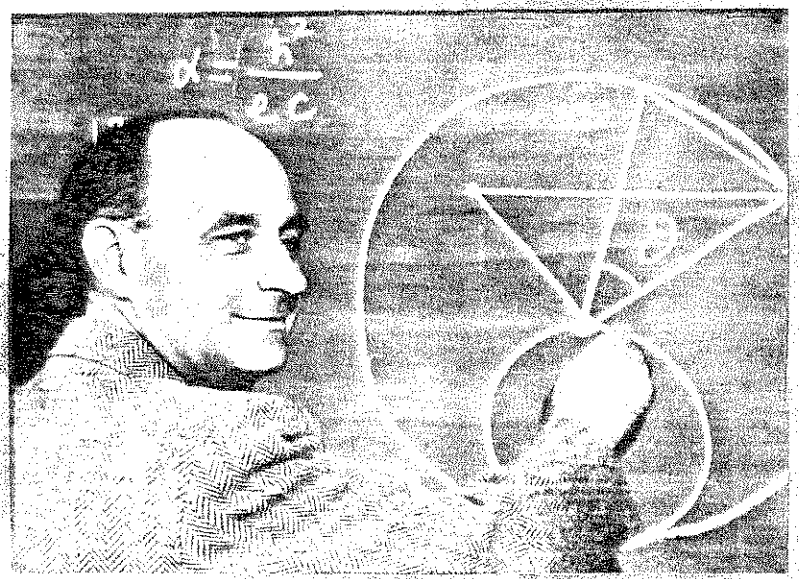
SCIENZA E GUERRA
LA RESPONSABILITÀ DEGLI SCIENZIATI

a cura di Antonino Drago



CUEN
1985

SCIENZA, TECNICA E CORSA AGLI ARMAMENTI

André Gsponer
GIPRI – Ginevra

1. Scienza e Tecnica

Una delle caratteristiche che differenzia l'uomo dalle altre specie è quella che non solo egli può inventare e utilizzare degli strumenti (materiali o concettuali), ma può anche perfezionarli. Durante quasi un milione d'anni, l'arte di fabbricare e di utilizzare gli attrezzi si è sviluppata in modo relativamente lento. Tuttavia, da alcuni millenni, questa evoluzione si è considerevolmente accelerata per, infine, sboccare nella tecnologia attuale (Meyer, 1975).

Questa accelerazione si è prodotta contemporaneamente ad altri cambiamenti importanti come quelli che permisero l'invenzione della scrittura e la nascita della scienza. Perciò, dall'antichità al Rinascimento, la tecnica si è sviluppata, in pratica, indipendentemente dalla scienza (Böhme, 1978). Essa fu innanzitutto l'affare degli artigiani, poi degli ingegneri, e utilizzò sistematicamente le risorse della scienza moderna soltanto a partire dalla fine del XIX secolo. Ad esempio, l'invenzione della macchina a vapore è stata il risultato di una successione di sviluppi tecnici. Invece l'invenzione del motore elettrico è stata resa possibile soltanto dalla scoperta delle leggi dell'elettricità.

Sono certamente diverse e complesse le ragioni dello sviluppo storicamente separato delle scienze pure e della tecnica. Tuttavia, per ciò che riguarda la tecnica, si può constatare che la realizzazione dello strumento richiama un meccanismo psicologico simile a quello del linguaggio. Questo parallelismo stretto fa pensare che le popolazioni capaci di fabbricare degli attrezzi sono state anche capaci di parlare (Ruffié, 1977).

Da parte sua, lo sviluppo della scienza, vale a dire di una conoscenza della natura che vuole essere obiettiva, si è reso possibile con l'invenzione della scrittura. La scrittura ha permesso l'accumularsi di un sapere obietti-

vo, cioè indipendente dalle persone, e di giungere all'idea di una ricerca sistematica, appoggiata sull'osservazione e l'esperienza controllata. Per di più, la scienza corrisponde a dei bisogni diversi da quelli che sono soddisfatti dalla tecnica. In particolare, il suo sviluppo corrisponde ad un bisogno spirituale e culturale dell'uomo, spesso chiamato "ricerca della verità" Questa ricerca dell'assoluto conferisce all'obiettivo scientifico un carattere "sacro", e alcuni scienziati arrivano a considerare l'ideale della conoscenza scientifica al di sopra di qualsiasi altro valore umano.

Per analizzare in dettaglio lo sviluppo delle scienze e della tecnica (che sarebbe legato anche allo sviluppo delle arti), bisognerebbe tener conto di un gran numero di fattori socio-culturali e storici, come pure dei motivi personali degli individui che realizzano questi sviluppi. Questi fattori sono evidentemente complessi. Per esempio, all'origine di una attività creatrice, sia di uno scienziato, sia di un artista o di un ingegnere, vi è sempre un insieme di cause, di tipo razionale, emotivo o materiale. Evidentemente, questi tre tipi di motivi non sono mai totalmente indipendenti gli uni dagli altri. Tuttavia, nei casi in cui la motivazione principale appare chiara, si possono riscontrare tre generi di attività creatrici, come mostra lo schema seguente:

Fattori razionali (bisogni spirituali)	Fattori emotivi (bisogni affettivi)	Fattori materiali (bisogni concreti)
(curiosità)	(sentimenti)	(desideri)
scienze	arti	tecniche

2. Le attività creatrici e le loro motivazioni

La figura 1 dà un aspetto sinottico della storia dello sviluppo delle tecniche, delle arti e delle scienze, in Occidente, come pure delle interazioni tra gli sviluppi. Il fatto notevole è che questi tre tipi di attività hanno seguito degli sviluppi quasi indipendenti fino al Rinascimento, epoca nella

quale un solo uomo poteva essere nello stesso tempo un ingegnere, un artista ed uno scienziato. Dal Rinascimento in poi, lo scienza ha cominciato a svilupparsi utilizzando sempre più degli strumenti prodotti dalla tecnica. E, reciprocamente, la tecnica ha utilizzato le teorie elaborate dalla scienza. Questa interazione tra la scienza e la tecnica è diventata sistematica all'epoca della rivoluzione industriale, per sboccare, nel XX secolo, nel processo di "Ricerca & Sviluppo". Tuttavia, gli sviluppi delle scienze e della tecnica sono rimasti paralleli, e divenne sempre più raro per una medesima persona essere allo stesso tempo uno scienziato e un ingegnere, e, per di più, un artista od un umanista.

Un aspetto importante degli sviluppi separati della scienza e della tecnica è l'educazione separata degli ingegneri, messi al margine delle università. Questa segregazione istituzionale, accentuatasi a partire dalla rivoluzione industriale, è carica di conseguenze. Gli ingegneri hanno generalmente una formazione scientifica limitata ai bisogni della loro specialità. Nello stesso tempo, gli universitari, siano essi scienziati od umanisti, spesso non hanno una visione valida del mondo industriale e delle realtà economiche. Per di più, gli ingegneri, come anche i fisici e i chimici, sono il più delle volte considerevolmente ignoranti in scienze umane. La nostra "modernità" si caratterizza per la divisione del lavoro e la segmentazione del sapere. In particolare, l'ingegnere civile, nato con l'industrializzazione è oggi formato secondo il modello, molto più antico, dell'ingegnere militare. Che egli sia al servizio dell'industria o dello Stato, la sua formazione intellettuale si riduce ad insegnargli la disciplina ed il "saper fare" relativo alla sua specialità professionale.

3. Ricerca scientifica e sviluppo tecnologico

Il progresso straordinario delle scienze naturali e delle tecniche industriali nel XIX e nel XX secolo risulta dall'aver reso istituzionale il processo d'innovazione che oggigiorno viene chiamato la "Ricerca & Sviluppo" (R&D). Questo processo adopera il "metodo sperimentale" della scienza moderna e abbina il "saper fare" tecnico con le conoscenze teoriche delle scienze esatte. Di conseguenza, il progresso scientifico permette di migliorare le realizzazioni tecniche; e, viceversa, gli strumenti sempre più perfezionati forniti dai tecnici permettono agli scienziati di progredire a loro

volta. Nell'evoluzione della tecnica, questo processo di sviluppo attualmente si è sostituito quasi del tutto ai metodi empirici tradizionali.

Nel campo della conoscenza scientifica, dall'invenzione del telescopio e del microscopio, sempre più perfezionati, la tecnica moderna permette all'uomo l'osservazione e lo studio dei fenomeni che, anche se naturali, non appartengono più al suo universo sensoriale immediato, ma all'infinitamente piccolo. Per di più, in qualsiasi genere di discipline scientifiche, la tecnica è utilizzata per creare e studiare, nei laboratori, dei fenomeni che non si producono normalmente nella natura (Janich, 1978). E' il caso, ad esempio, della fisica delle particelle elementari. Questa studia attualmente delle particelle artificiali prodotte con l'aiuto di giganteschi acceleratori di protoni e di elettroni sempre più perfezionati.

L'importanza della tecnica per lo sviluppo delle scienze le ha portate ad una forma di vera e propria dipendenza, che è evidente per la fisica contemporanea, e che si estende sempre più anche nelle scienze sociali. In queste condizioni, il "progresso" scientifico diventa sempre più dipendente dal "progresso" tecnologico. Ne consegue, e non soltanto a livello del gran pubblico (i cui membri, spesso confondono la scienza con le sue applicazioni tecniche), una confusione crescente tra un progresso reale della scienza e l'aumento delle "performances" degli apparecchi che essa utilizza.

Tuttavia, benchè siano accomunate dalla R&D, le scienze e la tecnica continuano a svilupparsi sotto l'effetto di impulsi e motivazioni differenti. La ragione d'essere della scienza rimane quella della partecipazione dello scienziato alla scoperta dei "segreti della natura", mentre la tecnica continua ad essere motivata dall'obiettivo concreto di "dominare la natura" e di "trasformare il mondo". Ne risulta una divisione che contribuisce considerevolmente all'efficacia della R&D; questa produce invenzioni che poi servono principalmente gli interessi di un progresso tecnologico concepito come una "dominazione della natura", una "conquista dell'universo", e che naturalmente aumentano costantemente le nostre capacità di distruzione.

Il funzionamento del processo R&D è schematizzato nella figura 2. Essa ricorda che alla base di questo processo vi è quell'interazione per cui la tecnica applica le nuove teorie della scienza, e, a sua volta, la tecnica fornisce alla scienza strumenti sempre più perfezionati. E' la cosiddetta "spirale scienza-tecnologia" (Casimir, 1972).

Da un lato, la scienza è insegnata nelle Università. Queste sono generalmente responsabili della ricerca scientifica. Questa ricerca si interessa principalmente alle questioni fondamentali, è internazionale e i suoi risultati sono normalmente pubblici e facilmente accessibili. Gli scienziati sono generalmente motivati dalle soddisfazioni personali che essi ricavano dal loro lavoro, grazie alla "libertà accademica" (relativa) e al prestigio che conferiscono loro il sapere e le scoperte. Essi si sentono liberi da qualsiasi responsabilità quanto alle applicazioni buone o negative di questo sapere.

Dall'altro lato, la tecnologia è insegnata nelle scuole politecniche e nelle scuole professionali. Benchè queste scuole politecniche partecipino alla ricerca (fondamentale o applicata), la ricerca applicata è sviluppata soprattutto nelle industrie e nei laboratori nazionali (civili o militari). Dato che queste ricerche conducono a delle applicazioni, i risultati sono generalmente protetti da brevetti di invenzione o avvolti dal segreto.

Il punto essenziale, nel contesto della separazione tra la scienza e la tecnica, è il fatto che il potere risultante dalla conoscenza scientifica si esercita mediante applicazioni tecniche. Come sostiene Oppenheimer: "l'influenza della scienza sulla società si esercita tramite la tecnologia".

Al fine di paragonare più adeguatamente i ruoli complementari degli scienziati e degli ingegneri nella R&D, è interessante esaminare alcune statistiche concernenti i laboratori di ricerca (cfr. tavola 1).

Nel 1978, il Dipartimento USA dell'energia impiegava 18.000 scienziati ed ingegneri in 18 grandi laboratori dove si opera nei campi del perfezionamento delle armi nucleari, della fisica nucleare e della fisica delle particelle elementari. Questi scienziati ed ingegneri rappresentavano il 34% del personale di questi laboratori, e si ripartivano in questo modo: 49% di ingegneri e 51% di scienziati. Per lo stesso anno, in una statistica riguardante 310 laboratori americani, di cui il 70% erano laboratori industriali, troviamo una proporzione di 56% di ingegneri e 44% di scienziati. Perciò, almeno la metà dei ricercatori sono ingegneri.

A livello di ricerca fondamentale, la ricerca è fatta principalmente dagli scienziati (fisici, chimici, matematici, ...), che sono assistiti dagli inge-

gneri per la realizzazione delle loro esperienze. A livello di ricerche applicate, la situazione è rovesciata, e sono gli ingegneri (meccanici, ingegneri-fisici, elettronici, ...) che perfezionano le loro apparecchiature con l'aiuto degli scienziati.

Via via che le scienze si sviluppano, nuove conoscenze passano dal campo della scienza pura a quello dell'ingegneria. In questo passaggio gli scienziati potrebbero avere un'influenza determinante sulle applicazioni della scienza. Così, in fisica nucleare, l'inizio degli anni 1950 corrisponde alla fine degli studi teorici necessari per la bomba atomica e per i reattori nucleari: è l'epoca del passaggio definitivo delle conoscenze sulla scissione nucleare dal campo della scienza pura e quello dell'ingegneria. Ed è anche l'epoca a partire dalla quale gli scienziati (Einstein o Weisskopf compresi) non hanno più nessuna influenza reale sulla applicazioni civili o militari dell'energia nucleare.

Una transizione simile si sta preparando nel campo della fisica delle particelle elementari. Si può infatti constatare che la tecnica di costruzione dei grandi acceleratori sta passando dalle mani degli scienziati a quelle degli ingegneri. Questa transizione corrisponde alla formazione di una tecnologia nuova, quella dell'"ingegneria degli acceleratori", le cui applicazioni si estenderanno a numerosi campi come la medicina, l'energia e il militare.

Questo libero passaggio della conoscenza, dalla scienza fondamentale alla tecnica, è una caratteristica essenziale del processo della R&D. Da un lato, esso libera gli scienziati dagli incarichi e dalle responsabilità legate alle applicazioni delle loro scoperte, permettendo loro di proseguire nelle ricerche teoriche indipendentemente dalle conseguenze che esse potrebbero avere. Dall'altro lato, esso permette ai poteri politici, militari, industriali (e altri) di utilizzare gli ingegneri ed i tecnici per costruire degli ordigni che servano a realizzare i loro scopi.

4. La corsa agli armamenti

Circa il 24% del denaro che il mondo spende per la R&D è direttamente destinato a dei programmi militari (Norman, 1979). Aggiungendo a questa cifra le percentuali relative alla R&D nei campi dell'espolorazione

spaziale, dell'energia e delle scienze fondamentali (tali campi hanno soprattutto delle applicazioni militari), la tabella 2 indica che almeno il 50% del budget globale finanzia di fatto, direttamente o indirettamente, la R&D militare. Per alcuni paesi, ed in particolar modo per le grandi potenze, questa proporzione del 50% è forse una sottovalutazione. Negli Stati Uniti, ad esempio, la percentuale dei fondi governativi per la ricerca destinati direttamente alla R&D militare è passata dal 44% al 53% tra il 1980 ed il 1982 (Norman, 1981). Nel 1984, questa percentuale sarà del 67%, record assoluto nella storia (Physics Today, 1983). A titolo di paragone, nel 1940, gli Stati Uniti spendevano più per la R&D in agricoltura che per la R&D militare. Nel 1970 invece, mentre il finanziamento per la ricerca militare era in diminuizione grazie alla "distensione", era tuttavia ben 8 volte più importante del finanziamento per la ricerca in agricoltura.

Come mostra la tabella 3, il finanziamento per la ricerca militare nelle altre grandi potenze ha delle percentuali piuttosto simili. Nel caso dell'U.R.S.S., le valutazioni quantitative sono evidentemente difficili da stabilire. Tuttavia il SIPRI ha pubblicato recentemente un parallelo tra gli U.S.A. e l'U.R.S.S. in cui appare che l'Unione Sovietica dedica alla ricerca militare certamente più mezzi (materiali ed umani) che non gli Stati Uniti; ma, nello stesso tempo, il rendimento della ricerca in URSS è probabilmente più basso che negli USA. (Acland-Hood, 1983).

L'esame del tipo di ricerca finanziata a scopo militare ha anch'esso la sua importanza. La tabella 4 ci mostra ciò che valeva per Francia nel 1978. In questo paese, nel 1982, il 65% della R&D militare era destinato all'elettronica, al nucleare e all'aeronautica (Augereau, 1983): tre settori nei quali le tecnologie già esistenti sono largamente sufficienti per i bisogni civili.

Malgrado il fatto che il loro finanziamento richieda delle somme molto meno importanti, la ricerca militare non rimane indifferente alle scienze sociali. Infatti, e soprattutto per ciò che riguarda le branche che permettono di perfezionare i metodi di manipolazione del comportamento umano, queste ricerche nelle scienze sociali possono avere un impatto militare molto importante (Finger, 1983). Per di più, contrariamente alle ricerche nelle scienze naturali, qui delle piccole équipes dotate di mezzi relativamente modesti possono svolgere un lavoro considerevole.

Nel mondo, circa tre milioni di scienziati e di ingegneri dedicano il loro talento alla R&D. Inoltre, coloro che consacrano il loro lavoro allo sviluppo di nuove armi vanno calcolati a più di mezzo milione, vale a dire un ricercatore su sei (Norman, 1979). A seconda della specializzazione, la proporzione di ricercatori impegnati su dei progetti a scopo militare è più o meno rilevante. Per ciò che riguarda i fisici, i chimici, gli astronomi, i matematici ecc..., risulta il fatto che più della metà lavora di fatto (coscientemente o non) per i militari (Woollett, 1980). Questa proporzione del 50% è molto allarmante. In pratica, essa sta a significare che lo sviluppo della scienza e della tecnologia è necessariamente dominato dagli interessi militari, e non dai bisogni civili.

D'altronde, i ricercatori che non lavorano (o, perlomeno, non sanno di lavorare) per la soluzione di problemi militari, bisognerebbe che tenessero conto che, in certe fasi dello sviluppo delle armi nuove, il numero dei ricercatori direttamente necessari può essere molto ristretto. Nel progetto Manhattan, per esempio, più di 200.000 persone (tra cui 10% di scienziati e di ingegneri) sono state indispensabili per la costruzione delle fabbriche necessarie per creare i componenti della prima bomba atomica. Però occorsero meno di 50 scienziati per realizzare la bomba atomica stessa. Questa situazione si ripete oggi con gli acceleratori di particelle. Migliaia di ricercatori sono impegnati a perfezionare gli acceleratori (per studiare le particelle elementari, la fusione termonucleare, la fisica del plasma, gli effetti delle armi nucleari ...) ma soltanto alcune decine di scienziati sono necessari per trasformare questi acceleratori in armi a fasci laser o di particelle.

Il risultato di questo immenso sforzo della R&D è che il numero e la qualità degli armamenti aumentano sfrenatamente. A tal punto che la scienza e la tecnologia, che consentono questa corsa agli armamenti, costituiscono oggigiorno uno dei più gravi pericoli per l'umanità. Pertanto la corsa agli armamenti è tecnicamente impossibile senza la collaborazione attiva degli scienziati e degli ingegneri. E' per questo, e in particolar modo per l'esperienza della bomba atomica, che un certo numero di scienziati e di ingegneri sono in crisi e tentano di capire la parte di responsabilità che incombe sulla scienza e sulla tecnologia per questa corsa agli armamenti.

Una delle condizioni necessarie per la corsa agli armamenti è indiscutibilmente la scienza con i suoi legami tecnologici. Tuttavia anche altri fattori le sono indispensabili. (In linea di principio, certe condizioni potrebbero pure essere sufficienti). Per esempio, la volontà di concepire delle nuove armi con il fine di conquista, o di semplice difesa. Comunque, l'analisi del processo della corsa agli armamenti mostra che non sono dei fattori di questo tipo che oggigiorno hanno un ruolo di grande importanza. Al contrario, la corsa agli armamenti risulta dall'interazione complessa di un gran numero di fattori. Questi sono stati studiati da molti specialisti, e i vari punti elencati corrispondono ai più importanti (Panofsky, 1981; Grapin, 1981; Duval, 1982).

* La corsa agli armamenti è raramente il risultato di un processo "azione-reazione" tra i due avversari virtuali, sia sul piano della strategia militare che su quello tecnico.

* Spesso in questa corsa, al contrario, interviene l'effetto "specchio" e cioè, invece di reagire con delle contromisure tecniche o militari, ciascuno s'ingegna più semplicemente per realizzare il nuovo sistema introdotto dall'avversario.

* La dissimmetria delle "percezioni", dovuta sia alla dissimmetria dell'informazione e dell'interpretazione, sia all'incertezza e alla paura, ha un ruolo importante nella corsa agli armamenti.

* I ritardi nella realizzazione delle armi nuove, che si prolungano sempre più, aumentano questa incertezza e, dunque, le precauzioni con cui ognuno intende circondarsi.

* I negoziati sul disarmo favoriscono essi stessi la corsa agli armamenti, a causa dell'usanza di concedere delle compensazioni per i tagli concordati tra i negoziatori: e, poi, a causa della necessità di rassicurare l'opinione pubblica militarista, rinforzando gli armamenti nei campi esterni ai negoziati.

* Le pressioni dovute alle istituzioni responsabili dello sviluppo e della fabbricazione dei sistemi d'armi e anche a quelle che dovranno utilizzarli, intervengono in modo significativo nella corsa agli armamenti; tutto ciò sia in regime capitalista, sia in quello comunista.

* Dal punto di vista macro-economico, in molti paesi, le spese per gli ar-

mamenti sono utilizzate per riassorbire la disoccupazione, le eccedenze delle entrate o per nascondere altri problemi. Per altri paesi, le esportazioni d'armi costituiscono una fonte di ricavo importante per il risanamento della bilancia dei pagamenti, ecc...

* Dal punto di vista micro-economico, molte industrie cercano i vantaggi della manifattura e del commercio delle armi. I clienti non sono dei privati ma degli Stati. E i mercati non sono mai saturi, a condizione ovviamente di convincere i governi a modernizzare i loro equipaggiamenti militari.

In effetti, e ciò soprattutto a partire dalla guerra fredda, le dottrine strategiche basate sulla dissuasione contribuiscono largamente ad accelerare la corsa agli armamenti. Non arrivando a risolvere i loro conflitti (sia tramite il negoziato, sia con la guerra, resa ormai troppo pericolosa dalle armi nucleari), le grandi potenze si sono impegnate in un processo di intimidazione reciproca che necessita il perfezionamento continuo delle loro armi. Infatti, la percezione della dissuasione per l'avversario non può essere che temporanea: l'inferiorità qualitativa può essere corretta da uno sforzo della R&D, mentre l'inferiorità quantitativa dai sacrifici economici.

Concludendo, qualora si volesse tentare una sintesi dei diversi punti sopra indicati, si constaterebbe che gli aspetti strettamente militari o politici sono secondari nei confronti degli aspetti economici o tecnici. In particolar modo, la corsa agli armamenti (come la corsa alla tecnologia che le è parallela) viene direttamente incoraggiata dalle teorie economiche (socialiste o capitaliste) che esaltano il produttivismo e la crescita (Passadeos, 1980). Per questo tipo di motivi, il controllo della corsa agli armamenti sfugge sempre più al potere politico, per passare nelle mani di ciò che viene chiamato il "complesso militar-industriale" o ancora il "sistema scientifico-militar-industriale".

5. Il sistema scientifico-militar-industriale

La dinamica della corsa agli armamenti deve la sua complessità al fatto che fa intervenire un gran numero di fattori generalmente indipendenti. Comunque, quando si tenta di raggruppare questi fattori secondo la loro

natura politica, economica, strategica o tecnica, si giunge a impostare le condizioni necessarie e sufficienti allo svolgimento della corsa agli armamenti nel modo seguente:

condizioni	sufficienti	politiche
		strategiche
	necessarie	economiche
		tecniche

Infatti, i politici ed i militari, anche se dispongono effettivamente di un potere decisionale, non posseggono tuttavia direttamente i mezzi necessari per fabbricare o per perfezionare gli armamenti. Le volontà politiche o strategiche non sono quindi che delle condizioni sufficienti. La fabbricazione delle armi necessita invece di una abbondanza di materie prime, di capitali, di mano d'opera qualificata, ecc... Essa necessita pure di un insieme di esperti per poter utilizzare in modo efficace queste risorse. Questi fattori economici (e soprattutto i fattori di produzione e l'organizzazione della produzione) sono delle condizioni necessarie alla corsa agli armamenti. Nello stesso modo, la collaborazione degli scienziati e degli ingegneri è assolutamente necessaria, specialmente per perfezionare gli armamenti ed i metodi di produzione.

Lo schema sopra indicato mette in rilievo quattro forme di potere: le "volontà" politiche e strategiche, e i "saperi" economici e tecnici. Ognuna delle quattro forme di potere influenza in modo diverso, ma essenziale, non solo l'andamento della corsa agli armamenti ma anche lo sviluppo delle società industriali. Il modo in cui questi quattro tipi di forze sociali agiscono, è rappresentato nella figura 3. In questo schema, la società e l'industria (nel senso lato di insieme della attività umane, produttrici ed altre) sono sottomesse all'influenza di diverse forze, le quali sono divise in quattro categorie, secondo il loro carattere associativo o dissociativo, necessario o sufficiente.

Nella figura 3, l'asse verticale differenzia i poteri a seconda se la loro azione è necessaria (sapere) o sufficiente (volere). L'asse orizzontale diffe-

renzia i poteri in funzione del loro modo di azione. Perciò, il concetto utilizzato è quello di associazione/dissociazione. Questo concetto caratterizza tanto il modo in cui questi poteri agiscono sulla società (influenzandola in maniera a loro propria), quanto il modo in cui questi poteri si sviluppano e si organizzano.

Ad esempio, le azioni e le teorie politiche tendono generalmente a risolvere i problemi e i conflitti nel loro insieme: esse sono chiaramente associative. Al contrario, l'evoluzione rapida della tecnica e la sua influenza crescente sulla società proviene dal fatto che essa tende a separare i problemi e a risolverli successivamente. Quest'approccio dissociativo è anche caratterizzato dalla mentalità degli scienziati: se, da una parte i politici tendono a collegare tutto, dall'altra parte, gli scienziati, al contrario, hanno la tendenza a separare tutto. Gli stessi caratteri associativi o dissociativi si applicano rispettivamente ai poteri economici e strategici.

Questa schematizzazione dei poteri secondo i due assi permette di porre in risalto due paradossi tipici delle società industrializzate. Da una parte, sull'asse orizzontale, mentre gli sviluppi strategici e tecnici dovrebbero essere subordinati ai bisogni politici ed economici, sono invece gli interessi strategici e tecnici che si impongono da loro stessi, sempre di più. Questa influenza crescente deriva dalla facilità con la quale l'approccio dissociativo permette di risolvere (parzialmente) i numerosi problemi. D'altra parte, sull'asse verticale, il potere effettivo appartiene ai politici e agli strateghi, anche se questo potere non è che simbolico e dipende in definitiva dalla sottomissione dei poteri economici e tecnici. La figura 3 permette ancora di illustrare altri aspetti relativi alla dinamica della corsa agli armamenti. In modo particolare:

1. Il triangolo politico-economico-industriale corrisponde alle preoccupazioni dominanti delle istituzioni politiche tradizionali. Infatti, dalla rivoluzione francese e dalla rivoluzione industriale in poi la maggioranza delle strutture sociali messe in piedi ebbe il compito di risolvere i problemi relativi al mondo del lavoro, all'industrializzazione e alla ripartizione delle ricchezze. Ciò spiega in parte perchè i sindacati, i partiti politici, le istituzioni governative e anche l'opinione pubblica s'interessano soltanto in maniera indiretta agli affari militari, all'ecologia, alla politica della scienza, ecc...

2. Mentre idealmente (cfr. Clausewitz), il potere militare dovrebbe essere subordinato al potere politico, in pratica, in nessun paese del mondo ciò succede realmente. Difatti (senza prendere in considerazione il caso estremo delle dittature militari), i privilegi concessi alle istituzioni militari e le priorità di cui godono le forze armate, fanno sì che il controllo democratico di queste istituzioni sia in pratica impossibile. Questi privilegi e priorità provengono in modo particolare dall'influenza considerevole del *militarismo*, vale a dire dall'idea che soltanto la forza e la violenza possono, come ultimo ricorso, risolvere i conflitti ed assicurare la "difesa nazionale".

3. Lo sviluppo della tecnica dovrebbe subordinarsi ai bisogni effettivi. Infatti le società industrializzate stanno seguendo un super sviluppo economico e tecnico. I problemi che risultano da questa situazione sono stati sottolineati questi ultimi dieci anni da innumerevoli autori (Grinevald, 1982), e più particolarmente, dagli ecologisti. Sono loro che hanno ispirato alcuni economisti a contestare il mito della crescita illimitata, a tener conto delle costrizioni imposte dall'inquinamento e dall'esaurimento delle risorse naturali (Georgescu-Roegen, 1979) o ancora a mettere in evidenza il fenomeno del rendimento decrescente delle tecnologie (Giarini, 1979). Questo ultimo fenomeno è, d'altronde, particolarmente evidente negli armamenti: ogni nuovo sistema è sempre più complesso e più costoso del precedente, ma i rendimenti che esso apporta sono sempre minori nei confronti delle generazioni precedenti. Tuttavia, lo sviluppo tecnico-scientifico prosegue praticamente senza alcun legame con i bisogni economici essenziali, senza rispetto per l'ambiente, e sempre nel senso di una complessità tecnologica crescente. Per di più, l'accettazione quasi universale dello *scientismo* (cioè la fede assoluta nella scienza e nella sua capacità di risolvere tutti i problemi) (Thuillier, 1980), fa in modo che lo sviluppo della scienza e della tecnica goda di priorità elevatissime, indipendentemente dai bisogni economici o politici reali.

4. Il triangolo tecnico-strategico-industriale è caratterizzato dalla sua notevole indipendenza dai fatti politici ed economici. Infatti, tanto il rafforzamento costante delle forze armate, quanto lo sviluppo illimitato delle tecniche sono dei principi incontestati nelle società industrializzate. Per di più, come i militari, anche gli scienziati godono di molti privilegi, come ad esempio, il monopolio della scoperta, il segreto e l'assenza di controllo democratico. Nello stesso modo, anche se non è militare nel senso stretto della parola, la scienza è inseparabile da uno stato mentale per il quale "ca-

pire la scienza, significa conquistare il mondo" (Blanc, 1983).

A livello personale, gli scienziati ed i militari si assomigliano sotto molti aspetti: si sentono destinati ad una missione (difendere la patria o fare progredire la conoscenza); le loro organizzazioni sono fortemente gerarchizzate; i loro sistemi di remunerazione e di ricompense sono simili (stipendi relativamente modesti, ma diplomi, medaglie, viaggi, ...); ma soprattutto, nè i militari, nè gli scienziati sono direttamente responsabili delle conseguenze dei loro atti.

La fabbricazione ed il commercio degli armamenti presentano un gran numero di vantaggi economici (alcuni dei quali sono stati menzionati nel paragrafo precedente), e fanno in modo che la maggior parte delle grande industrie (in regime capitalista o comunista) tendono a preferire la produzione di armamenti ad altri tipi di produzione (Grapin, 1981). D'altra parte, per gli scienziati e gli ingegneri, il perfezionamento degli armamenti costituisce una fonte di problemi nuovi e particolarmente interessanti. D'altronde, le nuove armi raramente sono sviluppate dietro richiesta dei militari: esse sono generalmente proposte dai ricercatori che le hanno ideate (New Scientist, 1977; Leitenberg, 1977). Ne risulta una concordanza di interessi tra la R&D, il potere militare e le grandi industrie. Ciò viene chiamato "il sistema scientifico-militare-industriale" (SSMI).

Il SSMI esiste tanto nei paesi dell'est quanto nei paesi dell'ovest. Contrariamente a ciò che affermano molte pubblicazioni dei paesi dell'est, il complesso militar-industriale non è tipico dell'economia capitalista. Gli ordini di armamenti infatti, benchè corrispondano spesso a delle somme colossali, danno utili netti modesti. Ciò che procurano invece i contratti militari (tanto per le industrie quanto per i laboratori di ricerca), è del lavoro e la possibilità di sviluppo ulteriore per periodi relativamente lunghi: una sicurezza a medio termine che è legata al fatto che il cliente o il committente principale è lo Stato.

Il SSMI, in quanto processo istituzionalizzato, è anche il risultato di una evoluzione che fa in modo che oggi una delle caratteristiche principali delle società industrializzate è il loro permanente stato di preparazione della guerra. Dalla seconda guerra mondiale, e soprattutto dalla guerra fredda, questa preparazione della guerra è diventata indispensabile al funzionamento delle economie dei paesi industrializzati dell'est come dell'ovest; e tutto

ciò anche se la proporzione del prodotto nazionale lordo destinato alle spese militari non oltrepassa che raramente il 5 – 10%. Infatti, messe da parte tutte le considerazioni sulla sua utilità militare, l'industria degli armamenti funziona anche come uno strumento di regolazione della congiuntura economica. E, riguardo ad altri eventuali ruoli, la spesa militare detiene il vantaggio non trascurabile che essa è più facilmente mobilizzabile presso l'opinione pubblica (Grapin, 1981).

6. Ricerche civili, ricerche militari, riconversioni

La ricerca militare mobilita più del 50% delle risorse finanziarie ed umane destinate alla ricerca in generale. E' quindi inevitabile che le ricerche dette civili siano fortemente condizionate dalle ricerche militari. Questo condizionamento è particolarmente evidente per ciò che riguarda le scienze applicate quali, ad esempio, l'ingegneria nucleare, l'astronautica o l'elettronica. Ma va precisato che questo stato di cose esiste anche per la maggior parte delle scienze esatte e per le scienze sociali (Finger, 1983).

Tuttavia, sia essa civile o militare, ciò che caratterizza la R&D nel suo insieme è il fatto che le sue applicazioni sono principalmente utilizzate a dei fini di dominio. Infatti, come mostra la storia, lo sviluppo delle scienze e delle tecniche nelle civiltà industriali consiste inizialmente nel cercare di capire il numero massimo di fenomeni, di controllarli in seguito, per finalmente utilizzarli in primo luogo allo scopo di dominare altri uomini, altri mercati, altri paesi, ecc... In questo senso, non c'è una differenza essenziale tra la ricerca civile e quella militare.

Una simile situazione esiste anche per le applicazioni civili e militari di una data tecnica: non vi è possibilità di sviluppare le prime senza le altre. Infatti, sia nell'ambito civile che in quello militare, alcune conoscenze o tecniche sono semplicemente pericolose, e bisognerebbe proibirle quando il controllo delle loro applicazioni è impossibile (Alfven, 1979).

La fisica nucleare, per esempio, possiede diverse applicazioni civili ma, con delle rare eccezioni, esse contribuiscono inevitabilmente alla proliferazione di armi nucleari. Infatti in questo campo, come in quello della maggior parte delle tecniche di punta, la separazione tra applicazioni civili e militari è impossibile (Dabeziés, 1981).

Per illustrare questa impossibilità, prendiamo il caso del Giappone. In questo paese, solo il 2% delle spese in R&D è indirizzato a dei programmi militari. Ciò nonostante, il Giappone possieda l'arsenale completo delle tecniche necessarie alla realizzazione di un programma nucleare militare: reattori nucleari, impianti di ritrattamento del plutonio, missili intercontinentali, satelliti artificiali, ecc.

Il Giappone è anche all'apice del progresso in tutte le tecniche necessarie per la bomba all'idrogeno ed al suo perfezionamento: fisica del plasma, fusione termonucleare, acceleratori di particelle ad alta intensità, fonti di neutroni pulsati, ecc. Per ciò che riguarda le tecniche del nucleare, le loro applicazioni civili nel campo della produzione di energia costituiscono una ottima giustificazione. Per le tecniche che riguardano lo spazio, sono spiegate come telecomunicazioni via satelliti, ecc.

Ma non soltanto le ricerche applicate contribuiscono al perfezionamento degli armamenti. Vi sono anche le ricerche fondamentali, le cui applicazioni militari a breve termine sono a priori molto poco probabili, ma che necessitano di alcune tecniche con applicazioni militari prevedibili. E' il caso della fisica delle particelle elementari che adopera degli acceleratori come strumenti di ricerca. Questi acceleratori costituiscono oggigiorno una delle tecnologie militari di punta. D'altronde, essi sono utilizzati per il perfezionamento delle armi nucleari, la creazione di nuovi metodi di produzione del plutonio, lo studio di armi a fasci di particelle, ecc. (Gsponer, 1981). L'associazione di una scienza alle tecniche che le sono necessarie permette così di sviluppare diverse tecnologie militari sotto la copertura di ricerche fondamentali.

Tutto ciò sta ad indicare che la *riconversione* della R&D, vale a dire il cambiamento dei suoi orientamenti verso obiettivi civili e pacifici, è un problema molto complesso. Infatti, così come per la riconversione delle industrie che producono gli armamenti, non basta riorientare le priorità verso degli obiettivi non militari, occorre anche che questi nuovi obiettivi corrispondano a dei bisogni reali che tendono effettivamente a risolvere i conflitti ed i problemi esistenti. Ma se anche il ramo dell'industria, la cui funzione è di passare dai risultati della ricerca applicata ai sistemi d'arma, in linea di principio può essere riconvertito, il riorientamento della R&D, propriamente detta, verso degli obiettivi di pace richiede cambiamenti molto più importanti. Bisognerebbe infatti:

1. modificare il quadro istituzionale della R&D
2. cambiare le priorità della R&D
3. rinunciare a certi campi della R&D

Per spiegare questa triplice necessità, riprendiamo punto per punto, queste tre proposte:

1. Il più delle volte l'importanza del quadro istituzionale di una attività umana organizzata sfugge alla maggioranza degli individui implicati: gli scienziati e gli ingegneri come caso particolare. Al fine di sottolineare questa importanza, basta riferirsi, per esempio, al Seminario dell'O.C.D.E. di Jouy-en-Josas sulla politica della scienza (Salomon, 1968):

> "Ciò che definisce una ricerca non è il fatto che essa sia applicata o meno, è essenzialmente il quadro istituzionale nel quale essa si esercita. Questo quadro istituzionale determina il carattere della ricerca e, di conseguenza, il modo in cui essa può essere concepita, gestita, amministrata ed orientata, dunque pianificata."

Quindi, dal punto di vista del controllo della scienza, il quadro di una ricerca è più importante dell'obiettivo di una ricerca.

Ai capitoli 1 e 2, abbiamo notato la separazione tra scienze e tecnica, l'isolamento delle discipline scientifiche, ecc. Queste molteplici divisioni sono particolarmente importanti per mantenere il segreto militare. Esse favoriscono infatti la segmentazione dell'informazione e la trasfigurazione dei problemi militari in problemi apparentemente di interesse puramente accademico. Altri aspetti essenziali del quadro istituzionale della R&D sono il finanziamento (Vitale, 1985), la selezione dei ricercatori (Vitale, 1979), l'influenza dei leaders nella definizione degli obiettivi, ecc...

Per riconvertire il quadro istituzionale della R&D, bisogna rimettere in questione l'insieme delle istituzioni implicate, cioè tanto gli organismi di finanziamento e di pianificazione della ricerca quanto i laboratori di ricerca, le università e le scuole politecniche. Occorre che dei mezzi adeguati forniscano ai ricercatori ed agli studenti l'informazione su tutte le conseguenze prevedibili delle applicazioni delle loro conoscenze. Bisogna anche che la comunità scientifica e l'opinione pubblica siano informati sugli obiettivi della politica della scienza e possano partecipare alle decisioni essenziali. Gli insegnamenti dovranno essere riorganizzati in modo tale da

sopprimere le segregazioni tra scienze pure e applicate, tra scienze naturali ed umane; evitare la formazione di specialisti e favorire gli studi e le ricerche interdisciplinari, ecc...

2. Per cambiare le priorità della R&D, bisogna innanzitutto cambiare gli obiettivi stessi della politica della scienza. Per la scienza contemporanea, questi sono chiaramente definiti, ma raramente rivelati alla opinione pubblica o all'insieme della comunità scientifica. Basta, per esempio, riferirsi di nuovo al rendiconto del Seminario O.C.D.E. sulla politica della scienza (Salomon, 1968):

"nel 1967, abbiamo invece una valutazione più fine della importanza relativa degli sforzi della ricerca scientifica e tecnica dei diversi paesi, e, di conseguenza, una nozione più rigorosa delle grandi opzioni che questi sforzi testimoniano. Si possono elencare questi obiettivi collocandoli in un ordine gerarchico, che è ciò che è, ma che riflette in ogni modo la realtà. Come ha fatto ad esempio Christopher Freeman, si può dire che gli obiettivi di questa politica sono innanzitutto di ordine militare, poi di prestigio, poi economico, poi il benessere sociale ed infine la bontà della Scienza in se stessa; o ancora, come ha fatto il Dr. Spaey, si possono ridurre questi obiettivi a tre: obiettivi militari (compreso il prestigio), obiettivi economici, obiettivi sociali.

Perciò, riguardo agli obiettivi della politica della scienza, l'obiettivo militare è chiaramente prioritario, e ciò malgrado i discorsi ufficiali che evocano gli ideali (quali ad esempio "la ricerca della verità", "il progresso dell'umanità", ecc.). Questo doppio linguaggio non è soltanto caratteristico dei responsabili della politica della scienza, di fronte all'opinione pubblica e ai ricercatori subalterni; ma anche dell'élite di scienziati prestigiosi che rappresentano la comunità scientifica davanti alle istituzioni che finanziano le ricerche.

Per esempio, nel campo della ricerca fondamentale, ci possiamo riferire a ciò che Casimir diceva del caso della fisica delle particelle elementari (Casimir, 1972):

"L'incoraggiamento della fisica delle particelle è una "gentile farsa" nella quale la società dichiara di finanziare la fisica delle particelle perchè è interessata alla conoscenza, mentre di fatto ciò che vuole realmente sono i risultati pratici. E i fisici delle particelle alimentano la speranza di risultati pratici mentre in realtà essi sono interessati soltanto ai risultati fondamentali".

In questo stesso contesto, già nel 1972, Casimir esprimeva il timore che se alcune applicazioni pratiche della fisica delle particelle elementari diventassero una realtà, la spirale scienza-tecnologia potrebbe generare nuovi gravi pericoli per l'umanità. Oggi, e soprattutto dopo il discorso del Presidente Reagan del 23 marzo 1983, questa apprensione sta diventando realtà. Secondo le raccomandazioni di Edward Teller, il fisico americano responsabile dello sviluppo della bomba a idrogeno (Teller, 1981), il Presidente americano ha lanciato un appello agli scienziati del suo paese affinchè uniscano le loro forze per mettere in atto una nuova generazione di armi: le armi a raggio. Queste armi utilizzeranno soprattutto dei fasci di particelle o dei raggi laser a elettroni liberi, due tecnologie direttamente derivate dagli acceleratori di particelle, solitamente utilizzati dalla fisica delle particelle elementari.

Perchè la R&D cessi di contribuire, direttamente o indirettamente, alla corsa agli armamenti, bisognerebbe ridefinire gli obiettivi prioritari della politica della scienza. Perciò è cruciale constatare che, nella sua forma attuale, la R&D contribuisce principalmente all'aumento del *sapere*, cioè al dominio dell'uomo sulla natura. Contrariamente, la R&D non contribuisce che in una piccola misura a ciò che si può chiamare la *saggezza*, vale a dire al controllo della utilizzazione del sapere. "Il problema, ora, consiste nel controllare il controllo, e non più la natura" (Serres, 1972).

Da questa constatazione, e dall'intenzione di riconvertire la R&D verso degli obiettivi pacifici, scaturiscono (per la politica della scienza) i principi direttivi seguenti:

1) La prima priorità dello sviluppo della R&D deve essere il controllo del sapere, soprattutto mediante lo studio sistematico dell'impatto dell'utilizzazione della tecnica, e l'analisi critica delle applicazioni prevedibili di eventuali nuove ricerche fondamentali o applicate.

2) La seconda priorità dello sviluppo della R&D deve essere la soluzione dei problemi esistenti, e ciò in modo tale che le soluzioni poi applicate non creino nuovi problemi o conflitti.

Applicando questi principi direttivi ad alcuni campi importanti, si può stabilire, a titolo di esempio, la lista delle priorità della tabella 5. L'applicazione di questi principi allo sviluppo di altri campi richiede lo studio

delle caratteristiche delle varie tecnologie di punta, in particolar modo di quelle che si chiamano "le tecnologie duali" perchè hanno delle applicazioni civili e militari importanti (Krieger, 1981).

3. Infine, perchè una riconversione della R&D sia completa, bisognerà rinunciare ad alcuni campi della ricerca, o almeno limitarli e controllarli con rigore.

Per esempio, l'elettronica, il nucleare, l'astronautica, per citare soltanto tre tecnologie di punta, sono in uno stato di sviluppo estremamente avanzato, se le paragoniamo ai bisogni non-militari che esistono in questi campi. Queste ricerche applicate potrebbero quindi essere interrotte. Anche nella ricerca fondamentale esistono dei campi le cui applicazioni prevedibili sono principalmente militari e che perciò dovrebbero essere abbandonate. La fisica delle particelle elementari o la fisica del plasma, per esempio. In questi due casi, come nella maggior parte dei rami avanzati delle scienze naturali, gli strumenti di ricerca indispensabili sono generalmente grandi e complessi, e gli investimenti necessari molto considerevoli. Nell'ipotesi di un divieto controllato di tali ricerche, non ci dovrebbero essere grandi problemi di verifica.

7. Disarmo, controllo delle armi e transarmamento

Come la maggior parte della gente, gli scienziati e gli ingegneri sono relativamente indifferenti alla corsa agli armamenti. Sembra anche che essi si considerino in genere molto poco responsabili. Tuttavia, alcuni fra loro, sia nelle industrie che nei laboratori civili o militari, si pongono delle domande.

Quando si tenta di esaminare gli atteggiamenti generali dei ricercatori e dei lavoratori scientifici di fronte a questo problema, e di capire i comportamenti che ne derivano, si constata, malgrado una grande diversità, che sono dominanti alcuni atteggiamenti relativamente ben definiti. Analizzando questi atteggiamenti si vede che essi sono di fatto legati all'etica professionale delle persone coinvolte (Leitenberg, 1971).

In genere, si distinguono due forme tradizionali di etica della scienza

(Fivaz, 1979): quella *umanista* (chiamata anche spirituale) e quella *scientifica* (o materialista). Questi atteggiamenti classici non sono esenti da contraddizioni. In particolare, l'atteggiamento umanista tende a ricondurre la responsabilità del ricercatore ad una scelta personale, anche quando i ricercatori dipendono dalla società mediante il finanziamento della loro ricerca. Seguendo questo atteggiamento gli scienziati proclamano la loro non responsabilità sociale in quanto ricercatori della verità, però non rifiutano il ruolo di esperti che spesso viene loro richiesto. Per questa ambiguità, si sta sviluppando un nuovo atteggiamento, quello *critico*, che viene anche chiamato realista o socio-politico (Commoner, 1966; Ravetz, 1971; Fivaz 1978). Brevemente, questi tre atteggiamenti si caratterizzano così:

1) *atteggiamento umanista*. L'attività scientifica è intesa come la ricerca della conoscenza per giungere alla saggezza. La scienza è soltanto un mezzo, di per sè senza morale. Ma chiunque acquisisce una nuova conoscenza scientifica cambia la rappresentazione del mondo e le possibilità di agire su di esso. Di conseguenza, egli ottiene anche un potere, del quale deve rispondere in modo diretto. Di fronte a questa responsabilità totale lo scienziato si rifugia nell'attendismo o anche nell'astensionismo (moratoria delle responsabilità).

2) *atteggiamento scientista*. L'attività scientifica è intesa come la ricerca della conoscenza per se stessa al fine di affinare la nostra rappresentazione del mondo. Questo atteggiamento, che è attualmente quello dominante (e che è l'unico ammesso ufficialmente nei paesi di ideologia comunista), è basato su un sistema di valori complessi; "La scienza è pura, obiettiva, neutra, ...". Questi postulati garantiscono la non responsabilità individuale degli scienziati e una separazione totale del campo della scienza da quello della cultura e della morale: gli scienziati sono responsabili solo della scienza, mentre i politici lo sono delle sue applicazioni. Di pari passo, lo scientismo permette di mantenere una separazione formale tra l'acquisizione e l'applicazione delle conoscenze scientifiche, soprattutto a livello della formazione professionale e delle istituzioni.

3) *atteggiamento critico*. L'attività scientifica è considerata una attività umana come le altre. La scienza non può essere disgiunta né dalla cultura né dalla società nelle quali si sviluppa. Essa non è né sacra, né neu-

tra. La scienza è una fonte di potenza e la responsabilità delle sue applicazioni ricade tanto sugli scienziati quanto sulla società. Questo vale per qualsiasi altra attività; lo sviluppo della scienza non può essere interamente lasciato a se stesso: occorre imporre dei limiti. Questi, come le responsabilità, devono essere definiti collettivamente, dagli scienziati e dalla società.

In questi tre atteggiamenti, il bene primordiale è diverso. Per l'"umanista" è la persona, per lo "scientista" è la conoscenza per se stessa, e per il "critico" la simbiosi tra le persone, le conoscenze e la società. La concezione della responsabilità dei ricercatori è dunque diversa per questi tre casi: totale, nulla o collettiva.

Di fronte alla corsa agli armamenti, l'atteggiamento umanista conduce a preconizzare il *disarmo totale*, sia nella ricerca sia nell'insegnamento dei cambiamenti di priorità e delle riforme fondamentali. Gli "scientisti", invece, nutrono una fiducia totale nella scienza e nelle sua attuali istituzioni. La loro speranza è che la corsa agli armamenti sia un problema come un altro che la scienza saprà risolvere. La loro proposta è di *controllare le armi*; oggi questa è la tendenza dominante, sia tra gli scienziati che si sentono impegnati nella corsa agli armamenti, che nella letteratura specializzata americana (Panofsky, 1981), sovietica (Kulish, 1981) o francese (Duval, 1982).

L'atteggiamento critico porta ancora al disarmo, ma tramite un approccio evolutivo che impone un freno, tanto allo sviluppo delle armi vere e proprie quanto allo sviluppo scientifico. Questo processo di riorientamento (da una R&D dominata dagli interessi militari verso una R&D con obiettivi civili), è simile a quello del *transarmamento*, vale a dire al progetto di un passaggio dalla difesa militare ad una difesa civile non violenta (Sharp, 1970). In ambedue i casi, l'esistenza dei conflitti e dei bisogni è un dato sociale essenziale, soprattutto a causa della loro funzione creatrice. In egual modo, la necessità di una difesa risulta dall'importanza per la vita (sia quella degli individui sia delle società) di proteggersi per svilupparsi. Nei due casi, una analisi critica giunge ad una rimessa in questione fondamentale dei metodi dissociativi e violenti che caratterizzano attualmente la difesa e le tecniche delle società industriali.

I tre atteggiamenti di controllo delle armi, del disarmo e del transarmamento corrispondono a tre approcci i diversi nella soluzione dei conflitti: il mantenimento della pace (peace keeping), lo stabilimento della pace (peace making) e la costruzione della pace (peace building) (Galtung, 1976).

Evidentemente, gli approcci del disarmo e del transarmamento attenderanno molto per essere presi seriamente in considerazione nei negoziati attuali. D'altronde, questi negoziati tra governi non riguardano le questioni di fondo della corsa agli armamenti. Gli unici trattati in vigore, o quelli che sono in negoziazione, non riguardano generalmente l'eliminazione delle armi, ma soltanto la limitazione del loro numero, della loro qualità e dei loro detentori, al fine di stabilire la dialettica della dissuasione (Duval, 1982). L'approccio del controllo delle armi (che rimette in questione le armi ma non la scienza) sostiene questo genere di politica.

In effetti l'efficacia di eventuali controlli dipende considerevolmente dalla fase di sviluppo durante la quale essi sono applicati. Nella catena che va dalla scoperta scientifica alla sua utilizzazione sul campo di battaglia, si distinguono in genere cinque fasi principali:

* Ricerca fondamentale
* Ricerca applicata
* Sviluppo tecnico
* Prove
* Impiego

L'approccio del controllo delle armi non prevede d'intervenire che nella fase delle prove o nella dislocazione finale delle nuove armi (Panofsky, 1981). Questo atteggiamento è coerente con il rifiuto di agire sulla ricerca, sia fondamentale che applicata, anche se è evidente che la corsa alla tecnologia e agli armamenti è legata ai progressi della ricerca scientifica.

Gli approcci del disarmo e del transarmamento propongono una azione sull'insieme della catena, cioè anche a livello della ricerca fondamentale, che d'altronde è più facile a controllare che non gli sviluppi specifici della ricerca applicata. Operando sulla ricerca di base, diventa possibile impedire che degli sviluppi radicalmente nuovi accelerino costantemente la corsa agli armamenti. D'altronde, è anche più facile intervenire sulle nuove armi al momento della loro innovazione che tentare di controllare il numero di armi esistenti.

Tavola 1. Sociologia dei laboratori di Ricerca & Sviluppo

INCHIESTA	NAZIONALE	DOE
Caratteristiche generali		
Numero di scienziati e di ingegneri	84.000	18.000
Proporzione di dottorati	18,5%	36,5%
Età media (anni)	40	40
Età > 40 anni (in %)	50%	53%
Distribuzione delle formazioni accademiche		
Ingegneri	56,5%	48,8%
Chimici	10,0%	12,4%
Fisici	7,9%	22,4%
Matematici	5,3%	6,7%
Altri	20,3%	9,7%
Distribuzione delle forze di lavoro		
Scienziati ed ingegneri		34,0%
Tecnici		18,0%
Amministrazione		16,0%
Produzione		15,0%
Altri		17,0%

(1) *Inchiesta nazionale* (1978): 310 lavoratori tra cui 70% nell'industria.
(2) *Inchiesta DOE* (1978): 18 lavoratori compresi quelli che si occupano del perfezionamento delle armi nucleari, della fisica nucleare, dell'energia, ...

Fonte : Comparison of Compensations Paid Scientists and Engineers in Research and Development, U.S. Department of Energy, DOE/ /AD-0027/1, March 79.

Tavola 2. Ripartizione delle risorse destinate alla R&D

PROGRAMMI	
MILITARE	24%
RICERCA FONDAMENTALE	15%
SPAZIO	8%
ENERGIA	8%
SALUTE	7%
INFORMATICA	5%
TRASPORTI	5%
INQUINAMENTO	5%
AGRICOLTURA	3%
ALTRI	20%

Tavola 3. Percentuale della R&D governativa destinata al militare nel 1976

PAESI	
STATI UNITI	50%
REGNO UNITO	48%
FRANCIA	30%
REP. FED. TED.	11%
GIAPPONE	2%

Tavola 4. Percentuali del finanziamento della R&D in Francia nel 1976

AEROSPAZIALE	33%
ARMAMENTO ATOMICO E NON	26%
ELETTRONICA	26%
MECCANICA	3,5%
BIOLOGIA E SCIENZE UMANE	3,5%
ALTRI	8%

Tavola 5. Priorità di sviluppo della R&D

CAMPI	PRIORITA'	
	SI'	NO
RICERCA FONDAMENTALE	macrocosmo	infinitamente piccolo infinitamente grande
SCIENZE NATURALI	stati ordinari	alte energie alte pressioni basse temperature ...
MEDICINA	prevenzione	guarigione
ENERGIA	risparmio	produzione
AGRICOLTURA	naturale	chimica
URBANISTICA	comunità	metropoli
AMBIENTE	ecologia	tecnologia
DIFESA	persone	armamenti

Le origini e gli sviluppi delle scienze e delle tecniche

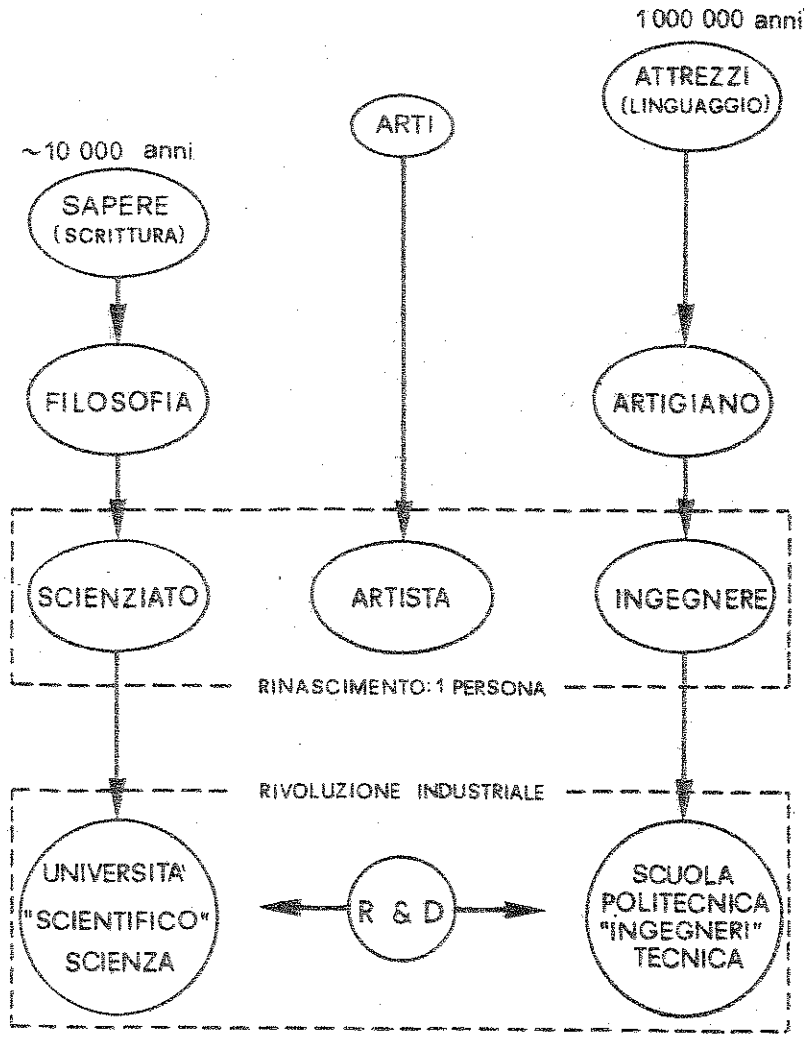


Fig. 1

Il processo di Ricerca-Sviluppo (R&D)

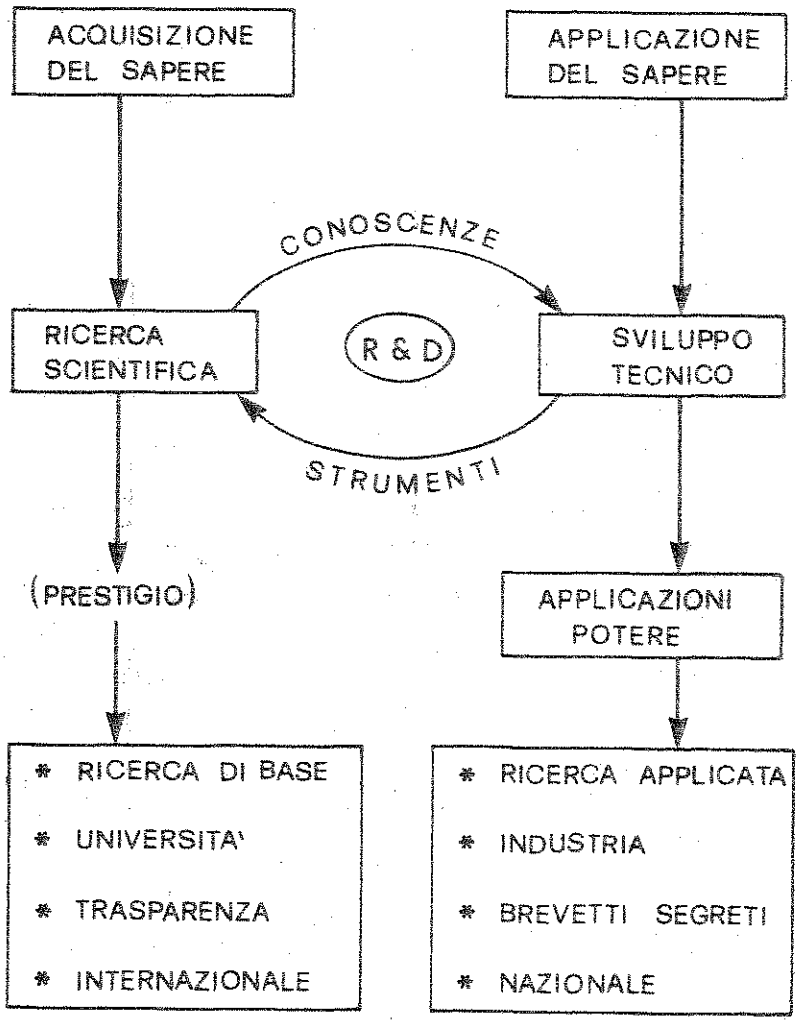


Fig. 2

Le quattro forme di potere
e il sistema scientifico-militar-industriale

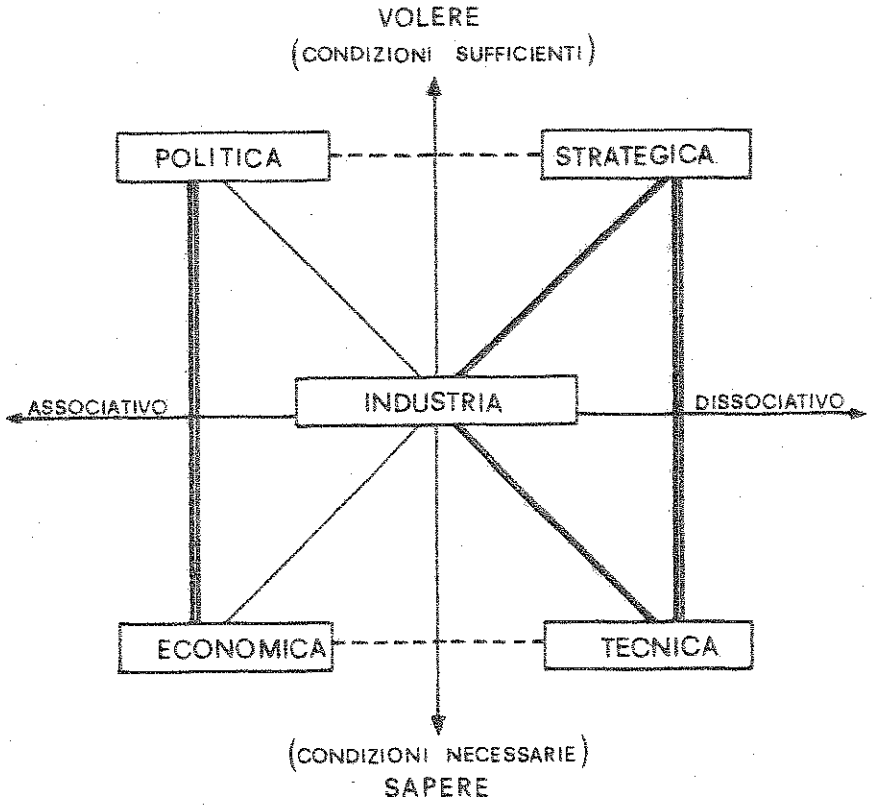


Fig. 3

Bibliografia

ACLAND-HOOD M., "Military research and development: some aspects of its resource use in the USA and the USSR", in *SIPRI Yearbook 1983*, Londra, Taylor and Francis, pp. 213-243 1983.

AUGEREAU J.F. e ISNARD J., "Défense nationale et recherche", *Le Monde*, pp. 13-14, 27 aprile 1983.

ALFVEN H., "Science; Progress and Destruction", in T. SEGERSTEDT (ed.), *Ethics for Science Policy*, Pergamon Press, 1979.

BLANC M., "La science, ni bonne, ni mauvaise?", in *L'Etat des sciences et des techniques, édition 1983-84*, Maspéro/La Découverte, Paris, 1983, pp. 133-136.

BOHME G. *et al.*, "The 'scientification' of technology", in KROHN W. (ed.), *The dynamics of science and technology*, D. Reidel Publishing Co., Boston, 1978.

BRODIE B. e F., *From Crossbow to H-Bomb*, Indiana University Press, 1973.

CASIMIR H.G.B., "Avoid military research, Casimir tells physicists", *Physics Today*, p. 75, dic. 1975.

CLARKE R., *The science of War and Peace*, London Jonathan Cape, 1971. (*La course à la mort ou la technocratie de la guerre*, Paris, Seuil, 1972).

COMMONER B., *Science and Survival*, Viking Press, 1966.

DABEZIES P. e BUREAU J.-F., "Science et armaments: rétablir le primat du politique", *Impact, 31*, p. 127, genn.-marzo 1981.

DUVAL M., "La science et le désarmement", *Défense Nationale, 38*, pp. 129-134, febbr. 1982.

FINGER M., "Sozialwissenschaften und Militär" in AA.VV., *Wissenschaft und Krieg*, Politecnico di Zurigo, 1983, pp. 71-92.

FIVAZ R., *Problèmes Ethiques en Sciences Fondamentales*, Troisième cycle de la physique en Suisse romande, Université de Genève, aprile 1979.

GALTUNG J., "Three Approaches to Peace: Peacekeeping, Peacemaking, and Peacebuilding", *Impact*, 1/2, 1976.

GEORGESCU-ROEGEN N., *Demain la décroissance*, P.-M. Favre, Paris, 1979.

GIARINI O. e LOUBERGE H., *La civilisation technicienne à la dérive: Les rendements décroissant de la technologie*, Dunod, Paris, 1979.

GODEMENT R., "Aux sources du modèle scientifique américain", *La Pensée, 201*, pp. 33-69, 1978; *203*, pp. 95-122, 1979; *204*, pp. 86-110, 1979.

GRAPIN J., "Les aspects économiques de la politique d'armement et de désarmement", conférence prononcée au colloque "Divergences et convergences entre l'Europe et les Etats-Unis", 20 ottobre 1981.

GRINEVALD J., "Mars et le génie de l'Occident", *CoEvolution, 3*, pp. 65-68, 1981.

GRINEVALD J., "Le développement de la crise planétaire et le catastrophisme de l'age nucléaire - Repérages, Bibliographie, Itinéraires", N°. 26, Institut Universitaire d'Etudes du Développement, Université de Genève, novembre 1982.

GSPONER A., "Teilchenbeschleuniger und Fusions technologien: Schleichwege zur Atomaren Rüstung", *Scheidewege, 11*, pp. 552-566, 1981.

GSPONER A., "The neutron bomb and the other new limited nuclear war weapons", *Bulletin of Peace Proposals, 13*, pp. 221-225, 1982.

GSPONER A. *et al.*, "Emerging nuclear energy systems and nuclear weapons proliferation", *Atomkernenergie/Kerntechnik, 43*, pp. 169-174, 1983.

JANICH P., "Physics - Natural Science or Technology?", in KROHN W. (ed.), *The dynamics of science and technology*, op. cit., 1978.

KRIEGER D., "Disarmament and Development - The challenge of the international control and management of dual-purpose technologies", RIO Foundation, P.O. Box 299, Rotterdam, Netherland, 1981.

KULISH V.M., "Progrès scientifique et technique et désarmement", *Impact, 31*, p.59, genn.-marzo 1981.

LAPP R., *The Weapons Culture*, Norton, New York 1978.

LEITENBERG M., "L'éthique scientifique classique et le développement des armes stratégiques", *Impact, XXI*, pp. 143-158, 1971.

MEYER F. et VALLEE J., "The dynamics of long-term growth", *Technological Forecasting and Social Change*, 7, pp. 285-300, 1975.

NEF J., *War and Human Progress: an Essay on the rise of industrial civilization*, new edition, The Norton Library, New York, 1978. (*La route de la guerre totale*, Paris, Alsatia, 1954).

NEW SCIENTIST, "Physicists try to forget Vietnam ... while promoting the neutron bomb", *New Scientist*, p. 738, 22 settembre 1977.

NORMAN C., "Knowledge and Power: The Global Research and Development Budget", Worldwatch Paper 31, July 1979. "Global Research: who spends what", *New Scientist*, p. 279, 26 luglio 1979.

NORMAN C., "R&D Spending: The Military's Growing Bite", *Science*, 8 maggio 1981.

PANOFSKY W., "Science, technology and the arms race", *Physics Today*, p. 32-41, giugno 1981.

PASADEROS C., "Science, armements, industrie: pour une approche systémique", in MORAZE C. (ed.) *Le point critique*, P.U.F., Paris, 1980.

PASSADEROS C., "L'effort de recherche par pays", in *L'Etat des sciences et des techniques, édition 1983-1984*, Maspéro/La Découverte, Paris, 1983, pp. 434-438.

PHYSICS TODAY, "Defense R&D grows to become 67% of all federal R&D", *Physics Today*, pp. 65-66, maggio 1983.

RAVETZ J.R., *Scientific Knowledge and its Social Problems*, Oxford University Press, London, 1971.

RAVETZ J.R., "A critical awareness of science", in T. (ed.) SEGERSTED, op. cit., 1979.

ROTBLAT J., (ed.) *Scientists, the Arms Race and Disarmament*, Taylor and Francis, Londra, 1982.

RUFFIE J., *De la biologie à la culture*, Flammarion, Parigi, 1977.

SALOMON J.-J., Compte rendu du Séminaire de l'OCDE de Jouy-en-Josas, 19-25 febbraio 1967, in, "*Problèmes de politique scientifique*", OCDE, Paris, 1968.

SERRES M., "La thanatocratie", *Critique*, 298, pp. 199-227.

SHARP G., *Exploring Nonviolent Alternatives*, Porter Sargent Publisher, Boston, 1971.

TELLER E., "Role of physicists in the 1980's", *Physics Today*, p. 136, febbr. 1981.

THUILLIER P., "Contre le scientisme", in "*Le petit savant illustré*", Seuil, Parigi, 1980.

VITALE B., "Scientists as a social group: recruitment and solidarities; What becomes of a scientist?", in T. SEGERSTED (ed.), op. cit., 1979.

VITALE B., Il ruolo degli scienziati nella guerra moderna, in questo libro.

WOOLLETT E.T., "Physics and modern warfare: The awkward silence", *Am. J. Phys.*, *48*, pp. 104-111, febbr. 1980.

YARMOLINSKI A., *The military establishment*, Harper and Row, New York, 1971.

..., *La science pouvoyeuse d'armes: La civilisation piégée, Impact, 31*, genn.-marzo 1981.

(trad. di C. Capaccioni)