

NOTE E DISCUSSIONI

Francesco Nuzzaci

PER UN IMPEGNO CIVILE DELLA SCIENZA
A COLLOQUIO CON DIECI NOBEL
SUL FUTURO DELL'UMANITA'¹

Si è svolto nei giorni 7 e 8 dicembre del 1993 a Milano presso il Centro congressi Cariplo il Convegno Internazionale "*Dieci Nobel per il futuro. Scienza, economia, etica per il prossimo secolo*".

La splendida manifestazione è stata promossa dal Comune di Milano, dalla Camera di Commercio di Milano e dalla Cariplo (Cassa di Risparmio delle Province Lombarde), in vista anche di un progetto di rilancio dell'immagine della città dopo le burrascose vicende di Tangentopoli. L'originale ideazione e la magnifica realizzazione spetta all'Agenzia scientifica *Hypothesis*, che ha sede in Roma e il cui presidente è Claudio Carlone, dedicata esclusivamente alla scienza, alla tecnologia, all'ambiente e all'istruzione, e il cui obiettivo è quello di sviluppare attraverso un'informazione chiara, rigorosa e interdisciplinare una sana cultura scientifica. Il convegno ha avuto il patrocinio della Presidenza del Consiglio dei Ministri e del Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica.

Le motivazioni e le finalità del convegno sono state molteplici, ma alla base c'è stato un *vivo impegno civile da parte di tutti i partecipanti*. A questo

¹ Le citazioni sono tratte dalle stesse relazioni che sono state lette durante il convegno *Dieci Nobel per il futuro* e distribuite in quella sede a cura dell'Agenzia scientifica *Hypothesis*, che ringraziamo per l'impeccabile organizzazione.

impegno i premi Nobel hanno anche aggiunto le loro previsioni e il loro accurato messaggio sulle sorti future dell'umanità.

Il matematico e filosofo Giancarlo Rota e il filosofo e sociologo Ralf Dahrendorf sono stati rispettivamente i presidenti delle due sedute e gli ispiratori dei temi del convegno, che riferiti strettamente ai "Dieci Nobel" sono: *Verso un'etica globale* (G. Becker, D. Baltimore); *Nuove tecnologie e sviluppo sostenibile* (B. Richter, S. Ting); *Per una biologia al servizio dell'uomo* (R. Dulbecco, James Black [assente]); *La priorità della ricerca* (I. Prigogine, C. Rubbia); *La responsabilità dello scienziato* (R. Levi-Montalcini, J. Steinberger). Il convegno si è concluso con due tavole rotonde, presiedute dall'economista Mario Monti, rettore dell'Università Bocconi, in cui venivano affrontati i seguenti temi: *Progresso scientifico e sviluppo economico in Italia*; *La ricerca: un futuro europeo per Milano*. Il convegno è stato chiuso dal Presidente del Consiglio Carlo Azeglio Ciampi, il quale proseguendo lo stesso tema di fondo ha cercato di delineare il futuro e il progetto a cui dovrebbero richiamarsi il suo Governo e quelli che verranno².

Dopo i rituali indirizzi di saluto da parte del sindaco di Milano, Marco Formentini, del presidente della Camera di commercio di Milano, Piero Bassetti, e del presidente della Cariplo, Roberto Mazzotta, e gli interventi di apertura di Umberto Colombo, Ministro dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica, in cui venivano messi in risalto i fattori chiave per lo sviluppo della ricerca scientifica universitaria, e di Antonio Ruberti, vice presidente della Commissione delle Comunità Europee, in cui veniva tratteggiata la dimensione europea della politica delle ricerca, entravano in scena i "Dieci Nobel" con i loro pronostici e le loro attese ricette per il futuro benessere dell'umanità³.

Qui di seguito ci limiteremo a fornire una panoramica generale degli interventi dei "Dieci Nobel", intercalando qua e là qualche nostra considerazione, per giungere alla fine a trarre alcune conclusioni critiche. Abbiamo pure aggiunto alcuni cenni sulla vita e l'attività scientifica di ogni premio Nobel, perché il lettore possa più agevolmente apprezzare e valutare ogni relativo intervento.

² Il discorso di Ciampi è stato riportato integralmente dal quotidiano *Il Sole 24ore* del 9 dic. 1993.

³ L'assessore per le attività economiche di Milano, Marco Vitale, assicura che il convegno «sarà registrato su una cassetta che sarà distribuita alle scuole che la vorranno» (Ansa, 6 dic. 1993).

Giancarlo Rota: "La scienza in un'epoca di incertezza"

Giancarlo Rota, professore di Matematica applicata e Filosofia presso il Massachusetts Institute of Technology di Cambridge,⁴ è stato il Presidente della prima giornata di seduta del convegno. Il suo breve ma incisivo intervento va senz'altro ricordato.

Con la sua relazione, *Science in a Time of Upheaval*, mira a rispondere al quesito del ruolo della ricerca scientifica nell'attuale periodo di crisi sociale, che Rota paragona alla caduta dell'Impero Romano, per vastità e vertiginosità.

L'aiuto che la scienza può dare alla società è decisivo: «La scienza è la locomotiva che spinge la nostra civiltà»; inoltre c'è da aggiungere che nessun «paese al mondo può sperare di sopravvivere a questa crisi senza solide fondamenta scientifiche; le sole che permettono di tenere il passo del progresso».

Ora, poiché fino al 1989 «ogni paese industrializzato ha beneficiato ed è dipeso, direttamente o indirettamente, dagli enormi investimenti che il governo degli Stati Uniti ha stanziato nel complesso militar-industriale», e attualmente invece questa situazione si è capovolta, spostando il baricentro della ricerca nell'industria che sta avanzando «a tentoni per stabilire un rinnovato rapporto con il laboratori di ricerca», Rota propone sostanzialmente tre considerazioni concernenti alcuni aspetti circa il rapporto tra la ricerca scientifica e la sua rilevanza per le applicazioni industriali.

1) «I più recenti progressi nell'elettronica e nell'informatica permettono l'utilizzo di piccole ed economiche apparecchiature per raggiungere risultati finora conseguibili solo nei grandi centri di ricerca... In questo settore persino la ricerca che attualmente richiede grandi team sarà prima o poi miniaturizzata».

2) Stanno aparendo all'orizzonte nuovi fruttuosi campi scientifici. «Tra questi uno dei più promettenti è il cosiddetto rational drug design. Abolendo costosi e pericolosi esperimenti sui pazienti, la "progettazione" di preparati

⁴ Ha fornito notevoli contributi nell'analisi combinatoria in matematica e per quanto riguarda la filosofia i suoi interessi sono stati rivolti verso la fenomenologia. Egli è membro della National Academy of Sciences e del Comitato scientifico della Scuola Normale Superiore di Pisa.

Rota nacque a Vigevano (Milano) nel 1932 e dopo i suoi primi studi si trasferì a Princeton negli Stati Uniti, dove insegnavano in quel periodo Hermann Weil, Alonzo Church, Kurt Gödel, William Feller e Albert Einstein. In America egli fondò nel 1965 il *Journal of Combinatorial Theory* e nel 1967 *Advances in Mathematics*.

chimici per mezzo del computer ristrutturerà completamente l'industria farmaceutica. In un futuro non lontano, la ricerca nella biologia molecolare e nella genetica avrà un impatto simile alla medicina».

3) «L'avvento delle comunicazioni per mezzo dei satelliti e delle fibre ottiche sta trasformando il mondo. Sia la qualità che la quantità dell'informazione, istantaneamente trasmessa da un punto all'altro della terra a costi minimi, sta annualmente aumentando di parecchi ordini di grandezza... Gli algoritmi rapidi possiedono un'importanza strategica nell'informatica e nelle telecomunicazioni. Si capiscono facilmente le ragioni di tale importanza se pensiamo che una compagnia telefonica può risparmiare milioni di dollari per mezzo di un solo algoritmo più efficiente». Per cui il futuro di ogni paese dipenderà anche da questo sviluppo.

Rota conclude il suo intervento sottolineando l'importanza delle Istituzioni educative d'élite, come le Grandes Écoles francesi e la Scuola Normale e i politecnici italiani, per la formazione di scienziati e ingegneri di prim'ordine «indispensabili alla sopravvivenza scientifica ed economica delle rispettive nazioni».

Pur condividendo la sua opinione, crediamo che occorra tuttavia vigilare perché queste istituzioni siano sorrette da rigorosi meccanismi selettivi, per non diventare anche istituzioni di classe sotto il controllo economico e politico.

Un'altra figura, continua Rota, quella di "consulente", s'impone pure nel nuovo scenario socioeconomico: il suo ruolo sarà di collegare la ricerca all'industria, cioè la scienza all'economia. Dalle sue decisioni dipenderà il destino di ampi settori industriali. (Proprio a ridosso di questo convegno il Comune di Milano ha assunto come consulenti scientifici Carlo Rubbia e Renato Dulbecco, i quali faranno parte della "Commissione per le attività scientifiche e tecniche", che ha come scopo quello di fornire un potente impulso alla ricerca e alla formazione scientifica).

Verso un'etica globale: Gary Becker e David Baltimore

G. Becker e D. Baltimore, dai rispettivi punti di vista dell'economia e delle biotecnologie, hanno posto in rilievo l'importanza di strategie globali, cioè operanti sull'intera superficie terrestre, al fine di portare reali, efficaci e durevoli progressi socioeconomici.

Gary S. Becker: *Il progresso economico nei paesi in via di sviluppo*. - Gary S. Becker, premio Nobel per la Scienza Economica⁵ nel 1992 e attualmente professore di Economia e Sociologia presso la University of Chicago⁶, si chiede (*The Economic Progress of Poorer Nations*) quali siano i motivi per cui negli ultimi quarant'anni alcuni paesi -tra i quali Corea del Sud, Taiwan e Cile- sono riusciti a sottrarsi dalla spirale della povertà, mentre altri sono caduti ancora di più nella miseria. La risposta di Becker è netta: «Il fattore discriminante in questo senso sembra essere l'efficacia delle iniziative e delle politiche intraprese dai paesi stessi al fine di garantirsi l'accesso alle tecnologie prodotte dai paesi sviluppati. Normalmente, i paesi che riescono a uscire dalla spirale della povertà investono in misura considerevole nell'istruzione, nella formazione professionale e nella salute pubblica». I

⁵ Il premio Nobel per la Scienza Economica (*Economic Science*) venne istituito nel 1969 e fu assegnato nello stesso anno a Ragnar Frish e Jan Tibergen per i loro studi sull'econometria, che si basa essenzialmente sul concetto di modello e sull'inferenza statistica, perché le teorie economiche possano godere di una certa validità e possano inoltre essere soggette a previsioni. In tal modo l'Accademia svedese faceva entrare tra le "scienze" anche l'economia, pur lasciando ancora fuori la matematica.

Rimandiamo alla sezione conclusiva la discussione del problema dello statuto scientifico dell'economia, secondo Becker.

⁶ Il merito di Gary Becker è stato quello di aver applicato le tradizionali teorie economiche in settori eterodossi e lontani dall'economia, dimostrando come importanti aspetti della vita umana e sociale quali, per esempio, il matrimonio, la crescita dei bambini, i pregiudizi, i crimini, ecc., considerati tradizionalmente estranei all'oggetto della scienza economica, possano venire analizzati e trattati dall'economia. Per esempio, la famiglia può essere considerata anche come un'unità produttiva le cui decisioni possono venire esaminate nello stesso modo di ogni altra attività economica. Egli è stato insignito del premio Nobel «per aver esteso il campo della teoria economica ad aspetti del comportamento umano che sono stati precedentemente trattati -se non del tutto- da altre discipline scientifiche sociali quali la sociologia, la demografia e la criminologia» (Oberman 1993).

Si pensi per esempio alla distanza concettuale che corre tra la teoria criminologica di Cesare Lombroso (*L'uomo delinquente*, 1876) o la teoria aggressiva genica concettualmente analoga a questa di Richard Dawkins (*The Selfish Gene*, 1976) e quella di Becker: a prescindere qui da una valutazione, la trattazione dei crimini si pone su basi completamente lontane e differenti fra di loro; così come la loro terapia.

Il suo concetto caratteristico di "capitale umano" risale al suo libro del 1964 (*Human Capital*), in cui l'educazione e l'istruzione vengono considerate dal punto di vista delle decisioni economiche.

L'intervento di Becker a codesto convegno di Milano è solo uno sviluppo e un'applicazione di queste sue idee ai paesi in via di sviluppo.

Becker nacque a Pottsville, Pennsylvania, il 2 dicembre del 1930. Nel 1951 si laureò presso la Princeton University e nel 1955 conseguì il dottorato presso la University of Chicago, da cui ebbe l'invito di restare come assistant professor. Con Becker questa università è la terza volta che risulta vincitrice del premio Nobel.

paesi poveri possono contribuire significativamente al loro progresso solo «attraverso le loro *proprie* azioni».

A questo punto Becker introduce la sua concezione del "capitale umano" in vista del risanamento economico di questi paesi. «Per molti di voi, capitale può significare un conto in banca, attività industriali, o impianti d'acciaio. Essi sono capitali perché producono entrate e produzioni sopra un esteso periodo di tempo. Ma in base a questa definizione, l'istruzione, un corso di programmazione con il computer, e le vaccinazioni costituiscono anche capitale dal momento che aumentano il guadagno, la produttività, o la salute sulla gran parte della durata della vita di una persona. Tuttavia, questi investimenti producono ciò che viene denominato "capitale umano" perché non possono separarsi le persone dalla conoscenza, capacità, salute, e dalle abitudini che esse hanno».

Un solo esempio ci può bastare per far vedere quanto -secondo Becker- l'educazione possa influire sul grave problema della crescita demografica. «Il tasso di nascita ed altre misure dei componenti del numero di una famiglia sono connessi negativamente all'educazione dei genitori, specialmente delle madri, tanto nelle nazioni povere quanto nelle nazioni ricche. Madri maggiormente educate hanno meno bambini affinché possano impiegare il loro tempo e le limitate risorse finanziarie in bambini più educati e più sani piuttosto che in molti bambini».

Ritornando al problema del progresso economico nei paesi in via di sviluppo, Becker ritiene importanti l'applicazione di queste sue idee. Per cui anziché fornire aiuti alimentari o tecnologici, certamente anche questi importanti ma solo temporaneamente, egli sostiene giustamente che è assai più utile promuovere l'educazione e altri tipi di capitale umano anche nel terzo mondo, in modo che questi paesi abbiano in se stessi le forze per un rapido e duraturo sviluppo. «Quando tutto questo viene ad essere combinato con misure che aprano a un'economia di mercato da esportazione e importazione, che privatizzi le compagnie inefficienti, e riduca la burocrazia e i regolamenti, vi sarà un ambiente economico che sarà rivolto all'imprenditoria, al lavoro produttivo, al commercio internazionale, e ad altre attività che promuovono il progresso economico».

Becker porta alcuni esempi per far vedere i concreti risultati di questi punti di vista. «L'importanza del capitale umano nella crescita economica può essere illustrato dai rilevanti documenti del Giappone, Taiwan, Hong Kong, Corea del Sud, ed altre economie asiatiche in rapida crescita». Anche il Cile, l'Argentina, il Messico e il Perù stanno seguendo questa via riformista e del libero mercato che Becker ritiene porti al progresso socioeconomico.

Solo in tal modo, conclude Becker, i paesi poveri potranno «uscire dalla povertà e dalla disperazione durante la prossima decade. In larga misura il loro futuro sta nelle loro mani».

Agli ottimi suggerimenti di Becker, conviene forse aggiungere qualche considerazione. La prima concerne il concetto di capitale umano e l'altra la teoria del libero mercato. Nei confronti della nozione di capitale umano, occorre forse evidenziare che questa concezione potrebbe esporre a rischi se gli individui vengono considerati solo come strumenti di ottimizzazione economica, dimenticando il loro intrinseco valore come persone o soggetti di azioni etiche. Nei riguardi della teoria del libero mercato, bisogna anche qui mettere in evidenza che, seppure abbiamo toccato con mano i danni che possono provocare le economie centralizzate o chiuse (URSS, Cina e paesi dell'Est), tuttavia non dobbiamo neanche dimenticare alcuni guasti endemici dell'economia libera consistenti specialmente in una scarsa capacità di distribuzione della ricchezza e in una massiccia disoccupazione, che possono anche diventare a loro volta i presupposti di uno scardinamento di uno stato democratico⁷. Come esempi, possiamo pensare alle ribellioni di massa che si sono avute in alcune città dell'America verso la fine della Presidenza di George Bush; ad alcune sommosse popolari che si sono verificate in Argentina e in Messico (paesi che stanno introducendo l'economia di mercato e che sono presi come esempio dallo stesso Becker) proprio alla fine del 1993. Anche in Italia si sta affacciando un orizzonte economico simile: ad una reale ripresa economica sta corrispondendo un'ingiusta distribuzione della ricchezza e una grande disoccupazione. La situazione non è molto differente nel resto dell'Europa. Dunque, l'economia di mercato, che ha i suoi pregi, ha anche i suoi difetti: bisogna perciò fare molta attenzione a questi difetti e cercare in tutti i modi di correggerli in modo che tutte le persone possano avere di che vivere e beneficiare dei nuovi vantaggi economici. E' perciò una buona notizia che si stia pensando, da parte delle economie libere ed avanzate, ad alcune forme di "ammortizzatori sociali" per lenire questi duri contraccolpi di disuguaglianza economica e di dilagante disoccupazione.

⁷ In queste economie libere di mercato è emerso anche un altro genere di "plusvalore", diverso da quello preso in considerazione da Marx e che vede come artefici principali, oltre al capitalista, anche il politico, il funzionario e alcuni settori sociali deviati, tra cui quello mafioso. Di una tale forma di plusvalore si è fatto abbondantemente uso in questi ultimi decenni in Italia, inducendoci a sospettare una sua esistenza anche in altri paesi del mondo: ci riferiamo ad alcune forme specifiche delle cosiddette "tangenti".

David Baltimore: *La dimensione globale delle biotecnologie*. - Baltimore premio Nobel per la Medicina nel 1975 e attualmente professore di Biologia presso la Rockefeller University di New York⁸, nella sua relazione *The Global Utility of Biotechnology* affida alla biotecnologia -che va dalla clonazione genica alla coltura cellulare, dalla produzione di nuovi agenti utilizzabili in medicina e agricoltura a nuovi reagenti diagnostici, nuovi vaccini, ecc.- il compito di risolvere un folto gruppo di problemi di portata universale.

Secondo lui, la «biotecnologia è una promessa e una sfida».

Le sue promesse, che sono state in parte già mantenute, consistono in nuove fonti di ricchezza, nuovi agenti farmaceutici, vaccini, reagenti diagnostici, ecc. In un prossimo futuro la biotecnologia promette di rivoluzionare l'industria chimica e di provvedere a nuove forme di energia. Anche in agricoltura essa sta conseguendo notevoli risultati. Qui si cominciano ad avere raccolti resistenti alle malattie, un miglioramento della salute degli animali, vaccini animali, ecc. Di tutto questo - sottolinea ancora Baltimore- ne sta beneficiando l'economia mondiale.

La sua sfida essenziale è che diventi un valido strumento anche per i paesi in via di sviluppo. Essa deve perciò possedere una "dimensione globale" e investire tutti i paesi della Terra.

Per quanto riguarda i paesi in via di sviluppo, la biotecnologia rappresenta una notevole opportunità per il loro progresso economico e sociale.

Nell'agricoltura -sostiene Baltimore- si possono avere grandi vantaggi dal suo uso. Essa «costituisce il campo di applicazione più ricco di opportunità per il terzo mondo».

La cosiddetta "rivoluzione verde" ha apportato un grande benessere in questo campo, alleviando moltissimo il problema della fame nel mondo. In questo stesso campo l'aiuto della genetica delle piante è stato un fattore decisivo di crescita. «Particolarmente in Africa, si sta avendo maggiore

⁸ Egli fu allievo di R. Dulbecco. Nacque a New York nel 1938. Ottenne il PhD nella biologia nel 1964, nel 1973 fu nominato research professor presso la American Cancer Society e l'anno dopo divenne direttore capo del Whitehead Institute di Cambridge (Mass.). Nel 1970 compì alcune scoperte che promossero le conoscenze sui meccanismi cancerogeni ed alcuni sviluppi biotecnologici, contribuendo anche ad una migliore conoscenza delle cause dell'AIDS. Insieme a Howard Temin e Renato Dulbecco venne insignito del premio Nobel all'età di 37 anni, nel 1975, per le ricerche sulla «interazione tra i virus tumorali e il materiale genetico delle cellule». Le sue attuali ricerche comprendono principalmente lo studio dei virus cancerogeni, il sistema immunitario e le malattie infettive. I suoi interessi scientifici sono rivolti specialmente verso l'AIDS.

bisogno di cibo e il progetto di raccolti di grano che utilizzino meno acqua e fertilizzanti sarebbe di gran valore».

La biotecnologia sta anche migliorando considerevolmente l'aspetto animale dell'agricoltura. Per esempio in Africa, la produzione delle piante e degli animali è limitata da malattie infettive e lo sviluppo di vaccini per gli animali apporterebbe un grande vantaggio per quella popolazione.

Anche molte malattie umane presenti nel terzo mondo potranno essere debellate dalla biotecnologia; in particolare, le malattie infettive, la malaria e la tubercolosi. I vaccini per i bambini rappresenteranno un grande argine a questo aspetto patologico.

Un'altra prospettiva biotecnologica riguarda l'ambiente: la «"bioremediation" [biorimediabilità] è la scienza che usa organismi per eliminare inquinamenti».

Ma come è effettivamente possibile risolvere questi problemi per mezzo della biotecnologia? Tra i due tipi di strategie, entrambe importanti, cioè quella che privilegia la ricerca della scienza del Nord focalizzata verso i problemi del Sud e l'altra che invece ritiene che tali problemi debbano essere attaccati localmente e con personale indigeno, Baltimore ritiene che vi possano essere delle buone ragioni per accoglierle entrambe. Per esempio, una delle difficoltà circa lo sviluppo delle tecnologie sul luogo in cui esse abbisognano, consiste nel fatto che esse richiedono importanti infrastrutture, e poiché esse si basano anche su scienze molto avanzate richiedono spesso un alto grado di preparazione scientifica. Dall'altro lato, però, trascurare lo sviluppo di tecnologie e la preparazione di ricercatori locali -sostiene molto opportunamente Baltimore- significa rendere perennemente dipendenti questi paesi dagli altri più avanzati e farli progredire molto lentamente. Per cui egli considera un fatto altamente positivo potenziare i laboratori e formare i ricercatori in questi luoghi. «Lo sviluppo di centri internazionali di ricerca nell'America Latina, Asia e persino in Africa potrebbe far germogliare le regioni con scienziati addestrati e potrebbe provvedere un luogo adatto per lo sviluppo e il trasferimento della tecnologia... I laboratori di Trieste e New Dehli servirebbero a questa funzione, sebbene mi sembrano focalizzati sopra un personale permanente e sulla ricerca applicata. Il mio punto di vista di un laboratorio che sia da sprone alla regione è quello che è focalizzato sulla ricerca di base in modo che l'addestramento sia quanto più rigoroso possibile»

Un altro fattore generale per potenziare la biotecnologia consiste, secondo Baltimore, nel legarla, come è avvenuto in America, al libero mercato; questo processo sarà allora concentrato in questa espressione: «la

tecnologia spinge e il mercato tira». Tutto ciò naturalmente -prevede acutamente Baltimore- porterebbe ad altri problemi, quali il rapporto tra governo e imprese scientifiche, tra questioni etiche e biotecnologie, ecc. Ci limitiamo a osservare, perciò, che in tal modo queste potrebbero essere alla mercé del capitale, che non sempre le usa a favore di coloro che dovrebbero essere i veri beneficiari.

Alla fine della sua relazione, Baltimore si lascia andare ad alcune previsioni circa l'impatto della biotecnologia sui prossimi decenni.

Per quanto riguarda alcune semplici previsioni, egli crede che vi sarà una notevole estensione di nuovi agenti farmaceutici; assisteremo allo sviluppo di sostanze chimiche che aiuteranno a combattere il cancro, a lenire la sofferenza di pazienti affetti da malattie autoimmuni e cardiovascolari; miglioreranno le tecniche di trapianto degli organi; ci sarà anche l'avvento di una terapia genica per alcune malattie; verranno infine scoperti nuovi vaccini per prevenire gravi malattie infettive: sfortunatamente ci vorrà forse molto tempo ancora per il vaccino contro l'AIDS.

Oltre queste facili previsioni, Baltimore pronostica anche alcune altre più improbabili, quali nuovi tipi di cibo, nuovi generi di piante che possano crescere nel deserto, usando un minimo apporto di acqua, la creazione sintetica di fibre di cotone o di lana senza usare il petrolio, un nuovo sfruttamento dell'energia solare, ecc.

La conclusione di Baltimore circa il futuro delle biotecnologie è che esse «sono meravigliose, specialmente se non portano con sé una quantità di cattivi effetti collaterali. Esse arricchiscono le nostre vite, estendono le nostre abilità in quanto esseri viventi, ci rendono più sani e potenziano la nostra economia... [infine] aiutano a condurre il mondo a una sempre maggiore distribuzione di ricchezza». Sicché esse sono adatte tanto ai problemi e alle necessità del mondo in via di sviluppo quanto in quello industrializzato.

Nuove tecnologie e sviluppo sostenibile: Burton Richter e Samuel Ting

B. Richter e S. Ting hanno cercato di porre in relazione l'emergenza di nuove tecnologie con lo sviluppo socioeconomico: la loro tesi comune è che la tecnologia è in stretta interazione con la scienza, per cui per avere più tecnologie occorre più scienza, e viceversa.

Burton Richter: *"Dalla scienza alle nuove tecnologie"*. - Richter premio Nobel per la Fisica nel 1976 e attualmente Direttore dello *Stanford Linear*

*Accelerator Center*⁹, esamina il ruolo che ha la scienza nello sviluppo di nuove tecnologie e specialmente il passaggio *Dalla scienza alle nuove tecnologie (From Science to New Technologies)*.

Egli comincia con l'ammissione generalmente accettata anche dagli altri suoi colleghi Nobel del convegno, secondo cui «nel cuore dello sviluppo di nuove tecnologie si trovano le scoperte di base», anche se «vi sono molte curve e svolte sulla strada prima che siano realizzate applicazioni industriali».

Se la scienza di base genera nuove tecnologie, queste a loro volta producono nuova scienza, e così di seguito. Fra di esse -ci fa notare Richter- esiste un forte intreccio e una fertile interazione ed entrambe sono indispensabili al progresso scientifico. Avvicinandosi specialmente alla concezione di S. Ting -insieme a cui ha diviso il Nobel- circa il rapporto scienza-tecnologia, egli sostiene: «La tecnologia di oggi è basata sulla scienza di ieri; la scienza di oggi è basata sulla tecnologia di ieri. La scienza, che proprio adesso sta compiendo scoperte, che creerà nuove industrie non può essere fatta senza, per esempio, i lasers e i computers che sono stati sviluppati dalla scienza precedente. La strada dalla scienza alle tecnologie non è una strada maestra diritta ma una specie di spirale scientifica che favorisce nuove tecnologie che, a loro volta, permettono nuova scienza che di nuovo crea nuove tecnologie, e così via».

Questa direzione scienza tecnologie è perciò a doppio senso: anche le tecnologie possono produrre scienza, anzi è impossibile oggi fare scienza senza queste nuove tecnologie. Per illustrare questa interazione Richter ricorre a una bella metafora tratta dalla biologia molecolare: «vi è una specie di doppia elica nell'interazione della scienza e della tecnologia simile alla doppia elica del DNA... Un filamento dell'elica è la scienza; l'altro filamento è la tecnologia. Tutt'e due sono inestricabilmente legate e nessuna può avanzare a lungo andare senza progressi da parte dell'altra... E' necessario

⁹ Richter divise il premio Nobel con Samuel C. C. Ting per le loro scoperte indipendenti di una particella subatomica che Richter denominò "psi" e Ting chiamò "J". Successivamente questa scoperta portò ad altri esperimenti che confermarono ulteriori dettagli della teoria anticipando alcune previsioni sull'esistenza dei quarks, cioè di gruppi di particelle subatomiche -che pare non abbiano una struttura apparente e che si manifestano sempre insieme ad altri quarks- che si ritiene siano tra i costituenti fondamentali della materia.

Egli nacque il 22 marzo 1931 a New York. Ottenne il suo dottorato in Fisica dal Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, nel 1956 e divenne professore di Fisica presso la Stanford University di California nel 1967. Nel 1984 fu nominato Direttore dello Stanford Linear Accelerator Center. Attualmente è Presidente della American Physical Society e membro di altre numerose società scientifiche, fra cui varie compagnie industriali e tecnologiche. (Cfr. *Encyclopaedia Britannica*, 1983, vol. viii, p. 573).

che la scienza fondamentale avanzi lungo questa doppia elica per sviluppare nuove capacità di cui possa beneficiare il genere umano».

Richter ricorda una storiella per illustrare la natura di avanguardia della scienza nei riguardi della tecnologia. Il Primo Ministro Gladstone in visita nel disordinato laboratorio di M. Faraday pare abbia detto: «"Tutto ciò è molto interessante, ma a che serve?" Si dice che Faraday abbia risposto, "Non lo so, Sir, ma uno di questi giorni lo tasserai."».

Richter per illustrare il valore della scienza di base i cui frutti tecnologici e applicativi possono ricadere anche in campi lontani dall'originaria problematica scientifica porta un esempio tratto dal proprio campo della fisica sub-nucleare e che riguarda gli acceleratori di particelle con intensi fasci di raggi x per la cura del cancro.

Il medesimo concetto del valore della scienza di base e dell'imprevedibilità delle sue applicazioni pratiche è anche espresso e condiviso dalla maggior parte dei suoi colleghi presenti al convegno.

Per giustificare la sua tesi circa la durata lunga e complessa del passaggio dalla scienza alla nuova tecnologia, Richter porta come esempio, che qui non possiamo seguire dettagliatamente, la storia dello sviluppo della Magnetic Resonance Imaging (MRI), un prezioso strumento diagnostico le cui origini si ritrovano nella fisica anziché nella medicina e il cui antecedente immediato è la teoria e la tecnica della Nuclear Magnetic Resonance (NMR), e che, a parere di Richter, conta come anni decisivi di sviluppo assai complesso e tortuoso dal 1938 al 1981.

Samuel Ting: *"La ricerca di oggi è la tecnologia di domani"*. - La relazione di Samuel C. C. Ting, premio Nobel per la Fisica nel 1976 e attualmente professore di Fisica presso il Massachusetts Institute of Technology, Cambridge¹⁰, è tesa a dimostrare l'importanza della ricerca pura, da cui appunto dipende quella applicata. La sua tesi di fondo costituisce anche il titolo della sua relazione: *La ricerca di oggi è la tecnologia di domani (Research of Today is the Technology of Tomorrow)*.

¹⁰ Le ricerche di Ting spaziano dalla fisica delle particelle elementari all'elettrodinamica quantistica fino all'interazione dei fotoni con la materia.

Egli nacque ad Ann Arbor, nel Michigan, nel 1936. Dopo essersi trasferito in Cina, ritornò negli Stati Uniti nel 1959, dove conseguì il diploma in fisica e in matematica presso la University of Michigan e nel 1962 il PhD nella fisica. L'anno dopo iniziò le sue ricerche sulle particelle elementari presso la European Organisation for Nuclear Research di Ginevra, che lo condussero, nel 1976, a ricevere (insieme a Burton Richter) il premio Nobel per la scoperta della particella pesante "J" derivante dalla collisione elettrone-positrone, che ha poi consentito il perfezionamento del modello dei quarks.

La domanda di partenza di Ting riguarda l'immensità dei problemi di fronte ai quali ci troviamo oggi. «Come possono essere effettivamente affrontate queste sfide con gli strumenti che abbiamo sviluppato e l'etica con la quale noi viviamo?».

Lo scienziato cinese, dopo aver abbozzato il legame storico tra scienza e tecnologia, passa ad elucidare le sue tesi risolutive.

La prima concerne la necessità della scienza pura e di quella applicata: «la scienza di base e lo sviluppo tecnologico sono entrambi necessari». Ne segue che è un punto di vista assolutamente miope puntare soltanto a miglioramenti tecnologici, in quanto lo sviluppo tecnologico ha bisogno di una base scientifica.

Occorre perciò più scienza per competere con i problemi del futuro. «Tutti sono d'accordo che la qualità della vita e il benessere delle società nei paesi industrializzati con condizioni umane per il lavoro, l'aspettativa di una lunga vita, cibo ed energia sufficiente, protezione contro l'inclemenza della natura, facili trasporti, divertimenti di ogni genere *si basano tutti su ritrovati di tecnologie*. Ciò che viene dimenticato sta nel fatto che le basi di questi ritrovati furono messe qualche tempo fa dagli scienziati i quali furono spinti dalla curiosità e non dalle promesse del mercato. Se ci si limita al trasferimento tecnologico, sicuramente dopo qualche tempo, non rimarrà niente da trasferire a meno che non vengano procurati nuovi punti di vista e nuovi fenomeni dalla ricerca di base».

Perciò per trovare le vie di soluzione ai problemi dell'inquinamento, delle variazioni climatiche, della produzione energetica e di molti altri problemi «abbiamo bisogno di nuovi approcci tecnologici basati su speciali sforzi di natura scientifica. Noi abbiamo l'obbligo morale di provvedere le prossime generazioni del necessario 'saper come' [know how] competere con queste difficoltà dal momento che noi abbiamo approfittato di ciò che le precedenti generazioni hanno preparato per noi».

Ting sottolinea giustamente che occorre prima di tutto 'sapere' per 'potere': la relazione di A. Comte, «science, d'où prévoyance; prévoyance, d'où action», risulta dunque ancora sostanzialmente valida. Quanto più cresce il 'sapere' (scienza), tanto più aumenta il 'potere' (tecnologia).

Un'altra ragione a favore della ricerca di base, continua Ting, è che le scoperte che avvengono in questo settore possono portare ad applicazioni tecnologiche o pratiche completamente inaspettate, per cui può parlarsi di una specie di salto quantico in tecnologia ["Quantum jumps in technology"].

Inoltre, man mano che la base della piramide della ricerca pura si allarga, crescono le possibilità di avere nuove e più incisive tecnologie,

comprese quelle per affrontare i problemi emergenti e collaterali dello stesso progresso scientifico.

V'è infine un altro importante motivo a favore della ricerca di base, sostiene ancora Ting, e consiste nel fatto che una mentalità adatta per lo sviluppo tecnologico si acquista solo con la ricerca di base. Infatti, gli scienziati hanno generalmente bisogno di una mentalità aperta per accogliere le diverse sfide della natura e per considerare i problemi da un'ottica più vasta e profonda. Per questi stessi motivi si trovano nelle necessità di dover rispondere a domande inconsuete, le cui risposte richiedono sovente un approccio interdisciplinare. «Queste qualità sono imparate e praticate nella ricerca di base ma sono altrettanto importanti per gli sviluppi tecnologici».

S. Ting porta come esempio di questa sua tesi il suo stesso esperimento denominato L3 che richiede una cooperazione internazionale di fisici e di laureati di 16 paesi, e che rappresenta perciò un modello che mostra «come gli scienziati possano lavorare insieme, comunicare, risolvere problemi tecnici in vista di un fine comune senza trascurare le loro identità individuali».

Infine, la tecnologia è anche alla base della ricerca scientifica, infatti «per penetrare nell'infinitamente piccolo (microcosmo) o nell'infinitamente grande (macrocosmo), si ha bisogno di strumenti basati su nuove tecnologie che devono essere sviluppate per scopi speciali». Questi medesimi strumenti tecnologici possono servire anche ad applicazioni pratiche. Persino nel campo della fisica delle particelle elementari, «che qualcuno può considerare la più "inutile" delle scienze, emergono molte applicazioni».

La conclusione di Ting è assai netta e chiara e ci è fornita con una brillante metafora: «La ricerca fondamentale è il seme delle tecnologie future. L'importanza del grano da semina era un fatto ben noto a tutte le società agrarie primitive: per quanto duro fosse l'inverno, il grano da semina non veniva mangiato al rischio della fame. Consumare il grano da semina significava porre in pericolo il futuro. La ricerca di base, il cui unico scopo è quello di comprendere la natura, è il grano da semina delle future tecnologie. Stiamo mangiando il nostro grano da semina? e distruggendo il raccolto dei nostri figli?».

Come possiamo notare, le idee che Ting ha in comune con Richter -con cui ha diviso il premio Nobel- nei riguardi del rapporto scienza-tecnologia sono molte e ci sembrano anche veramente appropriate. Sono anche molto suggestive le rispettive metafore per illustrare questo rapporto: quella del grano da semina (Ting) e quella della doppia elica (Richter).

Per una biologia al servizio dell'uomo: Renato Dulbecco

Data l'assenza del farmacologo inglese James Black, premio Nobel per la Fisiologia o Medicina nel 1988 insieme ai ricercatori americani Gertrude Elion e George Hitchings, che avrebbe dovuto affrontare l'interessante tema *Progressi e insidie della farmacologia*, Dulbecco è solo a riprendere il sogno di R. Descartes e Cl. Bernard per riportare la medicina e la fisiologia al servizio dell'uomo. Il suo progetto Genoma Umano -a suo parere- rappresenta l'arma migliore per raggiungere questo obiettivo.

Renato Dulbecco: *"Libertà di ricerca e timori della società"*. - Dulbecco, premio Nobel per la Fisiologia o Medicina nel 1976 e attualmente Esperto presso l'Area di Ricerca CNR di Milano¹¹, entro il quadro di una biologia al

¹¹ Egli nacque a Catanzaro il 22 febbraio 1914. All'età di soli sedici anni si iscrisse presso la Facoltà di Medicina dell'Università di Torino, dove si laureò nel 1936 con una tesi di anatomia patologica. In quel periodo scoprì un sismografo elettronico che diede la possibilità di registrare la contrazione muscolare senza alcun legame meccanico. Poté tornare agli studi solo nel 1945, essendo stato chiamato alle armi; però dal 1940 al 1946 fu assistente all'Istituto di patologia di Torino e dal 1946 al 1947 all'Istituto di anatomia della medesima università. Al suo maestro Giuseppe Levi, che ebbe anche come allievi altri due premi Nobel, Salvador E. Luria (1969, Fisiologia o Medicina, per le malattie virali) e Rita Levi-Montalcini (1986, Fisiologia o Medicina, per la scoperta del NGF), riconosce ogni merito per averlo indirizzato nella ricerca. Fu appunto la visita all'Istituto di anatomia di Torino dell'ex allievo di Levi, S. Luria, emigrato ormai negli Stati Uniti e direttore del laboratorio presso l'Università dell'Indiana a Bloomington, a decidere la vita scientifica di Dulbecco, il quale consigliato da Rita Levi-Montalcini, si trasferì in quel laboratorio di avanguardia, ricevendo anche da parte di Luria un'impostazione scientifica moderna proprio nei momenti in cui si stavano erigendo le basi della moderna biologia molecolare (cfr. Dulbecco 1974, vol. i, p. 328).

Nel 1949 si trasferì, invitato da Max Delbrück, premio Nobel per la Fisiologia o Medicina nel 1969 per le ricerche e scoperte concernenti i virus e le malattie virali, presso il California Institute of Technology a Pasadena. Qui si verificò un cambiamento di interessi di ricerca, dietro sollecitazione di Delbrück, il quale suggerì a Dulbecco di approfondire le ricerche di virologia animale. Nel 1955 egli isolò la prima mutazione del poliovirus e nel 1960 iniziò le sue ricerche oncologiche, studiando i virus animali che causano alterazioni cellulari. Si avviava così in quel campo di ricerche che vedeva nel DNA del virus, incorporato nel materiale genetico della cellula, la causa della permanente alterazione. Furono questi studi che gli permisero il conferimento del premio Nobel nel 1975, insieme a David Baltimore e Howard Temin, entrambi suoi allievi, per le ricerche sulla «interazione tra i virus tumorali e il materiale genetico delle cellule».

Intorno al 1977 Dulbecco cercò di caratterizzare i tipi diversi di cellule esistenti nella ghiandola mammaria del ratto, la quale cominciò a svelargli i suoi segreti, cioè la sua organizzazione, i tipi cellulari e il suo sviluppo. Era anche giunto a produrre artificialmente con sostanze chimiche i tumori nei ratti, che erano però diversi da quelli umani. Quello che si poteva notare era una sregolazione caotica dei geni, per cui la causa

servizio dell'uomo, esamina i rapporti sussistenti tra *Libertà di ricerca e timori della società*, specialmente in merito al suo progetto del Genoma Umano.

Egli dopo alcune brevi riflessioni sul concetto di "scienza" (e la biologia è scienza, asserisce Dulbecco) intesa essenzialmente come tendenza fondamentale dell'uomo a cercare o scoprire, cioè come ricerca, passa ad esaminare i fattori principali della sua crescita. Essi sono tre: «le conoscenze precedenti, un'osservazione acuta, e, quasi sempre, qualche elemento accidentale».

Oltre questi, però, vi è un altro fattore che Dulbecco ritiene essenziale per il progresso della biologia e di tutte le altre scienze: l'interazione della

di questa malattia poteva addebitarsi ad essa; inoltre scoprì che ogni tumore portava con sé una misura della sua malignità potenziale sin dall'inizio e che mentre alcuni lo divenivano rapidamente altri invece mai. «Diventava importante -nota Dulbecco nella sua autobiografia- conoscere la ragione di quelle differenze, per identificare precocemente i tumori potenzialmente più maligni, che è uno dei maggiori traguardi della medicina. Per far ciò la ricerca doveva spostarsi sui geni» (Dulbecco 1989, p. 295).

In base a questo, notò subito che il problema centrale del cancro consisteva in una identificazione di quei geni che una volta sregolati producevano la malignità. Nasceva così l'esigenza di una vasta e approfondita conoscenza dei geni. Inoltre, era ovvio che una tale strada serviva anche ad altre ricerche fisiologiche e mediche. Scrive ancora Dulbecco nella sua autobiografia: «Mi incoraggiava il pensiero che quell'indirizzo non sarebbe stato utile solo per il cancro, ma sarebbe servito per studiare tutti i sistemi cellulari complessi, come per esempio il cervello, che è composto da un gran numero di cellule diverse» (*ibidem*, p. 296). Tradotto in poche parole il suo progetto investiva l'intero genoma umano. Si trattava dunque di «individuare tutti i geni dell'uomo, cioè, in termini tecnici, di sequenziare il genoma umano. Ciò significa determinare l'ordine in cui si susseguono i tre miliardi di basi del DNA, che sono l'alfabeto dell'informazione genetica» (*ibidem*, p. 296). Questo arduo compito poteva voler dire, gli ricordava uno dei suoi oppositori, un accumulo di tanti dischi da computer tali da formare una colonna alta fino a due metri. Pubblicò queste sue idee sulla rivista *Science*, la quale accolse il progetto solo come una proposta o una prospettiva, essendo troppo originale e difficile da poter essere valutato in un breve lasso di tempo. L'accoglienza di questo progetto si dimostrò varia a seconda dell'interesse dei ricercatori, i quali erano generalmente favorevoli ad uno studio sequenziale del genoma in accordo però ai loro interessi specifici; altri, però, si dichiararono disposti ad arrivare alla conoscenza completa del genoma.

In un convegno organizzato dalla Montedison a Washington, nel 1986, sulla cooperazione e sulla competizione internazionale nella scienza, Dulbecco ebbe l'occasione di parlare del progetto genoma ad un vasto pubblico di scienziati, italiani e americani. Da allora si rese disponibile per la realizzazione di tale progetto anche l'Italia (cfr. Dulbecco 1989, p. 391). Il nostro paese scelse di dedicarsi specialmente allo studio di alcune zone del cromosoma X, cioè di una porzione di circa cinquantamiliardi di basi assai fitte di geni (cfr. Bozzi 1993, p. 86).

Recentemente Dulbecco si è trasferito nella patria nativa dove lavora presso l'Istituto di tecnologie biomediche del Consiglio nazionale italiano di ricerca (Segrate, Milano). Egli dirige anche la Commissione italiana nazionale di oncologia ed è Presidente emerito del Salk Institute.

ricerca con la società. «Infatti la società è responsabile per formare lo scienziato, e per rendere possibile il lavoro nel campo che gli interessa, procurandogli i mezzi per portarlo avanti, e specialmente preparando l'ambiente in cui il suo lavoro si può sviluppare»¹².

E' quasi banale sostenere questa tesi, ritiene giustamente Dulbecco. Infatti, «le scoperte più importanti avvengono in certi paesi, in certe città, in certe università. Se si considerano i premi Nobel come il paradigma di coloro che fanno le scoperte più riconosciute, si vede che essi non sono distribuiti a caso nel mondo, ma sono concentrati in certi laboratori. Non solo, ma si possono anche riconoscere dei veri e propri alberi genealogici dei premi Nobel. Generalmente un maestro di grande statura produce allievi anche di grande statura, ed esso stesso proviene da un maestro di grande distinzione».

Quali sono allora i compiti più importanti della società nei confronti della ricerca in generale e di quella biologica in particolare?

Quello più importante, ritiene Dulbecco, insieme agli altri colleghi intervenuti al convegno, è il riconoscimento dell'importanza della ricerca di base e della sua intrinseca libertà. Questo perché essa «non può avere degli scopi pratici precisi, perché è impossibile prevederne le scoperte. Perciò non è possibile instaurare un programma di ricerca in un campo ignoto con dei goal precisi... la ricerca di base deve essere senza obiettivi specifici, deve avere il solo obiettivo di approfondire le nostre conoscenze». Cercheremo di dimostrare nella sezione conclusiva le nostre perplessità, anche se siamo propensi a riconoscere sin d'ora alcune ragioni in favore di questa tesi di Dulbecco.

Non si deve pensare per questo che la ricerca di base non abbia importanti ricadute pratiche. Infatti, i risultati pratici provengono qualche volta da ricerche in campi apparentemente lontani. «Per esempio, nella ricerca sul cancro, le scoperte recenti più importanti, che dimostrano il cancro essere una malattia dei geni delle cellule, sono venute fuori da studi sui virus e sui fenomeni di regolazione cellulare. Queste due aree di ricerca non avevano alcuna connessione con il problema del cancro. Per contro, nota acutamente Dulbecco, i numerosi studi sulle proprietà dei cancri, che

¹² Per quanto riguarda l'Italia, Dulbecco in una conferenza stampa tenuta a Milano il giorno prima del convegno, ha lanciato un grido d'allarme contro la fuga dei cervelli all'estero: «Non accenna ad arrestarsi l'emorragia di "cervelli" che abbandonano l'Italia per trasferirsi in altri paesi dove continuare studi e ricerche "con i fondi adeguati e la necessaria serenità". Dobbiamo fermare questo fiume in piena -ci ammonisce Dulbecco- e trovare soluzioni che diano risposte concrete ai bisogni di migliaia di giovani ricercatori preparati e disposti a lavorare per il nostro Paese» (AGI, 6 dic.).

venivano condotti sullo stesso tempo in molti laboratori, non portarono a scoperte fondamentali, perché il materiale oggetto di studio era troppo complesso, e non c'era modo di analizzarne i cambiamenti essenziali».

Osserviamo a questo punto che non ci si deve meravigliare di quanto è accaduto, poiché in generale nella storia della fisiologia e della medicina sono state le conoscenze fisiologiche a spiegare e chiarire quelle patologiche, e non viceversa. La fisiologia è stata ritenuta spesso la base della medicina, per cui essa è stata il perno su cui hanno ruotato sia la patologia che la terapia. Perciò abordare il problema del cancro dal punto di vista patologico -cioè studiare direttamente i reperti cancerogeni, che, come asserisce Dulbecco, si dimostrarono eccessivamente complessi- significava compiere un salto dalla spiegazione fisiologica per andare direttamente a quella patologica, che invece pare dovesse essere ricavata dalla fisiologia.

Dunque, continua Dulbecco, è molto importante che la società conceda libertà alla ricerca di base e non chieda ad essa ricadute pratiche immediate. In concreto questo atteggiamento della società dovrebbe tradursi nell'assegnamento di fondi adeguati.

Egli ritiene che anche i rapporti tra ricerca scientifica e industria vadano incrementati, poiché i vantaggi possono essere reciproci: «purché l'industria -sottolinea- non cerchi... di influenzare la direzione della ricerca».

Anche il "Progetto Genoma Umano" proposto da Dulbecco è frutto di un'interazione tra ricerca e società: alle sue prime diffidenze sta subentrando una più serena fiducia e questo progetto sta compiendo numerosi passi in avanti. «Lo scopo del Progetto è quello di scoprire tutti i geni dell'uomo e di alcune altre specie»; cioè, la schedatura o «l'esatta composizione di tutti i geni umani».

Vi sono due ragioni fondamentali che sostengono la sua utilità: «Una è che i geni sono coinvolti, in modo più o meno diretto, in molti processi morbosi; perciò la loro conoscenza contribuirà notevolmente alla diagnosi, la prevenzione e la terapia di molte malattie. L'altro vantaggio è che molti geni sono responsabili per la produzione, entro l'organismo, di sostanze con azione farmacologica potente, quali gli ormoni. Le tecniche dell'ingegneria genetica ora permettono la produzione industriale di queste sostanze a scopo terapeutico».

Notiamo a questo proposito la fertilità di questo programma di ricerca. Nel 1986 è stato scoperto il gene responsabile della distrofia muscolare; nel 1989 sono stati compiuti i primi esperimenti di trasferimento di geni in pazienti affetti da malattie ereditarie e nello stesso anno è stata scoperta la struttura del gene della fibrosi cistica. Nel 1991 è stato scoperto il gene che

determina la sindrome del cromosoma X fragile. Nel 1993 è stata annunciata la scoperta del gene responsabile del morbo di Huntington.

Se per le ragioni esposte sopra -continua Dulbecco- la società è favorevole ad una sua esecuzione, alcune altre preoccupazioni possono frenare queste ricerche. I 'timori' della società provengono dal fatto che la conoscenza dei geni potrebbe menomare l'individuo di fronte agli altri componenti della società: per esempio, «un portatore di geni che lo rendono suscettibile a sostanze presenti nell'ambiente industriale potrebbe avere limitata possibilità d'impiego». Queste paure però -ci rassicura Dulbecco- sono infondate, in quanto gli studi sul genoma «non considerano differenze geniche individuali, perché tutto il lavoro usa frammenti del genoma ottenuti da individui diversi, che non sono conosciuti. Il genoma che si studia è un genoma di riferimento, e così sono i geni che si scoprono». Le conoscenze ricavate da questi studi sono perciò adatte «per ottenere i prodotti dei geni a scopo medico e per scoprire i geni le cui alterazioni causano malattie ereditarie, facilitandone la diagnosi e la prevenzione».

Di fronte a situazioni del genere, dunque, occorre che la società acquisti una cognizione chiara di queste ricerche, e «con una discussione libera ed accurata, decida quali pratiche siano accettabili e quali no. Bisognerà poi attuare delle normative per impedire le pratiche considerate indesiderabili. Ciò dovrà essere fatto senza limitare lo scopo della ricerca». «Una soluzione possibile, per prevenire conseguenze non desiderabili, è continuare le indagini, ma limitare l'uso dei risultati».

Comunque, la cosa più importante perché la società non vada incontro a rischi disastrosi -ci ammonisce saggiamente Dulbecco- è che essa «diventi partecipe ben informata dei progressi della scienza, dei suoi scopi e delle sue possibilità. E determini, pur garantendo la massima libertà di ricerca, come si possano e si debbano limitare le conseguenze delle sue scoperte là dove è necessario».

Ralf Dahrendorf: *"Scienze naturali, sociali e umanistiche alle soglie del XXI secolo"*

Ralf Dahrendorf è stato il Presidente della seconda giornata di convegno. Il suo breve, ma saggio e succoso intervento, va considerato con molta attenzione.

Dahrendorf¹³, uno degli ispiratori del convegno insieme a G. Rota, affronta il seguente tema: *Science, Social Science and Humanities at the Threshold of the 21st Century* [Scienze naturali, sociali e umanistiche alle soglie del XXI secolo].

La sua questione riguarda la paura e la delusione che generalmente accompagnano la scienza oggi, a differenza dei sentimenti di fiducia e di speranza che albergavano negli uomini sul finire dell'Ottocento. Egli ritiene che queste paure e delusioni, pur se non condivisibili, possano tuttavia venire giustificate e comprese.

Infatti, le scienze naturali specialmente con la minaccia delle armi nucleari e la manipolazione del patrimonio genetico risvegliano paure ancestrali.

Notiamo, infatti, che proprio in questi giorni¹⁴ una nuova minaccia del capo neofascista e ultranazionalista russo Vladimir Zhirinovskij è stata lanciata contro il resto del mondo. L'arma in possesso della Russia sarebbe un "cannone a particelle neutre" (Elipton) molto più potente dell'atomica, che anche gli americani stanno cercando di realizzare ma di cui ancora si ignora il nome anche in codice¹⁵.

Le scienze sociali, continua Dahrendorf, «per la maggior parte hanno finito con l'unire i limiti del pregiudizio ideologico con quelli dell'assenza del metodo scientifico. Anche se la raccolta dei dati fattuali è divenuta una pratica generalizzata in campo sociale, ciò non è bastato a dar vita a una vera scienza della società».

¹³ Il lettore italiano forse conosce R. Dahrendorf per aver partecipato al dibattito intorno al problema del metodo della ricerca metodologica che si svolse a Tubinga nel 1961 e che aveva visto due metodologie contrapposte, quella dialettica di Theodor W. Adorno e quella positivista, in senso lato, di Karl Popper (*Dialettica e positivismo in sociologia*. Torino, Einaudi, 1972; R. Dahrendorf, "Note sulla discussione delle relazioni di Karl R. Popper e Theodor W. Adorno").

Dahrendorf nacque ad Hamburg, Germania, nel 1929. In questa città e a Londra compì studi classici, filosofici e sociologici. Fu visiting professor di Sociologia ad Hamburg, Tübingen e Konstanz dal 1957 al 1968. Nel 1960 fu visiting professor anche presso la Columbia University. In Germania prese parte attivamente alla politica con i liberali. Nel 1974 si trasferì in Inghilterra dove per dieci anni ricoprì la carica di Direttore della London School of Economics, laddove insegnava K. Popper.

Attualmente è Presidente del St. Antony's College, Oxford e Pro-Vice-Chancellor dell'Università di Oxford.

¹⁴ Vedi: Caprarica 1993.

¹⁵ Alle minacce di Zhirinovskij speriamo faccia però da reale e sereno contrappeso la prossima firma di venerdì 14 gennaio dell'accordo tra Usa, Russia e Ucraina per "l'eliminazione totale" dell'arsenale nucleare ancora in possesso di Kiev. (Ginzberg 1994).

Dahrendorf sembra molto opportunamente avvertirci del pericolo di far passare per sociologia scientifica ciò che può rientrare soltanto nel campo della normatività, sia pure servendosi di pseudospiegazioni metodologiche.

Le discipline umanistiche -sostiene- sono state avvelenate dal relativismo: «la metodologia umanistica sembra suggerire l'inesistenza di criteri sicuri che consentano di scegliere fra un approccio e l'altro. "Tutto è il contrario di tutto" appaiono così come opzioni ugualmente valide».

Aggiungiamo da parte nostra che anche l'epistemologia è stata investita da una sorta di relativismo e di anarchismo metodologico: «*tutto va bene*» [*anything goes*] ci assicura Paul K. Feyerabend nel suo famoso volume *Against Method* (1975).

Secondo Dahrendorf queste preoccupazioni e queste paure sono comprensibili e portano spesso lo scienziato a rifiutare ogni dibattito col pubblico, anziché dialogare liberamente con lui e partecipare attivamente alla vita sociale. «Eppure, per chi ancora condivide il concetto illuministico di forza e dignità della scoperta scientifica, questo atteggiamento non è soddisfacente».

Occorre perciò un nuovo approccio alla scienza e occorre guardarla da nuovi punti di vista. Dahrendorf propone a questo proposito tre considerazioni fondamentali.

1. «Il dibattito metodologico è diventato sorprendentemente semplicistico». Anziché puntare a metodologie di fondo che unifichino il lavoro scientifico, vengono privilegiati aspetti parziali e di scarsa rilevanza scientifica. «Personalmente, dichiara Dahrendorf, sarei a favore di un ritorno generalizzato al pensiero popperiano, che rimetta in auge una metodologia fondamentale basata su prova ed errore e sul criterio della falsificazione».

2. Occorre una ridefinizione della scienza che risulti inserita in un contesto di valori morali.

E qui, crediamo, che c'è bisogno di invertire quella tendenza originaria del Circolo di Vienna che intendeva sganciare la scienza da ogni considerazione etica. (Si pensi alla posizione di Wittgenstein nel *Tractatus*¹⁶, che tanta influenza ha avuto sulla filosofia del positivismo logico).

Questo ammonimento di Dahrendorf ci riporta anche alle radici del progetto di questo convegno.

Nota con saggezza Dahrendorf: «L'imposizione di restrizioni morali alla ricerca è certamente inaccettabile, ma altrettanto inaccettabili sono le

¹⁶ «Vom Willen als dem Träger des Ethischen kann nicht gesprochen werden» [Del volere quale portatore dell'etico non può parlarsi]. Wittgenstein 1921, 1972, prop. 6.423; vedi anche propp. 6.52 e 7.

applicazioni distruttive delle scoperte. Senza confondere la linea di demarcazione fra realtà e valori, teorie e regole, dobbiamo quindi definire la scienza nel contesto di un dibattito sui valori morali».

3. Bisogna restituire alla scienza la sua funzione pubblica.

Anche qui siamo perfettamente d'accordo con Dahrendorf. Non sempre la divulgazione scientifica è distorsione e banalizzazione dei concetti fondamentali. Grandi filosofi e scienziati si sono spesso rivolti al pubblico per informarli delle loro teorie e delle loro scoperte. Oggi, invece, «la nascita di comunità scientifiche organizzate ha privato la scienza di tale carattere di pubblicità; troppi studiosi si rivolgono ad altri addetti ai lavori e ciò ha inevitabilmente alienato l'interesse dell'opinione pubblica accorta alle problematiche scientifiche. E' necessario trovare il modo di riequilibrare la situazione...», conclude giustamente Dahrendorf.

La priorità della ricerca: Ilya Prigogine e Carlo Rubbia

A Prigogine e Rubbia è toccato l'arduo compito, del resto condiviso dai Nobel intervenuti, di giustificare e promuovere la priorità della ricerca di base, sottolineando la sua importanza e necessità per lo stesso progresso tecnologico, sociale e umano.

Ilya Prigogine: *"Le frontiere della complessità"*. - Prigogine, premio Nobel per la Chimica nel 1977 e attualmente Direttore degli Istituti Internazionali Solvay per la Fisica e per la Chimica di Bruxelles¹⁷, in linea con le sue originali ricerche affronta il tema: *Le frontiere della complessità*¹⁸.

¹⁷ Allievo del fisico belga Théophile De Donder, il quale insieme allo stesso Prigogine aveva seguito le indicazioni di Ludwig von Bertalanffy (*Thoretische Biologie*, Berlino 1932; sec. ediz. Berna, 1942) di estendere nel campo fisico le ricerche della termodinamica e della cinetica ai sistemi biologici aperti, Prigogine ha allargato e approfondito con gli strumenti teorici della termodinamica dei processi irreversibili lo studio dei processi biologici e sociali.

Prigogine ebbe il premio Nobel per la Chimica proprio «per aver ampliato gli orizzonti della termodinamica».

Intorno agli anni '40, si era propensi a credere che il secondo principio della termodinamica, riguardante l'aumento di entropia, comportando un aumento di disordine e una distruzione della struttura, contraddicesse il dinamismo organico, che appariva una basilare eccezione nei confronti degli altri sistemi fisici.

Nel 1940 L. von Bertalanffy, riprendendo specialmente alcune concezioni di Claude Bernard (*fixité du milieu intérieur*), di Emil Du Bois Reymond e di Walter B. Cannon (*homeostasis*), aveva considerato i sistemi viventi come sistemi aperti che scambiano materia con l'ambiente circostante con cui si trovano in *equilibrio dinamico*, «esibendo la capacità di importare ed esportare materiali e di operare nel senso di produrre e

Secondo Prigogine alle frontiere della scienza si situa la nozione di "complessità" [complexité; complexity]: essa costituisce una vera e propria 'priorità della ricerca' in quanto introduce nuovi problemi e ci costringe ad apportare una revisione profonda alle nostre conoscenze. Nota Prigogine nella sua relazione: «Fra le principali caratteristiche della scienza degli ultimi decenni figura la scoperta della complessità, grazie alla quale possiamo osservare fluttuazioni e instabilità a tutti i livelli, dalla cosmologia alle scienze umane. Nel mio intervento descriverò brevemente il ruolo della complessità in diversi settori della scienza e mostrerò come lo studio di tale disciplina porti a una revisione della nostra concezione delle leggi di natura».

Perché nel nostro dialogo con la natura, si chiede Prigogine, bisogna tenere in considerazione la 'complessità'? La risposta a questo interrogativo ci è fornita dalla stessa indagine della natura. Alle leggi deterministiche e

distruggere strutture con i propri componenti materiali» e tendenti «ad uno stato indipendente dal tempo, il cosiddetto stato stazionario (*fliessgleichgewicht* secondo von Bertalanffy, 1942)» (cfr. L. von Bertalanffy 1969, pp. 224-225). In quegli stessi anni la teoria termodinamica dei sistemi aperti era stata già sviluppata anche da Erwin Schrödinger (*What is Life?* 1943; London 1945), premio Nobel per la Fisica nel 1933 insieme a P.A.M. Dirac per «l'introduzione delle equazioni d'onda nella meccanica quantistica», il quale aveva sostenuto che la «*materia vivente si alimenta di "entropia negativa"*» (Schrödinger 1970, p. 176). Anche Lars Onsager -che ebbe il premio Nobel per la chimica nel 1968 per il suo «lavoro sulla teoria della termodinamica dei processi irreversibili»- aveva seguito il medesimo programma di ricerca di L. Bertalanffy apportandovi indagini originali e particolari. Onsager aveva fatto parte della medesima scuola di fisici belgi di Prigogine.

Prigogine nacque a Mosca il 25 gennaio 1917, da cui nel 1921 insieme alla famiglia si trasferì in Belgio. Dopo aver studiato fisica e chimica all'Université Libre de Bruxelles, ottenne dalla stessa Università nel 1945 l'*agrégation de l'enseignement supérieur* in fisica chimica. La tesi da lui discussa sulle proprietà dei processi irreversibili presagiva già i suoi interessi che lo dovevano vedere occupato per tutta la sua vita. Nel 1947 pubblicò *Étude thermodynamique des phénomènes irréversibles* (Lüttich, Paris); nel 1954 *Introduction to Thermodynamics of Irreversible Processes* (Springfield, Ill.) dove introdusse il concetto di "struttura dissipativa", che venne poi ripreso nel 1967 e in altri suoi scritti, e che trovò una sua applicazione nei sistemi biologici aperti.

Dal 1945 cominciò a insegnare fisica chimica e fisica teorica presso l'Université Libre de Bruxelles. Dal 1961 al 1966 occupò una cattedra presso il Department of Chemistry presso la University of Chicago e dal 1959 è stato direttore dell'International Solvay Institute for Physics and Chemistry. Dal 1967 ha anche diretto il Center for Statistical Mechanics and Thermodynamics of University of Texas (Austin, Texas).

¹⁸ Di questa relazione è stata distribuita durante il convegno solo una pagina di sommario e, siccome fino a quando scriviamo la stessa Agenzia *Hypothesis* non è stata in grado di fornirci la relazione completa del Nobel per la chimica, cercheremo di aiutarci nell'esposizione con alcuni appunti che abbiamo preso in quella sede e con quanto lo stesso Prigogine ha scritto nei riguardi degli stessi argomenti nel suo volume *La nuova alleanza: uomo e natura in una scienza unificata* e nei suoi saggi *L'ordre par fluctuations et le système social* e *The Evolution of Complexity and the Laws of Nature*.

semplici della fisica classica sono subentrate quelle probabilistiche e irreversibili della fisica attuale, sicché lo stesso scenario scientifico è divenuto molto più complesso. Egli continua: «La tesi classica considerava le leggi di natura come caratterizzate da reversibilità temporale e determinismo, senza operare alcuna distinzione fra passato e futuro. Oggi le stiamo riformulando in modo da includere i concetti di probabilità e irreversibilità. Le nuove leggi di natura non predicono ciò che accadrà ma semplicemente ciò che potrebbe accadere».

Egli aveva già illustrato questa situazione in una conferenza tenuta a Roma (I. Prigogine, P. M. Allen, R. Herman, *The Evolution of Complexity and the Laws of Nature*, in Prigogine 1979, pp. 1-69) in cui diceva: «All'inizio di questo secolo, la fisica sembrò essere sul punto di ridurre la struttura di base della materia a poche "particelle elementari" stabili, come elettroni e protoni. Oggi ci troviamo lontani da una tale semplicistica descrizione. Quale che sia il futuro della fisica teorica, le particelle "elementari" sembrano essere di una complessità così grande da negare la validità del vecchio adagio "la semplicità del microscopio"» (Prigogine 1979, p. 3).

La stessa nozione di complessità domina anche -sostiene Prigogine- gli altri settori della scienza. In astrofisica è crollato il mito della «regolarità» e del «carattere eterno dei moti celesti», potendo essere questo applicato solo ad alcuni aspetti planetari. «Anziché trovare stabilità e armonia, ovunque si guardi scopriamo processi evolutivi che conducono alla diversificazione e a un aumento di complessità» (Prigogine 1979, pp. 3-4).

Anche nella biologia ci troviamo nella medesima situazione, perché essa «non appare più come un'eccezione alle leggi di natura» (cfr. Prigogine 1979, p. 5). «L'ordine biologico è strutturale e funzionale, e inoltre si manifesta a livello cellulare e sovracellulare mediante una serie di strutture e di funzioni accoppiate di complessità crescente e di carattere gerarchico» (cfr. Prigogine 1979, p. 15). Perciò, «l'organizzazione biologica implica un nuovo tipo di struttura che ha una origine diversa e richiede una spiegazione differente rispetto a quella delle strutture di equilibrio, come i cristalli. Una caratteristica comune delle strutture sociali e biologiche è che esse si verificano in sistemi aperti e che la loro organizzazione dipende vitalmente dallo scambio di materia ed energia con il mezzo circostante» (cfr. Prigogine 1979, p. 18).

La risoluzione del problema dell'ordine biologico richiede l'introduzione di «una nuova nozione: quella di struttura "dissipativa"» (cfr. Prigogine 1979, p. 80), poiché un sistema vivente è -come già aveva affermato Bertalanffy- «un sistema aperto, cioè... un sistema che scambia energia e materia con il mondo esterno» (cfr. Prigogine 1979, p. 80). In questo caso, e fintanto che le riserve

esterne di energia e di materia restano sufficientemente grandi da rimanere in uno stato permanente, il sistema può tendere verso un regime costante, diverso da quello di equilibrio... Le strutture dissipative sono associate a un principio d'ordine completamente diverso, che potrebbe essere chiamato "ordine mediante fluttuazioni"» (cfr. Prigogine 1979, p. 81).

Senza voler ridurre l'evoluzione socio-culturale alle leggi fisiche, continua Prigogine, bisogna notare che anche qui e a maggior ragione si nota un'«auto-organizzazione [che] mostra una inaspettata ricchezza di aspetti» (Prigogine 1979, p. 5). Per cui la nozione di complessità, alla cui base si trova il concetto di struttura aperta, di sistema o di globalità, è anche utile per studiare questi fenomeni tanto intricati e difficili. Nel campo sociale le fluttuazioni, analoghe alle strutture dissipative, giocano un ruolo decisivo, oltre a quello di struttura, di globalità o totalità, per raggiungere l'ordine sociale, cioè una specie di stato stazionario di non equilibrio (cfr. Prigogine 1977, pp. 153-8). Poiché le strutture sociali sono generalmente, tranne in alcune società arcaiche o chiuse che reprimevano ogni fluttuazione e che erano quindi analoghe alle strutture stabili dei cristalli, dei sistemi aperti o delle strutture dissipative [structures dissipatives] che scambiano informazioni e comportamenti con altri sistemi o strutture, ne deriva che il loro stato di ordine viene appunto ad essere ottenuto tramite le fluttuazioni [par fluctuations], così come avviene negli altri sistemi fisici. Naturalmente si tratta di sistemi strutturali di una evoluzione e di una complessità crescenti, ma analoghi per quanto riguarda l'approccio di ricerca, che appunto può divenire l'elemento unificatore di queste scienze.

Comte, Durkheim e Spencer possono venire considerati dei precursori per quanto riguarda questo punto di vista di Prigogine circa le strutture dissipative (cfr. Prigogine 1977, p. 156).

L'interpretazione del pensiero di Marx da parte di L. Althusser (cfr. Prigogine 1977, p. 183-4) e alcuni spunti dell'opera di Bergson, *L'Évolution créatrice* (1907) (cfr. Prigogine 1977, p. 188), sono utilizzati anche da Prigogine per illuminare la sua concezione circa la globalità delle strutture sociali e il passaggio, la creazione o la trasformazione 'fluttuante' e precariamente 'stabile' di queste strutture.

Ma, ci chiediamo, questi modelli di strutture dissipative o di fluttuazioni attraverso cui viene ad essere raggiunto un ordine sociale, seppure di qualche utilità come strumenti euristici o di interpretazione sociologica o storica, coprono realmente e interamente questa problematica? E qual è il posto da assegnare in tali contesti 'fisici' alle nostre decisioni, alle nostre scelte, ai nostri valori? Come possono ricevere una formalizzazione a modello di quella

fisica, anche entità che per loro natura rifiutano di essere assoggettate a una tale forma d'indagine?

Riprenderemo nella nota conclusiva queste delicate questioni situate tra fisica e sociologia, e quindi tra le 'due culture'.

Carlo Rubbia: *"Il ruolo fondamentale della scienza negli anni Novanta"*.
- Rubbia, premio Nobel per la Fisica nel 1984 e attualmente Direttore generale uscente del Centro Europeo di Ricerca Nucleare (CERN) di Ginevra¹⁹, esamina le prospettive della cosiddetta "big science" e specialmente *Il ruolo fondamentale della scienza negli anni Novanta* [*The Main Role of Science in the 1990's*]

¹⁹ Rubbia ha portato notevoli contributi nel campo sperimentale o tecnologico e in quello teorico concernente la fisica delle particelle elementari. Insieme a Simon van der Meer dei Paesi Bassi ha avuto il premio Nobel «for their leading role in planning and executing the experiments, reported in 1983, that demonstrated the existence of the elementary particles called intermediate vector bosons» (Killheffer 1985, pp. 118-119). Il grande merito teorico è da ascrivere alla prosecuzione del programma di ricerche emerso negli ultimi anni del ventesimo secolo e che riguarda la ricerca di una spiegazione unitaria di tutte le diverse forze e particelle esistenti nella natura.

La sua sfida essenziale riguarda però il cosiddetto progetto dell'"energia pulita", che Rubbia ritiene possibile, molto economico e in grado di risolvere i problemi fondamentali della società del prossimo secolo. Si tratta sostanzialmente di una fissione nucleare che utilizza il torio al posto dell'uranio. La sua convenienza deriva dal fatto che il torio, a differenza dell'uranio, non è un metallo rischioso e può produrre energia sulla Terra per almeno un milione di anni. Se pensiamo che le usuali risorse energetiche di petrolio e carbone pare che siano limitate a soli 150-450 anni e che stanno provocando gravi danni all'ambiente (specialmente con l'effetto serra), allora si può meglio apprezzare quanto sia auspicabile portare avanti un progetto del genere. Rubbia pensa di poter compiere il primo esperimento entro la fine del 1994 a Ginevra o a Saclay, e per questo ha già preso contatto con i colleghi francesi (cfr. Paracchini 1993; Seveso 1993). Ad Adriano Botta (1993) che gli ha chiesto "Come funziona il suo reattore?", Rubbia ha risposto: «Sfrutta il torio come combustibile, un elemento che può essere trasformato in uranio per l'aggiunta di un neutrone prodotto a partire da un acceleratore di particelle tutt'altro che sofisticato. L'uranio non è del tipo di quello attualmente adottato nelle centrali nucleari, ma l'isotopo U^{233} che ha le stesse caratteristiche di base ma dà luogo a prodotti che si mantengono radioattivi solo per 100 o 200 anni, invece che 10 milioni, come accade per le attuali scorie. Inoltre, da questa reazione non si produce il plutonio, impiegato nelle armi nucleari, e ciò rappresenta una garanzia anche in termini di salvaguardia della pace».

Rubbia nacque a Gorizia il 31 marzo 1934. Studiò presso la Scuola Normale di Pisa e presso l'Università di Pisa, da cui dopo la laurea si trasferì negli Stati Uniti alla Columbia University di New York come research fellow, dove iniziò i suoi esperimenti sulle interazioni deboli. Nel 1960 fu designato professore presso l'Università di Roma e nel 1962 diventò senior physicist nello staff del CERN. Dal 1970 fino al mese di dicembre del 1988 divenne Higgins professor di Fisica presso la Harvard University, dividendo il suo tempo e le sue energie tra il CERN e la Harvard. Dal mese di gennaio del 1989, Rubbia è stato Direttore Generale del CERN (Centro Nazionale Ricerca Nucleare). Il suo mandato è scaduto alla fine di dicembre 1993.

Come ha sostenuto Rita Levi-Montalcini, anche Carlo Rubbia ritiene che nella situazione attuale vi siano molte voci che si levano contro la scienza e per varie ragioni. In un'epoca come la nostra di una società in crisi si è portati facilmente a scaricare le colpe su di essa. «Oggi la nostra società deve riflettere più approfonditamente sulla ricerca di base e sulle sue applicazioni in un tempo in cui sono state sollevate opinioni scettiche».

Rubbia ricorda fra l'altro l'offensiva contro la scienza del Presidente della Repubblica Ceca e premio Nobel per la pace Vaclav Havel, che seppure abbia delle ragioni nel sostenere che le soluzioni «sono essenzialmente di natura culturale o politica»; tuttavia, fa rilevare giustamente Rubbia, non sottolinea abbastanza il fatto che «la scienza è essenziale nel provvedere i mezzi necessari, senza i quali non v'è nessuna speranza per il futuro».

Insomma, sostiene Rubbia, la ragione per cui la scienza viene ad essere messa ingiustamente sotto accusa risiede nel fatto che non si distingue chiaramente la scienza come conoscenza della Natura, dalla scienza come uso da parte della società; sicché in questa confusione alcune colpe sociali circa l'uso della scienza possono erroneamente essere addebitate a questa. «Il tradizionale scopo della scienza, che è quello di comprendere la Natura e la sua evoluzione, non è persino conosciuto alla maggior parte della nostra società. Non c'è da meravigliarsi perciò che si faccia un miscuglio tra la scienza e l'uso politico della scienza». «Io credo che vi sia soprattutto una grande confusione nell'opinione pubblica, tra scienza e tecnologia, tra disponibilità di conoscenza e l'uso che la società decide di fare di essa. La costruzione della bomba atomica fu essenzialmente tecnologia -scienza applicata, un'impresa di ingegneria gigantesca, basata però su principi scientifici. La decisione di costruire la bomba all'idrogeno fu politica, non scientifica...».

Comunque, pur condividendo in generale questa tesi di Rubbia della distinzione tra scienza come conoscenza e scienza come uso, o applicata (la cui distinzione non è poi sempre così netta e chiara), bisogna guardarsi dal considerare gli scienziati come 'puri' o 'neutrali' operatori di conoscenza o di strumenti tecnologici. Gli scienziati, come tutti gli altri cittadini, sono anch'essi soggetti responsabili e moralmente impegnati anche e soprattutto nelle loro ricerche. La tesi della cosiddetta neutralità etica della scienza può essere molto pericolosa per la società (vedi: Snow 1961). Chiariremo meglio la nostra posizione in proposito nella sezione conclusiva.

Una volta stabilita questa distinzione tra scienza come conoscenza e scienza come uso, Rubbia cerca di definire il ruolo degli scienziati entro la

società di oggi, cercando di evidenziare la qualità civile della scienza. Essi anziché isolarsi nella loro ricerca «dovrebbero comportarsi come cittadini responsabili del mondo, e il loro dovere, oltre al loro lavoro professionale, dovrebbe essere quello di informare la società sulla disponibilità degli strumenti, dei metodi per analizzare la complessa situazione al fine di trovare una soluzione appropriata agli scottanti problemi che sfidano la nostra sopravvivenza».

Per esempio, il loro dovere potrebbe essere di trovare nuove sorgenti di energia, di eliminare o diminuire l'inquinamento terrestre, di rimpicciolire lo strato di ozono della Terra, di arginare l'esplosione demografica, di utilizzare suoli improduttivi, ecc.

Mentre però gli scienziati avrebbero questi compiti scientifici e tecnologici, sarebbero però specialmente le "decisioni politiche" a dare il via alla soluzione di questi problemi. Di qui la grande importanza del sistema educativo per preparare una società pronta a capire ed accogliere queste soluzioni. «La scienza -nota con sagacia Rubbia- deve divenire una parte integrale della cultura generale»; e «lo scienziato dovrebbe promuovere un'attitudine scientifica che faccia affidamento sui fatti, sulla curiosità, sulla ricerca audace in vista di nuovi concetti fondamentali».

Uno degli obblighi più importanti dello scienziato -continua Rubbia- è dunque quello di informare attraverso giornali popolari, la radio, la televisione, ecc., al fine di preparare e diffondere la cultura scientifica, perché essa possa integrarsi e assimilarsi in maniera naturale a quella generale.

Su questa importante questione della integrazione culturale nel campo educativo -che è il risvolto pedagogico del problema delle "due culture"- ritorneremo nella sezione conclusiva.

Un particolare progetto interessa al nostro scienziato e di questo ne hanno parlato diffusamente giornali e televisione informando un notevole spettro di persone: quello di produrre energia "pulita" e di maggiore affidamento di quella presente. La soluzione del problema energetico sarebbe un vero toccasana economico e sociale da molti punti di vista. «Il progresso negli acceleratori di particelle ad alta energia interamente dedicato alla ricerca fondamentale può essere giunto al punto di provvedere una soluzione a questo drammatico problema. Qui mi riferisco specialmente alla recente idea... dell'acceleratore indotto che genera U^{233} da Th^{232} ». A questo progetto del CERN lavorano fisici di ogni paese ed è un esempio di cooperazione internazionale. «Al CERN fisici dell'intero pianeta hanno compreso che essi hanno uno scopo comune, dettato solo dallo spirito di

curiosità, comprensione e partecipazione dello sforzo e della responsabilità. Le barriere nazionalistiche sono scomparse...».

Qual è dunque, secondo Rubbia, il ruolo della scienza negli anni Novanta?

In questo momento in cui essa sta per diventare un "capro espiatorio" per tutti i gravi problemi sociali, Rubbia ritiene che il dovere dello scienziato sia quello «di assicurare che non solo l'immagine della scienza sia migliorata, ma che la scienza sia vista come la via per trovare soluzioni per quei difficili problemi che stanno alle radici della sopravvivenza del genere umano. La responsabilità dello scienziato sta diventando sempre più importante sia per sviluppare gli strumenti necessari, sia per informare i poteri politici della loro disponibilità. La scienza negli anni '90 deve perciò difendere se stessa non solo per ciò che essa è, ma ancora più importante, per quanto essa rappresenta e cioè una chiave per la continua e armoniosa evoluzione del genere umano su questo piccolo pianeta che chiamiamo Terra».

La responsabilità dello scienziato: Rita Levi-Montalcini e Jack Steinberger

Levi-Montalcini e Steinberger hanno affrontato da esperienze scientifiche diverse il grave problema della responsabilità della scienza, che tanta eco ha avuto soprattutto dopo il saggio di Charles P. Snow *La non neutralità morale della scienza*.

Rita Levi-Montalcini: *"Il ruolo degli scienziati alle soglie del terzo millennio"*. - Levi-Montalcini, premio Nobel per la Fisiologia o Medicina nel 1986 e attualmente Superesperto presso l'Istituto di Neurobiologia del CNR di Roma e presidente dell'Enciclopedia italiana Treccani²⁰, esamina *Il ruolo degli scienziati alle soglie del terzo millennio*.

²⁰ Ha compiuto studi di embriologia, medicina e neurologia, in Italia e negli Stati Uniti. Nel 1986 le è stato assegnato, insieme al suo collaboratore Stanley Cohen, il premio Nobel in Fisiologia o Medicina per la scoperta di una sostanza naturale, una proteina, che promuove lo sviluppo delle cellule nervose, nota come fattore di accrescimento della cellula nervosa (*nerve growth factor, NGF*).

Rita Levi-Montalcini nacque a Torino il 22 aprile 1909. Ebbe una rigida educazione vittoriana, dominata dalla forte e affettuosa presenza paterna. Frequentò la facoltà di medicina dell'università di Torino, dove già verso la fine del suo primo anno accademico vi entrò come interna sotto la guida dell'istologo Giuseppe Levi, avendo come colleghi Salvador Luria e Renato Dulbecco. Ebbe la laurea nel 1936 e continuò in quell'istituto le sue ricerche. La sua carriera scientifica fu seriamente minacciata nel 1938 a causa delle leggi antirazziali fasciste; fu per questo che decise di allestire un laboratorio di

Un nuovo oscurantismo minaccia la società di oggi, cercando di mettere sotto accusa la scienza e la tecnologia che da essa deriva. Levi-Montalcini

neuroembriologia sperimentale nella propria casa. Qui, insieme al suo maestro G. Levi, impostò il lavoro che doveva condurla più tardi alle sue massime scoperte. I due scienziati lavoravano «intenti a studiare dalla mattina alla sera gli effetti di ablazione e innesti di arti sullo sviluppo del sistema nervoso dell'embrione di pollo. Il loro obiettivo era di determinare il ruolo dei fattori intrinseci e cioè genetici e di quelli estrinseci o ambientali nel differenziamento dei centri nervosi» (Levi-Montalcini 1974, p. 176). Gli esiti di queste ricerche furono rifiutati dai periodici italiani a causa dei pregiudizi razziali, ma vennero accettati da un periodico belga e alla fine della guerra furono a conoscenza dello zoologo e neuroembriologo americano Viktor Hamburger, anche lui fuggito dalla Germania all'avvento di Hitler e interessato all'uso degli embrioni di pollo per lo studio dello sviluppo del sistema nervoso, il quale invitò la ricercatrice presso la Washington University di St. Louis nel Missouri per continuare insieme a lei gli studi sulla neurogenesi. Qui vi rimase dal 1947 fino al 1977, dove le venne offerto il posto di *associated professor* e più tardi quello di *full professor*.

Sulla scia delle ricerche di un allievo di Hamburger, E. Bueker che metteva in relazione l'effetto svolto dai tessuti neoplastici sulle fibre nervose, Levi-Montalcini arrivò a sostenere che, trapiantando frammenti di tumore 180 o 37 nell'embrione, lo sviluppo neoplastico non avveniva per contatto diretto, bensì per via umorale dal circolo sanguigno. In altri termini, «prospettò l'ipotesi che i due tumori in esame producessero un fattore specifico di crescita delle cellule nervose sensitive e simpatiche e che questo raggiungesse le cellule bersaglio per via umorale» (*ibidem*, p. 178). Questi importanti risultati si ebbero già nel 1852, *Effects of mouse tumor transplantation on the nervous system*.

Notiamo che il *milieu intérieur* (Claude Bernard) veniva quindi ad essere messo al primo posto anche nello studio di questi fenomeni neoplastici.

Dal 1954 Levi-Montalcini continuò le sue ricerche insieme al biochimico Stanley Cohen, con cui dividerà il Nobel, il quale identificò il fattore umorale in una molecola proteica e scoprì che l'NGF fosse in quantità superiori nel veleno di serpente e nella ghiandola salivare del topo che nel sarcoma 180 e 37. Su questa medesima via Cohen riuscì a preparare una specie di controprova fisiologica di queste loro asserzioni. Egli preparò un antisiero specifico all'NGF, la cui somministrazione per via parenterale in animali neonati provoca la quasi totale distruzione del sistema simpatico (immunosimpatectomia).

Le ricerche di Levi-Montalcini, dopo il trasferimento di Cohen, furono continuate dal 1960 insieme a P. U. Angeletti, il quale contribuì a caratterizzare dal punto di vista fisicochimico la molecola NGF. Insieme ad Angeletti costituì un Centro di ricerca sul NGF nella città di Roma, il cui primo nucleo del Laboratorio di biologia cellulare si formò nel 1969 sotto gli auspici del Centro Nazionale delle Ricerche e di cui le fu affidata la direzione.

L'arco della sua carriera scientifica viene quindi ad essere coronato a partire da quelle sue esperienze fatte in casa tanti anni fa: «Così gli studi iniziati negli anni Quaranta in un piccolo laboratorio privato in Torino nella sinistra atmosfera della dominazione nazifascista hanno, per vie tanto imprevedibili quanto insperabili, aperto un nuovo attacco allo studio dei meccanismi di regolazione e di quelli differenziativi del sistema nervoso» (*ibidem*, p. 178).

Dal 1989, in qualità di *Superexpert*, lavora presso il Council's Institute of Neurobiology ed è membro della National Bioethics Commission, della Italian National Commission of Unesco e della National Academy of Sciences negli Stati Uniti.

ritiene perciò necessario sottoporre ad esame i principali capi d'accusa e prospettarne i rimedi.

Dopo simili riflessioni sullo stato attuale dell'immagine della scienza, Levi-Montalcini ritiene che il problema che si pone è quello «di una più serena valutazione delle responsabilità della scienza nella crisi della civiltà contemporanea».

Molte sono le cause che hanno condotto al crollo della fiducia nella scienza, oggi.

«Un crollo della fiducia riposta dalla società nella scienza e la sua imputazione di essere la causa principale dei pericoli che ci minacciano, hanno fatto immediatamente seguito all'esplosione atomica che nell'agosto 1945 ha distrutto due città e causato la morte di centinaia di migliaia di persone. Non minore impatto hanno tuttavia avuto anche altre cause (inquinamento atmosferico, esplosione demografica, manipolazione genetica) che, a differenza di quella, incidono direttamente sul senso di sicurezza e fiducia di quanti ne fruivano e tuttora ne fruiscono nei paesi ad alto sviluppo economico e sociale».

Il movimento degli beatniks e degli hippies negli Stati Uniti e poi in Europa costituiscono un segno rivelatore di queste accuse contro la scienza.

Comunque, ritiene Levi-Montalcini, questo processo erosivo contro la scienza, cioè questo "controparadigma" illuministico ha anche radici profonde: si era già delineato con Montaigne e Rousseau e aveva percorso tutto l'Ottocento accogliendo dei proseliti fino alla seconda metà del Novecento in tutti gli strati sociali, specialmente in quelli meno privilegiati. Oggi, i mass-media avrebbero rinforzato queste accuse contro la scienza, terrorizzando la società coi pericoli delle conflagrazioni atomiche e di altre profezie catastrofiche.

E' stato questo medesimo clima antiscientifico che ha portato alla rinascita dei culti segreti e a quella dei medici-stregoni, in possesso di poteri misteriosi o di *extrasensory perceptions* (ESP). Levi-Montalcini ricorda il caso di Alexander Spirkin eletto nel 1990 membro corrispondente dell'Accademia delle Scienze, come esperto del materialismo dialettico, ma che la cui fama gli proveniva «dalla sua proclamata fede nelle ESP, nei medici stregoni, nella chiaroveggenza e nell'adesione ad altri culti».

Anche l'America non è esente da simili aberrazioni. «Gli iscritti al 'sindacato astrologi' superano da 10 a 1 quelli degli astronomi (15.000 astrologi e 1500 astronomi)».

Come suffragio a quanto scrive Levi-Montalcini c'è da aggiungere che anche noi italiani siamo oramai abituati a leggere gli oroscopi che buona

parte dei settimanali ci propinano; anche qualche importante canale televisivo, prima di darci la buona notte preferisce rassicurarci con le 'previsioni' del nostro oroscopo.

Quali possono essere le misure da adottare per arginare e sconfiggere queste ideologie antiscientifiche?

La discussione del Nobel per la Medicina prosegue facendo suoi alcuni rimedi di Cafagna, Ruberti, De Giorgi e Sperry.

Insieme allo storico Luciano Cafagna, crede che bisogna modernizzare questa lotta contro i pregiudizi antiscientifici: occorre cioè «più scienza e più tecnica» per arginare gli effetti nocivi di applicazioni non scientifiche. Insieme ad Antonio Ruberti, studioso della teoria dei sistemi, ritiene che anche il Terzo Mondo abbia bisogno di incrementare il binomio scienza-tecnica per uscire dalla spirale della crisi economico-sociale. Con il matematico Ennio De Giorgi, condivide «"la qualità sapienziale della matematica"», che con il suo linguaggio universale può avvicinare e fondere culture di diversa natura.

Molto si può fare -sostiene Levi-Montalcini- seguendo l'insegnamento del neurobiologo Roger Sperry, il quale «rifiuta di accettare la dicotomia tra conoscenza e valori etici», e crede che sia possibile rendere lo scienziato partecipe nello stabilimento dei principi etici. «Affermata la competenza della scienza in questo settore dell'attività umana, di vitale importanza per la nostra sopravvivenza, Sperry sottopone un piano per un'attiva collaborazione anziché emarginazione dello scienziato nella elaborazione di un sistema di valori che sia accettato da appartenenti a qualunque credo, razza, ideologia. Lo scienziato, grazie alla universalità della scienza e della metodologia è più di ogni altro in grado di superare le barriere che si frappongono fra appartenenti a differenti gruppi etnici».

Notiamo, per esempio, che lo studio della variabilità del genoma umano può far saltare il concetto culturale di 'razza', corroborando il principio di una sostanziale uguaglianza umana, giacché fino ad ora non sono state riscontrate differenze così marcate fra gruppi etnici tali da giustificare la divisione in razze (cfr. Alberto Piazza, in Bozzi 1993, p. 87).

Le conclusioni di Levi-Montalcini circa "Il ruolo degli scienziati alle soglie del terzo millennio" in ordine all'importante problema della responsabilità della scienza chiamano perciò in causa direttamente gli scienziati e li invitano ad essere attivi e partecipi alla costruzione futura della società, stanandoli qualche volta dalla loro presunta "neutralità" scientifica e qualche altra volta dalla loro ignavia filosofica. «Alle soglie del terzo millennio gli scienziati rivendicano perciò il loro diritto a intervenire in un settore

ritenuto in passato, di esclusiva competenza e giurisdizione dei filosofi e dei religiosi: quello dei valori. Il loro apporto in questa area potrebbe essere ben maggiore di quello universalmente riconosciuto a loro, e non contestato, della conoscenza e delle sue applicazioni nel campo della materia inorganica e di quella vivente».

Jack Steinberger: *"La responsabilità dello scienziato in un mondo sempre più ristretto"*. - Steinberger, premio Nobel per la Fisica nel 1988 e attualmente professore di Fisica presso la Scuola Normale Superiore di Pisa²¹, affronta il tema della responsabilità dello scienziato in un mondo sempre più ristretto (*The Responsibility of the Scientist on a Finite Globe*).

²¹ Steinberger ha compiuto ricerche nel campo delle particelle subatomiche. Dal 1960 al 1962, insieme ai suoi colleghi americani Leon Lederman e Melvin Schwartz, allorché erano affiliati presso la Columbia University di New York, impiantarono un esperimento mai tentato prima d'allora, presso il Brookhaven National Laboratory, Long Island, N. Y., consistente nella generazione in laboratorio di un fascio ad alta energia di particelle subatomiche elusive denominate neutrini, prive di massa e di carica elettrica e che viaggiano alla velocità della luce. Questo fascio era stato a sua volta ricavato da un altro precedente fascio di protoni ad alta energia. Con questo espediente sperimentale i tre ricercatori intendevano trovare una risposta ad una questione allora importante nella fisica delle particelle elementari. Si era già a conoscenza che i neutrini interagivano raramente con la materia e quando ciò avveniva essi potevano generare due tipi di particelle: elettroni, che avevano carica negativa, e muoni (mu mesoni) particelle simili agli elettroni, ma 207 volte più pesanti. Non era chiaro però se questo fatto significava l'esistenza di due tipi diversi di neutrini: fu proprio questo ad essere scoperto dai tre ricercatori. A causa di questa associazione con i muoni visti nell'interazione neutrino-materia, i nuovi neutrini furono denominati muoni neutrini. Queste ricerche portarono successivamente all'ampliamento di quadri teorici e all'ipotesi di famiglie differenti di particelle subatomiche, permettendo schemi classificatori nuovi e più adeguati alla realtà subatomica della materia.

I tre ricercatori ebbero il premio Nobel per la Fisica nel 1988 sia per lo sviluppo di un metodo per produrre alta energia in laboratorio dai neutrini, sia per la scoperta di una nuova particella elementare, cioè il nuovo neutrino, il neutrino muonico o neutrino muone.

Steinberger nacque a Bad Kissingen, Germania, il 25 maggio 1921. Fu fatto emigrare negli Stati Uniti nel 1934 in base a un piano che mirava a proteggere i bambini dai nazisti. Più tardi si congiunse alla propria famiglia a Chicago, dove si laureò in chimica presso la Chicago University. In seguito all'entrata in guerra degli Stati Uniti, egli entrò nell'esercito e venne inviato al Massachusetts Institute of Technology, presso il Radiation Laboratory, dove iniziò a studiare fisica. Dopo la guerra, Steinberger ritornò presso la Chicago University cominciando a studiare, insieme a Enrico Fermi ed Edward Teller, particelle elementari chiamate muoni, ricevendo nel 1948 il PhD con una tesi sul decadimento dei muoni, dimostrando che essi decadono producendo un elettrone e due neutrini (uno dei quali, il muone neutrino, doveva poi essere scoperto, come abbiamo appena ricordato, con l'esperimento di Brookhaven intorno al 1962, insieme a Lederman e Schwartz). Dal 1948 fino al 1950 insegnò presso la University of California, Berkeley, che pare fu costretto a lasciare specialmente per non aver firmato un documento di lealtà anticomunista. Successivamente insegnò fino al 1971 presso la Columbia University, conducendo anche alcuni esperimenti in contatto con un

Le scoperte scientifiche, sostiene Steinberger, hanno cambiato profondamente l'esistenza degli uomini, sia in senso positivo che negativo. Il progresso tecnologico ha inciso profondamente sulla società e sul mondo fisico, tanto da generare esso stesso dei «gravi problemi globali», da lasciare in eredità al prossimo secolo. «Per citarne alcuni: la crescita demografica, lo sfruttamento incontrollato di risorse naturali limitate, cambiamenti ecologici che mettono in pericolo l'equilibrio climatico, un sistema economico prigioniero della necessità di continuare il proprio sviluppo, le armi nucleari».

In tale contesto qual è la responsabilità dello scienziato?

«Un minimo di responsabilità sembrerebbe essere di informare il pubblico, e farlo molto onestamente, dal momento che la natura specialistica dei risultati scientifici è tale che la maggior parte del pubblico spesso non può giudicare direttamente, ma deve affidarsi allo scienziato».

Se però lo scienziato ha la responsabilità di informare onestamente la società, egli non è responsabile, come generalmente si crede, delle cattive applicazioni delle sue scoperte. Steinberger ritiene che non sia giusto incolpare, per esempio, Marie Curie per aver anticipato le conoscenze che portarono alla bomba atomica, o dichiarare Watson e Crick responsabili dei danni o dei benefici dell'ingegneria genetica.

Insomma, nella ricerca di base non è facile prevedere tutte le possibili conseguenze e quindi le eventuali responsabilità, mentre è relativamente più agevole effettuare scelte responsabili nella ricerca applicata. Egli porta due esempi: il primo è quello relativo alla costruzione della bomba atomica e l'altro relativo alla bomba H, di cui egli era stato invitato a prendere parte, ma che rifiutò credendola una minaccia contro l'umanità.

Anche qui vengono ad essere affrontate gravi questioni circa la dottrina della neutralità etica della scienza, che preferiamo prendere in esame nella parte conclusiva.

Ma qual è il compito dello scienziato e la sua responsabilità nei confronti dei problemi specifici menzionati sopra?

Innanzitutto, sostiene Steinberger, data la natura globale dei problemi occorre di conseguenza una risposta globale: «la loro risoluzione richiede azioni concertate diffuse in tutto il mondo. I problemi non possono venire risolti per mezzo di tecnologie fisse. La scienza può essere utile, ma è necessario l'impegno dell'intera società».

Per quanto riguarda l'*espansione demografica*, Steinberger crede che essa sia all'origine di tutti i nostri problemi ecologici. Per quanto riguarda il problema *energetico*, dato il limitato rifornimento di combustibile fossile e i suoi nocivi effetti atmosferici, tra cui l'effetto serra, egli ritiene che l'alternativa dell'energia nucleare dovrebbe essere auspicabile. Speriamo allora che il progetto dell'energia pulita di Rubbia vada finalmente in porto. Nei riguardi dell'*economia di mercato* dovrebbero essere trovati concetti alternativi, specialmente per una distribuzione più equa della ricchezza. Speriamo anche qui che il collega premio Nobel G. Becker ascolti questi saggi e umani consigli di Steinberger, per trovare qualche correttivo sociale alla libera economia. Il problema delle *armi nucleari* potrebbe avviarsi a soluzione -sostiene stranamente Steinberger- convincendo gli Stati Uniti ad essere i primi a procedere ad un disarmo unilaterale, in modo da indurre tutti gli altri Stati a seguire lo stesso esempio. Ma -notiamo- se questo non avvenisse, che cosa sarebbe per gli Stati Uniti? E forse anche per l'intero equilibrio mondiale?

Steinberger conclude il suo intervento ricordandoci ancora una volta che la più importante responsabilità dello scienziato è quella di informare il pubblico -un'altra di non minore importanza consiste naturalmente nel trovare soluzioni tecnologicamente adeguate ai problemi denunciati- ma che l'ultima responsabilità spetta alla società intera. «*L'ultima responsabilità per la realizzazione della conoscenza scientifica deve riguardare la società nel suo insieme. Lo scienziato è parte di questa società, e ha una speciale responsabilità nella misura in cui egli è tecnicamente esperto di un problema*». In ogni caso: «Solo la volontà e la decisione del governo e della società su una scala globale può rispondere ai pericoli globali che ci minacciano».

Per un impegno civile della scienza. Note critiche

Dopo questa breve rassegna delle relazioni dei Nobel, cercheremo in questa sezione di valutare alcune loro tesi nei riguardi dei temi più significativi e più discussi nel convegno.

Valore e ruolo della scienza, oggi. - La questione del *ruolo della scienza nella società, oggi* ha ovviamente trovato tra i Nobel un'accoglienza positiva; l'unica voce dissenziente e impregnata di pessimismo è stata quella di Steinberger, che si è dimostrato sinceramente preoccupato dei gravi problemi scientifici che incombono sul futuro dell'umanità.

Rota che ha introdotto i lavori della prima giornata del convegno è stato lapidario in questo senso: «Nessun paese al mondo può sperare di sopravvivere a questa crisi [corruzione e immiserimento intellettuale] senza solide fondamenta scientifiche; le sole che permettono di tenere il passo del progresso».

Tutti i Nobel hanno posto in risalto che senza un serio interessamento verso la scienza di base e verso la costruzione di sofisticate e imponenti tecnologie, non vi può neanche essere progresso né economico né sociale. Occorre "più scienza" perché la società possa beneficiare delle sue applicazioni pratiche. «La ricerca di oggi è la tecnologia di domani», ci ricorda Ting; e non dobbiamo mangiare il grano da semina (ricerca di base), per non distruggere il raccolto dei nostri figli (future tecnologie).

Prigogine è anche del parere di incrementare la ricerca di base per il benessere della società e pone l'accento sulla nozione di "complessità" dei fenomeni naturali, in base alla quale si possono studiare i caratteri più intimi e nascosti della natura, cioè le sue strutture dissipative, le fluttuazioni e la sua intrinseca instabilità. Questo studio sarà anche di beneficio, ritiene lo scienziato russo-belga, per l'unificazione del sapere e per la ricomposizione della 'vecchia alleanza' uomo-mondo, scienze umanistiche-scienze naturali.

Baltimore e Dulbecco sono del parere che la società può avere un ruolo chiave nel promuovere notevoli progressi nel campo della biologia. Baltimore affida alle biotecnologie un enorme ruolo nei riguardi del miglioramento del benessere sociale. Egli ci ricorda però che questi nuovi apporti scientifici, perché siano veramente efficienti, devono avere un carattere globale e universale. Dulbecco ritiene in particolare che un potente impulso verso la fisiologia e la medicina possa provenire dall'attuazione del suo "Progetto Genoma Umano" e invita tutta la società a mobilitarsi in tal senso.

Rita Levi-Montalcini, preoccupata da alcune ingiuste accuse di certi strati sociali contro la scienza, ci suggerisce di rispondere a queste nuove ondate ideologiche antiscientifiche con gli stessi strumenti offertici dalla scienza. Anche la dicotomia scienza-etica, sostiene, seguendo specialmente Sperry, va ricomposta e ipotizza la costruzione di una 'Carta dei diritti umani' edificata con la collaborazione di filosofi, sociologi, teologi, umanisti e scienziati.

Un aiuto effettivo e concreto alla società, ritiene Becker, può venire dalla "scienza" economica. Egli ritiene che un'economia di mercato facente perno sul concetto di "capitale umano" e del suo utilizzo possa veramente rialzare il benessere sociale ed economico di molte società e specialmente dei paesi in via di sviluppo.

Dicevamo che c'è stata una voce carica di pessimismo tra gli intervenuti, quella di Steinberger il quale pur riconoscendo il ruolo positivo del progresso scientifico sulla società, non nasconde che questo stesso ha creato come effetti collaterali gravi problemi globali che il duemila erediterà dal nostro secolo e a cui dovrà necessariamente trovare una soluzione scientifica.

Rapporto scienza-tecnologia. - Nei riguardi del rapporto scienza-tecnologia è stato riaffermato da più parti il loro intreccio e la loro interazione. Secondo Ting, la scienza di oggi è la tecnologia di domani; Richter illustra egregiamente questa interazione per mezzo della metafora della doppia elica del DNA. Il nostro parere è di totale consenso per questa tesi.

Istruzione scientifica, educazione e integrazione culturale. Contro le "due culture". - L'istruzione e l'educazione scientifica sono state poste al primo piano per quanto riguarda uno sviluppo rapido e armonioso della società. Particolare evidenza è stata data da Becker all'istruzione e all'educazione in rapporto anche alla sua concezione di 'capitale umano', e da Rubbia con le sue sagge proposte di educazione come acquisizione di abiti scientifici e di integrazione culturale.

Ricordiamo che specialmente il programma educativo di John Dewey (*How We Think*, 1910) ha avuto come obiettivo principale la formazione di un atteggiamento scientifico. E' dunque altamente auspicabile che questi suggerimenti di Rubbia vengano presi in seria considerazione.

Anche il concetto di integrazione culturale, a nostro parere, va tenuto seriamente presente. Infatti, non si tratta di giustapporre o di situare "a lato" della cultura umanistica quella scientifica, quanto piuttosto di integrare le "due culture": e ciò è molto diverso. Theodor Litt (1958), secondo noi, ha affrontato e risolto dal punto di vista educativo questo problema delle due culture in maniera eccellente: «l'intelligenza tecnica e la formazione dell'uomo [non vanno poste] su due piani distinti» (Litt 1958, p. 64). Si tratta, invece, «di portare l'umanizzazione proprio dentro l'addestramento specialistico e tecnico, invece di confinarla in un dominio ad esso esterno» (Litt 1958, p. 100). Insomma, bisogna superare il campo della specializzazione, pur riconoscendo a questa il suo necessario valore, e cercare di intraprendere durante il processo educativo la costruzione di un ponte «*da tutte e due le parti*», cioè da quella dell'istruzione tecnica e da quella della formazione umana (cfr. Litt 1958, p. 101). A conclusione di questa sua tesi Litt scrive queste sagge e lungimiranti parole: «Non verremo a capo delle situazioni caotiche della vita moderna senza l'ausilio di quella forza, che Hegel chiamò "l'eticità pensante", senza l'eticità propria a chi non pone nessuna esigenza, a chi non

prende alcuna decisione, a chi non compie nessuna azione senza aver prima analizzato a fondo, col pensiero, i grovigli di quella realtà, che, per suo mezzo, deve esser portata un tratto avanti, sulla via del futuro» (Litt 1958, p. 104).

Questa nostra breve digressione, oltre ad essere opportuna, crediamo, a proposito del concetto di integrazione culturale propugnato da Rubbia, vale anche come ulteriore tassello di giustificazione circa il rapporto scienza-etica, che è appunto uno dei temi centrali di questo convegno.

La trattazione delle scienze naturali e sociali mediante gli stessi strumenti teorici fa credere a *Prigogine* che sia per questo possibile sperare ad una unificazione delle scienze e ad una fusione delle "due culture". Nella sua relazione al convegno, *Prigogine* asserisce: «Lo studio delle leggi della complessità è particolarmente rilevante nel campo della biosfera e introduce nuovi fattori che potrebbero aiutarci a colmare la dicotomia fra le "due culture"». Le stesse idee venivano espresse alcuni anni prima nel modo seguente: «L'allargamento della teoria scientifica, cui si spingono i progressi attuali della fisica, permette di riprendere su nuove basi il programma del diciottesimo secolo per una scienza unificata che sia insieme tecnologica e filosofia della natura. Questo ci induce a sperare di veder ridursi l'opposizione tra le "due culture" che oggi pesa duramente sul pensiero occidentale» (cfr. *Prigogine* 1979, p. 253). Ma tutto questo -sostiene *Prigogine* (cfr. *Prigogine* 1977, p. 287)- non deve essere cercato nella riesumazione di una vecchia alleanza tra uomo e mondo di natura animistica o vitalistica; anche quella alleanza che considerava la natura inerte e dominata dall'uomo che si considerava al di fuori e al di là di essa è morta. «Il problema del ventesimo secolo è quello di una nuova alleanza epistemologica tra l'uomo e la natura, che affermi i loro rapporti mutuamente estesi, che affermi l'avventura esploratrice della natura attraverso tutte le illusioni che essa suscita di identità stabile e di verità eterna» (cfr. *Prigogine* 1977, pp. 287-288).

Nella sua relazione al convegno, *Prigogine* ci invita a ripristinare l'unità del pensiero o della cultura per mezzo di una storia delle idee²². E Leonardo - ancora una volta- può essere preso come emblema di tale conciliazione e integrazione culturale.

Il messaggio conclusivo del suo intervento è di ottimismo e di fiducia. Egli ritiene che nonostante tutti i problemi e il carattere "fluttuante"

²² Com'è noto questo progetto di una "storia delle idee" rimanda specialmente ad Arthur Lovejoy (*The Great Chain of Being. A Study of The History of An Idea*, 1936; tr. it. Feltrinelli). Un analogo programma storiografico è anche riscontrabile in Edwin A. Burt (*The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science: A Historical and Critical Essay*, 1932) e in Alfred North Whitehead (*Science and the Modern World*, 1925; tr. it. Bompiani).

dell'universo, possiamo tuttavia contribuire a prendere parte al miglioramento del mondo, ivi compresi noi stessi.

Il nostro parere circa il programma di ricerca di Prigogine è che sebbene esso costituisca un originale passo in avanti nei riguardi della riduzione meccanicista e fisicalista verso forme e strutture fisiche nuove e creative, riuscendo a spiegare anche molti fenomeni vitali attraverso leggi fisicochimiche, tuttavia non sembra render conto dell'emergenza e della creazione di altrettante e reali forme e strutture mentali che sono anch'esse delle forze che interagiscono con quelle fisiche e che non possono venire spiegate e comprese rimanendo chiusi in un tale programma. «Benché questa sia una tappa nella direzione riduzionista -ritiene giustamente Popper (1982, p. 174; 1984, ii, p. 170)- essa è però infinitamente lontana da una riduzione delle proprietà creative della vita».

Statuto epistemologico e metodo delle scienze. - Soltanto Dahrendorf, in due pagine estremamente condensate e significative, ha ritenuto importante soffermarsi su alcune considerazioni sullo *status* delle scienze e sul metodo da esse impiegato, invitandoci, a proposito della questione metodologica a una ripresa del pensiero popperiano della teoria per prova ed errore e facente perno sul criterio della falsificabilità. Poiché forse i Nobel hanno ritenuto scontato lo *status* scientifico della loro disciplina hanno evitato di rivolgere ogni riflessione in tal senso. Dulbecco asserisce, per esempio, che la biologia è scienza; ma -ci chiediamo- se essa sia assimilabile o riducibile alle scienze fisicochimiche, come sembra asserire Prigogine, oppure rientrano nel suo statuto epistemologico anche concetti peculiari che non sono riconducibili ad esse, come per esempio sostiene Ernst Mayr (*La biologie de l'évolution*, Paris 1981). Solo Becker, la cui "scienza economica" è entrata solo di recente a far parte delle discipline dei Nobel, ha sentito l'esigenza -però solo in un'intervista- di discutere brevemente e di difendere lo statuto scientifico dell'economia, seppure più debole delle altre scienze.

Becker è abbastanza consapevole della "debolezza" scientifica dell'economia nei confronti delle altre scienze "dure", quali la fisica e la chimica. Ma egli non esita a collocarla tra le altre scienze, sebbene essa si ponga ad un livello più basso. Ecco che cosa dichiara in un'intervista nei riguardi dell'economia come scienza: «Penso che alcuni direbbero che lo è e altri che non lo è. Io credo che ci siano diversi livelli di scientificità. La teoria dell'evoluzione di Darwin è probabilmente a un livello diverso delle teorie fisiche contemporanee. Quanto all'economia io penso che sia una scienza. Una scienza più giovane rispetto ad altre. E con questo non intendo dire che essa risolva tutti i problemi economici, ma che esistono certe procedure su

cui c'è un grande consenso tra i cultori della disciplina, attraverso le quali si può analizzare una vasta gamma di fenomeni che permettono di conoscere meglio il mondo. Attraverso la scienza economica possiamo chiarire una serie di problemi, e questo avviene più o meno nello stesso modo, e con gli stessi rischi e parziali incomprensioni, nella fisica e nella chimica. Spesso, dai giornali e dal senso comune, si avvalorava l'idea che la scienza economica sia in grado di fornire previsioni a breve su come andranno le cose. Per esempio, quanta disoccupazione ci dovremmo aspettare l'anno prossimo. In queste previsioni di breve periodo la scienza economica è molto debole e incapace. Ma ci sono altri aspetti in cui dimostra tutta la sua forza» (Massarenti 1993).

A nostro parere non solo l'economia è una scienza debole per quanto riguarda le previsioni; essa non è neanche in grado di fissare "scientificamente" i principi etici o sociali direttivi: infatti, se i benefici economici devono essere generali (socialismo) o riservati solo a pochi (i capitalisti, per esempio) non è questione che si può risolvere facendo appello a principi scientifici. Per quanto riguarda le previsioni, oltre alle molte variabili che entrano in gioco, vi è una fondamentale e consiste nelle azioni e decisioni degli uomini che non sono solo "oggetti" di scienza, ma anche "soggetti" le cui azioni e comportamenti non possono essere previsti con facilità, neanche tramite l'inferenza statistica.

Etica e scienza. - Per quel che riguarda il rapporto tra scienza e etica, che è stato uno dei temi centrali del convegno, c'è stata una messa a punto della questione specialmente da parte del filosofo e sociologo Dahrendorf, il quale molto saggiamente ci ricorda che, pur senza confondere il mondo della realtà con quello dei valori e senza voler imporre oscure e pesanti limitazioni alla ricerca scientifica, occorre tuttavia inserire la scienza in un contesto di valori morali e snidarla dallo specialismo degli addetti ai lavori per restituirle la sua funzione pubblica. In questo modo possono venire meglio allo scoperto le reali responsabilità dello scienziato, se ve ne sono. Anche i Nobel intervenuti hanno condiviso in vari modi questo stretto e necessario rapporto, insieme all'importanza di uno scambio onesto e sincero di informazioni tra scienza e società.

Levi-Montalcini -come si è detto- è arrivata anche a sostenere il progetto di una costruzione di una 'Carta' dei diritti dell'uomo, includendovi tra gli incaricati a questo compito anche gli scienziati. Secondo Levi-Montalcini, continuando il progetto di Sperry e forse influenzata da A. Einstein (1950: "Le leggi della scienza e quelle dell'etica"), si potrebbe costituire sul modello della

geometria euclidea²³ un Manifesto o una Carta dei diritti dell'uomo con «la collaborazione di filosofi, sociologi, teologi, umanisti e scienziati, uniti nel comune obiettivo di arginare il caos determinato dalla rottura di quello che Monod ha definito "il patto di alleanza tra l'Uomo e l'Universo"». La scienza con le sue conoscenze specifiche in vari settori e specialmente in quello delle strutture nervose e del comportamento vi potrebbe apportare un notevole contributo.

Osserviamo che, data la difficoltà di costituzione di questa Carta dei diritti dell'uomo, converrebbe porre ad un posto di rilievo la tolleranza, tanto apprezzata da Voltaire (*Traité sur la tolérance*, 1763); inoltre, poiché su alcuni valori, almeno oggi, difficilmente potrebbe esserci un consenso universale, conviene forse prendere a modello, oltre alla geometria di Euclide anche le geometrie non euclidee. In tal modo su alcune questioni si potrebbe giungere a un pluralismo ordinato di valori. Infine, e forse è questo il fatto più importante, poiché ancora oggi i principi delle Carte costituzionali di molti paesi, tra cui il nostro, si trovano alcune volte solo sulla 'Carta' dei diritti, occorre specialmente che si trovino i mezzi adeguati per una loro concreta realizzazione.

Responsabilità della scienza. - I Nobel che hanno partecipato al convegno si sono sentiti responsabili delle loro ricerche e non produttori o operatori 'neutrali' di scienza e tecnologie. Giustamente -a nostro parere- la scienza è stata considerata dal punto di vista della conoscenza e da quello dell'uso o dell'applicazione; non vorremo però che con questo si aprisse una scappatoia verso la *neutralità etica della scienza*, attraverso la via della scienza come conoscenza 'pura'. A rigore, infatti, anche la ricerca di base è sempre orientata e motivata, se non altro da interessi teorici iniziali; perciò spesso -anche se non sempre, come ci fa notare Dulbecco- gli scienziati conoscono in anticipo il senso delle ricerche di base e la direzione dove esse possano condurre. Ecco perché gli scienziati devono ritenersi 'responsabili' anche quando svolgono la ricerca di base, anche se a volte -e forse è questo l'unico caso in cui possono ritenersi esenti da responsabilità- i risultati di alcune loro ricerche fondamentali sono sfruttati in direzioni da loro non previste e non volute. Però anche queste realizzazioni concrete dipendono dalla scelta e dal consenso di altri scienziati, oltre a quello di politici e di altri

²³ Com'è noto, già Spinoza aveva tentato di costruire un'etica a modello della geometria euclidea (*Ethica in Ordine Geometrico demonstrata*, scritta dal 1662-1675; pubblicata nel 1677). Il vero problema in una tale costruzione non sta tanto nella dimostrazione matematica o deduttiva, quanto nella scelta degli assiomi iniziali, che A. Einstein (1950; 1965, p. 249) pensa possano essere suggeriti da «individui ispirati». Ma rimane sempre difficile scegliere e sapere chi sono questi individui 'ispirati'.

importanti settori della società. Per cui alla fine non si può sfuggire all'attribuzione di qualche responsabilità scientifica.

Come *controesempio* alla tesi sulla possibile neutralità scientifica, si può portare lo stesso *caso di Steinberger*, il quale invitato a partecipare alla creazione della Bomba H ha rifiutato seccamente di prender parte a un tale progetto, sapendo perciò fin dall'inizio la natura della ricerca e la sua tremenda responsabilità. D'altro canto, gli scienziati che hanno accettato di portare a termine quella realizzazione hanno avuto le loro ragioni e non possono sicuramente nascondersi dietro il volere delle istituzioni o dietro la presunta neutralità delle conquiste scientifiche, in quanto bene o male si sono assunti una tale responsabilità. Né crediamo possa dirsi che questa sia stata una pura realizzazione tecnologica, in quanto, come è avvenuto anche per la bomba atomica²⁴, non possono non presentarsi durante la costruzione anche problemi di natura prettamente scientifica, e del resto non è sempre facile separare nettamente la scienza dalla tecnologia²⁵.

Inoltre, a proposito di quanto sostiene lo stesso Steinberger, secondo cui bisogna distinguere la scienza dalle sue applicazioni e che pertanto è ingiusto addebitare colpe a Maria Curie per aver anticipato le conoscenze che condussero alla creazione della bomba atomica, notiamo che mentre M. Curie poteva contare sulle proprie indagini sperimentali per portare avanti la ricerca, gli scienziati di oggi si trovano generalmente ad operare entro un contesto tecnologico e scientifico di gran lunga più sofisticato e imponente (Big Science), alle cui spalle vi sono quasi sempre grossi capitali e interessi di grandi industrie o Stati. Perciò, in questo nuovo quadro sociale, anche le responsabilità degli scienziati vanno viste da un'ottica nuova.

La posizione di *Rubbia* nei riguardi della dottrina della neutralità etica della scienza si può prestare a una doppia interpretazione. Egli da una parte ci raccomanda di distinguere la scienza come conoscenza della Natura, dalla scienza come uso; e dall'altra invita gli scienziati a comportarsi come cittadini responsabili del mondo e di informare perciò la società sulla disponibilità degli strumenti scientifici per trovare soluzioni adeguate ai problemi sociali. Rubbia ci pare non prenda in considerazione il fatto della impossibile neutralità scientifica ivi compresa la ricerca di base, la quale nella maggior parte dei casi è anch'essa orientata fin dall'inizio, in quanto esistono sempre delle scelte teoriche iniziali, coscìe o inconsce; è sempre necessario puntare

²⁴ Vedi: Laura Fermi 1961; 1964.

²⁵ Abbiamo visto infatti che alcuni premi Nobel (Rubbia, 1983; Steinberger, Lederman, Melvin 1988) sono stati assegnati tanto per le scoperte, quanto per gli ingegnosi esperimenti e strumenti tecnologici con cui le hanno realizzate.

l'attenzione su determinati problemi scientifici o seguire certi programmi di ricerca anziché altri. (Può per esempio non interessarci, in quanto completamente inutile da un punto di vista conoscitivo, contare le stelle di una determinata galassia; oppure, vogliamo prefiggerci di studiare i fenomeni biologici mantenendoci entro il programma riduzionista della fisica e della chimica). Come esempio possono essere prese le sue stesse ricerche sulla cosiddetta 'energia pulita', in cui certe conoscenze teoriche iniziali e certi sperati e previsti risultati pratici sono strettamente legati fra loro. Sicché gli scienziati si trovano, nella maggior parte dei casi, già dall'inizio ad essere responsabili del loro progetto, insieme ai politici e a tutta quella parte della società che partecipa attivamente a una certa iniziativa scientifica.

L'intrinseca dimensione umana e civile della scienza. - In ogni caso, siamo del parere che dovrebbe essere sempre *l'uomo* ad essere posto *al centro delle conoscenze*, comprese quelle che sembrano lontane a prima vista da lui. Per cui anche la ricerca di base deve sempre tenere presente questo obiettivo fondamentale. Il vecchio comandamento dell'oracolo di Delfi «Conosci te stesso» -ci ricorda E. Schrödinger (1970, p. 8)- può essere rispettato da tutte le branche del sapere; e Theodosius Dobzhansky (1973, p. xi), ci rammenta che la «biologia, e la scienza nel suo insieme, dovrebbero essere antropocentriche, ossia attinenti all'uomo». Tradotto in un linguaggio più prosastico e realistico potremmo dire con Bertolt Brecht (*Leben des Galilei*, 1943): «Non credo che la scienza possa prefiggersi altro scopo che quello di alleviare la fatica dell'esistenza umana»²⁶.

Anche il correttivo a questa situazione da parte di *Dulbecco* può presentare qualche rischio. In sostanza, egli ci invita a lasciare libera la ricerca e a «limitare le conseguenze delle sue scoperte là dove è necessario», cioè «continuare le indagini, ma limitare l'uso dei risultati». Questo ci sembra possa rappresentare un ritorno camuffato della tesi della neutralità morale della scienza e quindi un punto di vista pericoloso per il futuro dell'umanità. Infatti, se la comunità scientifica e la società pensano che 'alcune'²⁷ ricerche di base vadano incrementate, ciò vuol dire che esse sono ritenute rilevanti per il futuro della scienza e del genere umano, che -com'è stato detto- dovrebbe essere posto al centro della ricerca scientifica. Ma se 'altre' ricerche di base sono 'inutili' o possono presentare dei 'pericoli' futuri per l'umanità dovrebbe

²⁶ Traduzione di R. Alessi e T. Zemella. «Ich halte dafür, daß das einzige Ziel der Wissenschaft darin besteht, die Mühseligkeiten der menschlichen Existenz zu erleichtern».

²⁷ Diciamo 'alcune' perché siamo convinti che a rigore non esiste 'la ricerca pura o di base', per i motivi spiegati prima.

essere altrettanto lecito, da parte degli scienziati e della società impedire queste ricerche, col rischio naturalmente di sbagliarsi e di non far avanzare la scienza in un settore che invece potrebbe essere di grande vantaggio sociale. E anche a questo proposito si trovano purtroppo molti esempi negativi nella storia della scienza. Ma non bisogna per questi motivi 'liberare' o 'sganciare' la ricerca scientifica da un sano ed equilibrato controllo sociale, per farla ritornare a crescere entro la segretezza dei suoi programmi.

Con questo però non si vuole sostenere che la ricerca di base debba trovarsi sempre strettamente congiunta a quella di immediata applicazione. Dulbecco, Richter e Ting ci hanno illustrato questo punto in maniera eccellente: spesso le applicazioni e i frutti scientifici sono molto lontani da un determinato nucleo problematico, che del resto non sempre ne sono la loro diretta e consapevole conseguenza. Richter porta l'esempio della scoperta di un prezioso strumento medico diagnostico (MIR), le cui radici anziché nella medicina si ritrovano nella fisica (NMR); Dulbecco ci dà l'esempio degli sviluppi delle conoscenze sul cancro provenienti da aree lontane dal campo specifico di ricerca e cioè dagli studi sui virus e sulla regolazione cellulare.

Oggi vi sono molte iniziative tendenti a far uscire gli scienziati dal mondo segreto e di sinistro riserbo in cui almeno fino a qualche decennio fa sono stati tenuti molti di loro dal potere politico-militare. Tra gli organismi esistenti nel mondo che hanno l'obiettivo di liberare la scienza dalla segretezza della politica, per affrancare gli scienziati dal loro ruolo perverso di «neutri operatori della ricerca e di esecutori di deliberazioni altrui» (cfr. Ramusino, Lenci 1985, p. xi), di cui *a volte oltre ad essere vittime sono anche complici*, e di rendere comunicabile il mondo della scienza con tutti gli altri, è da ricordare l'Unione Scienziati Per Il Disarmo (USPID). Recentemente un'iniziativa rivolta in tal senso e promossa dalla Rivista *Scientia* in collaborazione con l'USPID, in un quadro politico mondiale completamente differente da quello di oggi, ha avuto luogo a Castiglioncello dal 21 al 25 ottobre 1985. Dalla *Nota dell'Editore degli Atti* di codesto convegno leggiamo le seguenti conclusioni che sottoscriviamo: «Gli scienziati... non intendono più limitarsi a produrre gli specchi ustorii o le bombe atomiche richiesti dal potere politico, ma rivendicano a sé almeno il diritto al giudizio... La scienza, proprio come il sabato, è fatta per l'uomo: ma per arricchirlo intellettualmente, per liberarlo dalla sofferenza, dall'ingiustizia, dal malessere. In ogni caso non per distruggerlo» (cfr. Ramusino, Lenci 1985, p. xi).

Le nostre conclusioni definitive ci conducono, infine, a lodare e apprezzare questa originale iniziativa, sia nei riguardi di coloro che l'hanno promossa che di quelli che l'hanno progettata e realizzata. Un particolare e sentito ringraziamento va rivolto naturalmente ai premi Nobel intervenuti, che sono stati i veri protagonisti di questa eccezionale manifestazione. Essa ha avuto certamente un alto valore culturale e sociale ed è valsa specialmente a *tenere vivo l'interesse per la scienza e i suoi problemi -che poi sono i nostri problemi- evidenziando il suo valore di impegno civile e la sua intrinseca dimensione umana e sociale.*

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Relazioni del convegno

Le seguenti relazioni sono state distribuite durante il convegno in inglese, ad eccezione delle relazioni in lingua italiana di Dulbecco e Levi-Montalcini, e di quelle di Rota e Dahrendorf che sono state tradotte in italiano. Le traduzioni dall'inglese dei brani citati sono nostre.

Rivolgiamo i nostri più grati ringraziamenti verso l'Agenzia scientifica *Hypothesis* (Roma) per il materiale offertoci senza il quale questa nostra nota al convegno non sarebbe stata possibile. Un ottimo strumento è stato anche *Ten Nobels for the Future*, a cura di Maria Vitale, citato in bibliografia. Ringraziamo anche la dottoressa Alba Arcuri per averci fornito alcune importanti notizie sul convegno, la cui pubblicazione degli *Atti* è prevista entro il 1994.

Speriamo che il progetto del convegno da parte dell'Agenzia scientifica *Hypothesis* nello stimolare i Nobel convenuti a parlare di temi concernenti più l'immagine e le responsabilità della scienza, che le loro effettive ricerche scientifiche, valga a rinforzare ancora di più quel ponte di così difficile costruzione che si vuole da più parti edificare tra scienze naturali, da una parte, e scienze umane, dall'altra.

BALTIMORE, David. *The Global Utility of Biotechnology*.

BECKER, Gary S. *The Economic Progress of Poorer Nations*.

DAHRENDORF, Ralf. *Science, Social Science and Humanities at the Threshold of the 21st Century*; tr. it. di Raffaella Rojatti, *Scienze naturali, sociali e umanistiche alle soglie del XXI secolo*.

DULBECCO, Renato. *Libertà della ricerca e timori della società*.

KENDREW, John. *Condizioni per uno sviluppo a lungo termine*. (Il Nobel per la Chimica nel 1962 non ha partecipato al convegno, come era stato previsto).

LEVI-MONTALCINI. *Il ruolo degli scienziati alle soglie del terzo millennio*.

PRIGOGINE, Ilya. *Le frontiere della complessità*. (Relazione tuttora non disponibile).

RICHTER, Burton. *From Science to New Technologies*.

ROTA, Giancarlo. *Science in a Time of Upheaval*; tr. it. di Fabrizio Palombi, *La scienza in un'epoca di incertezza*.

RUBBIA, Carlo. *The Main Role of Science in the 1990's*.

STEINBERGER, Jack. *The Responsibility of the Scientist on a Finite Globe*.

TING, C.C. Samuel. *Research of Today is the Technology of Tomorrow*.

Riferimenti bibliografici

AA. VV. [1977]. *L'idée de régulation dans les sciences*. Avant-propos de F. Perroux; introduction de J. Piaget. Paris, Maloine-Doin.

ANDKRONOS [1993]. Milano: Al via Commissione Attività Scientifiche, 6 dic. 1993.

ANSA [1993]. 10 Nobel a Milano per favorire ricerca e sviluppo, 6 dic 1993.

ANSA [1993]. Dieci Premi Nobel a Milano per guardare al futuro, 19 nov. 1993.

ANSA [1993]. Premi Nobel a Milano: Dulbecco, Fermiamo la fuga di cervelli, 6 dic. 1993.

ASNAGHI, Laura [1993]. Tra il pubblico, i Nobel Levi Montalcini e Dulbecco, il presidente Spadolini. Quasi scomparsi i politici adesso la star è Borrelli. *La Repubblica*, 8 dic. 1993.

BA., G. [1993]. Il prossimo futuro visto con gli occhi del Nobel. *Il Manifesto*, 8 dic. 1993.

BALTIMORE, David [1993]. Genetica per i poveri. *L'Unità*, 8 dic. 1993.

BALTIMORE, DAVID [1993]. La rivoluzione genetica cambierà il Terzo mondo. *Il Giornale*, 8 dic. 1993.

BASSOLI, Romeo [1993]. "Signore e signori, il nucleare pulito". Ma gli ambientalisti frenano: «E' soltanto meno sporco». *L'Unità*, 25 nov. 1993.

BERTALANFFY, Ludwig von [1969; 1983]. *Teoria generale dei sistemi*. Tr. it., Milano, Mondadori.

BONESCHI, Marta [1993]. Scala: sarà una prima da Nobel. *L'Indipendente*, 2 dic. 1993.

-
- BOTTA, Adriano [1993]. La svolta annunciata da Carlo Rubbia. Intervista. *L'Europeo*, 8 dic. 1993.
- BOTTI, Gian Carlo [1993]. La scienza abita ancora a Milano. *Il Giorno*, 9 dic. 1993.
- BRAMBILLA, Carlo e VELARDI, Antonello [1993]. La nuova Italia di Ciampi. "Uniti per superare la crisi". *La Repubblica*, 9 dic. 1993.
- C., R. [1993]. Dulbecco. «Alt alla fuga dei cervelli». *La Stampa*, 7 dic. 1993.
- CAPRARICA, Giovanni [1993]. Zhirinovskij: abbiamo l'arma del secolo. *Corriere della sera*, 23 dic. 1993.
- CASANOVA, Carlamaria [1993]. «La Vestale» di Muti, una prima in tono minore nella Milano di Tangentopoli. Alla Scala senza vip anche Formentini diventa una «star». Tanti applausi, però poca mondanità. Assente la Marzotto, la Ripa di Meana brucia pellicce in piazza, ma arrivano sette premi Nobel. La protesta dei metalmeccanici e degli ultras. *Il Tempo*, 8 dic. 1993.
- CASANOVA, Carlamaria [1993]. Convegni: scienza, economia ed etica. Dieci Nobel si confrontano sul futuro. *Il Tempo*, 8 dic. 1993.
- CHIR., M. [1993]. Spini: «L'Istituto potrebbe diventare filiale scientifica dell'Agenzia europea». L'ambiente cerca casa ad Ispra. *Il Giornale*, 8 dic. 1993.
- CIAMPI, Carlo Azeglio [1993]. I Nobel a Milano. Ciampi: «Perché risanare l'economia». *Il Sole 24ore*, 9 dic. 1993.
- DE MARTINO, Gianni [1993]. A Milano. Mentre Aiuti denuncia la lottizzazione anche nei laboratori. Il potere? Meglio l'etica. *Il Mattino*, 8 dic. 1993.
- DE MARTINO, Gianni [1993]. La denuncia del Nobel Renato Dulbecco alla presentazione del meeting di Milano: «Italia, ferma la fuga dei cervelli». *Il Mattino*, 7 dic. 1993.
- DELL'AGLIO, Luigi [1993]. Ilya Prigogine spiega le leggi che servono a operare nella complessità del reale. Questo pazzo mondo si governa così. «Ora sappiamo navigare in un mare d'incognite e possiamo aiutare la società» [intervista]. *Il Giorno*, 9 dic. 1993.

-
- DOBZHANSKY, Theodosius [1973; 1975]. *Genetic Diversity and Human Equality*. New York, Basic Books, 1973 [tr. it. *Diversità genetica e uguaglianza umana*. Torino, Einaudi, 1975].
- DULBECCO, Renato [1974]. Dulbecco, Renato. In *Scienziati e tecnologi contemporanei*, op. cit., vol. I, pp. 328-330.
- DULBECCO, Renato [1989]. *Il progetto della vita*. Milano, Mondadori.
- DULBECCO, Renato [1989]. *Scienza, vita e avventura. Un'autobiografia*. Milano, Sperling & Kupfer Editori.
- DULBECCO, Renato [1993]. Le ragioni della scienza e le ragioni della vita. *Il Mattino*, 8 dic. 1993.
- DULBECCO, Renato [1993]. Niente fantasmi dalle provette. *Il Giornale*, 7 dic. 1993.
- EINSTEIN, Albert [1950; 1965]. *Out of My Later Years* [tr. it. *Pensieri degli anni difficili*. Torino, Einaudi, 1965; "Anno 1950. Le leggi della scienza e quelle dell'etica", pp. 248-250].
- FERMI, Laura [1961; 1964]. *The Story of Atomic Energy*. New York, A Landmark Book, 1961 [tr. it. *La storia dell'atomo*. Milano, Feltrinelli, 1964].
- FUMAGALLI, Fiorella [1993]. La parola a dieci Nobel. *La Repubblica*, 2 dic. 1993.
- GINZBERG, S. [1994]. Disinnescata la minaccia nucleare. L'Ucraina smantella i suoi missili. *L'Unità*, 11 gennaio 1994.
- GIORELLO, Giulio [1993]. E la Luna dei Navigli batterà il Sol Levante. *Corriere della Sera*, 7 dic. 1993.
- KILLHEFFER, J.V. [1985]. *Encyclopaedia Britannica, 1985 Britannica Book of the Year*, pp. 118-119
- LANDO', Luca [1993]. Ecco il futuro secondo i Nobel. *Il Giornale*, 7 dic. 1993.
- LANDO', Luca [1993]. I Nobel riuniti a Milano prevedono una scienza mondiale ma il Vecchio Continente non supera le divisioni. La ricerca divide l'Europa. A Bruxelles fumata nera per i fondi al Programma Quadro - Tramonta la Big Science. *Il Giornale*, 8 dic. 1993.
- LEVI-MONTALCINI, Rita [1974]. Levi-Montalcini, Rita. In *Scienziati e tecnologi contemporanei*, op. cit., vol. II, pp. 176-178.

- LEVI-MONTALCINI, Rita; ANGELETTI, Pietro; MORUZZI, Giuseppe [1975]. *Il messaggio nervoso*, Milano, Rizzoli.
- LEVI-MONTALCINI, Rita [1989]. *NGF: Apertura di una nuova frontiera nella neurobiologia*,. Roma-Napoli, Edizioni Theoria.
- LEVI-MONTALCINI, Rita [1993]. *Il tuo futuro. I consigli di un Premio Nobel ai giovani*, Milano, Garzanti.
- LITT, Theodor [1958]. *Technisches Denken Und Menschliche Bildung*, Heidelberg, Quelle & Meyer; tr. it. *Istruzione tecnica e formazione umana*, Roma, Armando.
- MANUZZATO, Nicoletta [1993]. Dieci Nobel per dimenticare Tangentopoli. *L'Unità*, 7 dic. 1993.
- MASSARENTI, Armando [1993]. Intervista a Gary Becker, Nobel per l'economia, presente al meeting di Milano. La ricerca del futuro. *Il Sole 24 Ore*, 8 dic. 1993.
- MASSARENTI, Armando [1993]. La scienza in aiuto dello sviluppo civile. *Il Sole 24ore*, 20 nov. 1993.
- MASSARENTI, Armando [1993]. Tutti d'accordo: si inizia dalla scuola. *Corriere della Sera*, 8 dic. 1993.
- MAYR, Ernst [1981]. *La biologie de l'évolution*. Paris, Hermann [tr. it. *La biologia dell'evoluzione*. Torino, Boringhieri, 1982].
- MIELI, Alessandra [1993]. Italia lumaca ce la farà, giura il Nobel. La ricetta di Becker: cadano cassa integrazione e ogni protezionismo [intervista]. *Il Giorno*, 9 dic. 1993.
- MINOTTI, Rossella [1993]. Una prima all'insegna dell'austerità. Sant'Ambrogio fa penitenza. *Il Giorno*, 8 dic. 1993.
- MONNI, Riccardo [1993]. Dieci Nobel invocano la dea Ricerca. Ci tirerà fuori dai guai, avvicinerà il Nord al Sud, fornirà idee all'industria. Le biotecnologie, una ricchezza. *La Nazione*, 8 dic. 1993.
- NEWTON, Carolyn D. [1989]. Steinberger, Jack; Lederman, Leon Max; Melvin, Schwartz. *Encyclopaedia Britannica, 1989 Book of the Year*, pp. 77, 83-4.
- Nobel prize winners. Encyclopaedia Britannica, Fifteenth Edition, 1983, vol. vii, pp. 369-373.*

-
- OBERMAN, Bonnie [1993]. Prize for Economics: Gary Becker. *Encyclopaedia Britannica, 1993 Book of the Year*, p. 30.
- PACE, Giovanni Maria [1993]. Ciampi conclude il convegno. Il futuro? La parola ai Nobel. *La Repubblica*, 8 dic. 1993.
- PACE, Giovanni Maria [1993]. Dulbecco: "Fermate la fuga dei cervelli". La denuncia del premio Nobel. *La Repubblica*, 7 dic. 1993.
- PACE, Giovanni maria [1993]. Le biotecnologie non serviranno soltanto a trovare il vaccino contro l'Aids. Ne parla il Nobel David Baltimore. Un clone in padella. *La Repubblica*, 8 dic. 1993.
- PACE, Giovanni Maria [1993]. Oggi il presidente del consiglio al convegno sulla ricerca. "Scienza e politica cittadelle separate". Così i Nobel accolgono Ciampi. *La Repubblica*, 8 dic. 1993.
- PARACCHINI, Gian Luigi [1993]. Nobel a consulto sul futuro di Milano. *Corriere della Sera*, 7 dic. 1993.
- PARACCHINI, Gian Luigi [1993]. Rubbia: «Energia Pulita? Si può. La prova entro l'anno prossimo. *Corriere della Sera*, 9 dic. 1993
- PARACCHINI, Gian Luigi [1993]. Summit. Si conclude a Milano la conferenza dei Nobel. Dibattiti, polemiche e messaggi di speranza. Dulbecco: «La mia gaia scienza». *Corriere della Sera*, 8 dic. 1993.
- POPPER, Karl [1982; 1984]. *The Open Universe. An Argument for Indeterminism; from the Postscript to the Logic of Scientific Discovery*. Edited by W.W. Barthley, III. Totowa, New Jersey, Rowman and Littlefield, 1956, 1982, [tr. it. *Poscritto alla logica della scoperta scientifica. II. L'universo aperto*. Milano, Il Saggiatore, 1984].
- PRANDIN, Ivo [1993]. Una locomotiva per la civiltà. Becker: «Povertà e sofferenze possono finire» - Dulbecco: «Coinvolgere la società». *Il Gazzettino*, 8 dic. 1993.
- PRIGOGINE, Ilya [1974]. *Prigogine, Ilya*. In *Scienziati e tecnologi contemporanei*, op. cit., vol. II, pp. 380-382.
- PRIGOGINE, Ilya [1977]. *L'ordre par fluctuations et le système social*. In AA. VV., 1977, pp. 153-191.
- PRIGOGINE, Ilya [1979]. *La nuova alleanza: uomo e natura in una scienza unificata*. Tr. it., Milano, Longanesi. [I. Prigogine, P. M. Allen, R. Herman,

The Evolution of Complexity and the Laws of Nature, in Prigogine 1979, pp. 1-69]

- RAGNO, Luciano [1993]. A Milano, dieci Premi Nobel discutono su etica e scienza. Come rimettere in moto il sistema Italia. *Il Messaggero*, 7 dic. 1993.
- RAGNO, Luciano [1993]. Il Duemila. A Milano vertice di Nobel: parla David Baltimore. «Se troviamo i geni dell'egoismo». *Il Messaggero*, 8 dic. 1993.
- RAMUSINO, Paolo Cotta - LENCI, Francesco (a cura di) [1985]. *Le armi nucleari e l'Europa*. Scientia - U.S.P.I.D. *Scientia*, vol. 120, v/xii 1985.
- REGINA, Sara [1993]. Dieci Nobel scrutano il futuro. *Corriere della Sera*, 1 dic. 1993.
- S., F. [1993]. Dieci studiosi sottolineano la necessità di moralizzare la ricerca e lo sviluppo economico. I Nobel: sì alla scienza, no alla barbarie. Un convegno a Milano per ribadire che gli esperimenti in laboratorio non possono ignorare l'etica. *L'Indipendente*, 8 dic. 1993.
- SALA, Rita [1993]. Scala, la Vestale fa centro. Fuori i cori «ricconi, ricconi», dentro applausi a Muti. Pubblico senza sfarzi, schieramento di premi Nobel. *Il Messaggero*, 8 dic. 1993.
- SCHRÖDINGER, Erwin [1970]. *Scienza e umanesimo. La fisica del nostro tempo* [quattro conferenze tenute nel 1950; pubblicate nel 1951]. *Che cos'è la vita? La cellula vivente dal punto di vista fisico* [conferenze tenute nel 1943; pubblicate nel 1945]. Milano, Sansoni.
- Scienziati e tecnologi contemporanei*. Milano, Mondadori, 1974, 2 voll. [Modern Men of Science. McGraw-Hill, 1968].
- SEVESO Luisella [1993]. Carlo Rubbia si lamenta. La politica non dà spazio alla scienza [intervista]. *Il Giorno*, 9 dic. 1993.
- SNOW, Charles P. [1961]. *The Moral Un-Neutrality of Science*. Trad. it., *La non neutralità morale della scienza*, in Snow, *Scienza e governo*. Trad. it., Torino, Einaudi, 1966, pp. 135-150.
- TAINO, Danilo [1993]. Futuro. Il presidente del Consiglio traccia la rotta geoeconomica per il ritorno del Paese sulla scena internazionale. *Corriere della Sera*, 9 dic. 1993.

UNGERER, Emil [1972]. *Fondamenti teorici delle scienze biologiche*. Tr. it., Milano, Feltrinelli.

V., P. [1993]. Chi ha paura delle tecnologie? *Il Giornale d'Italia*, 23 nov. 1993.

VITALE, Maria (Edited) [1993]. *Ten Nobels for the Future*. Science, Economics, Ethics for the Coming Century. International Seminary, promoted by City of Milan, Milan Chamber of Commerce, Cariplo; project and organisation "Hypothesis", under the aegis of Presidency of the Italian Council of Minister, Italian Ministry for Universities and Scientific and Technological Research. Edited by Maria Vitale. Hypothesis, 1993.

WITTGENSTEIN, Ludwig [1921; 1972]. *Tractatus Logico-Philosophicus*. London, Routledge & Kegan Paul, 1972; tr. it., Torino, Einaudi, 1964.