curve tracciate nella figura sono state ottenute, per estrapolazione, dai dati resi noti dagli americani circa l'esplosione superficiale di una bomba H da 15 megaton, avvenuta sull'atollo di Bikini il 1° marzo 1954.

La serie di curve contrassegnate con i numeri 5.000, 4.000, 3.000, 2.000, 1.000, 500, 300 rappresentano i contorni delle aree in cui, nelle prime 36 ore dopo l'esplosione, tutti coloro che si trovassero all'aperto, senza alcuna protezione, percepirebbero rispettivamente una dose di raggi gamma equivalente a 5.000, 4.000, 3.000, 2.000, 1.000, 500, 300 roentgen. Si tenga presente che una dose di 600-700 roentgen corrisponde a una mortalità del 100 per cento, mentre una dose di 300 roentgen corrisponde a una mortalità del 7-15 per cento.



La figura rappresenta le zone di possibile dislocazione dei mezzi navali lancia-Polaris in Europa, in relazione alla gittata di detto tipo di missile. Le circonferenze tracciate entro la fascia di dislocazione rappresentano, rispetto ai rispettivi centri, la distanza massima a cui, in caso di esplosione sottomarina in acqua profonda di una bomba H da 100 megaton, si manifesta una sovrapressione di 10 kg. per centimetro quadrato e cioè un valore tale da mettere fuori combattimento i sommergibili colpiti. Si può constatare che la zona di 500.000 chilometri quadrati indicata nel riquadro ad Ovest della Norvegia verrebbe completamente neutralizzata con sole 8 bombe H da 100 megaton.

Una postazione missilistica del tipo non interrato, come quelle già situate in Puglia e che vengono ora sguarnite, viene messa fuori combattimento se è investita da un'onda d'urto la cui sovrapressione sia uguale a 1 kg. per centimetro quadrato Secondo il volume The Effects of Nuclear Weapons, *edito a cura della Commissione americana per l'energia atomica e del Pentagono nell'aprile 1962 (a pag 135), la predetta sovrapressione, in caso di esplosione superficiale, si manifesta a una distanza di 2,5 km per una bomba da 1 megaton e a 5,4 km per una bomba da 10 megaton Se si ammette che l'errore circolare probabile, e cioè il raggio del cerchio entro cui cadono il 50% dei missili lanciati, sia pari a 1,6 km, che le coordinate geografiche della postazione da distruggere siano conosciute con un'approssimazione di 5 km e che la probabilità di buona riuscita dei lanci missilistici sia pari all'80%, allora il numero dei missili da lanciare per avere la probabilità del 90% di distruggere l'obiettivo è uguale a 29 nel caso che si usino testate nucleari da un megaton e si riduce a 6 con testate da 10 megaton Ciò significa che, in caso di guerra, la presenza nelle Puglie di 30 missili Jupiter avrebbe attirato sul nostro paese un elevato numero di bombe H da 10 megaton.*

Il Polaris, data la testata relativamente piccola (0,6 megaton) che è in grado di trasportare, non può essere usato per distruggere obiettivi militari. Per convincersene basta tener presente che per distruggere una postazione missilistica interrata o protetta, tenuto conto delle ipotesi già fatte nel calcolo precedente, sarebbe necessario lanciare ben 220 missili Polaris. Si avrebbe cioè un consumo proibitivo e di conseguenza non ci si deve sorprendere se i portavoce dell'Aviazione statunitense dichiarano ufficialmente che il compito affidato ai Polaris è quello di colpire i grandi centri e cioè le grandi città sovietiche *(vedere R. E Lapp,* Kill and overtbill, *pag. 88). Si può dunque supporre che lo Stato maggiore dell'URSS attribuisca una notevole importanza alla neutralizzazione dei mezzi lancia-Polaris in caso di guerra.*

Se ora si affronta questo problema da un punto di vista tecnico, è necessario premettere alcuni dati sugli effetti delle esplosioni nucleari sottomarine In questo senso conviene calcolare i raggi entro cui si manifestano due valori di sovrapressione: la prima è uguale a 10 kg per centimetro quadrato e corrisponde a danni che impediscono al sottomarino colpito di lanciare correttamente i missili di cui è dotato; la seconda è uguale a 50 kg per centimetro quadrato ed è quindi tale da provocare il collasso della stessa struttura principale del sommergibile. Sulla base del diagramma riportato alla p. 303 del manuale americano già citato si trovano i risultati contenuti nella tabella.

RAGGIO DI DISTRUZIONE DELLE ESPLOSIONI NUCLEARI SOTTOMARINE IN ACQUA PROFONDA

Potenza della bomba in megaton	Raggio entro cui si manifesta una sovrapressione di 10 chili per centimetro quadrato (km.)	Raggio entro cui si manifesta una sovrapressione di 50 chili per centimetro quadrato (km.)
1	33,4	8,1
10	71,9	17,4
50	123,0	29,8
100	155,0	37,6

Come il lettore può constatare, data la natura del mezzo in cui si verifica la esplosione, i raggi d'azione sono molto elevati Una bomba da 100 megaton provoca una sovrapressione di 10 kg per centimetro quadrato a una distanza di ben 155 km! E' sulla base di questi risultati che si deve esaminare il problema della neutralizzazione dei sommergibili lanciamissili. Poiché è difficile conoscere con esattezza la posizione geografica di tali mezzi, il tiro di controbatteria consiste nel lanciare un certo numero di bombe H ad elevata potenza così da coprire un'intera zona di mare. Per esempio se si suppone di voler neutralizzare tutti i sommergibili che si trovano in una fascia di mare lunga 1000 km. e larga 500 km. e ci si accontenta di provocare almeno il danneggiamento degli stessi, nella ipotesi che le aree di distruzione si sovrappongano nella misura del 30% e che i lanci missilistici riescano correttamente nella misura dell'80%, allora bisognerà lanciare 50 razzi con testata da 10 megaton oppure 11 con testata da 100 megaton. Si può quindi concludere affermando che mentre con le basi fisse saremmo stati soggetti a una controbatteria con razzi da 10 megaton, l'adozione delle basi mobili attirerebbe sul nostro territorio e sui nostri mari i mostruosi ordigni da 100 megaton.

Per rendersi conto di ciò che potrebbe accadere in caso di guerra è interessante stabilire quali sono gli effetti di una bomba H da 100 megaton In relazione a ciò è necessario stabilire prima la struttura di una tale bomba. Questo è possibile perché gli scienziati americani hanno reso pubblici i risultati delle analisi compiute sui campioni della nube radioattiva emessa dalla bomba H da 58 megaton che i sovietici fecero esplodere il 31 ottobre 1961. Secondo quanto è riportato da Lapp nella sua opera già citata (p 36) i tecnici statunitensi hanno accertato che: 1) la bomba era inclusa in un involucro di piombo, e 2) meno del 2 per cento dell'energia da essa emessa proveniva dalla fissione, il resto dalla fusione. Ciò significa che, nel montaggio di collaudo, essa era una bomba straordinariamente « pulita », secondo la terminologia americana.

Il dr Bethe, un fisico americano di origine tedesca che si può considerare, su scala mondiale, come uno dei più autorevoli esperti in materia di bombe H ha dichiarato (vedere Lapp, op cit, p 37) che se la bomba fosse stata inclusa in un involucro di uranio invece che di piombo, l'energia liberata sarebbe stata maggiore di 100 megaton. Questo significa che i 50 megaton di energia, che si aggiungono ai 58 prodotti dall'esplosivo di fusione (il deuteridruro di litio-6) e dalla bomba atomica di innesco, proverrebbero dalla fissione, il che dimostra che la bomba da 100 megaton emette 2 500 kg di « veleni radioattivi » e cioè un quantitativo 2 500 volte maggiore di quello della bomba di Hiroshima!

Una volta accertato che la realizzabilità di una bomba H da 100 megaton è stata accertata sperimentalmente e che, per ragioni di trasportabilità, la metà della sua energia deve essere necessariamente emessa dall'involucro di uranio che funge da « riflettore » e da « tampone », si può procedere alla valutazione degli effetti di tale ordigno.

Il manuale americano già citato non contiene dati relativi agli effetti di bombe di potenza superiore a 20 megaton Di conseguenza bisogna ricorrere all'estrapolazione. Si ottengono così i seguenti risultati:

a) effetti meccanici (esplosione superficiale): raggio di distruzione: 30 km.; superficie distrutta: 2 826 km. quadrati; gli ordinari rifugi atomici capaci di resistere a una sovrapressione di 2,1 kg per centimetro quadrato vengono completamente distrutti entro un raggio di 8 km;

b) effetti termici: in una giornata limpida e in caso di esplosione aerea, una bomba da 100 megaton produce scottature di secondo grado sino a una distanza di 100 km.; a ciò bisogna aggiungere gli effetti incendiari e, in particolare, la « tempesta di fuoco » e cioè un incendio colossale, che si genera in caso di esplosione su una grande città, e che consuma tutto l'ossigeno presente in una vasta zona;

c) effetti radioattivi: sono i più vasti e micidiali: la zona in cui si manifesterebbe la ricaduta radioattiva letale si estenderebbe su una superficie enorme. Il prevedere la configurazione e l'estensione di tale zona è difficile, perché intervengono complicati fattori di carattere meteorologico Si può avere una idea di ciò che accadrebbe estrapolando i risultati delle misure fatte dagli americani dopo l'esplosione di una bomba H da 15 megaton In condizioni pressoché uguali a quelle che si ebbero in corrispondenza del predetto test americano la zona su cui si manifesterebbe un fallout molto pericoloso avrebbe una estensione di 90 000-100 000 chilometri quadrati, il che equivale a un terzo della superficie dell'Italia.

F. Di Pasquantonio

Un problema attuale della tecnica aeronautica

Il decollo verticale nell'esperienza sovietica

Un aereo pesante a reazione richiede una pista di cemento larga sessanta metri e lunga fino a tremila. La superficie di un aeroporto moderno raggiunge i 15-20 chilometri quadrati Gli aeroporti delle grandi città a volte distano da esse decine di chilometri, e il tempo necessario per recarvisi non di rado è uguale alla durata del volo. Effettivamente, per andare da Mosca a Leningrado un TU-104 non impiega che un'ora, mentre per andare dal Teatro Bolscioj all'aeroporto di Sceremetevo e dall'aeroporto di Leningrado al centro della città occorre molto più tempo.

E' per questo che i progettisti di aerei lavorano molto per la costruzione di velivoli che non richiedano grandi aeroporti.

Abbiamo l'elicottero, che può decollare e atterrare su piccole superfici. Però ha un grosso difetto: la sua velocità di volo è relativamente piccola. Perfino il primato mondiale di velocità degli elicotteri è inferiore di tre volte alla normale velocità di crociera di molti aeroplani moderni.

Per i voli su distanze medie e lunghe l'elicottero presenta svantaggi economici. Occorre una macchina che possa fare a meno dei grandi aeroporti e nello stesso tempo possa raggiungere una alta velocità di volo.

Sotto la direzione del noto progettista sovietico Nikolaj Kamov è stato creato un grande aereo di tipo originale: l'*eliala*. In esso sono uniti il principio dell'elicottero e quello dell'aeroplano. Due eliche portanti del tipo di quelle dell'elicottero danno all'*eliala* la possibilità di decollare e atterrare verticalmente. Quando invece si trova in volo orizzontale, l'apparecchio si libra con le ali, come un aereo, e si muove grazie ad eliche trattive del tipo di quelle dell'aeroplano.

L'*eliala* è più veloce dell'elicottero. Le macchine di questo tipo andranno bene su distanze medie e per velocità medie. Però su grandi distanze occorrono pur sempre gli aerei.

Si conoscono già aeroplani sperimentali forniti di potenti motori istallati verticalmente sulla coda per il decollo. Uno è, ad esempio l'aereo francese a reazione *Coléoptère*. Ha la fusoliera all'interno di un'ala anulare e nel complesso somiglia a una botte.

Sono stati costruiti modelli sperimentali di « convertiplani », in cui al momento del decollo le eliche si dispongono orizzontalmente, come negli elicotteri, e durante il volo cambiano posizione, assumendone una simile a quella che hanno negli aerei. In alcuni « convertiplani » insieme con le eliche cambiano posizione anche i motori, mentre in altri il cambio di posizione viene effettuato da tutta l'ala, coi motori e le eliche. Si tratta però di macchine molto complicate.

Tuttavia non è necessario far girare parti dell'aereo Per ottenere una trazione orientata verso l'alto si può fare inclinare verso il basso la corrente d'aria provocata dalle eliche o la corrente di gas riscaldati emessa dai tubi di scarico dei motori a reazione.

Gli aerei a elica di questo tipo hanno un potente sistema di *flaps*, superfici orientabili che inclinano la corrente verso il basso. E' il caso del nostro piccolo aereo per passeggeri AN-14, progettato da Oleg Antonov. Per il decollo e l'atterraggio l'AN-14 non ha bisogno che di una pista di poche decine di metri.

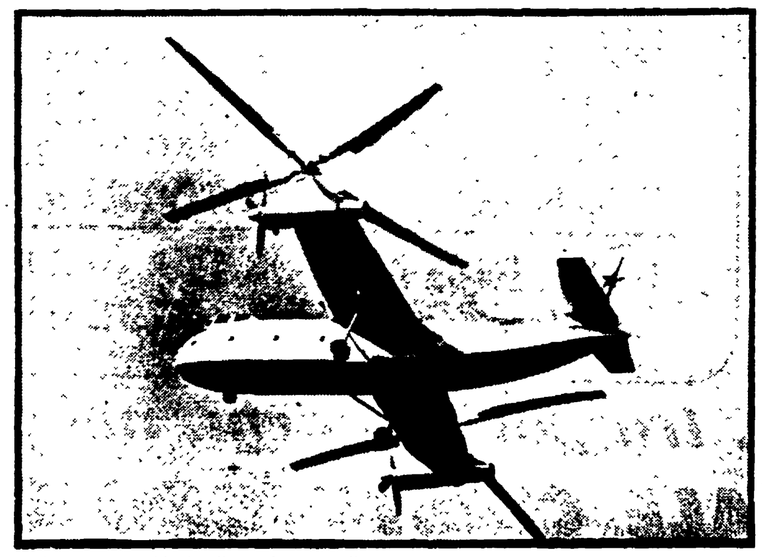
In alcuni aerei sperimentali a reazione nei tubi di scarico dei motori sono istallate alette girevoli azionate dal pilota dalla cabina Incontrando queste alette, il getto di gas s'inclina verso il basso e l'aereo decolla verticalmente. Dopo che l'aereo ha preso quota il pilota deflette le alette, il getto di gas diventa rettilineo e l'apparecchio vola orizzontalmente, come un normale aereo a reazione.

Il perfezionamento dei motori a reazione, che pesano poco e sviluppano una grande forza di trazione, ha indotto a pensare alla creazione di aerei forniti di due gruppi di motori: l'uno per l'atterraggio e il decollo verticale, l'altro per il volo orizzontale. Un apparecchio sperimentale di questo tipo è stato costruito in Inghilterra.

Uno dei problemi più difficili è quello della buona dirigibilità dell'aereo durante il decollo verticale, il passaggio al volo orizzontale e l'atterraggio. In questi momenti l'apparecchio non ha una velocità orizzontale, non è circondato da una corrente d'aria contraria, e per conseguenza i normali timoni aerodinamici non funzionano.

Nella maggior parte degli aerei costruiti per il decollo verticale vengono istallati timoni a gas, che funzionano con aria compressa in base al principio della reazione, e timoni a getto, che sono lastre collocate nel flusso dei gas emessi dal motore a reazione.

Per lo studio dei problemi del decollo e dell'atterraggio verticale sono stati costruiti numerosi apparecchi originali, di cui alcuni non somigliano neppure lontanamente agli aeroplani. Ad esempio, il Turboljot sovietico è un traliccio sul quale è istallato verticalmente un motore a reazione.



L'« eliala », ibrido fra l'aeroplano e l'elicottero

Lev Gilberg

(dell'Agenzia Novosti)