

IL VALORE INSOSTITUIBILE DELLA RICERCA SCIENTIFICA DI BASE di Fausto D'Aprile

La decisione del nuovo CNR di riservare, per il 2005, solo il 15% delle risorse complessive alla Ricerca spontanea a tema libero può rivelarsi assai pericolosa, poiché rischia di portare il Paese ad un impoverimento scientifico-culturale.

Chi in realtà, oggi, può permettersi di trascurare la Ricerca di base, che, come ben sappiamo, ha sempre svolto anche un ruolo di stimolo sia per la Ricerca fondamentale orientata sia per quella applicata?

Il fatto che oggi una Scienza già esista, e che abbia una sua indiscutibile validità, non permette di considerare superato il problema di continuare a determinare le condizioni necessarie affinché la conoscenza scientifica sia sempre possibile.

Di certo si può affermare che la Ricerca di base frutta dei benefici di grande rilievo, anche se comportano un processo di maturazione più lungo e più complicato. Il futuro, comunque, appartiene sempre più a quei paesi che sapranno garantire adeguate risorse finanziarie per lo sviluppo della Ricerca, libera e creativa. Essa, infatti, ha già ampiamente dimostrato nel corso del tempo di essere in grado di assicurare, assieme al progresso scientifico, anche lo sviluppo socio-economico della Società.

La crisi di crescita che attraversa il *Sistema Ricerca* non risparmia nessun paese. Dovunque si pone il problema di una politica della scienza che consenta, fra gli altri obiettivi, di assicurare lo sviluppo equilibrato delle ricerche. Ma è in Italia, culla della rivoluzione scientifica moderna, che tale crisi viene vissuta più drammaticamente a causa dei pochi fondi annualmente stanziati per la ricerca scientifica e tecnologica.

Per realizzare i suoi obiettivi di *Programma* il nuovo CNR potrà contare, nel 2005, su circa 900 milioni di euro. Queste risorse saranno distribuite tra le diverse *aree* tematiche seguendo alcuni criteri di priorità. Solo il 15% delle risorse complessive andranno però alla *ricerca spontanea a tema libero*. Una tale decisione induce a riflettere, poiché può essere facilmente dimostrato che spesso la *ricerca libera, creativa*, ha portato a idee originali, a grandi scoperte scientifiche che hanno aperto nuovi orizzonti, ad interessanti applicazioni in diversi settori disciplinari, ad impieghi tecnologici che hanno consentito in seguito un sensibile sviluppo socio-economico. Non garantire sufficienti risorse finanziarie alla ricerca spontanea potrà comportare in futuro seri danni non solo alla *conoscenza scientifica*, ma, considerata la sua funzione di stimolo innovatore della *ricerca orientata e di sviluppo*, anche al progresso economico e sociale del Paese.

Si è ritenuto perciò opportuno esprimere alcune riflessioni in merito al ruolo

insostituibile della ricerca di base, libera e creativa.

Pur comprendendo l'assoluta urgenza di una concentrazione degli sforzi di ricerca in determinati campi - evitando dispersioni e duplicazioni di iniziative e puntando anche per la ricerca fondamentale su di un sano spirito di competizione fra Enti e persone - si ha il timore che, con i pochi finanziamenti alla ricerca di base, si stia inconsapevolmente commettendo il grave errore di sopprimere *la gallina dalle uova d'oro*. La scarsità delle risorse finanziarie in gioco, sempre più preoccupante, non giustificherebbe comunque un simile errore, aggravato dal fatto che la ricerca fondamentale -oltre ad essere in primo luogo fonte di sviluppo delle conoscenze- costituisce un elemento essenziale del sistema di educazione in generale, un investimento a lungo termine, uno stimolo al processo d'innovazione e di evoluzione all'interno della società.

In tale quadro, la domanda che ci si pone da tempo (a livelli diversi) è: che posizione deve assumere la ricerca fondamentale in un paese moderno, come sostenere gli sforzi, rafforzare i mezzi, adattare le strutture, come conciliare le sue esigenze specifiche con quelle di altre forme di ricerca scientifica e tecnica? Come può essa contribuire più sicuramente ai grandi interessi nazionali e internazionali, pur garantendo ai singoli ricercatori la libertà di ricerca?

Nessuna seria politica della scienza può evitare di rispondere a simili interrogativi.

Già nel lontano 1966 -in occasione della seconda Conferenza ministeriale sulla Scienza svoltasi presso l'OCSE- veniva sottolineato, tra l'altro, che il benessere generale e la sicurezza dei popoli dei paesi membri esigono il progresso rapido, equilibrato e sostenuto, come intensità e qualità, dell'attività scientifica; che la scienza può essere un elemento dinamico e un fattore di progresso per la società contemporanea e che la ricerca fondamentale è una delle forze creatrici che stanno alla base di ogni progresso scientifico.

Certamente non sono più i tempi di una radicale separazione (almeno in alcuni settori specifici) fra teoria e pratica della scienza, sistema scientifico e sistema sociale, poiché l'uno e l'altro reagiscono e si alimentano a vicenda. Ma proprio per questa ragione la società, nel suo complesso, deve assumersi la responsabilità di dotare la ricerca fondamentale di mezzi e strutture appropriati alla domanda, in funzione dell'evoluzione della stessa scienza.

Sacrificare le esigenze a lungo termine della ricerca fondamentale alle urgenze e alle promesse delle ricerche tecnologiche potrebbe rivelarsi in avvenire fortemente penalizzante. Il ritardo sul piano scientifico, infatti, ha conseguenze anche economiche, visto che la ricerca fondamentale è necessaria sia per la *ricerca fondamentale orientata* sia per la *ricerca applicata*, la quale a sua volta costituisce un importante fattore della produzione industriale.

Oggi possiamo affermare che certe scelte effettuate dal Paese, le risorse stanziare, i provvedimenti adottati in materia di ricerca scientifica, riflettono, di fatto, il reale *interesse* verso proprio futuro.

Il progresso della scienza è senza dubbio uno dei fatti più rilevanti della civiltà moderna. Non si può restare indifferenti dinanzi all'enorme quantità degli sforzi che si sono dovuti accumulare nel tempo per giungere al punto attuale, e l'estensione delle conseguenze che ne sono derivate per la vita stessa degli individui e lo sviluppo della società. Non vi è dubbio alcuno, infatti, che proprio per opera della scienza, la vita umana è andata modificandosi sempre più, in ordine anche a nuovi rapporti tecnici ed economici e alla disciplina cui tendono a sottomettersi tutti i modi dell'attività pratica. Va osservato che, nel progressivo adeguarsi alle esigenze scientifiche, non si tratta di piegare forzatamente ogni cosa a esigenze di motivi esterni. L'applicazione tecnica, la

messa in opera di regole precise nelle varie contingenze pratiche, implica semmai in qualche modo una collaborazione alla scienza che si forma e progredisce grazie al vasto intreccio di rapporti intellettuali. La mentalità scientifica che si sviluppa opera parallelamente a motivi economici, mutando sempre più rapidamente il costume tradizionale, gli istituti e le forme della vita moderna.

Rivolgendo lo sguardo al progresso della scienza e allo sviluppo del pensiero scientifico, osserviamo come quel principio di liberazione che educa alla verità scientifica le coscienze individuali, si riconosce sempre più come principio di affrancamento sociale. Per capire appieno il significato basta rivolgersi col pensiero agli inizi della scienza moderna, ed alle menti eccelse che con il loro ingegno e creatività seppero aprire le porte alla nuova civiltà.

I benefici derivati dalle applicazioni scientifiche sono così numerosi che difficilmente sapremmo raffigurarci il sistema economico e la vita di relazioni di una società a cui la scienza sia estranea. Tolti i mezzi di trasporto e di comunicazione che avvicinano popoli e genti lontane, spente le luci nelle abitazioni, negli ospedali e per le vie delle città, fermate le macchine e gli impianti degli opifici e abbandonate le materie prime delle manipolazioni chimiche, recise in tal modo tutte le fila della nostra vita industriale e civile, sarebbe certamente molto difficile ricomporre un'esistenza sociale cui vengono meno gli strumenti delle opere quotidiane. E' grazie allo sforzo dell'ingegno umano nella scienza che abbiamo imparato a soddisfare sistematicamente parte dei bisogni sociali.

Là dove i costumi e le leggi della convivenza civile hanno tutelato il lavoro umano, sono fiorite le arti e la scienza. Le creazioni della *Meccanica*, ad esempio, da Leonardo da Vinci a Galileo, si comprendono soltanto riallacciandosi all'industria delle città italiane dell'epoca, gareggianti di splendore e di magnificenza.

Verso la metà dell'800 la scienza, che già aveva condotto a brillanti applicazioni tecniche, dava luogo alle più larghe speranze anche nell'ordine morale e sociale. Si affacciava come evidente allora l'idea che gli uomini, liberati dalla soggezione religiosa, avrebbero trovato nel *Sapere* la base nuova di un'autorità capace di governarli. Si discuteva, quindi, riguardo ai problemi delle conoscenze che meglio avrebbero dovuto

preparare all'esercizio delle funzioni direttive dello Stato.

Fondamento comune a certe *costruzioni* politiche era la fiducia incondizionata nelle immancabili conseguenze positive della scienza e della divulgazione dello spirito scientifico.

L'ideale artistico della scienza, mira a rivendicare la piena libertà della ricerca, avvalorando anche gli indirizzi astratti per sé stessi, indipendentemente dalle applicazioni concrete.

Le conseguenze dell'eccessivo pragmatismo odierno, in special modo l'abbassamento dell'idealità scientifica, troppo spesso ridotta al servizio di puri interessi pratici, ripugna sia al giudizio maturo della critica sia al sentimento di quanti pongono ogni amore della vita nella ricerca del *Sapere*. Si può osservare che Keplero non avrebbe potuto enunciare le sue leggi sul moto dei pianeti se, circa duemila anni prima, Apollonio non avesse proseguito lo studio delle *coniche*, spintovi da una curiosità d'ordine puramente speculativo. Nel 1738 Bernoulli, pubblicando il suo *Trattato di idrodinamica*, abbozzò - precorrendola di circa 100 anni - una *teoria cinetica dei gas*; gas costituiti secondo lui da minuscole *particelle* che si muovono rapidamente da una parte all'altra. Nel 1924, Paul A.M. Dirac sintetizzò in equazione, densa di significato, le due grandi rivoluzioni scientifiche dell'inizio del Novecento: *Meccanica Quantistica* e *Teoria della Relatività*. Con la sua equazione, Dirac descrisse correttamente le proprietà delle particelle elementari allora note, come l'elettrone. Inoltre, analizzando le soluzioni dell'equazione, Dirac si accorse che essa descriveva anche particelle di energia apparentemente negativa. Risolse il paradosso postulando che si trattasse di *anti-particelle*, con la stessa massa dell'elettrone ma carica opposta, prevedendo dunque l'esistenza del *positrone*. Una tale particella non era conosciuta a quel tempo. Solo in seguito, nel 1932, Carl Anderson verificò sperimentalmente la previsione di Dirac, con la scoperta del *positrone*. E che dire delle teorie, degli studi e le ricerche di Galileo, Newton, Maxwell, Einstein, Fermi, Helmholtz, Hertz, Bohr, Heisenberg, Pauli, Planck, Rutherford, Schroedinger, Curie, Levi Montalcini, e molti altri ancora che tanto hanno contribuito al progresso del pensiero scientifico?

Seppur importante e valga come norma direttiva della ricerca scientifica, l'ideale artistico non è sufficiente a spiegare la disciplina del *vero* che si impone agli intelletti come dovere. La scienza, dal canto suo, sempre più si configura come lo sforzo della ragione umana, prodotto non solo da una classe ristretta di ricercatori, ma dall'intera società che indirettamente vi collabora.

Negli uomini di scienza la curiosità è viva ed è sempre presente. Ben alimentata, essa è capace di condurre a preziosi risultati. Il matematico, ad esempio, nel suo lavoro si trova in possesso di uno strumento mirabile, creato dagli sforzi accumulati nei secoli da menti particolarmente creative. Egli ha la fortuna di possedere, per certi versi, la chiave che consente di interpretare molti misteri dell'Universo, ed un mezzo per riassumere in pochi simboli una sintesi che unisce vasti e disparati risultati di scienze diverse.

La storia della scienza dimostra spesso un'efficace e diretta cooperazione delle matematiche alla percezione e comprensione della natura. Col calcolo può essere stabilito, ad esempio, l'andamento preciso di due fenomeni, in apparenza diversi, e trovare che essi sono regolati dalle stesse equazioni. Con un simile procedimento Maxwell giunse a riconoscere che le perturbazioni elettromagnetiche e la luce sono la stessa cosa; fondamentale scoperta che aprì la via alle ricerche di Hertz, che ebbero tanta influenza sulla fisica moderna, e ispirarono le invenzioni di Ferraris e Marconi. Nessuno può quindi chiedere al matematico, o più in generale allo studioso o al ricercatore, dove condurranno i suoi studi. Avrebbe forse sospettato lo stesso Lagrange, allorché ideava la *Meccanica analitica*, che egli non solo creava un potente metodo ed una guida sicura in ogni più difficile questione della scienza del moto e dell'equilibrio, ma che le sue formule sarebbero divenute un giorno, nelle mani di uomini d'ingegno come Maxwell e Helmholtz, così comprensive da abbracciare molti fenomeni del mondo fisico?

Nel tempo, molte scienze si sono avvalse per il loro sviluppo dei metodi infinitesimali, che costituiscono senza dubbio l'ausilio analitico più delicato e più potente che sia stato mai immaginato; una superba e nobile creazione cui cooperarono tanti ingegni da Archimede a Newton. E' grazie al calcolo infinitesimale, che è possibile, per esempio, seguire il moto degli astri, enunciare la legge con cui vibra la corda di uno strumento musicale, e calcolare gli effetti delle più

potenti macchine; ed è con questo mezzo che le equazioni differenziali dell'economia poterono essere poste.

L'uso di quantità infinitamente piccole risale certo alle prime ricerche sistematiche di geometria. Eudosso di Cnido (IV secolo a. C.) conobbe i metodi infinitesimali e li applicò al teorema sull'eguaglianza delle piramidi che hanno la stessa altezza e basi uguali. Ma l'applicazione sistematica dei metodi infinitesimali, si trova per la prima volta in Archimede, il quale però era troppo profondo per essere facilmente compreso. I commentatori di Archimede non penetrarono in tutte le sue concezioni; e fu così che gli Arabi trovarono più comodo sviluppare la *Teoria delle coniche*, che presentava minori difficoltà.

Solo durante il *Rinascimento*, si cominciò a comprendere la vera grandezza di Archimede; Tartaglia riprodusse in parte le sue opere. Ma i veri continuatori e primi *allievi* di Archimede, quelli che ne ereditarono lo spirito, furono Galileo e Keplero. Ed infatti per studiare con successo i problemi della dinamica, quella della caduta dei gravi, Galileo impiegò i metodi infinitesimali dividendo il tempo della caduta in piccoli intervalli e considerando il movimento in ogni intervallo, come uniforme. Si deve poi a Huygens la continuazione dell'opera di Galileo, mediante lo studio infinitesimale dei problemi della *Dinamica*.

Il passaggio dei procedimenti infinitesimali della *Geometria* alla *Meccanica* segna una data memorabile nella scienza e mostra tutta la portata dei metodi stessi.

Nello stesso tempo va sviluppandosi anche l'*Analisi pura* con l'introduzione dei *logaritmi*, fatta da Neper, con l'*integrazione per serie* che conduce Mercator alla *serie logaritmica*, e con la scoperta dei processi per *integrazione per parti* e per *sostituzione*, fatta da Barrow, movendo da considerazioni geometriche.

Di interesse sempre più crescente, le applicazioni delle matematiche alle scienze, ad esempio *Biomediche*, sono state e sono diverse; specifiche, in alcuni casi, dei rami della fisiologia, come l'ottica fisiologica, l'acustica fisiologica, nei quali studiosi come Helmholtz hanno portato tutto il contributo della loro cultura.

Vi sono poi studi classici sulla circolazione del sangue, ossia sul moto dei fluidi nei vasi elastici e contrattili; studi su quella che può essere definita termodinamica fisiologica; studi meccanico – fisiologici sul moto, e molti

altri ancora che dimostrano la versatilità e la potenza delle scienze matematiche.

Nel campo delle *Neuroscienze*, non si può non segnalare il contributo fondamentale dato nel secolo scorso dalla prof.ssa Rita Levi Montalcini, premio Nobel per la medicina.

Da sempre affascinata dalla ricerca scientifica, essa ha dedicato l'intera vita alla scoperta dei meccanismi che presiedono al funzionamento del sistema nervoso e allo studio del cervello. Durante l'ultima guerra la prof.ssa Levi Montalcini ha proseguito, tra non poche difficoltà, i suoi studi e le sue ricerche sul sistema nervoso allestendo un laboratorio di fortuna nella casa dove era sfollata, a causa delle leggi razziali.

Risale agli anni 1951–52 la sua scoperta del NGF, il *Nerve Growth Factor*, una proteina che regola lo sviluppo e la differenziazione delle cellule nervose.

Da tempo si conoscevano le tappe della crescita cellulare, ma la scoperta del NGF ha permesso di capire in che modo sono regolate la crescita e la differenziazione cellulare. L'importanza scientifica di questa scoperta è stata enorme sia per la ricerca scientifica di base sia per la comprensione dei meccanismi che portano allo sviluppo di molte patologie, dalla demenza senile al tumore.

In futuro un'applicazione clinica del NGF potrebbe essere la possibilità di riparare i danni subiti dal sistema nervoso e la messa a punto di nuove terapie per malattie neurodegenerative, come l'Alzheimer e il Parkinson. L'allungamento dell'età media della popolazione fa sì, infatti, che simili malattie colpiscano un numero crescente di persone con costi umani e sociali elevatissimi.

Gli studi della Prof.ssa Levi Montalcini rappresentano solo uno dei tanti esempi di quanto sia importante la *libera ricerca*. La stessa Ricerca, creativa, che ha consentito a scienziati come Niels Bohr di enunciare il *Principio di complementarità* per spiegare che *onde* e *particelle* sono due aspetti inscindibili della materia; a Rutherford di compiere fondamentali scoperte sull'atomo; a Max Planck di introdurre nella fisica il *quanto di azione*; a Rontgen di scoprire i raggi-X, a Becquerel la radioattività e a Chadwick il neutrone; a Fermi di fare gli studi e le scoperte sul *rallentamento* dei neutroni; a Schrodinger -uno dei fondatori della meccanica quantistica- di pensare (idea che ebbe in seguito un'influenza decisiva non solo per Watson e Crick, ma per tutta una generazione di biologi) alla *vita* come a un

processo di archiviazione dell'informazione biologica, compressa in quello che egli stesso chiamò *codice ereditario*; al brillante J.D. Bernal di applicare la fisica allo studio delle molecole delle proteine e dei virus e conseguire significativi risultati nel campo della biologia molecolare; al solitario e contemplativo Max Perutz -dotato di una non comune capacità di osservazione- di descrivere per primo la configurazione tridimensionale dell'emoglobina introducendo, nella cristallografia a raggi-X delle proteine, il metodo quanto mai ingegnoso della sostituzione isomorfa di atomi normali con atomi pesanti e stabili; a Jacob e Monod di compiere importantissime ricerche sui meccanismi genetici regolatori nella sintesi delle proteine, che inaugurarono una nuova era nella conoscenza delle cellule viventi; a Watson e Crick di svelare i segreti della struttura a doppia elica del DNA, segnando così una data memorabile nella storia della scienza.

Nel campo della chimica e chimica-fisica, Ilya Prigogine (premio Nobel nel 1977) rappresenta anch'esso un esempio di scienziato creativo, che ha preferito non procedere lungo *solchi* familiari tracciati da altri. I suoi principali contributi scientifici, di elevato livello di astrazione fisico-matematica, riguardano la *Termodinamica dei processi irreversibili* e la *Meccanica statistica* di stati lontani dall'equilibrio. La sua fantasia, le sue idee innovative hanno ampliato di molto l'orizzonte di queste discipline permettendo significative applicazioni, oltre che alla chimica, alla biologia, e perfino alla teoria matematica del traffico automobilistico.

Prima di Prigogine -se si escludono le ricerche pionieristiche del chimico-fisico Lars Onsager- la termodinamica si limitava sostanzialmente a descrivere fenomeni molto particolari nei quali la temperatura, la pressione o il volume del sistema in esame evolvono nel tempo attraverso stati successivi di quasi equilibrio.

A partire dagli anni '50, Prigogine ha rivoluzionato il quadro teorico della termodinamica indagando a fondo gli aspetti macroscopici e microscopici del secondo principio della termodinamica, per poter estendere la sua validità anche al caso dei processi chimico-fisici lontani dall'equilibrio termodinamico. La sua creatività scientifica lo portò ad elaborare il concetto di *struttura dissipativa* che scambia energia con l'ambiente esterno e, pur producendo *entropia* (cioè disordine secondo l'interpretazione classica),

è capace di *autostrutturarsi* acquisendo una qualche forma di organizzazione interna.

A dare un notevole impulso alla teoria delle *strutture dissipative*, dimostrando la rilevanza anche pratica, è stata la scoperta delle cosiddette *reazioni oscillanti* in chimica e in biochimica.

In particolare, il nuovo concetto introdotto da Prigogine aiuta a comprendere molti fatti inerenti la biologia e, più specificamente, gli organismi viventi in quanto sistemi termodinamici aperti.

Le *strutture dissipative* manifestano un duplice comportamento: in condizioni prossime all'equilibrio l'ordine tende ad essere distrutto, mentre lontano dall'equilibrio si genera ordine e si formano nuove strutture. Insomma, esse illustrano un possibile meccanismo per la creazione di ordine a partire dal disordine, come si osserva in molti fenomeni biologici.

Lungi dal rimanere limitate al solo ambito scientifico, le nozioni di *ordine* e *disordine* finiscono così per avere un'importanza strategica per tratteggiare il quadro del pensiero umano nella sua totalità.

Nel campo delle scienze fisiche, la ricerca scientifica fondamentale ha fornito nel tempo enormi contributi teorici e sperimentali. A distanza di anni, molte scoperte scientifiche si sono rivelate utilissime in altri settori disciplinari. La diffrazione dei raggi-X, ad esempio, fu inventata -subito dopo che la natura di questa radiazione era stata interpretata- per studiare la struttura dei cristalli. In seguito questa metodologia scientifica ha consentito, tra l'altro, alla biologia molecolare di raggiungere risultati sorprendenti ed ha assunto una funzione fondamentale nell'analisi della struttura del DNA. Altre scoperte scientifiche, ancora, hanno portato in seguito alla realizzazione di strumenti ed apparati, ad elevato contenuto tecnologico, con significative ricadute di interesse anche socio-economico. Così, ad esempio, la *Risonanza Magnetica Nucleare* (NMR) fu scoperta negli anni quaranta, ma solo negli anni settanta se ne concretarono le applicazioni commerciali in strumenti di diagnosi non invasiva, in grado di fornire immagini in campo medico.

Di solito i benefici sociali che si raccolgono più rapidamente dalla Ricerca sono quelli indiretti, come per esempio il *trasferimento tecnologico*. Questo effetto si presenta quando ci si rende conto che la soluzione a un problema in qualche disciplina fondamentale può avere un'applicazione in un campo del

tutto estraneo. Per esempio, un'apparecchiatura progettata per raccogliere la luce di bassissima intensità emessa dalle particelle elementari nell'attraversamento di un mezzo ha trovato impiego nella captazione dell'energia solare.

I successi della scienza di base hanno il pregio di istituire canoni in tutta la scienza e producono un *corpus* comune di conoscenze che può essere discusso e arricchito da quanti operano in una vasta gamma di settori specializzati. Un significativo esempio di *spinta culturale*, di beneficio diretto procuratoci dalla scienza pura, proviene dalla storia della nascita del transistor, una delle conquiste tecniche più rilevanti del secolo scorso. Lo scopo immediato delle ricerche che nel '47 portarono alla scoperta del *transistor* era la realizzazione di elementi circuitali attivi allo stato solido. Fondamentale per il buon esito degli sforzi, tuttavia, fu l'applicazione, fatta in precedenza da Alan H. Wilson, della *meccanica quantistica* all'interpretazione della struttura delle *bande elettroniche* dei semiconduttori. Nella sostanza, il *transistor* poté essere inventato perché le conoscenze di base avevano ormai raggiunto un livello tale da permettere la comprensione di fenomeni che erano stati osservati da molto tempo.

La fisica delle particelle di alta energia, disciplina che potrebbe sembrare lontana quanto nessun'altra dalle applicazioni utili, potenzialmente costituisce invece un modo per arrivare alla produzione economica di energia. Una delle implicazioni più interessanti di certi sviluppi della fisica delle particelle è che possono esistere processi naturali in grado di liberare virtualmente tutta l'energia contenuta in una massa a riposo. Per esempio, già nel 1973 T.D. Lee e Giancarlo Wick osservarono che se un nucleo atomico fosse compresso e raggiungesse una soglia di densità straordinariamente elevata, la massa a riposo dei *nucleoni* (neutroni e protoni) legati insieme nel nucleo precipiterebbe di colpo a una piccola frazione del suo valore normale. La conseguenza sarebbe l'irradiazione di un'energia di circa un miliardo di elettronvolt per nucleone.

Altri processi con cui ricavare energia sono potenzialmente possibili, ma al momento non convenienti, come ad esempio: l'interazione di materia con antimateria e la fusione nucleare.

I benefici diretti che potrebbero derivare dalle ricerche condotte nella fisica delle alte energie non si limitano solo alle proposte di produzione di energia. Nel corso degli ultimi

decenni, infatti, sono state scoperte moltissime nuove particelle, ma lo sfruttamento delle loro proprietà è solo agli inizi.

Gli acceleratori di particelle impiegati nella fisica delle alte energie costituiscono senza dubbio un altro significativo esempio dell'applicazione di alti concetti della fisica. Macchine acceleratrici di elettroni, ad esempio, generano anche la *radiazione di sincrotrone*, la cui intensità e l'ampio spettro, ne fanno una radiazione utile in una vasta gamma di applicazioni che vanno dalla ricerca scientifica di base a quella applicata, dalla fabbricazione di circuiti integrati agli impieghi medici e biologici.

La rivelazione delle particelle elementari ha portato anche a soluzioni originali di problemi di carattere generale. Sono stati, infatti, progettati e realizzati sistemi automatici per il riconoscimento di certe configurazioni di segnali uscenti dai rivelatori che in seguito sono stati impiegati dagli astronomi a dai biologi.

Altre ricerche nella fisica delle alte energie hanno esteso la diffusione e l'affidabilità di dispositivi che studiano gli effetti della superconduttività, settore quest'ultimo di notevole interesse tecnologico ed ampie ricadute sul sistema economico-industriale.

Si potrebbe continuare ancora con numerosissimi altri esempi, come la recentissima realizzazione - frutto della ricerca del Lawrence Berkeley *National Laboratory* (USA) e del Comitato Eurosea di Torino- del prototipo di un generatore di neutroni per radioterapia; o la *formazione* di giovani laureati, parte dei quali finirà per dare contributi significativi alla Ricerca, altri invece costituiranno la nuova classe dirigente nell'industria, nell'insegnamento, nella direzione di grandi Progetti, etc; tutti esempi che evidenziano chiaramente - assieme alle molteplici applicazioni scientifiche- il ruolo e il valore insostituibili della Ricerca fondamentale in un Paese che intende progredire.

La ricerca scientifica dimostra, infine, di essere capace di *autofinanziarsi* e ricambiare la società sia con un arricchimento culturale insostituibile, sia con la realizzazione di strumenti e condizioni che migliorano la qualità della vita.

ALCUNE CONSIDERAZIONI FINALI

Le conquiste della scienza e della tecnica degli ultimi decenni hanno impresso al

mondo scientifico e alla società una fortissima accelerazione, che ha fatto evolvere in modo straordinario il nostro modo di vivere e di pensare.

Le tecnologie a disposizione dell'uomo, del ricercatore, dello studioso in generale, sempre più consentono, ad esempio, di indagare l'infinitamente piccolo o esplorare l'intero universo.

Gli studi e le ricerche in campo biotecnologico hanno fornito addirittura la capacità di generare nuovi organismi viventi, piante o animali, che possono essere utili all'umanità, risolvendo problemi fondamentali come la fame nel mondo e un gran numero di malattie. Molto entusiasmo, grandi aspettative quindi, ma anche domande di carattere etico e perplessità riguardo ai differenti ruoli della scienza e della tecnologia per il futuro.

Problemi esterni ed interni, oltre a quello delle scarse risorse finanziarie disponibili, insidiano la scienza. Ad esempio lo sviluppo vertiginoso della tecnologia, con la sua capacità di agire, di penetrare nel mondo dei consumi e modificare i comportamenti non solo dei singoli individui ma dell'intera della società, impedisce alla scienza di comprendere la tecnologia stessa in un disegno coerente e prevedibile.

Lo sviluppo delle ricerche scientifiche sulle biotecnologie, ad esempio, porta la scienza a confrontarsi con il problema della clonazione umana, che trova tutti impreparati culturalmente e giuridicamente. Sappiamo bene che ogni scoperta scientifica può avere ricadute pratiche dannose, ma è l'utilizzo che si fa della scienza a dover essere semmai regolamentato e controllato, non la scienza in se stessa; è l'applicazione di una certa scoperta ad essere condannabile, non la ricerca scientifica in quanto tale. La scienza deve progredire, andare avanti senza difficoltà, secondo percorsi etici.

FAUSTO D'APRILE

Laureato in ingegneria, ha pubblicato lavori nel campo delle energie alternative, della strumentazione elettronica e a raggi X. E' autore di studi sul "Sistema Ricerca" del Mezzogiorno, e coautore della prima banca dati degli Organismi di Ricerca del mezzogiorno del CNR. Ha ideato e realizzato il museo della Strumentazione e Informazione Cristallografica dell'I.C. del CNR, di cui ne è il responsabile scientifico. Giornalista da molti anni, ha al suo attivo una notevole attività pubblicistica.

Contatti:

CNR, Ist. Cristallografia - Sez. di Roma
Tel. 06.90672634

Area della Ricerca Roma1
fax 06.90672630

00016 Monterotondo (RM)
Email: fausto.daprile@ic.cnr.it

Lo sviluppo scientifico muta il nostro modo di vivere più drasticamente dei governi e degli statisti. Sono maturi i tempi per far sì che la comunità scientifica si dia un codice di comportamento morale, entro il quale svolgere la propria missione.

Con le sue due componenti fondamentali, *conoscenza e coscienza*, che rappresentano di fatto i pilastri su cui poggia ogni sistema morale, la scienza può significativamente rappresentare l'etica del futuro.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Agno M.: La ricerca scientifica, n°3-4, 1962
 Agno M.: *La costruzione operativa della fisica*. Boringhieri, 1972.
 Bartocci C.: La Stampa, 29 mag., 2003
 Ben -David J.: *La ricerca fondamentale e le università*. Etas Kompass, 1969
 Damascelli L.: Heidenha Info., nov., 2004
 D'Aprile F.: Analysis, n°3, 2004
 Enriques F.: *Scienza e Razionalismo*. Ristampa anastatica, Zanichelli, 1990
 Heisenberg W.: *Fisica e Filosofia*. Il Saggiatore, 1966
 Liquori A.M.: *L'Avventura scientifica*. Sperling & Kupfer, 1992
 Levi Montalcini R.: *Elogio dell'imperfezione*. Garzanti, 1989
 Lederman L.M.: *Le Scienze*, gen., 1985
 Monod J., Jacob F.: *Il caso e la necessità*. Mondadori, 1970
 Odifreddi P.: La Repubblica, 28 dic., 2004
 Rapporto OCSE: *La Ricerca fondamentale e la politica dei governi*. 1966
 Perutz M.: *E' necessaria la scienza?* Garzanti, 1989
 Pistella F.: Civitas, n°3, 2004
 Pistella F.: *Comunicati al personale CNR*, n°2, 3, 2004
 Prigogine I.- Stengers I.: *La nuova alleanza*. 1979
 Schrodinger E.: *Che cos'è la vita?* Adelphi, 1995
 Tonazzo A.: Analysis, n°2, 2003
 Veronesi U.: La Stampa, 29 mag., 2003
 Volterra V.: *Saggi scientifici*. Ristampa anastatica, Zanichelli, 1990
 Watson J.: *DNA. Il segreto della vita*. Adelphi, 2004