

Vi proponiamo la trascrizione di una tavola rotonda dal titolo "I limiti della scienza", pubblicata su *Civiltà delle Macchine*, Anno XIV n. 5, Settembre-Ottobre 1966.

# I LIMITI DELLA SCIENZA

Dibattito con la partecipazione  
di Claudio Barigozzi,  
Silvio Ceccato, Livio Gratton,  
Clemente Riva e Giorgio Salvini

All'undicesima « Tavola rotonda » organizzata da Civiltà delle Macchine hanno partecipato Claudio Barigozzi, ordinario di genetica all'Università statale di Milano, Silvio Ceccato, direttore del Centro di cibernetica e attività linguistiche dell'Università statale di Milano, Livio Gratton, ordinario di astrofisica all'Università di Roma, Clemente Riva, docente di teologia, Giorgio Salvini, ordinario di fisica generale all'Università di Roma. Diamo il testo stenografico del dibattito introdotto dal direttore della rivista e svoltosi il 30 giugno scorso a Roma nella nostra sede.

**d'Arcais** - Esiste ormai per noi una tradizione secondo la quale ogni tavola rotonda raccoglie studiosi di diversa provenienza ideologica e culturale, poiché crediamo al dibattito delle idee e alla fecondità del dialogo. Se un tema non poteva fare eccezione alla regola è proprio questo che viene proposto alla vostra riflessione; tema probabilmente ricorrente nella storia della scienza e del pensiero, ma che si pone oggi in termini nuovi. Ora, la stessa composizione della tavola rotonda, con la varietà delle discipline presenti, invoglia ad una prima considerazione sulla situazione in cui esse discipline singole si trovano in ordine alle cose che oggi si presentano come momenti culminanti di studi, di ricerche, di esperienze, la cui soluzione non è ancora stata trovata, ma potrebbe esserlo in un avvenire non lontano. E, subito dopo, queste stesse discipline dovrebbero dirci quali sono i problemi essenziali, fondamentali, che dovranno pur trovare una soluzione, magari fra secoli, perché rappresentano il motivo stesso della esistenza della disciplina. Avremo così del materiale, da riprendere in un secondo momento del nostro dibattito, allorché dovremo pur prendere le mosse dal rapporto fra conoscenza e realtà per cominciare ad entrare nel cuore del nostro tema. Possiamo cominciare la nostra discussione con Gratton.

**Gratton** - Prima di iniziare vorrei un chiarimento. Il fatto che un ramo della scienza si occupi, in questo particolare momento, di un dato problema è una circostanza casuale dovuta ad uno speciale momento storico. Ho l'impressione che, per il tema che vogliamo trattare — i limiti della scienza — l'attualità dei problemi non solo sia una questione accessoria, ma addirittura l'attribuirvi sovrachia importanza potrebbe metterci fuori strada e farci trascurare le questioni di principio.

**d'Arcais** - Posso tentar di chiarire quelle poche riflessioni che ho fatto pensando a questo argomento. I rapporti fra conoscenza e realtà non vanno tanto riferiti alla situazione attuale delle singole discipline, quanto piuttosto al culmine del nostro tema, cioè ai limiti della scienza. Si tratta di vedere se vi è un rapporto fra il modo con cui la scienza conosce e i limiti che la scienza può avere (se li ha). Ma questo si potrà stabilire al termine del dibattito.

Non c'è invece un rapporto diretto fra i problemi che sono oggi sul tappeto in ogni branca della ricerca scientifica e le modalità della conoscenza scientifica. Ciascuno di questi due filoni va visto nella prospettiva del punto centrale del nostro tema che consiste nel determinare se vi sono, e in tal caso quali sono, i limiti della scienza.

**Gratton** - C'è ancora un punto da chiarire. Vi sono limiti dovuti ad una più o meno implicita adesione a determinate ideologie — i cosiddetti argomenti tabù. Dovremo fare attenzione nella discussione ad evitare simili « errori logici » o, perlomeno, a mettere in chiaro le premesse.

**d'Arcais** - Non c'è alcun tabù. Io non presento, e nessuno di noi intende presentare, una conclusione alla quale si deve dare l'appoggio di certe argomentazioni. Saranno invece le argomentazioni portate da ciascuno a suggerire una certa conclusione. Quale è difficile dirlo in questo momento, all'inizio del dibattito. Speriamo di poterlo dire alla fine. Perciò non c'è nessun punto di partenza, nessun preconcetto, nessun pregiudizio. C'è solo un tema, formulato, mi pare, nella forma più semplice, come problema. Vorrei ancora aggiungere a quanto ho detto prima, che sarebbe utile materiale a disposizione la conoscenza dei problemi centrali il cui studio è in corso e dei problemi centrali *tout court* di ogni disciplina, quelli — o quello — per cui la disciplina è nata. Conoscere, ad esempio, che l'astronomia è nata per sapermi dire questo, e la biologia quest'altro.

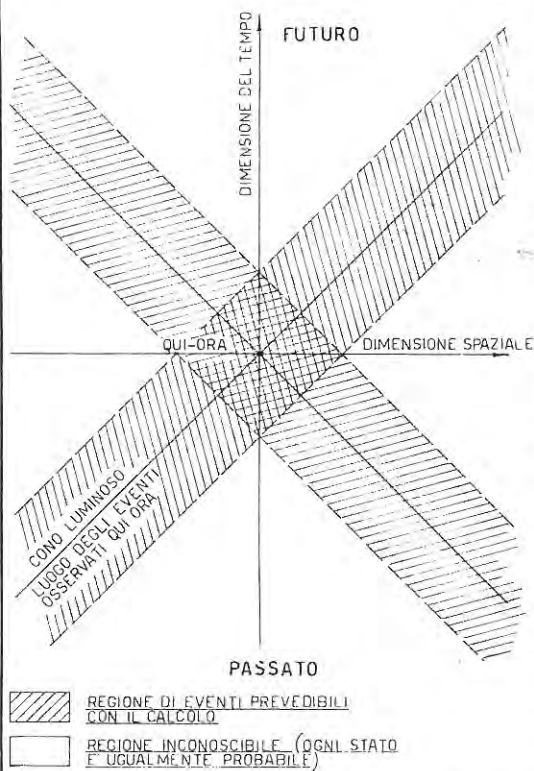
**Gratton** - Anzitutto non credo sia possibile affermare che l'astronomia — o qualunque altra scienza — sia nata per rispondere ad una determinata domanda. Le domande sorgono a seguito dell'evoluzione storica che concentra l'attenzione degli studiosi su certi problemi, ma questi sono ben presto superati da altri o assorbiti in problemi più vasti. Per esempio, all'epoca di Galileo, il problema fondamentale era: la Terra — la dimora dell'uomo — è o non è il centro di tutto l'Universo? Ma oggi nessuno si porrebbe una domanda simile. Inoltre per valutare la « basilarietà » delle domande che oggi si pongono all'astronomia è necessario dichiarare il proprio punto di vista. Io direi che i problemi fondamentali dell'astronomia oggi sono due. Non dobbiamo dimenticare che l'astronomia è una parte della fisica, cioè della descrizione della natura. Ora il problema fondamentale della fisica — e lo dirà meglio di me il collega Salvini — è quello di ridurre la descrizione di tutti i fenomeni a quella delle interazioni fondamentali tra le cosiddette particelle elementari. La fisica di oggi ha riconosciuto l'esistenza di quattro interazioni fondamentali — la gravitazione, l'elettromagnetismo, le forze nucleari e la cosiddetta interazione debole. Di queste, lo studio della gravitazione è essenzialmente di dominio degli astronomi, in quanto solo nel campo dei fenomeni astronomici

si incontrano masse e distanze sufficientemente grandi perché la gravitazione divenga l'interazione più importante. Un aspetto particolarmente importante del problema è che finora non siamo riusciti a far rientrare la teoria della gravitazione nello schema ritenuto valido per le altre tre interazioni, quello fornito dall'elettrodinamica quantistica. D'altra parte, l'astronomia ha sempre il suo proprio problema di fondo: il problema cosmologico. Questo, però, è strettamente collegato al precedente, perché la fisica delle interazioni fondamentali, e specialmente della gravitazione, è determinante per una cosmologia razionale. Il motivo di ciò sta nel fatto che la metodologia del problema cosmologico è radicalmente diversa da quella dei problemi fisici ordinari. Quando un fisico vuole studiare il comportamento di un certo oggetto, ha generalmente la possibilità di procurarsi vari esemplari identici di esso e sottoporli a tutte le prove e misure che ritiene necessarie. Invece il cosmologo ha dinanzi a sé un universo unico, sul comportamento del quale non può agire in nessun modo. E' chiaro perciò che tutto ciò che egli può fare è osservare il comportamento e tentare di dedurre, utilizzando i risultati della fisica sulle interazioni fondamentali, lo stato passato e quello futuro.

In conclusione, credo che si possa dire che il problema di fondo dell'astronomia sia il problema cosmologico generale, ma il problema specifico più acuto e di maggiore attualità — indispensabile per procedere oltre nel primo — è quello della fisica dell'interazione gravitazionale.

Prima di chiudere questo mio intervento, vorrei aggiungere ancora un chiarimento di carattere metodologico sul problema cosmologico, tanto più che questo ha un riferimento diretto con l'argomento di questa riunione — i limiti della scienza. Per rendere più chiaro il mio pensiero farò uso di un grafico; supponiamo di rappresentare in un diagramma l'evoluzione temporale dell'Universo (v. figura nella pagina seguente), disponendo in ordinate il tempo e in ascisse una qualunque delle tre direzioni spaziali. In questa rappresentazione l'origine degli assi rappresenta « qui-ora »; la traiettoria dei raggi luminosi che convergono « qui-ora » — che nella realtà è un cono a tre dimensioni — è rappresentata da due rette che convergono nell'origine. Noi ci troviamo « qui-ora » e osserviamo il mondo; evidentemente gli eventi che stiamo osservando sono solo quelli che si trovano nella falda del cono luminoso corrispondente al passato, cioè quelli che nella figura si trovano sopra le due rette anzidette, perché le sole informazioni che possiamo ricevere da parte degli oggetti celesti sono quelle che ci sono trasportate dai raggi luminosi. Ciò che si trova fuori di queste rette non può né potrà essere osservato; pertanto qualsiasi informazione circa ciò che succede fuori del cono luminoso è il frutto di un calcolo basato sull'osservazione degli eventi che si verificano sul cono stesso e





sulla nostra conoscenza delle leggi fisiche. Ora, questo calcolo è affetto da una grandissima incertezza sia per gli inevitabili errori d'osservazione e sia per la nostra imperfetta conoscenza delle leggi fisiche; ma c'è di più, la natura delle leggi fisiche conosciute è tale che qualunque previsione (sia verso il futuro che verso il passato) può essere fatta solo in termini di *probabilità*. Ciò deve necessariamente implicare una indeterminazione, per cui man mano che ci allontaniamo dal cono luminoso convergente in « qui-ora » sia verso il futuro che verso il passato, la probabilità di uno stato determinato diviene sempre più piccola finché nel remoto passato, come nel remoto futuro, qualunque stato diviene ugualmente probabile. In altre parole, la nostra scienza può solo dirci che l'Universo emerge da uno stato inconoscibile e si evolve verso uno stato ugualmente inconoscibile. Questa è la versione moderna del *caos primigenio*.

Questa difficoltà non può essere ignorata, e chi parla, per esempio di uno stato « iniziale » definito commette un grave errore metodologico. Dire che l'Universo è « partito come una grossa macchina » cinque o dieci o cento miliardi di anni fa è in grave contraddizione con la natura delle leggi fisiche conosciute.

**d'Arcais** - Grazie. E ora vediamo la biologia.

**Barigozzi** - Intanto farò una osservazione preliminare. La biologia non è una disciplina che abbia l'omogeneità e una storia unitaria come l'astronomia; e neanche come la fisica. La biologia è un termine che si dà di comodo a un sistema di discipline che molte volte sono piuttosto eterogenee, diciamo così, o non integrate fra loro. Ho fatto quest'osservazione perché intendo subito precisare qual è la natura delle indi-

cazioni che io posso dare. Come forse qui si sa, io sono un genetista, vale a dire rappresento quella disciplina che nell'ambito delle scienze biologiche costituisce forse l'unico efficiente tentativo, in gran parte possiamo dire riuscito, di unificazione delle discipline biologiche. La biologia, tuttavia, è come una medaglia a due facce: da un lato studia la molteplicità dei viventi (e non ce ne sono due uguali, poiché le stesse categorie sistematiche sono numerosissime), dall'altro tenta di unificare i fenomeni tipici dei viventi, per arrivare a un riconoscimento dei meccanismi fondamentali della vita, che dovrebbero portare, in un futuro forse non lontano, alla sintesi di un sistema biologico semplicissimo, sperimentalmente costruito.

Ora la genetica recentemente ha compiuto il passo decisivo — credo che anche i più retrivi comincino ad accorgersene — riconoscendo fundamentalmente la unicità del codice genetico. Cioè un sistema, un meccanismo, come si suol dire, che indubbiamente funziona dai « virus » all'uomo senza eccezione, basato sulla struttura degli acidi nucleici e quel ben noto sistema di messaggi di quello che appunto noi chiamiamo codice. Se fosse necessario, poi, potrei spiegare meglio che cosa si intende, perché si tratta di dottrine che forse non sono uscite ancora del tutto dalla cerchia di coloro che se ne occupano professionalmente e, quando ne escono, qualche volta non sono neanche bene volgarizzate.

Dunque la genetica ha compiuto questa azione unificatrice, che ha cominciato ad assumere importanza solamente pochi anni fa (infatti si può parlare di codice a partire dal 1955-1956). Prima di questa data si ignorava in modo completo come le unità ereditarie funzionassero e come si riproducessero: oggi un modello, forse troppo semplice, ma sperimentalmente valido, esiste, e l'estensione della sua validità, fra i viventi, sembra non avere limitazione.

Ciononostante la biologia non deve dimenticare di dover tener conto dell'altro aspetto della diversificazione, cioè dell'aspetto evolutivo. In altre parole, non potrà sottrarsi al compito di spiegare come i sistemi biologici complessi e variamente strutturati si sono formati attraverso la storia della terra. Mi sembra perciò che la biologia abbia qualcosa in comune con l'astronomia, in questo senso. Ed ha le stesse incertezze secondo me. Infatti, anche se noi siamo riusciti, oggi, a dare delle prove inconfutabili della validità dei principi evolutivi, il più delle volte non abbiamo nessuna precisa informazione su quello che in realtà è avvenuto. Per arrivare ad una rapida conclusione di quello che voglio dire, anche il giorno in cui noi fossimo in grado di avere sotto il microscopio (forse non sarebbe neanche necessario il microscopio) un sistema biologico artificiale creato sperimentalmente, noi non avremmo ancora nessuna indicazione che questo sia stato effettivamente il sistema biologico primitivo, quando la vita è comparsa sulla terra. Di

ciò non possiamo sapere assolutamente niente. Quello che possiamo dire oggi è che basta saper mettere insieme, in modo appropriato, idrogeno, ossigeno, fosforo e azoto, per ottenere gli acidi nucleici, e che — partendo da questi — potremmo anche vedere « in vitro » queste sostanze autoriprodursi e operare per la sintesi delle proteine.

Oggi, insomma, la biologia ha questa fisiologia duplice e, credo, che questo sia l'aspetto a cui la biologia non rinuncerà mai.

**d'Arcais** - Allora sentiamo quali problemi offre la fisica.

**Salvini** - Anch'io debbo dire, come il biologo, che dare qui le caratteristiche e i limiti della fisica di oggi è compito troppo esteso. Preferisco fermarmi, almeno in questa prima scorsa, alla fisica che, secondo l'interpretazione normale, studia gli aspetti più fondamentali della struttura della materia, cioè la fisica delle particelle elementari. In questi limiti la risposta potrebbe essere immediata alla domanda « che cosa vuole e dove va la fisica delle particelle elementari? ». Ma subito dopo il discorso va precisato.

La risposta immediata ha un carattere storico. Che cos'è l'oggetto? Che cos'è la materia nelle sue più intime strutture? Questa è la domanda che ci accompagna da decine di secoli, e che è ancora con noi. Ebbene, questa domanda elementare, tanto accolta nella letteratura scolastica e divulgativa, è, sotto certi riguardi, ancora lecita. Ma subito dopo dobbiamo distinguere e precisare.

Vi è stata in questo ultimo secolo una accurata revisione di concetti e di idee, che ci indica quanto vi è di incerto o di illusorio in questo andare. Si può dire che il fisico, oggi, cerca di ridurre a un quadro unitario i diversi enti elementari che sembrano costituire la radiazione e la materia, un quadro che dipenda da un minimo numero di principi (o assiomi, o postulati): sicché fare una teoria delle particelle elementari è appunto questo: dare un quadro logico e coerente che dipenda da un minimo numero di posizioni di partenza. In termini semplici questo significa dare una teoria nella quale si spieghino e si prevedano le evidenze sperimentali: perché, ad esempio, certe particelle hanno una data massa, una data carica, certe altre caratteristiche.

Diciamo subito che proprio in questi ultimi anni vi sono stati progressi notevoli in questa riduzione ad unità della varietà delle particelle (qualcuno potrebbe dire che stiamo ricucendo il mondo dopo averlo troppo diviso); ma dobbiamo ammettere che siamo ancora lontani da una soluzione soddisfacente. Diceva prima Gratton che noi osserviamo quattro interazioni fondamentali. Questa suddivisione appare con evidenza nei fenomeni che osserviamo, ed io non mi interesso qui di ulteriori realtà. Di queste quattro, quelle che più interessano direttamente la fisica delle particelle elementari sono tre: interazioni deboli; interazioni forti; intera-

zioni elettromagnetiche. Siamo ancora lontani da una interpretazione unitaria di queste varie forze, che pur ci appaiono sempre meno indipendenti, particolarmente ad alta energia. Soltanto dell'ultima (interazioni elettromagnetiche) abbiamo una quasi soddisfacente teoria, abbiamo cioè una base di appoggio logica e coerente, che sinora spiega e prevede molte proprietà atomiche ed il comportamento di corpi carichi e di radiazioni elettromagnetiche.

Per quanto riguarda le interazioni forti e le deboli, sappiamo sempre di più, ma ancora non abbiamo una teoria, nel senso usuale del termine. Ad esempio, non sappiamo dedurre da una teoria generale le forze tra un protone ed un neutrone, quando si urtano, o quando si uniscono in un composto stabile, il deutone. Lo sforzo di oggi è di costruire questa teoria da un minimo di assunzioni assiomatiche, che siano la chiave del nostro rapporto con il mondo esterno. Quando ci si domanda dove andiamo, o dove andremo, occorre però stare attenti. Noi sappiamo quello che oggi vogliamo, nel nostro sforzo di inquadrare e di rispondere a certe domande. Ma è importante distinguere tra la storia delle risposte e la storia degli enunciati e delle domande. Noi cerchiamo di rispondere a certe domande, e molte importantissime risposte parziali sono arrivate. Ma accanto a questo dobbiamo esaminare quale è l'evoluzione delle domande stesse che noi ci poniamo. Guardando alla storia della fisica negli ultimi 60-70 anni, noi vediamo che c'è stata insieme una evoluzione delle risposte ed un'evoluzione degli enunciati, delle richieste. Quello che ci sembrava tanto importante sapere 70-80 anni fa, non è così importante oggi ed è ridotto a un falso problema. Per esempio, prima della relatività era importante sapere qualche cosa del cosiddetto etere cosmico; e 150-200 anni fa sembrava importante sapere qualcosa, per interpretare il caldo, sul cosiddetto flogisto. Quali saranno gli eteri cosmici e i flogisti del fisico di oggi, agli occhi dei fisici che verranno tra 30 o 50 o più anni, non lo sappiamo. Quindi, direi che non so dove andiamo e cosa vorremo domani; però sappiamo con una certa chiarezza che cosa vogliamo oggi.

Diciamo subito che una profonda evoluzione della fisica delle particelle elementari negli ultimi decenni è costituita dal fatto che i termini che ne sembravano in un certo senso fuori — spazio, tempo, energia — in realtà ne rientrano; quindi, quando parliamo di una fisica delle particelle elementari, intendiamo oggi più globalmente una revisione profonda del mondo fisico anche in questi concetti che sembravano al di fuori, contrapposti al concetto di particelle. In altri termini, siamo ben oltre la classica rappresentazione di un Universo disponibile, sorta di tela bianca da pittori, nella quale possono essere o no insite determinate particelle.

Va da sé che la stessa parola « particella elementare » è parola provvisoria (ad esempio, una particella elementare non localiz-

zata da una interazione, ha una estensione grandissima, quasi infinita). Anzi, proprio il fatto che questa parola è oggi tanto provvisoria mi porta a pensare che dobbiamo andare cauti nel ritenere che il domani ci porti delle risposte alle domande come le formuliamo oggi.

Un altro aspetto che vorrei toccare, per quanto riguarda il « dove andiamo nella mia disciplina? », è quello che chiamerei sperimentale. Noi ci accorgiamo, sempre a distanza di tempo, di avere generalizzato e di avere costruito una teoria sulla base di elementi sperimentali sostanzialmente frammentari, e legati al tipo di strumento che avevamo. Lo strumento è padrone della nostra scienza più di quanto normalmente non si pensi. In un certo senso si potrebbe dire che prima del cannocchiale da parte del Galilei, lo spazio delle idee era stato completamente esplorato. Tutte le alternative per costruirsi una certa visione del mondo erano state esplorate, inclusa quella giusta. L'elemento nuovo che è venuto e che ha portato a un piano avanzato queste cose, è stato in quel caso il cannocchiale, che ha mostrato nuove strutture dell'Universo. E' come se il mondo delle idee degli uomini, in un certo senso, quando ci si limita alla speculazione teorica, fosse finito, un mondo finito delle idee che deve essere alimentato dai fatti sperimentali.

Anche oggi potremmo dire che la visione del nostro mondo fisico, anche se noi gli diamo una veste generale, in un certo senso ambiziosa, è condizionata dagli strumenti dei quali sappiamo disporre. Io potrei forse sostenere che il mondo delle particelle elementari ci appare in un certo modo perché si è riusciti a costruire un certo strumento che si chiama « camera a bolle » e che ha certe caratteristiche.

Sono alla soglia dell'uso alcuni strumenti nuovi quali certe camere elettriche, che si sta cercando di preparare. Porteranno questi strumenti una definizione nuova dei nostri obiettivi? Una rappresentazione nuova del mondo fisico? Io oso rispondere di sì, se penso che cosa hanno portato il cannocchiale, la pila, le macchine acceleratrici. Se penso, ad esempio, a quella visione, tutto sommato diversa, del sistema planetario che ci è già stata portata dal fatto che siamo riusciti ad andare fuori dell'atmosfera, nello spazio. Non pensavamo che il sole arrivasse fino a noi; in un certo senso ci sentiamo dentro il sole più di prima. Ma questo può meglio dircelo Gratton.

Comunque, non solo nel mio campo, ma in tutte le scienze, lo strumento condiziona le nostre idee generali. Debbo aggiungere che lo strumento ha anch'esso caratteristiche di imprevedibilità, perché noi approfittiamo di tutto ciò che si può, di qualunque progresso della tecnica, per fare uno strumento di ricerca; ne consegue allora che la fisica ha un cammino, come tutte le scienze, che è condizionato da tutta una generale evoluzione umana. Chiuderei questa parte su questo ultimo punto. Il mondo delle idee è condizionato dal risultato sperimentale. L'espe-

rienza, giova ripeterlo, è assolutamente maestra nel guidarci e la storia dell'ultimo secolo ci insegna che l'originalità, l'imprevedibilità dei fatti sperimentali, la novità, l'inatteso sono più grandi di qualunque fantasia teorica. E credo che, sotto questi riguardi, il cammino della fisica, almeno delle particelle elementari, sia un cammino aperto, divergente, di cui non so francamente vedere la fine.

**d'Arcais** - Mi sembra che le considerazioni di carattere generale espresse, specialmente verso la fine del discorso, da Salvini possono offrire a Ceccato l'opportunità di aprire il suo intervento con orizzonti forse un po' diversi, data la novità della disciplina che in qualche modo rappresenta e che non saprei neanche definire esattamente, perché non so se si possa chiudere nel semplice termine di cibernetica. Dirà Ceccato quali sono i problemi che, in ordine al tema generale, egli intravede.

**Ceccato** - La mia disciplina è giovane, ed anche piuttosto fragile. Quindi, nell'invitarmi qui fra voi, d'Arcais è stato insieme audace ed indulgente.

Come tutti sanno, la cibernetica nasce con intenti e campo abbastanza ristretti, da una iniziativa di Norbert Wiener, che ritiene di dover porre una analogia fra gli animali e le macchine in nome di un sistema di comando ed un sistema di controllo che sarebbero presenti in quelli ed in queste, nonché di una certa informazione che circolerebbe fra i loro diversi organi. Si tratta soprattutto di distinguere una generazione di macchine « intelligenti » da una precedente generazione di macchine « stupide »: in quanto le seconde disporrebbero di congegni autoregolatori, autocorrettivi, equilibratori ancora mancanti nelle prime, quando per ottenere gli stessi risultati doveva intervenire l'uomo, appunto con la sua « intelligenza ».

Se la cibernetica si fosse limitata a queste analogie fra uomo e macchina mantenute su un piano naturalistico, credo però che niente di rivoluzionario ne sarebbe mai uscito, di rivoluzionario sul piano teorico, s'intende, perché sul piano pratico, economico e sociale, la rivoluzione potrebbe ben esserci, anzi è già proprio alle porte.

Invece, anche sul piano teorico, da quelle premesse si staccò ad un certo momento un'impresa che sembra destinata ad avere il più alto valore teorico non solo per lo studio dell'uomo, ma anche per le scienze in generale. Le macchine possono simulare l'intelligenza umana? Ebbene, che le macchine sostituiscano l'uomo anche nelle sue attività linguistiche. Questa fu infatti l'impresa alla quale i neo-cibernetici furono chiamati quando i militari americani incaricarono per la prima volta alcuni studiosi di costruire la macchina traduttrice, cioè la macchina capace di tradurre i testi da una lingua in un'altra.

Ed ecco che non si trattava più di riprodurre la mano, o magari una singola particolarissima operazione della mano, ma di



riprodurre la facoltà più originale dell'uomo, quella del linguaggio, quella che, fra tutti gli animali, lo fa *animal symbolicum*.

Di certo quei militari, e nemmeno quei primi « meccanici », per lo più costruttori o programmatori di calcolatori, non immaginavano di dover incontrare i più classici ed incancreniti problemi della filosofia e della psicologia, e molti altri ancora. Ma questi problemi sono invece riapparsi; ed il rendersene conto, il trovarne una soluzione, avrà sicuramente un grande peso sulla scienza, se non altro perché questa si serve del linguaggio come strumento.

Ma a proposito di cibernetica, mi sia permesso di proporre ancora una distinzione. Pur nella sua breve vita, questa disciplina ha già avuto uno sviluppo che permette di parlare di tre cibernetiche. In tutte si tratta di assumere l'animale, ed in particolare l'uomo, come originale e di farne dei modelli, matematici o fisici; ma ciò che dell'animale si copia è diverso.

In un caso siamo interessati a ciò che l'uomo produce, non al modo con cui lo produce, siamo cioè interessati ai suoi risultati, ma non alle sue operazioni. Questa cibernetica non è che l'automazione; ed in fondo risale ai più lontani millenni questo intento umano di risparmiare le proprie mani e la propria testa per le fatiche più brutte e più ripetitive. Le ripercussioni di questa cibernetica dell'automazione, come ho accennato, possono essere enormi, in quanto non c'è lavoro, per esempio, d'impiegato o di operaio in una linea amministrativa o produttiva che non possa venire o prima o poi sostituito dalle prestazioni di una macchina, anzi l'intera linea potrà venire affidata alle macchine. E tutti già sanno quali promesse e quali minacce discendano dalle nuove possibilità, non solo per l'economia o la supremazia in ogni senso di un paese sull'altro, ma persino nel rendere plausibile la realizzazione di certe ideologie politiche che oggi devono apparire utopistiche.

Come ho detto, questa cibernetica non si occupa però del nostro operare, ma delle nostre opere; anzi, per lo più, anche se conosciamo quali sono le nostre operazioni ed i nostri organi che le eseguono, quali loro funzioni, risulta preferibile sul piano pratico sostituirle. Basti pensare alle ruote al posto delle gambe, se l'intento è quello di spostare un mobile, o dell'elica al posto dell'ala battente, già agli inizi di una tecnica che oggi abbandona anche quelle soluzioni.

All'opposto: la cibernetica, anzi, come vedremo subito, le cibernetiche che si interessano proprio dell'operare, delle nostre attività. Ma a questo proposito bisogna tener presente una netta e fondamentale distinzione, distinzione che, per quanto possa essere la più ovvia, è anche forse la più difficile da fare intendere, e perché tocca una diffusa situazione affettiva e perché viene a cogliere proprio qualcosa che va dritto al cuore della scienza e di alcuni fra i suoi più sentiti problemi.

Permettetemi di prendere le mosse un po' da lontano e da un terreno ancora abba-



GIORGIO SALVINI E' NATO A MILANO NEL 1920. LAUREATOSI IN FISICA ALL'UNIVERSITA' DI MILANO NEL 1942, HA OTTENUTO LA CATTEDRA IN FISICA SPERIMENTALE NEL 1951 ED HA INSEGNATO IN QUALITA' DI PROFESSORE STRAORDINARIO IN QUESTA MATERIA DAPPRIMA A CAGLIARI (1952) POI A PISA (1952-1955). E' DAL 1955 PROFESSORE ORDINARIO DI FISICA GENERALE ALL'UNIVERSITA' DI ROMA. DELLA SUA ATTIVITA' SCIENTIFICA SONO DA RICORDARE LE RICERCHE SULLA RADIAZIONE COSMICA COMPIUTE TRA IL 1945 E IL 1952, LE RICERCHE SULLA PRODUZIONE DEI MESONI II (PIONI), ALLE QUALI SI DEDICA TUTTORA, E LE RICERCHE SULLE RISONANZE NUCLEARI E SULLE RISONANZE MESONICHE. HA SEGUITO I LAVORI PER LA REALIZZAZIONE DELL'ELETTROSINCROTRONE DI FRASCATI DI CUI HA DIRETTO I LABORATORI DAL '53 AL '60.

stanza « neutro ». Continuamente noi ci serviamo della percezione, ma continuamente anche andiamo al di là di questa semplice attività, in quanto la ripetiamo e poniamo in rapporto i suoi risultati. C'è da osservare la pianta che oscilla o sta ferma? Bisogna appunto guardarla almeno due volte, quando la si trova rispettivamente in due posti diversi o nello stesso posto. C'è da dire che la bottiglia si trova sul tavolo? Bisogna guardare sia la bottiglia che il tavolo ed allora porli nel rapporto di sopra e di sotto. E così via. Gli uomini hanno operato in questo modo più ricco della semplice, isolata, percezione presumibilmente per centinaia di migliaia di anni, ed in questo modo sono venuti ad accumulare un grande patrimonio di sapere, tutta la loro scienza e tecnica fisiche, di studiosi della natura, di *physiologi*. Da questo operare hanno appreso che le pietre od i legni sfregati generano il fuoco, che l'acqua lo spegne e questo la scalda, che il sale si trova nel mare, i frutti sulle piante, e prima sono acerbi e poi maturi, eccetera. Da questo operare hanno appreso anche a conoscere i loro sentimenti, emozioni, affetti, che anch'essi nascono, crescono, diminuiscono, si equilibrano, si combattono, eccetera. Soltanto, nel primo caso, nel caso delle cose fisiche, i percepiti sono localizzati spazialmente, ed ora, nel caso delle cose psichiche, essi sono localizzati tempo-



SILVIO CECCATO E' NATO A MONTEVECCHIO MAGGIORE (VICENZA) NEL 1914. COMPIUTI GLI STUDI DI GIURISPRUDENZA E DI COMPOSIZIONE MUSICALE A MILANO. SI E' DEDICATO A RICERCHE DI ESTETICA. DOPO LA SECONDA GUERRA MONDIALE HA FONDATO, CON ALTRI, LA RIVISTA « ANALYSIS » E, IN SEGUITO, LA RIVISTA « METHODOS » DEDICATA AI PROBLEMI DI LINGUAGGIO E CIBERNETICA. NEL 1955 HA COSTRUITO UN MODELLO MECCANICO DI OPERAZIONI MENTALI. ORA STA REALIZZANDO UNA MACCHINA IN GRADO DI OSSERVARE E DESCRIVERE GLI EVENTI DEL SUO AMBIENTE. LIBERO DOCENTE IN FILOSOFIA TEORETICA, E' INCARICATO DI LINGUISTICA APPLICATA ALL'UNIVERSITA' DI MILANO E DIRETTORE DEL CENTRO DI CIBERNETICA E ATTIVITA' LINGUISTICHE DELLA STESSA UNIVERSITA'. E' AUTORE DI VARI SCRITTI.

ralmente; ma le percezioni sono sempre almeno due...

**Salvini** - Beh...

**Ceccato** - Dimmi un caso in cui in fisica ci si fermi ad una sola!

**Gratton** - Dare il tempo allo psicologo e lo spazio al fisico...

**Ceccato** - Comunque, di certo gli uomini hanno operato in questo modo più complesso, apprestandosi queste situazioni più ricche, fisiche o psichiche, per centinaia di migliaia di anni, prima di porsi una qualsiasi domanda che non riguardasse quei percepiti in un loro rapporto od un rapporto fra quei percepiti, bensì proprio in che cosa consistesse la semplice, isolata percezione. La storia non lascia dubbi in proposito. Le prime domande sulla singola percezione risalgono soltanto a 2500 anni fa, in Grecia ed in India, e poco dopo anche in Cina. Se per esempio Pitagora poteva porsi dei problemi sul rapporto fra corde e suoni, cioè partendo dal risultato di più percezioni, è Alcmeone che per primo si chiede come si faccia a sentire un suono. A questo punto non è difficile immaginare, anche se la storia non stesce ad attestarlo, quale sarebbe stata la risposta, o meglio in



CLEMENTE RIVA E' NATO A MEDOLAGO (BERGAMO) NEL 1922. ROSMINIANO, E' STATO ORDINATO SACERDOTE NEL 1951. HA CONSEGUITO IL BACCELLIERATO IN FILOSOFIA E IL DOTTORATO IN TEOLOGIA E INSEGNATO FILOSOFIA, TEOLOGIA DOGMATICA E PATROLOGIA. HA SCRITTO TRE VOLUMI SUL CONCILIO: «LA CHIESA PER IL MONDO» (BRESCIA, 1964), «LA CHIESA IN DIALOGO» (BRESCIA, 1965), «LA CHIESA INCONTRA GLI UOMINI» (BRESCIA, 1966). SI E' DEDICATO ANCHE ALLO STUDIO DEL PENSIERO DI ROSMINI, DI CUI HA CURATO L'EDIZIONE CRITICA DI ALCUNE OPERE E A CUI HA DEDICATO DIVERSI SAGGI. E' ANCHE AUTORE DI ALTRI VOLUMI: «FONDAMENTI DI VITA SPIRITUALE» (MILANO, 1962), «PENSIERO E COERENZA CRISTIANA» (BRESCIA, 1963), «LA LIBERTA' RELIGIOSA NEL VATICANO II» (TORINO, 1966).



CLAUDIO BARIGOZZI E' NATO A MILANO NEL 1909. LAUREATOSI A PAVIA IN SCIENZE NATURALI NEL 1932, FU NOMINATO PROFESSORE DI GENETICA ALL'UNIVERSITA' DI MILANO NEL 1948. DA ALLORA OCCUPA LA CATTEDRA DI GENETICA DELLA FACOLTA' DI SCIENZE. LE SUE RICERCHE VERTONO SU VARI PROBLEMI DI CITOLOGIA, CITOGENETICA E GENETICA FORMALE. SI E' PRINCIPALMENTE OCCUPATO DI «ARTEMIA SALINA» E DI «DROSOPHILA MELANOGASTER». IN QUESTA ULTIMA SPECIE HA STUDIATO PRINCIPALMENTE LA FUNZIONE GENETICA DELL'ETEROCROMATINA E LA TRASMISSIONE DEI TUMORI MELANOTICI. E', TRA L'ALTRO, AUTORE DI UN TRATTATO SU «I FENOMENI CROMOSOMICI DELLA MEIOSI». PRESIDENTE DELLA COMMISSIONE ITALIANA PER IL PROGRAMMA BIOLOGICO INTERNAZIONALE DEL C. N. R.



LIVIO GRATTON E' NATO A TRIESTE NEL 1910. LAUREATO IN FISICA CON PIENI VOTI E LODE A ROMA NEL 1931. E' STATO AIUTO ASTRONOMO ALL'OSSERVATORIO DI MILANO DAL 1934 AL 1949. HA CONSEGUITO LA LIBERA DOCENZA IN ASTRONOMIA NEL 1936 ED E' STATO PROFESSORE DI ASTROFISICA ALL'UNIVERSITA' DI LA PALTA (ARGENTINA) DAL 1949 AL 1956 E DIRETTORE DELL'OSSERVATORIO NACIONAL ARGENTINO DAL 1956 AL 1960. PROFESSORE ORDINARIO DI ASTROFISICA ALL'UNIVERSITA' DI BOLOGNA E POI ALL'UNIVERSITA' DI ROMA DAL 1960. MEMBRO DELL'ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI, DELL'ACCADEMIA DELLE SCIENZE DI BOLOGNA E DELLA ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS (ARGENTINA), HA AL SUO ATTIVO CIRCA 150 PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE, OLTRE VARI CORSI UNIVERSITARI E POST-UNIVERSITARI.

qual modo si sarebbe cercato di rispondere: pensando di far risultare anche la percezione isolata dal rapporto fra i risultati di due percezioni, anzi, da fisici, localizzando qualcosa all'esterno del nostro corpo e qualcosa al suo interno, in cui sdoppiare l'unico percepito di quell'unica percezione, e cercando in quale rapporto potessero stare. I tanti successi acquisiti per questa strada, la stessa forma mentale dell'unico scienziato di allora, il nostro costante interpretare il nuovo in termini del familiare, pesavano davvero troppo perché questo errore, questa svista non fossero compiuti e non dessero origine a quella speculazione che è la *philosophia perennis* per l'impossibilità di portare a termine una ricerca di cui è sbagliato non già soltanto il metodo, ma lo stesso bersaglio.

Non è questa la sede perché tracci un quadro delle conseguenze, disastrose, di questo sbaglio. In breve, poiché la testa era già piena dei pezzi suoi e non aveva certo il posto per ospitare il raddoppio di una casa, di un cavallo o di una pianta, il loro interno raddoppio fu concepito come tante «entità astratte», in quanto tali non più né attività, perché entità, né qualcosa di fisico, perché astratte. Ne divenne impossibile sia lo studio delle attività mentali come tali, sia il loro studio come funzioni di organi, cioè di

attività cui dare una base organica aprendo all'anatomista e fisiologo una strada per rendersi conto di che cosa la mente sia e di come funzioni. Inoltre, a tutte le parole si dovette assegnare come cosa nominata: o qualcosa di fisico, o qualcosa di dichiarato in termini negativi per negazione di fisicità, o si dovette, contraddittoriamente, non assegnare loro proprio nulla, *flatus vocis*.

Se fra noi ci fosse un filosofo, egli dovrebbe bene confessare che tutta la filosofia, quando non è stata precettistica di moralità, di nient'altro si è abbeverata se non delle difficoltà, delle «aporie», sollevate da quel primo misconoscimento. Contro vi lottano Socrate, Platone, Aristotele, Kant ed Hegel. I loro discorsi non riusciranno mai ad eliminare le espressioni appunto irriducibilmente negative, o contraddittorie, o metaforiche, perché nessuna attività può svolgersi che giustifichi quel raddoppio dell'unico percepito.

Mente e corpo, spirito e materia, definiti i primi, mente e spirito, soltanto per negazione dei secondi, non si potranno più congiungere in alcun modo. Ogni asserzione a loro riguardo potrà venire accettata o rifiutata. Già proprio la prima asserzione di Alcmeone, a proposito del suono, sfugge a qualsiasi controllo, con la sua irriducibile metaforicità. Il suono si sente — egli aveva

spiegato — perché in una cavità interna dell'orecchio, quel suono, esterno, echeggia. Ma appunto noi si parla di echeggiare quando i suoni percepiti sono due, e già interpretando il secondo come la ripetizione, l'eco, del primo.

**Gratton** - La soluzione, da quel punto di vista, è quella dello scettico...

**Ceccato** - No. affatto. Non si deve giungere a nessun scetticismo! Cioè, togliendo quell'errore, non si abbisogna di alcun scetticismo. Altrimenti hai ragione, perfettamente ragione. L'uno diventerà scettico, un altro dogmatico, un altro fideista, e si appellerà, come Leibniz, all'armonia prestabilita. Ma le loro asserzioni resteranno comunque senza alcuna prova. In questa situazione si comprendono bene anche gli *ignorabimus* di Du Bois-Reymond.

Ma soprattutto si comprende bene, per tornare alla nostra cibernetica, come il giorno in cui alcuni matematici, fisici, ingegneri, ed aggiungiamo pure qualche linguista, invogliati da alcuni generali, si trovarono chiamati ad occuparsi di parole e di proposizioni, di significati e di traduzione, dovendo rispondere con criteri di riconoscimento e di costruzione che non contenessero espressioni irriducibilmente negative o metaforiche o



contraddittorie, si siano trovati a mal partito. Vogliamo provare anche fra di noi? Ecco tre parole: « di », « bottiglia », « vetro ». Sappiamo che cosa facciamo noi, o fanno esse, al fine di costituire la unitaria espressione « bottiglia di vetro » o « vetro di bottiglia »? Forse che non parliamo ed impieghiamo espressioni del genere tutti i giorni? E allora? E il bello è che non risponde nemmeno il linguista, od il filosofo del linguaggio, o lo psicologo del linguaggio; e nemmeno nessun fisiologo o neurologo, per quanto ne sappia di afasia e di regioni di Broca. Mentre il biologo sa rispondere con soddisfazione di tutti, e così il fisico, e così l'astronomo, alle domande che vertono sul suo campo, di naturalista.

Per cui, se torniamo alla nostra cibernetica che intende copiare dell'uomo non solo le opere ma anche le operazioni, ecco ancora la distinzione annunciata: avremo una cibernetica naturalistica, anzi fisica, che si occuperà di imitare ciò che dell'uomo trova con i metodi naturalistici, cioè con i risultati, messi in rapporto, della percezione ripetuta, e continuerà così senza scosse le ricerche di anatomia e fisiologia, approfondite e rese più sottili magari dalla biochimica e la biofisica, la cibernetica oggi nota come bionica, ed avremo una cibernetica della mente, che si occuperà di ciò che nell'uomo è mentale, cioè di ciò che egli fa presente con l'attività del suo sistema attenzionale. Perché è proprio uno studio di questa attività che permette di sostituire radicalmente la filosofia, giungendo a descrivere la vita della mente appunto come un insieme di operazioni e non come un insieme di inafferrabili « entità astratte ».

Credo che questa non sia la sede nemmeno per tracciare un quadro dei risultati raggiunti dalla cibernetica della mente una volta « sbloccata » la situazione filosofica e dato al mentale quello che è del mentale, senza violenze fiscalistiche, proprio perché alla fine sia possibile ritrovare la base fisica della mente, attraverso il rapporto di funzione ed organo (non semplicemente di funzionamento ed organo, si badi): per chi ne abbia curiosità, ormai gli scritti esistono e numerosi.

Qui mi limito a far notare come il possesso di un sapere sicuro perché controllato, di che cosa la mente sia e come funzioni sta per avere un significato molto grande per ogni indagine che della mente si serva come strumento, cioè per ogni indagine scientifica. Che questo sapere sia la condizione della cibernetica della mente, o che la cibernetica della mente sia la condizione di questo sapere, è questione oziosa se non per la storia. Questo ci mostra che, anche prima di pensare alle macchine « intelligenti », alcuni cercavano di risolvere in termini di operazioni la vita mentale e che, d'altra parte, l'invito, anche ingenuo, a meccanizzare alcune attività tipicamente mentali, come quella del linguaggio, con il pensiero cui si accompagna, e con i contenuti di questo, di ogni tipo, promosse questi studi imprimendo loro un ritmo altrimenti impensabile.

**Salvini** - Non so se seguo bene e se voglio seguire su questa linea una discussione sui limiti della scienza. Dovremmo cominciare allora a dire che cosa è la parola scienza, che cosa intendiamo, quali sono i limiti delle nostre posizioni, eccetera. E non vorrei che, in un certo senso, nei riguardi di una discussione sulla scienza, questa fosse un po' la strada sull'impotenza. Vedo in questo discorso elementi che sono insieme di psicologia, di filosofia, di storia; ma si riducono, questi, a un problema di rapporti tra oggetto e soggetto, tra orecchio interno e origine del suono, che, da una parte, è bene mettere in termini moderni, dall'altra è vecchio come il mondo. Quindi in questo senso mi sento poco di seguire questa sorta di enunciati.

**Ceccato** - Io direi invece che sono proprio questi enunciati che possono suggerirci qualcosa di nuovo a proposito della scienza e dei suoi limiti; non fosse che perché è forse proprio la prima volta che si riesce a dire che cosa sia...

**Salvini** - Non discuto sulla estensione o grossezza dei problemi, ma sulla loro significatività e risolvibilità.

**Ceccato** - Che cosa sia mentale e che cosa non lo sia. Permettetemi una piccola illustrazione della portata di questa distinzione. Il vecchio Newton amava ripetere il suo *hypotheses non fingo*, e se ne stava tutto tranquillo con la sua concezione della materia, composta di corpuscoli e di interstizi. Eppure, anche senza essere un cibernetico della mente, bastava Hegel a farci notare come, anche ammesso che il controllo fisico sui corpuscoli ci fosse, non poteva certo esserci sugli interstizi. Io ritengo che anche al fisico non farebbe male sapere, per esempio, che pieno e vuoto sono costrutti mentali e quali costrutti siano, e non già qualcosa che si tocca o non si tocca. Del resto, credo che una piccola illustrazione possa venire fornita anche da qualche espressione apparsa nel programma orientativo che ci ha riuniti qui, in cui figuravano domande di tipo naturalistico, e precisamente di fisica e di biologia, a proposito di un costrutto che è invece mentale, l'universo, e specificate con una modalità che è anch'essa un costrutto mentale, la totalità. Per cui il naturalista, per quanto sia grande il suo sapere di fisico o di biologo, mai vi potrebbe rispondere; corrisponderebbe pressappoco a chiedergli, che so io, quanto pesa una parte od un resto, di quale colore è un punto, se è più spesso un 3 od un 300. Se non ci si rende conto di questo, c'è il pericolo di confondere una domanda assurda con un limite della scienza. Con la conseguenza di un bel tempo e denaro spesi in ricerche senza senso, per esempio per sincerarsi con l'osservazione, magari armata di microscopio o telescopio, se le cose siano determinate o probabili, reversibili o irreversibili, libere o necessitate, eccetera, che sono invece costrutti mentali interpretativi degli osservati.

La cibernetica della mente, vista sotto que-

sto profilo, è destinata a diventare il più formidabile richiamo metodologico per ogni scienza; anche se oggi ha ancora problemi interni suoi che talvolta le impediscono tanta generosità.

**d'Arcais** - Non conviene, per l'economia del nostro dibattito, allargare ulteriormente questa parentesi: l'importante è che ciascuno esponga le proprie posizioni e le proprie esperienze, e che queste rientrino in qualche modo nella prospettiva di fondo del nostro tema. Perciò proseguiamo ed ascoltiamo un'altra voce che per essere di un rosmignano non è certamente repressa da alcun tabù, per rievocare la preoccupazione, superata, di Gratton.

**Riva** - E' una considerazione interessante quella che si presenta oggi per le discipline morali, teologiche e filosofiche. Il filosofo, il teologo e il moralista assumono una posizione di ascolto. Prima ancora di essere dei teorizzatori, prima di esporre o di elaborare determinate dottrine, sono degli ascoltatori. Ascoltano con estremo interesse ciò che dicono i competenti sulla condizione umana, sulle situazioni mondiali, su tutto quello che si può ricavare dall'esperienza, dalla scienza, dalla tecnica, dai molteplici aspetti della vita umana e sociale. L'uomo è talmente misterioso, complicato, complesso, per cui tutte le teorie che si sono fatte su di lui, spesse volte mancavano dell'elemento fondamentale dei dati sperimentali dell'esperienza umana. Si elaborava una psicologia razionale astratta, si deducevano determinate altre posizioni di discipline umane partendo da intuizioni astratte piuttosto che da elementi concreti e sperimentali. Oggi, invece, specialmente la teologia — e può sembrare strano, perché di solito la teologia è immaginata come qualche cosa che cala dall'alto — è profondamente attenta alle scienze e ai risultati delle ricerche intorno all'uomo e a tutto ciò che coinvolge l'uomo. Anzi, vorrei dire che uno dei primi momenti della teologia, oggi, di una teologia che abbia il nome di scienza — perché anche la teologia in certo senso è una scienza — è precisamente quello di sentire, di ascoltare i competenti intorno a determinate questioni che riguardano l'uomo e che riguardano il mondo.

Vi sono due preoccupazioni, oggi, per l'uomo che si dedica alle scienze morali. Anzitutto la preoccupazione che venga sempre più riconosciuto il valore dell'uomo, che sia sempre più conosciuto, difeso, messo in condizione di sviluppare rettamente la propria umanità. La seconda preoccupazione è questa: un estremo rispetto dell'autonomia delle scienze, di un'autonomia per cui ogni inframmettenza diventa non soltanto un fatto indebito che pecca contro il metodo della scienza, ma anche un fatto che viene considerato quasi immorale, perché tale interferenza potrebbe violare l'ordine dell'essere delle cose. E il riconoscimento dell'ordine dell'essere delle realtà, in senso vero e concreto, costituisce il principio della moralità, secondo quella definizione che Rosmini dava



come fondamentale per tutte le leggi morali, anzi per le leggi di qualsiasi genere. «Riconoscere praticamente l'ordine dell'essere», significa riuscire a dare alle realtà che mi si presentano, agli individui soprattutto, quel riconoscimento di dignità, quella posizione, quel trattamento, quel contenuto, che gli individui e le realtà mi presentano nella loro effettiva esistenza e consistenza.

E allora se le due preoccupazioni dello studioso di teologia e di morale sono, oggi, quelle che ho indicate, voi vi accorgete subito che un punto essenziale per essi è dato dai risultati e dalle informazioni che gli scienziati possono offrire alla loro conoscenza dell'uomo e del mondo. Il Concilio infatti pone oggi allo scienziato una domanda veramente pressante: diteci quello che su alcuni problemi la realtà odierna presenta. E questo non perché un determinato tipo di domanda provochi, in certo senso, una risposta prevista, ma perché la risposta sia l'approfondimento della realtà dell'uomo, dei suoi comportamenti, del mondo sociale e fisico in cui l'uomo vive. Perché? Perché la teologia, oggi non è più concepita come un sistema deduttivo e statico, quanto invece come una presa di coscienza. Questa è infatti la definizione, piuttosto descrittiva, che io amo dare della teologia: la teologia è una presa di coscienza che la mente fa (e un'analisi) di un incontro (o di uno scontro) fra la parola di Dio rivelata e la condizione umana, la situazione sociale, la realtà storica, che si presentano nell'esperienza dell'individuo e dei gruppi, coi loro diversi problemi fondamentali.

Ora, dai vari interventi che finora sono stati fatti, sorgono in me degli stimoli ad alcune riflessioni e ad alcuni interrogativi. Vorrei porre e sollecitare da voi scienziati delle risposte. Il teologo ha bisogno dei contributi di informazioni e di dati, con cui poter elaborare poi una teologia, che sia viva e propria del nostro tempo, del periodo storico in cui viviamo, e possibilmente anche con delle indicazioni, sia pure molto limitatamente, anticipatrici, per il domani, dei gravi problemi vitali che si potranno presentare agli uomini.

Tutti gli interventi sono stati molto interessanti. Il richiamo, per esempio, alla rigosità e alla cautela con cui lo scienziato, oggi, affronta i suoi problemi e le sue ricerche, è esemplare e significativo, rispetto ad epoche precedenti, in cui esso si presentava con un orgoglio e una sicurezza dogmatica e filosofica, che rappresentavano un'estrapolazione dal suo metodo scientifico. Vorrei inoltre sottolineare l'affermazione di Gratton che dice che quando noi parliamo di conoscenza scientifica bisogna riconoscerne la parzialità; si conosce una parte, si conosce un periodo della storia e un tratto della realtà; non si conosce tutto. Vi è un orizzonte immenso che potrà essere conosciuto sempre meglio e sempre più attraverso ulteriori indagini; vi è il senso dell'ulteriorità, la dimensione dell'inesauribilità nello studio e nella ricerca intorno agli oggetti delle discipline. Ciò, del resto, costituisce la condizione effettiva di un progresso continuo del-

l'intelligenza umana. Progresso scientifico significa capacità di oltrepassare i confini e i dati precedenti, andare sempre oltre, anche nella modificazione di posizioni e di dati già elaborati e perfezionabili. Tutto ciò è estremamente interessante e stimolante la discussione sui limiti della scienza.

Anche il problema della riproduzione della vita *in vitro*, è interessante per il teologo. Quando si dice «riproduciamo la vita», non significa che viene inventata *ex novo*. Abbiamo già la vita. Lo studioso cerca di approfondire e di trovare le caratteristiche, le manifestazioni, i comportamenti, gli elementi costitutivi della vita che già esiste, e vuol riprodurla. Si potrebbe sostenere — è una domanda per stimolare una risposta — che tale riproduzione sia solo un'imitazione della vita già esistente? Inoltre, il problema dell'origine assoluta della vita sulla terra è un problema a cui lo scienziato può o non può rispondere?

Per quanto riguarda la fisica, ho trovato interessante ciò che si è detto in merito al fatto che in tale scienza si presenta di frequente qualche cosa di inatteso e di imprevedibile. Decenni or sono la fisica era presentata con eccessivo dogmatismo, quasi una stabilità e immutabilità definitiva. Invece, il dire che i fenomeni possono essere studiati con la coscienza dei limiti umani per cui i risultati offrono componenti imprevedibili, che possono modificare le conoscenze raggiunte, è significativo di un senso di cautela e di realismo nelle affermazioni umane. È interessante anche il problema di Cecato. Qui la scienza cibernetica tocca da vicino l'uomo e i suoi comportamenti mentali e volitivi, per cui non può non essere interessata la teologia, o le scienze morali in genere. Anch'io sono del parere che il fisicismo e il naturalismo hanno rovinato un po' tutta la scienza dell'uomo, perché hanno studiato solo alcuni fenomeni dell'uomo come natura, e non sono stati studiati quegli elementi e fattori che sono più personali e profondi dell'individuo. Circa le conoscenze e le sensazioni e le percezioni umane ricordo una dottrina di Rosmini, allorché espone la sua teoria del sentimento fondamentale. L'aspetto fisico è indispensabile in ogni sensazione e percezione, ma la percezione indica qualche cosa in più. La percezione è, anzi, un giudizio che la mente compie su ciò che viene colto. La stessa conoscenza dei colori e dei suoni, noi l'abbiamo più profondamente nel nostro sentimento che non nella modificazione dell'ergano fisico.

Io mi fermerei qui per il momento. In seguito dirò altre cose.

**d'Arcais** - Quest'ultimo intervento si pone già fra il primo e il secondo momento. E conviene affrontarlo subito questo secondo momento, preliminare alla discussione più attesa, perché costituisce il nucleo centrale del nostro dibattito. Questo secondo momento, già adombrato da tutti, è il rapporto fra conoscenza e realtà o, se vogliamo, il significato della conoscenza, o il significato di realtà. Naturalmente teniamo sem-

pre presente il punto a cui vogliamo arrivare, altrimenti rischiamo di fare soltanto della filosofia della scienza. Qui si tratta di vedere come ogni disciplina vede questo aspetto del problema. E ricominciamo con Gratton.

**Gratton** - Ho notato nel discorso di Riva una parola che è ricorsa una quantità di volte e che, come molte altre, dovrebbe essere definita in maniera precisa: la parola «realtà». Ed ho paura che la scienza serva assai poco per lo studio di questa realtà, almeno come la intende l'uomo della strada. Sono quasi luoghi comuni frasi come «la scienza studia la realtà», «la scienza si occupa dei fatti, non delle opinioni»; ora — non per il piacere di enunciare dei paradossi, ma per chiarire idee inesatte — credo che sarebbe più giusto dire proprio il contrario, che cioè «la scienza si occupa di opinioni e non di fatti». Mi spiego: io guardo l'orologio e dico «sono le cinque». Ho espresso un fatto? No, ho espresso una opinione. Il «fatto» è che il mio orologio segna le cinque; ma dicendo sono le cinque, ho effettuato un complesso procedimento mentale nel quale sono implicate molte «opinioni», non ultima delle quali quella che il mio orologio vada bene.

Ora, se è vero che la scienza tiene conto in certa misura dei fatti, è certo che essa si svolge essenzialmente intorno ad opinioni, sul tipo di quelle contenute nella frase «sono le cinque».

Ciò premesso, cosa può avere a che fare la scienza con una «realtà» assoluta, a cui essa — secondo un punto di vista molto diffuso — si andrebbe sempre di più avvicinando nel corso della sua evoluzione?

A qualcuno ciò può sembrare una limitazione della scienza, e in un certo senso lo è. Per me l'importante è non chiedere alla scienza ciò che la scienza non può dare, perché ciò facendo si pongono delle domande che sono a priori condannate a rimanere senza risposta, o, peggio ancora, si corre il rischio di avere delle risposte false. Per esempio — e ciò è veramente importante — è assurdo pretendere, come certi filosofi alla Freud o alla Marx, che dalla scienza si possano ricavare norme per il nostro comportamento, escludendo, naturalmente, certe norme banali come «non toccare il fuoco, perché scotta». Come si potrebbe, seguendo un metodo scientifico, dimostrare la bontà — per non dire la necessità — di un certo codice morale? L'unica possibilità che potrei immaginare sarebbe quella di procedere sperimentalmente, cioè imporre questo codice ad una società umana; se questa riesce a sopravvivere, il codice è, perlomeno, accettabile. Ma, se la società non sopravvive? Chi correrebbe un simile rischio?

Naturalmente se la scienza riguarda le opinioni, la sua imprevedibilità e la sua perfettibilità — affermate da Salvini — diventano ovvie.

**Barigozzi** - Ho ascoltato molto attentamente tutti, naturalmente, ed ho pensato alcune cose da obiettare o da aggiungere. Dirò,



prima di tutto, che quello che io penso si accorda particolarmente con quello che pensa Salvini.

Mi trovo, invece, non dico in disaccordo, ma meno vicino al punto di vista di Gratton. Specialmente nel definire che cosa sono le operazioni che compie la scienza per raggiungere qualche parziale visione della realtà. Io direi che, almeno ricostruendo la via del conoscere i fenomeni che pratichiamo noi biologi sperimentali, le cose vanno in questi termini: noi partiamo da un campione; questo campione ci fornisce un certo numero di osservazioni; queste osservazioni permettono l'impostazione di una ipotesi; questa ipotesi ha un valore probabilistico, che può essere sufficientemente elevato così da essere provvisoriamente accolto, o non sufficientemente elevato così da essere accolto solo come punto di partenza per ulteriori indagini; o, addirittura, essere rigettato. Anche le ipotesi che noi accogliamo come altamente probabili, valgono per un certo periodo di tempo, per un certo numero di osservazioni; fintanto che le osservazioni di un ulteriore campione o le conferma o non le sostiene più. In questo ultimo caso la prima ipotesi cade.

La scienza che io pratico si muove in questi termini e, se ciò è generalizzabile, concluderei che quello che sostiene la scienza, lo scheletro della scienza, è il metodo. Senonché, se io a un certo momento voglio vedere i rapporti più da vicino fra questo tipo di conoscenza e la realtà, che cosa sono portato a riconoscere? A me la parola « realtà » non piace, devo dire; però per comodità l'accolgo. La identifico, sempre per comodità, con il mondo esterno da cui io ricavo i campioni su cui io esperimento. Come biologo scelgo quelli che si riferiscono a fenomeni biologici, naturalmente. Alla fine io porto una conoscenza che rappresenta una illuminazione puntiforme, direi, di un aspetto della realtà, la quale è per giunta una illuminazione temporanea, che non mi dà, per la sua natura, nessuna garanzia di essere valida come *belief*, né per un periodo di tempo certo. Pertanto, ricavo come conclusione generale che la scienza deve continuamente perfezionare il proprio metodo; lo scienziato deve credere, ed essere sempre cosciente della parzialità del proprio apporto. E all'ultimo mi rivolgo a Riva e gli faccio alcune domande. Lui parla di teologia; io mi domando: se la teologia, nella sua formulazione più moderna, che mi ha molto interessato, è dapprima una posizione di ascolto, e dalla scienza viene una serie di informazioni discontinue variabili, qualche volta anche difficilmente integrabili, mi pare che la teologia, di riverbero, dovrebbe assumere la posizione di qualunque scienza in continuo processo di sistemazione. Ora, questo chiedo perché, tradizionalmente, l'idea che si può avere della teologia, specialmente in un paese di cultura quasi totalmente cattolica, è di una disciplina statica, vinco-

lata ad una filosofia perenne. E' vero che Riva, come rosminiano, della filosofia perenne non fa forse un problema fondamentale, ma ad ogni modo sta di fatto che per le persone di media cultura la situazione è questa. Allora mi domando se i teologi, assumendo questa posizione di più stretto contatto con le scienze sperimentali, accolgono (ciò che a me sembra difficilmente contestabile) lo stato di continua variazione, di continua risistemazione dei dati della conoscenza.

Vorrei anche dire due parole sull'intervento di Ceccato. Confesso che, talvolta, mentre lo ascoltavo, non sentivo un nesso chiaro tra quello che egli diceva e lo sviluppo del nostro discorso. Però alla fine ho enucleato alcuni punti, che mi sembrano veramente essenziali. Rappresenta anche lui, indubbiamente, una scienza che, seppur gracile, come ha detto, perché è sul suo sorgere, indiscutibilmente forma un sistema che, in un certo senso, dovrebbe prendere il posto di impostazioni tradizionali di una parte della biologia, non quella che professo io, ma insomma, una parte della biologia come quella che corrisponde alla funzione di dispositivi formati da cellule nervose.

**d'Arcais** - Sfocia in quello. E fornisce la sua base a quello.

**Barigozzi** - Alla stessa maniera che certi fenomeni biologici, di sistemi complessi, si traducono in linguaggio biochimico, mi fa l'impressione che l'istituzione di questi modelli rappresenti un passaggio naturale verso il conoscere certe funzioni innegabilmente essenziali del pensiero.

**Ceccato** - Se la vedi in senso di complessità, hai perfettamente ragione.

**Barigozzi** - Io la vedo così. E allora, alla fine, devo dire che giustifico la presenza di Ceccato e mi pare che anche lui abbia veramente qualche cosa di molto importante da dire.

**Salvini** - Non sono sostanzialmente in disaccordo con le posizioni di Gratton e di Barigozzi; nei termini fondamentali, esse non sono lontane. Mi piace pensare alla scienza come metodo.

Qui vorrei, dirò un po' brutalmente, non farmi intrappolare come scienziato in termini troppo complicati e vorrei, anzi, ridurmi a qualche aspetto fondamentale del mio mestiere di fisico. Anzi, in questo senso, forse l'unica parte che prenderò del pensiero rosminiano è l'appello al buon senso: al buon senso e alla semplicità, a costo di essere assolutamente elementare. La posizione mentale del fisico, se guardiamo storicamente come hanno agito quelli che hanno conquistato conoscenze nuove — questa è la parte più interessante della fisica e non, in un certo senso, la retrovia filosofica —, è estremamente semplice. In questo momento a Brookhaven, a Berkeley,

nei Laboratori di Frascati, i fisici stanno cercando se qualche cosa è fatta in un certo modo, e stanno guardando se una cosa è vera o falsa. Non dico che cosa intendo per « cosa », che cosa intendo per « vero » o per « falso »; dico però semplicemente questo: questi ricercatori hanno un criterio di vero e di falso che è lo stesso da molti secoli a questa parte. In questo senso parlo di buon senso, se vogliamo. Per esempio, quando a un certo punto Keplero si domandò se veramente c'erano i satelliti galileiani, ed ebbe per le mani un telescopio del Galilei, lo puntò e dopo alcuni sforzi, alcune ricerche e verifiche con persone diverse eccetera, concluse che i satelliti c'erano. Disse: ha ragione. Allo stesso modo oggi, chi vuol vedere se esiste una certa risonanza nucleare o se esiste una certa particella, prende dei dati sperimentali, ne fa dei grafici e dall'evidenza può concludere se c'è o non c'è una certa « cosa ». Per semplicità fondamentale intendevo questo: il concetto di ciò che è vero, di ciò che è falso, di ciò che si rifiuta, di ciò che si accetta in fisica ha una permanenza storica; la fisica non è molto mutata nei tempi su questa semplicità fondamentale: guardare se una cosa è vera o no. Con cosa non intendo realtà, intendo un fenomeno, un'apparenza coerente e ripetibile, essenzialmente un certo dato sperimentale.

Davanti ai dati dell'esperienza, la posizione della scienza è immutata, sotto certi riguardi, da secoli a questa parte. Ed è in un certo senso libera da molte filosofie. Poi questa semplicità continua; quando si hanno questi dati sperimentali, si vede se si possono inquadrare e collegare tra loro; e comincia quell'opera di collegamento che, nei casi più fortunati, arriverà ad una sintesi, ad una rappresentazione, la quale non ha in sé nessuna pretesa filosofica, è estremamente semplice: si tratta di stabilire certe relazioni, sicché il comportamento successivo si può prevedere e si possono inquadrare in un certo modo i fatti.

Vorrei richiamarmi, appunto, alla semplicità di questo procedere. Una semplicità di procedere che poi ha un suo rigore statistico, un rigore di metodo; ha dei criteri di accettazione, sui quali, più o meno, gli scienziati concordano. Io sono sicuro che se presentassi un mio dato sperimentale, un mio risultato a Barigozzi, a Gratton, a Ceccato, o loro a me, noi potremmo concordare sulla base di concetti semplici non toccati né da teologia né da filosofia, nel dire: « Sì, ci credo » o « Non ci credo ».

Le altre cose e parole — realtà, conoscenza, e così via — le metto fuori di questo discorso; e, debbo dirlo, in un certo senso sono portato a non preoccuparmene molto. Quindi non dirò che cosa intendo con realtà; non dirò, forse non lo so dire, quale è il mio rapporto e quale rapporto o connessione metto tra la realtà esterna e ciò che io studio, e cose di questo tipo. Su questo punto basta così.

Poi potranno venire altri a fare il processo

a scienziati così rozzi, che non si preoccupano di andare oltre questi atteggiamenti, sin che pensano di fare scienza; non ho sostanzialmente nulla da dire, su questo. Non posso né voglio proibirlo.

Ho delle opinioni, almeno come scienziato. Mi è difficile pensare che la teologia sia una scienza, anche se la definiamo come questa posizione di ascoltare i competenti. Non so quanto sia valida, quanto non abbia in questo una, pur onestissima, presunzione; non sono portato insomma a considerarla scienza.

Non sono portato, ho detto, a dare un significato alla parola realtà, non riesco a capire bene l'espressione « l'ordine dell'essere delle cose ». Sono queste posizioni di partenza che, sotto certi riguardi, nel fare la mia attività, non mi interessano. So che i criteri a disposizione, per vedere se una teoria è vera o è falsa, sono gli stessi che chiedeva il Galilei e che si avevano anche prima del Galilei. Sono forse gli stessi che avevano i giudici romani quando ascoltavano i testimoni. Sono un lungo, antico viaggio.

Questo non contraddice il fatto che la scienza — io parlo essenzialmente della scienza fisica — ha avuto una profondissima evoluzione; non c'è dubbio che le parole « spazio », « tempo », « energia », « massa », « momento di quantità di moto », sono espressioni mutate rispetto all'antico; c'è certamente una evoluzione di queste espressioni. Però, accanto a questo poderoso rinnovamento, c'è una base fondamentale che credo non tema molto l'attacco, diciamo così, delle filosofie e dei ripensamenti.

Ricollegandomi alle considerazioni sui limiti della scienza, io dico che ciò che intendiamo per conoscenza scientifica è segnato anche dai limiti che noi mettiamo alla nostra curiosità — la parola curiosità la metto alla base della scienza — quando facciamo della scienza. E, se posso farlo a questo punto, voglio sottolineare una caratteristica del conoscere scientifico: la libertà dei limiti. Il diritto di svolgere la nostra curiosità — una volta che seguiamo la linea del metodo e della verità elementarmente detta come dianzi — il diritto di indagare con metodi scientifici su qualunque problema. Io vorrei ricordare — e questa mi pare effettivamente una sorta di definizione indiretta della scienza — la bellissima frase di Richard Feynman in un recente convegno di filosofia naturale a Pisa, quando egli ha sottolineato il diritto della scienza di dubitare di qualunque cosa: « Freedom to doubt »: la libertà di dubitare. Libertà di dubitare vuol dire la libertà di indagare qualunque cosa senza preconcetti e senza alcun tabù; senza pensare di dover rispettare certe posizioni di partenza. E libertà di dubitare è poi la libertà di svolgere una teoria senza che vengano né il processo a Galilei né i processi fatti in altre nazioni, più recentemente.

**Riva** - Come uomo potrebbe dubitare anche della scienza, dubitare dei suoi risultati...

**Salvini** - No, allora devo chiarire questo punto. Difendo il diritto alla curiosità, il diritto di dubitare, il diritto di guardare nelle cose, e non definisco l'oggetto sul quale posso svolgere la mia curiosità e posso dubitare. E' diritto e dovere della scienza cercare di vedere, con i suoi metodi, nei miracoli di Lourdes; è diritto del biologo e dello psicologo di indagare su che cosa vuol dire essere un politico o essere un santo o essere un criminale. Quindi sottolineo che l'oggetto della scienza non è definito e deve essere assolutamente libero. In questo senso sono per una libertà assoluta. Cioè sostengo il diritto dell'uomo di applicare metodi scientifici su qualunque argomento e di dubitare dei suoi stessi metodi di indagine. Un punto fondamentale è che questo sia fatto con atteggiamento scientifico, fuori dello scandalo, fuori del morboso, fuori dell'esibizionismo e così via. Non discuto neanche la parola sanità, che ci porterebbe lontano; mi rifaccio, se volete, al buon senso. E quella che sostengo è la libertà senza limiti del tema; la libertà di dubitare e di rigettare; e la libertà, quindi, di applicare i metodi della scienza a qualunque argomento. In questo senso intendevo « freedom to doubt ».

Questo è il limite, cioè una assenza di limite in realtà, al conoscere. Quanto al pratico operare e all'esecuzione, credo che ne parleremo fra poco. Lì invece il discorso è più complicato.

**d'Arcais** - Non c'è una qualche contraddizione — se non ho capito male — fra la libertà di dubitare, riaffermata ora in maniera così recisa, e l'autolimitazione che lei aveva posto all'inizio? Abbiamo cioè da una parte una serie di esclusioni — non voglio sapere che cos'è la realtà, non mi interessa di definirla, né che significato può avere, non voglio interferenze esterne, filosofiche, eccetera — e dall'altra una libertà di dubitare e di indagare, che richiama in sostanza quelle esclusioni, e in qualche modo le ingloba.

**Salvini** - Ho capito. La sua osservazione è certo acuta, ma direi francamente che non c'è contraddizione. Io intendo per libertà nella scelta dell'argomento la libertà di procedere con metodo scientifico su qualunque argomento. Questa è la libertà fondamentale. Per quanto riguarda, poi, la mia preoccupazione personale di non andare oltre i dati che considero scientifici, per ricostruire quella che si può chiamare realtà, il fatto è che io ritengo che questo non sia obiettivo della scienza. Lascio ai filosofi questa zona. Se io, in questa zona, non entro, è perché a questa zona non sono portato a credere; non sono portato ad affidarmi. Ma se altri ricercatori-scienziati volessero andare avanti

e con i metodi spregiudicati della scienza volessero portare avanti certi discorsi sull'uomo e la sua psicologia, su una possibile realtà eccetera, io rivendico alla scienza questo diritto. Se guardo alle posizioni attuali, vedo che la scienza non si preoccupa di certe parole (essere, realtà) che lascia in un certo senso alla filosofia.

**Ceccato** - Credo che, come in discussioni ormai lontane, d'altri tempi, con Salvini io possa essere abbastanza d'accordo.

Abbiamo alle spalle una storia della scienza sufficiente per convincerci che la scientificità non si trova tanto nei risultati ottenuti, quanto nei metodi, o procedimenti, seguiti per ottenerli. Se così non fosse, ogni epoca scarterebbe dalla schiera degli scienziati buona parte dei suoi predecessori. Dovremmo buttar fuori un Aristotele ed in parte anche Newton. E invece no; restano fra noi, e magari noi fossimo degni di loro! Né si deve pensare che il procedimento scientifico abbia qualcosa di magico; tutt'altro. Ritengo si possa condensare in tre semplicissimi principi:

- 1) l'oggetto di studio deve essere ripetibile;
- 2) si deve affrontare una incognita alla volta;
- 3) l'individuazione e l'analisi dell'oggetto di studio devono poter avvenire direttamente, senza cioè che debba servirmi del discorso altrui.

Sulla ripetibilità, molti scienziati si sono pronunciati. Non c'è scienza se non del generale, è una frase che può portare la firma indifferentemente, per esempio, di Aristotele o di Poincaré. Può darsi che una cosa non si ripeta più, ma in principio essa deve essere ripetibile; altrimenti si farà della storia o della geografia. Quanto all'incognita, una alla volta, questo precetto distingue la scienza per esempio dalla magia; ed è al tempo stesso un corollario del primo precetto, della ripetibilità dell'oggetto di studio. Ed in un certo senso lo è anche il terzo precetto, dell'indagine diretta. Naturalmente, noi ci serviamo continuamente di ciò che gli altri ci raccontano, ma in linea di principio questo racconto dev'essere eliminabile, a meno che non sia esso stesso l'oggetto dell'indagine.

Sarei portato a dar ragione a Salvini anche su di un altro punto; e nonostante le obiezioni che d'Arcais, gli ha, da buon laico, sollevate.

Una volta che abbiamo pur distinto gli oggetti di indagine in tre regni, il mentale, lo psichico ed il fisico, i tre principi della scientificità si attagliano perfettamente bene a tutti e tre i regni. Ma non è detto con questo che ognuno, per essere scienziato, debba professionalmente occuparsi di tutti e tre. Ne ha abbastanza di uno, anzi per lo più di una sua piccola porzione.

Ne nasce però un problema. Chi si occupa delle cose più semplici, può benissimo fermarsi dinanzi a quelle più complesse; cioè chi si occupa di attività mentali può non arrivare ad interessarsi delle situazioni che



già contengono una pluralità di percezioni ed i rapporti fra i risultati di queste, e fare quindi della fisica o della psicologia. Ma chi fa della fisica o della psicologia, non può saltare via il più semplice, e non può soprattutto rinunciare a servirsi delle categorie mentali e delle strutture correlazionali del pensiero. Come procederebbe senza servirsi, per esempio, delle parole « parte », « tutto », « resto », « inizio », « fine », « tempo », « spazio », eccetera, e poi dei soggetti e verbi ed oggetti, degli « e » e degli « o », « non », « ma », « di », « da », « per », eccetera. Si tratta di un patrimonio di centinaia e centinaia di costrutti mentali, impiegati sia nella vita quotidiana sia in qualsiasi ricerca scientifica. Mentre, è chiaro, nessuno, al di fuori dei pochi specialisti, si trova a servirsi di nozioni come quelle di « spin », di « mesone », di « neutrone », di « assone », di « dendrone », di « protoplasma », eccetera; e qualcuno non ne sentirà mai nemmeno parlare.

Avremo così alcune persone che pur adoperando, e di necessità, parole-nozioni di tutti i giorni, e pur figurando essi fra gli scienziati, le impiegheranno senza avere la consapevolezza di quello che dicono; o addirittura, come forse è il caso di Salvini, scottati da qualche tentativo di lettura filosofica, decideranno che è meglio non occuparsi di che cosa sia la realtà, la conoscenza, la verità, il vedere ed il sentire, i soggetti ed i verbi, gli « e » e gli « o ». Perché, in fondo, così le cose vanno meglio.

Del resto, le ragioni di questo attuale andar meglio così, non sono difficili da indicarsi. L'uomo fa molte più cose di quante non sappia. Anche il bambino o l'animale respirano e digeriscono benissimo pur mancando di ogni nozione di medicina. La stessa cosa avviene con le nostre operazioni mentali: un conto è eseguirle ed accompagnarle correttamente con il discorso, ed un conto è individuarle ed analizzarle. Sino ad un certo punto è sufficiente l'eseguirle e l'accompagnarle correttamente con il discorso. Come si è appreso sull'esempio dei bambini.

Limitiamoci ad esaminare due o tre di queste parole-nozioni familiari ed innocenti, anche se finite, in seguito a quella iniziale svista naturalistica, ad essere le tentazioni del filosofo e lo spauracchio dello scienziato.

Cominciamo dalla parola « conoscere ». Tutti noi ce ne serviamo dalla mattina alla sera; ma per indicare che cosa? « Conosci il tedesco? Mi vuoi tradurre questa lettera? ». « Conosco l'Onorevole. E' della mia città ». « Conosco Parigi; vi ho abitato per tre anni ». « Conoscere », cioè, vuol dire poter fare una cosa in quanto la si è già fatta, ed indica così un rapporto temporale fra due attività, la prima in qualche modo ricordata. Questa comune accezione del « conoscere » non ha niente a che fare con quella filosofica, di un rapporto spaziale fra qualcosa di esterno e qualcosa di interno alla nostra testa, e di un rapporto fra un incognito ed un cognito. Se anche Salvini non ha mai condotta l'analisi di cui riferisco qui, ciò nonostante egli, come tutti

noi, si serve correttamente della parola conoscere, e così questa sera tornando a casa dirà a sua moglie, per esempio: « Conoscevo quel Ceccato, ma... ».

Veniamo alla parola « verità ». Anch'essa non si adopera per l'unico e necessario passaggio dall'incognito al cognito, come vorrebbe il filosofo, bensì per dire che un certo pensiero-discorso è stato controllato, e nella seconda volta, o terza, quarta, eccetera, si è trovato che le cose andavano esattamente come nella precedente. Quando, per esempio, ci si limiti a buttare uno sguardo fuori dalla finestra ed a dire « fuori piove », questa frase non è ancora né vera né falsa, non si fa per essa questione di tanto. Ma la si fa invece quando se ne cerchi, appunto, una verifica, per esempio mettendo fuori dalla finestra anche la mano, od anche semplicemente proprio guardando nuovamente fuori dalla finestra, magari con maggiore attenzione. Avete l'impressione che qualcuno di noi, a meno che per sbaglio non abbia fatto il filosofo, si sia mai servito di quella parola in modo diverso?

Veniamo alla parola « realtà ». Anch'essa non significa nient'altro se non l'insieme delle cose accertate, ove l'accertare consiste nel prendere in esame anche ciò che nella percezione non rimane a far parte del percepito, ma viene scartato, lasciato fuori, figurando eventualmente come suo mezzo, sfondo, contesto, e simili. Così il famoso bastone per il lungo metà nell'aria e metà nell'acqua, che « è », « in realtà » è diritto, ma « appare », « sembra », spezzato: ciò che si asserisce una volta esaminato l'effetto dei due diversi mezzi trasparenti. Così nella altrettanto famosa illusione di Müller-Lyer, una volta accertato che l'aggiunta di due angoli alle estremità di un segmento lo fanno vedere più lungo, se rivolti all'esterno, e più corto, se rivolti all'interno, di quanto non sia visto se isolato. Niente a che fare, questa realtà, con quella che ci sarebbe data come incognita ma già così articolata come sarà presente quale nostro pensiero in un certo momento.

Infine, una parola sulla « natura » ed il « naturale », anche perché questa chiarificazione mi permetterà di rivolgere una domanda a Riva. Una delle nostre più comuni operazioni consiste nello scegliere, fra le tante, l'una o l'altra cosa al fine di farne un termine di confronto per le altre. Questo ci aiuta enormemente sia nel ricordare che nel parlare, in quanto le differenze potranno essere indicate a parte; e questo ancor prima di venire ricondotte ad altro, e con ciò spiegate. In quanti modi può muoversi un corpo? La domanda è addirittura senza senso. Ma ha invece senso il fissarne alcuni, come Aristotele, od uno solo, come Newton, ed adoperare questo come termine di confronto per tutti gli altri: operazioni mentali che si riflettono nel linguaggio nella parola « naturale », che viene a spettare al moto che si ripete eguale al termine di confronto, mentre tutti gli altri saranno indotti, disturbati, effetti di forze, eccetera.

Naturalmente, non è che il termine di confronto si scelga a caso. La scelta per lo più

è invece guidata da buoni motivi, per esempio che la maggior parte delle cose che si intendono confrontarvi non vi si discostino troppo, che sia facilmente riproducibile artificialmente, magari che, quando sia visto in grandezze, queste rispondano ad un calcolo facile. Il modulo di crescita « naturale » per un pigmeo sarà diverso da quello scelto per i vatussi; ma questo non c'entra con l'operare confrontativo, cui soltanto si deve la nozione di naturalità e non i particolari termini di confronto di volta in volta fissati o sostituiti.

Ebbene, Riva, noi ci troviamo a questo punto, cibernetica della mente, o meglio macchine intelligenti o meno; di fronte a ricerche che mentre sempre più allargano l'ambito delle alternative umane, al tempo stesso sempre meno permettono che la loro riduzione avvenga in nome di un ricorso estraprocedimento, anzi estraprocedimento dei singoli individui. Leggo, a proposito di un problema che proprio in questi tempi tiene impegnato il Vaticano, come più di una volta si sia almeno tentato un rimando alle nozioni di « realtà » e « naturalità » per risolverlo in un senso o nell'altro; e non già nel senso comune ora indicato, bensì in quello filosofico, di un « universale e necessario » dato trascendente.

Divulgata questa nuova consapevolezza cibernetica od operativa, come si comporterà il precettista, che ne sarà — se non della morale, dell'etica — del suo *status*?

**Riva** - Ho annotato alcune cose. Indubbiamente le parole « realtà », « cosa » e anche « natura » hanno un significato che presso i filosofi e i teologi è un po' diverso da quello che invece può avere presso gli scienziati. Condivido, e credo che ciò sia importante, l'affermazione che lo scienziato, allorché usa questi vocaboli, non li usa in senso filosofico, perché tradirebbe la sua posizione, in un certo senso, lasciandosi allettare da riflessioni che lo portano in un campo diverso dal suo. E' il buon senso la base sui cui possiamo intenderci.

Perdonatemi se anch'io mi richiamo al « buon senso » rosminiano che il Salvini ha ricordato. E vorrei approfondirne ancora di più il significato. La stessa parola « conoscere » ha tanti significati. Ma qui vogliamo prendere ogni parola nel senso più comune del dialogare, del parlare, del conversare abituale di chiunque, della massaia, dell'operaio, del contadino. Rosmini affermava che il compito della filosofia è appunto quello di riflettere su questo linguaggio comune, sulle conoscenze abituali che l'uomo possiede. La filosofia è l'analisi di questo linguaggio e di questo conoscere comune. E allora vi è un linguaggio e vi è una conoscenza comuni e immediati e diretti, ed una conoscenza riflessa e filosofica. Questa conoscenza riflessa e filosofica non sempre è perfettamente corrispondente a quella comune, perché l'analisi potrebbe aver trascurato alcuni elementi di queste conoscenze, e quindi non corrispondere pienamente alla verità, per cui il filosofo potrebbe elaborare una teoria delle cono-



scienze e della realtà di tipo astratto e irreali. Ma l'analisi e lo studio del conoscere comune è già un problema filosofico. E lo scienziato può dire che ciò non gli interessa, perché si tratta già di una disciplina che è fuori della sua sfera di ricerca. E può esser giusto; ma fino ad un certo punto. Certamente il filosofo non può trascurare il linguaggio comune, popolare, quotidiano, perché se lo trascura rischia l'astrattezza e la fantasia. Ma anche lo scienziato non può trascurare i significati del conoscere, se vuol prender coscienza di ciò che afferma o di ciò che scrive. Anche il linguaggio comune ha in sé un valore effettivo, tanto è vero che può offrire la possibilità di comprensione, di intesa, di discussione tra gli uomini, ed anche tra gli scienziati.

Il richiamo alla semplicità è stato qui utilizzato e giustamente sottolineato. La stessa teologia, oggi, recupera il senso della semplicità. Gli stessi documenti conciliari del Vaticano II non hanno utilizzato un linguaggio filosofico, né formule teologiche, né espressioni scolastiche. Il Concilio ha ripreso il suo linguaggio o direttamente dalla Bibbia, dal Vangelo, che era il linguaggio con cui Cristo parlava alla folla, oppure dal parlare comune della gente del nostro tempo, onde poter esprimere efficacemente e comprensibilmente i suoi insegnamenti e le sue indicazioni a tutti gli uomini.

Per quanto riguarda l'osservazione fatta da Gratton, secondo cui la scienza non può prescrivere un comportamento umano, pare anche a me che essa sia esatta. La scienza ha le sue opinioni, le sue « credenze », le sue conoscenze. Ma può anche, attraverso le sue ricerche e i suoi risultati, offrire agli uomini determinate informazioni o elementi che consentano all'uomo di formarsi un giudizio che riguarda il modo di comportarsi. La norma del comportamento non viene dalla scienza, bensì dalla ragione dell'uomo o da qualche altro fattore, come la religione, la parola di Dio, oppure dallo stato che fa le leggi, o da altri enti che esprimono regolamenti o legislazioni. Il comportamento umano richiede una complessità di elementi. E tra questi l'uomo sente il bisogno anche di determinati apporti della scienza, di risultati di ricerche, di conoscenze più approfondite, di informazioni nuove. Se non sarà l'astronomia, sarà certamente la psicologia, sarà la biologia, sarà la sociologia, saranno altre scienze, che offriranno contributi, in base anche ai quali gli uomini determinano i loro comportamenti.

Per quanto riguarda la domanda di Barigozzi, se la teologia può essere concepita come una scienza in evoluzione, o in rivoluzione, o in progresso, rispondo affermativamente. Non solo perché sono rosminiano. Oggi è convinzione di tanti teologi (e lo stesso Concilio Vaticano II lo consente) che sia possibile e lecito un pluralismo teologico e un progresso teologico, poiché la teologia è anch'essa sforzo umano e culturale di comprensione, di individuazione, di analisi, di penetrazione delle verità e delle

realtà rivelate; è anch'essa sforzo di conoscere e d'incontrare e di applicare la parola di Dio rivelata alla realtà, alle condizioni umane e alle istituzioni umane, come luce e forza che anima beneficamente la vita umana. Ora le condizioni umane e le situazioni reali possono mutare e l'intelligenza può penetrare più addentro alle verità, per cui la teologia, nel suo aspetto di sforzo umano e di condizioni umane, può variare e modificarsi continuamente. Allora ogni epoca può avere delle sue teologie, così ogni popolo, così ogni gruppo umano, a seconda delle mentalità, delle intuizioni, delle informazioni più o meno profonde e più o meno complesse che possiede. Per il teologo naturalmente vi sono le verità e realtà rivelate che restano immutabili quanto al loro contenuto soprannaturale e divino.

Quando io dicevo che il teologo, oggi, ascolta in modo particolare la scienza e la tecnica, è appunto perché esse sono diventate grandissima parte del mondo di oggi (almeno così pensano coloro che sono fuori della fatica quotidiana della ricerca scientifica), una enorme « realtà », e intendevo precisamente riferirmi alla possibilità di scoprire ulteriori elementi con cui essere stimolati nel progresso teologico. Infatti lo sviluppo della scienza e della tecnica può far cosciente il teologo, il moralista, di orizzonti nuovi per i problemi umani e per mezzi e indicazioni nuove nello studio e nell'approfondimento di verità. E' evidente però che essi non devono tener conto solo della scienza, devono tener conto anche di altri elementi, di altri numerosissimi fattori, per riuscire a dare indicazioni e orientamenti di convivenza umana e di incontro tra le persone, poiché la scienza e la tecnica non esauriscono tutta la vita individuale e sociale dell'uomo.

Vorrei aggiungere qui un'altra osservazione. Anche nell'ambito affettivo e nell'ambito mentale non sono mai assenti né la fisica, né la psicologia, né la sociologia, né numerosi altri elementi. Anche nell'ambito mentale, certamente. Sono d'accordo con Cecato. L'elemento mentale o ideale è quell'entità (anche questa parola è usata in senso comune) che sta davanti alla mente come conoscenza intellettuale. Ora, è giusto affermare il fattore fisico e quantitativo di questo elemento. Tuttavia non si esaurisce in dati quantitativi, ma esige il riconoscimento anche di un valore qualitativo proprio, che è determinante nell'elaborare, ad esempio, le norme di comportamenti umani e di assunzioni di personale responsabilità. Un'altra osservazione. Esiste un pluralismo teologico, esiste una teologia in progresso. In questo entrano le informazioni scientifiche, come si è visto. Per questo le teologie, come sistemi particolari e temporanei, sono legate a determinate cosmologie e a risultati di conoscenze scientifiche del tempo. Così la teologia scolastica è profondamente legata e condizionata da determinate cosmologie e scienze naturali dell'epoca. La esperienza storica ha insegnato al teologo contemporaneo ad avere una sensibilità

particolare per la realtà del mondo odierno con tutti i suoi fattori, e in particolare per il mondo della scienza e della tecnica, ma senza cadere nell'errore del concordismo fra i risultati della scienza d'oggi e il dato della rivelazione cristiana, biblica. Siamo su due piani diversi. Il concordismo è un'offesa alla scienza e alla teologia. Si tratta di due metodi, di due tipi di conoscenze diverse, quella della scienza e quella della fede. Altra cosa invece è tener conto dei risultati della scienza per conoscere a fondo la condizione umana e i suoi problemi e tutti i mezzi tecnici utilizzabili dagli uomini, onde illuminare e animare poi le risposte umane con la verità della parola di Dio. Salvini aveva contestato la mia affermazione della teologia come scienza. Naturalmente, quando io usavo questa espressione, intendevo che anche la teologia ha un metodo di ricerca e di studio, ha oggetti propri. Non sarà il metodo della fisica e di altre scienze sperimentali, ma il suo metodo proprio; un metodo che presuppone determinati elementi che la costituiscono, per cui ogni affermazione che essa compie deve essere fatta rigorosamente, tenendo conto della complessità e caratteristica dei suoi elementi base. La verifica degli elementi della teologia deve esser fatta non fisicamente o sperimentalmente, ma attraverso l'intelligenza, la coscienza, l'esperienza religiosa, la storia, la filologia, la comparazione, la logica, e tutti quegli elementi che il teologo deve utilizzare. In questo senso intendevo che la teologia è in certo modo una scienza.

**Salvini** - Posso intervenire un momento? Io effettivamente ho detto che non vedo la teologia come una scienza, e sono portato a mantenere questa mia posizione. Infatti, è vero che ho detto prima che è tra i compiti della scienza riportare ai più generali assiomi i dati sperimentali, ma nella teologia temo che si faccia il cammino inverso, cioè che si parta da certi assiomi; e questo non mi pare un metodo scientifico. Quindi io sono portato, francamente, a non riconoscere nella teologia la posizione che vedo nella libertà dello scienziato: libertà di conoscere. Ho detto che non voglio far filosofia. Potrei credere o no; le mie affermazioni sono indipendenti; ma non ritengo che quando parliamo di scienza e di metodo intendiamo la stessa procedura che segue il teologo.

**d'Arcais** - O il filosofo; vale la stessa cosa.

**Salvini** - No. Ho detto il teologo e mantengo il teologo. Sono portato — adesso sono fuori del mio campo di lavoro — a distinguere fra teologo e filosofo. Posso pensare ad una metodologia scientifica del filosofo, tanto più che non so bene che cosa vuol dire la parola filosofo. So meglio che cosa vuol dire la parola teologo, anche se probabilmente Riva pensa che lo so molto meno di quanto presumo. Non mi pare che ci sia quello che intendo per scienza, nella teologia.



**Riva** - Io volevo intendere questo: per la teologia come scienza vi sono indubbiamente dei dati; ed è da questi dati che il teologo parte. Questi dati naturalmente li deve verificare; e deve verificare i suoi procedimenti e i suoi risultati, con i mezzi e i metodi propri della teologia. Quali sono i dati fondamentali del teologo? Da una parte il mondo, l'uomo e i suoi problemi, con tutti gli elementi che si presentano nella sua esperienza individuale e sociale, fisica e psichica, storica e religiosa. Dall'altra parte vi è il dato della rivelazione, cioè la parola di Dio rivelata. E il lavoro che il teologo compie sulla rivelazione ha bisogno di filologia, di esegesi, di storia, di etnologia, di sociologia, di logica, di comparazione di testi e di contesti, di psicologia, eccetera.

Avevo dimenticato prima di dire che quando usavo l'espressione « ordine dell'essere », intendevo dare il senso comune che questa frase manifesta ordinariamente. E ora sono debitore d'una risposta a Ceccato a proposito di morale. Indubbiamente la parola « morale » è abitualmente legata ai termini « natura » e « naturale ». Si pensi anche al diritto « naturale ». Oggi si tende a preferire, almeno io sono di questa convinzione, l'uso di altre parole, come « persona » e « coscienza ». Allora il rapporto morale visto nella persona e nella coscienza ci mette immediatamente di fronte alla responsabilità vera che ci coinvolge personalmente. La parola « natura » talvolta può facilitare un'evasione e una fuga dalla responsabilità, perché ci si può nascondere dietro l'ineluttabilità di dati naturali o necessitanti, che ci tolgono la coscienza di dover rispondere e render conto personalmente ed effettivamente.

**Barigozzi** - A Riva io volevo chiedere, non so se mi può accontentare, che mi spiegasse con un esempio un problema teologico che tiene conto di dati che la scienza di quel momento fornisce. Non riferendoci naturalmente alla teologia tradizionale o alla cosmologia del tempo di San Tommaso, ma di oggi.

**Riva** - Ad esempio, la psicologia può rilevare determinati comportamenti dell'uomo che finora erano sconosciuti, così la sociologia, così la biologia. E la teologia interviene e afferma che questo fatto è lecito oppure non è lecito. Per riferirmi ad un fatto concreto, si pensi al problema del comportamento del sesso e a certi risultati della scienza e della medicina. Fino a poco tempo fa il sesso non era molto conosciuto nei suoi comportamenti. Oggi un poco di più. Il teologo si fermava ad una determinata visione dei comportamenti del sesso derivati dai risultati scientifici di una data epoca. In seguito lo scienziato ha scoperto determinati modi di comportarsi del sesso (si pensi alle leggi di Ogino-Knaus). Ed il teologo può dire che in determinate condizioni un dato comportamento degli individui è lecito, anche se precedentemente la teologia non lo riteneva lecito

perché priva di quelle conoscenze successivamente raggiunte. Si potrebbe inoltre anche pensare ai gravi problemi che una riproduzione della vita umana *in vitro* potrebbe suscitare per i teologi.

**Barigozzi** - E allora che comportamento del teologo abbiamo di fronte al problema?

**Riva** - Abbiamo l'indicazione del teologo di fronte ad una determinata conoscenza più approfondita per il comportamento morale dell'uomo.

**Barigozzi** - Però rimane sempre piuttosto chiaro che il teologo parte evidentemente da alcuni presupposti che sono i cardini della sua teoria. E veramente si distacca dalla scienza, se questa è sperimentale.

**Riva** - Si distacca e si distingue dalla filosofia, dalla scienza, perché parte dal dato rivelato. La rivelazione è uno dei punti di partenza fondamentali della teologia, un punto illuminante. E il dato rivelato non è né un dato razionale nel senso di dimostrabilità filosofica, né sperimentale nel significato fisico-scientifico. La teologia è fondata sulla parola di Dio rivelata, che viene accettata per fede soprannaturale, anche se i motivi di credibilità sono rilevabili nell'ordine della ragione umana.

**Ceccato** - Vorrei aggiungere a quanto ho già detto una parola. Non mi sento tranquillo. Io noto una duplice situazione. Da una parte abbiamo Dio e la fede, dall'altra abbiamo degli uomini che credono in Dio. Il primo è problema teologico, il secondo è storico e psicologico o mentale. Infine, se prendiamo la parola « credere », « fidare », e simili, vediamo che anche queste parole hanno due significati ben diversi quando le adopera il teologo-filosofo, e quando le adopera l'uomo della strada. Il credere di tutti i giorni vuol dire anticiparsi una certa situazione con la riserva di rinunciarvi al ricorrere di una seconda quando le due non risultino eguali. « Credo che l'aereo dell'Alitalia, volo X, partirà, o non partirà ». « Credo che fuori sia ancora chiaro ». « Credo che i gradi di un angolo piatto siano 180 ». Si attenderà, si uscirà, si aprirà il testo di geometria. L'altro credere non è della stessa stoffa. Riposa su un alternarsi di costrutti mentali e di situazioni psichiche o fisiche, che fanno pensare piuttosto al ben noto *credo quia absurdum*.

**d'Arcais** - A questo punto sono costretto ad interrompere e a dire che questo discorso potrà continuare in altra sede, altrimenti il nostro tema diventa « i limiti della teologia » anzi che « i limiti della scienza ». E chissà che non possa essere oggetto di una apposita tavola rotonda. Ma non ora. Ritorniamo al nostro tema. Da tutto quello che è stato detto finora si comincia ad individuare una conclusione sui limiti della scienza. Mi pare che sotto diversi aspetti e con diverse modalità o giustificazioni, in

sostanza il problema dei limiti della scienza si profila con una risposta positiva; cioè la scienza presenta dei limiti, non nel senso che diceva Salvini...

**Salvini** - Intendo che non deve esser posto limite dall'esterno al diritto di dubitare, quindi di scegliere i temi di indagine.

**d'Arcais** - Va bene; ma, almeno, ci sono dei limiti nella possibilità di risposta. Mi riferisco al primo intervento di Gratton il quale ha detto: noi conosciamo e diamo delle risposte su determinate porzioni dell'Universo e del tempo. Mi riferisco ad un intervento di Barigozzi che ha detto: noi possiamo studiare alcune cose e possiamo arrivare a quel punto, però non riusciremo mai a dare la dimostrazione sperimentale di certi fatti.

**Gratton** - Anche perché certe cose non si sanno ancora.

**d'Arcais** - E questo è il punto centrale in cui ci troviamo. Mi pare che quello di Salvini fosse un problema soprattutto di metodo. Dice: nego che ci siano dei limiti alla curiosità e alla ricerca. Ma curiosità e ricerca sono, in fondo, ancora metodi della scienza. Avrei piacere che Salvini replicasse. Io ho tentato una prima sintesi del nostro dibattito. Se Salvini controbatte consentirà agli altri di riprendere il discorso proprio nelle conclusioni.

**Salvini** - Vorrei cancellare da questo tavolo ogni possibile discorso liceale del tipo: « La scienza può arrivare a un certo punto e non oltre ». « Qui si ferma la scienza e qui continua il filosofo ». « Qui arriva il filosofo e poi continua il teologo ». « Qui dobbiamo andare a una sorta di pensiero sovrumano », eccetera. Vorrei cancellare questi elementi che non sono quelli che chiamerei « limiti della scienza ». Cioè non accetto per definire la scienza una posizione superata del tipo seguente: siamo davanti ad una grande area; quella che chiameremo la realtà. Dobbiamo conquistarcela. Lo scienziato può conquistare certe zone; il filosofo certe; il teologo certe, sin che arriveremo alla conquista o contemplazione di quel qualche cosa che l'universo esterno ha dentro di noi.

Non posso accettare, e nel modo più pieno, questa posizione classica e divulgativa. Quindi non metto limiti al pensiero scientifico, in questo senso, di nessuna sorta. Cioè non penso che a un certo punto lo scienziato riverente si debba fermare. Anzi, ho rivendicato il diritto alla curiosità, il diritto al dubbio, il diritto all'indagine. Quindi finché parliamo di scienza e di pensiero scientifico sostengo i non limiti. Poi, quando potrò, vorrei sottolineare alcuni limiti che invece mi paiono estremamente seri della scienza, in riguardo all'operare e alle conseguenze. Anzi, se permettete, ne sottolineo alcuni subito.

Un limite che vorrei considerare è il limite del pratico procedere. Per esempio, abbia-

mo il diritto di uccidere o studiare i tumori? Bene, qualismo scientifico che mi delle scelte. Qui entrano al po e farei un grave error risolvere il problema mora certe atroci prove nell'u secondo argomenti puram e « scientifici ». Anzi, ne a quindi, che prima parlavo sfrenata nella scienza, ma tendo libertà nello scegliere dargarlo; e libertà di dubitare davanti all'operare pratico dei limiti e vedo interven scienziato o no, altri val mente vanno sotto il non costume, eccetera. Questo scienza, in fin dei conti.

Un limite che vorrei sotto dal dubbio che la scienza p altri elementi, che adesso soriamente con il termine coordinare e sviluppare umane. Uso un noto esen tici sono un grande risulta l'altro riducono la mortalità nei paesi sottosviluppati, venuti a curare la mortalità prodotta una sovrappopola carestia. Ecco un problema: può sfuggire ad una scienz Un altro esempio: la fisica cato nuove fonti di energi specie di nuovo Eldorado nello stesso tempo ha poi atomiche. Il giusto equilibr è qualcosa che non può r puramente scientifico, senz « saggezza ».

I tranquillanti: si aprono, s si di incertezza nel compo dei tranquillanti. Insomma splendore del risultato scie diamo anche, per quant l'applicazione di esso, la ripensamento, di considera fuori della scienza particc una saggezza che la scienz dà. Un altro limite che io colo di estrapolare l'applic do scientifico in certi car li esprimo con enunciati del so che sia bene dare il pe scienziati. Non credo in t lata dagli scienziati ». So ziate pensano, invece, che di scienziato e il metodo potremmo mandar via tutti nalizzare la società umana. credo. Questa per me è un della scienza. Io penso c vista del carattere, dell'equ bizioni, dell'equanimità, g sono essere un po' meglio un po' peggio di altre, m Io penso che l'individuali ziate è pari a quello del p del politico, del filosofo. Sc figura dello scienziato co sacerdote, come liberatore.



mo il diritto di uccidere dei prigionieri per studiare i tumori? Bene, qui non è il razionalismo scientifico che mi permette di fare delle scelte. Qui entrano altri valori in campo e farei un grave errore se pensassi di risolvere il problema morale — pensiamo a certe atroci prove nell'ultima guerra — secondo argomenti puramente « razionali » e « scientifici ». Anzi, ne avrei orrore. Ecco, quindi, che prima parlavo di libertà quasi sfrenata nella scienza, ma intendevo e intendo libertà nello scegliere il tema, nell'indagarlo; e libertà di dubitare. Mentre, invece, davanti all'operare pratico accetto e pongo dei limiti e vedo intervenire come uomo, scienziato o no, altri valori, che normalmente vanno sotto il nome di morale, di costume, eccetera. Questo è un limite della scienza, in fin dei conti.

Un limite che vorrei sottolineare discende dal dubbio che la scienza possa, senza alcuni altri elementi, che adesso chiamerò provvisoriamente con il termine di « saggezza », coordinare e sviluppare bene le attività umane. Uso un noto esempio: gli antibiotici sono un grande risultato scientifico; tra l'altro riducono la mortalità infantile. Però nei paesi sottosviluppati, dove si è intervenuti a curare la mortalità infantile, si è prodotta una sovrappopolazione con fame e carestia. Ecco un problema di equilibri che può sfuggire ad una scienza particolare.

Un altro esempio: la fisica nucleare ha indicato nuove fonti di energia; ha creato una specie di nuovo Eldorado dell'energia; e nello stesso tempo ha portato alle bombe atomiche. Il giusto equilibrio di queste cose è qualcosa che non può regolarsi in senso puramente scientifico, senza una opportuna « saggezza ».

I tranquillanti: si aprono, secondo me, abissi di incertezza nel comportamento sull'uso dei tranquillanti. Insomma, noi vediamo lo splendore del risultato scientifico, però vediamo anche, per quanto riguarda poi l'applicazione di esso, la necessità di un ripensamento, di considerare le cose al di fuori della scienza particolare. Ci occorre una saggezza che la scienza da sola non ci dà. Un altro limite che io vedo è nel pericolo di estrapolare l'applicazione del metodo scientifico in certi campi. Questi limiti li esprimo con enunciati del tipo: « Non penso che sia bene dare il potere politico agli scienziati. Non credo in una società regolata dagli scienziati ». So che alcuni scienziati pensano, invece, che basti la qualità di scienziato e il metodo della scienza, e potremmo mandar via tutti i politici e razionalizzare la società umana. Io a questo non credo. Questa per me è una forma di limite della scienza. Io penso che dal punto di vista del carattere, dell'equilibrio, delle ambizioni, dell'equanimità, gli scienziati possono essere un po' meglio di altre categorie, un po' peggio di altre, ma non poi tanto. Io penso che l'individualismo dello scienziato è pari a quello del pittore, del poeta, del politico, del filosofo. Sono contrario alla figura dello scienziato come santo, come sacerdote, come liberatore. Quindi non ac-

cetto l'estrapolazione della scienza a una funzione politica di grande regolatrice della società umana.

Un altro limite — ma di questo, se possibile, ne parlerò dopo — è rovesciato. E' nella domanda: entro quali limiti la scienza e i suoi obiettivi metodi riescono effettivamente a influenzare la società moderna? Temo che l'influenza della scienza e del suo obiettivo spirito di verità siano purtroppo minori di quanto si crede.

Un altro limite è il limite che chiamerei filosofico. Deve lo scienziato fare filosofia o no? Vorrei riportare un breve pensiero di Einstein, in proposito. Vede, d'Arcais, che mentre sono « sfrenato » nel diritto di pensare e dubitare, non disconosco altri limiti. E' vero che dovrei qui distinguere tra limiti della scienza e limiti dello scienziato.

**Riva** - Vi è l'invulnerabilità della scienza. Consentitemi la citazione di un'affermazione del Documento conciliare sulla Chiesa nel mondo contemporaneo, là dove dice che la scienza gode dell'invulnerabilità, salvi i diritti della persona.

**Salvini** - Bello e ben detto. Forse val la pena ricordare questo pensiero, che potrà sembrare banale, ma la frase finale è molto significativa. Dice Einstein, nel 1936: « Spesso si è detto che l'uomo di scienza è un filosofo mediocre... ». (In generale è vero, dico io). « Non sarebbe allora meglio che i fisici lasciassero ai filosofi la filosofia? Questo, invero, sarebbe la cosa migliore in un'epoca in cui il fisico credesse di avere a propria disposizione un solido sistema di concetti e di leggi basilari e così ben fondate da essere inaccessibili al dubbio. Ma non può essere la cosa migliore in un'epoca in cui, come in quella attuale » (e io dico anche nel 1966) « gli stessi fondamenti della fisica sono diventati problematici. In un'epoca come la presente, in cui l'esperienza si obbliga a cercare un nuovo, più solido fondamento, il fisico non può semplicemente lasciare al filosofo la considerazione critica dei fondamenti teorici. E' lui, infatti, che sa meglio e sente più nettamente dove la scarpa fa male ». Questa è la frase che mi piace tanto. E' lo scienziato che troppo spesso sa meglio e sente più nettamente dove la scarpa fa male. Continua Einstein: « Nel cercare un nuovo fondamento lo scienziato deve chiarire a se stesso fino a che punto i concetti che egli usa sono fondati e costituiscono qualcosa di insostituibile ».

Questo potrebbe sembrare contraddittorio con la posizione « semplice » dello scienziato, rispetto alla filosofica realtà e alla metafisica, come io dicevo prima. Vorrei dire che non lo è sinché i risultati delle teorie che si formulano hanno un sì o un no espressamente legato alla risposta della esperienza e a null'altro. Grazie.

**Gratton** - Io vorrei ritornare ancora su ciò che avevo detto alla fine del mio precedente intervento. Se non ci rifacciamo alla definizione, sarà assai difficile poter parlare di

limiti, perché non sappiamo dei limiti di che cosa stiamo parlando. E la frase stessa di Salvini che dice di non voler fare della filosofia — mentre così dicendo fa della filosofia — mostra la necessità di chiarire le definizioni. Anche gli interventi di Barigozzi e Salvini — forse più nelle espressioni usate che nella sostanza — lasciano un certo dubbio che essi usino le parole « scienza » e « conoscenza » quasi come sinonimi, una confusione che l'intervento di Ceccato non mi sembra abbia chiarito abbastanza.

Allora, come opera lo scienziato? Il punto di partenza è il dato empirico, cioè la conoscenza empirica; ritornerò un momento più avanti su questo concetto per chiarire quale è il mio punto di vista al riguardo.

La conoscenza empirica non è che un registro di dati; ma su questi, come prima cosa, lo scienziato opera una selezione arbitraria, considerando alcuni di essi come secondari, cioè non inerenti al problema che lo occupa. Una prima selezione, per esempio, riguarda gli errori di osservazione: una certa differenza tra il dato empirico e una certa previsione può essere trascurata perché inferiore agli errori inevitabili nell'uso degli strumenti.

Una seconda, e più importante selezione, consiste nell'ignorare volutamente certi fatti. Per esempio, nessuno ha mai osservato un moto rigorosamente inerziale; tuttavia noi ne parliamo, perché supponiamo di poter prescindere dall'attrito, dalla resistenza del mezzo, eccetera. O, comunque, di poterne tener conto. Quando in termodinamica consideriamo un sistema isolato facciamo pure un'astrazione; l'effetto del resto dell'Universo è, arbitrariamente, trascurato eccetera.

In altre parole, dalla conoscenza empirica — semplice registro di dati — si passa a quella che Galileo chiamava « esperienza ragionata », la quale diviene la vera base di quella descrizione razionale dell'esperienza che chiamiamo scienza, il cui ideale è naturalmente la geometria. Perché, anche se noi possiamo costruire una geometria su basi puramente assiomatiche, io sono sicuro che a nessuno sarebbe mai venuto in mente di parlare delle proprietà della retta, se tanti anni fa, in Egitto o dove che sia, qualcuno non avesse piantato due chiodi in un'asse e non avesse teso un filo tra loro.

E' chiaro, perciò, che la limitazione prima della nostra scienza — della quale talora ci si dimentica, quando la scienza ha raggiunto quell'assiomatizzazione che ne rappresenta la forma ideale — è data proprio dall'arbitrarietà di questa selezione dei dati empirici. Naturalmente questa selezione è necessaria; ma è importante averne una chiara consapevolezza. I grandi progressi della fisica, da Galileo ad Einstein ed alla meccanica quantistica si sono avuti proprio quando si è acquistata questa consapevolezza in casi in cui l'opera arbitraria di selezione dei dati era stata dimenticata.

Ed ora due parole sul concetto di conoscenza empirica. Quando io ho una « percezione » di un fatto, non ho ancora una esperienza; l'esperienza sorge quando la perce-



zione è stata « registrata » divenendo qualcosa di permanente e comunicabile, attraverso una parola o un simbolo qualunque. Ciò è estremamente importante, perché mostra che la conoscenza scientifica che nascerà da questo processo è fatalmente e indissolubilmente legata alla semantica o, in particolare, al linguaggio.

Non solo, perciò, non vi potrebbe essere scienza senza un linguaggio, ma è vero anche il reciproco, che il linguaggio sorge proprio dalla necessità di registrare e comunicare le percezioni e trasformarle così in esperienze e conoscenze. Lasciatemi approfondire ancora un istante questo punto, che può aiutarci a capire molte cose.

Da tutto ciò risulta che il linguaggio è atto a registrare e comunicare solo quelle esperienze che sono comuni a tutti, quelle, per intenderci, che Bertrand Russell chiama « esperienze pubbliche ». Ma le esperienze pubbliche sono forse le sole possibili? Certo la scienza tiene conto solo di queste; ma, per fare un esempio, supponiamo che io assista a un tramonto. Se dovessi descriverlo solo per mezzo di esperienze pubbliche — di cui soltanto deve tener conto la scienza — dovrei dire che un certo corpo celeste, il Sole, a causa della rotazione del pianeta su cui ci troviamo, è scomparso dietro l'orizzonte; gli strati atmosferici assorbono le corte lunghezze d'onda, per cui le nubi hanno acquistato una colorazione rossa, eccetera. Però questa descrizione dimentica una cosa di importanza enorme per la nostra vita; il fatto che noi non pensiamo per nulla a tutte queste cose, ma guardiamo il tramonto ed esclamiamo: « Com'è bello! ».

Ed eccoci alla conclusione a cui volevo arrivare e che implica quella che è forse la limitazione più importante della scienza. Per la sua natura la scienza non può far uso se non di « esperienze pubbliche, comuni ». Ma l'attività umana non si limita a questo; esistono altre esperienze non meno, forse anzi più, importanti nel determinare il nostro comportamento. Esperienze difficilmente comunicabili, perché il linguaggio non è stato inventato per comunicarle, ma non per questo meno « reali », nel senso che le loro conseguenze influiscono sulla nostra vita. Naturalmente non è possibile dare alle attività che si occupano di queste esperienze il nome di « scienza » — almeno non nel senso che danno a questa parola i fisici. A mio giudizio, le attività morali cadono in questa categoria. « La scienza ci insegna a curare e ad uccidere, ma non ci dice se dobbiamo curare o uccidere » (Margenau); la decisione su quello che « si deve » fare viene da un'altra parte.

E se sotto questa classe di esperienze, vogliamo includere la « rivelazione » religiosa, non ho nulla in contrario. Ma sarebbe assurdo voler fare questa oggetto di scienza. La scienza deve rispettarla, come qualcosa su cui essa non ha e non può avere autorità; come del resto deve esigerne rispetto ed autonomia completa.

**d'Arcais** - Mi pareva che Barigozzi volesse intervenire.

**Barigozzi** - Sì, ma poiché il tempo passa, cercherò di essere molto breve. Anzitutto mi rivolgo a Salvini, il quale a un certo momento ha toccato degli argomenti a cui sono particolarmente sensibile. Egli ha introdotto a un certo punto il concetto di limiti della scienza, e ne ha elencati alcuni, inserendo argomentazioni di carattere biologico. A mio parere, a questo proposito, si è forse dimenticato di fare una distinzione. Io direi che i limiti da lui indicati sono quelli che si pongono alle applicazioni e all'uso della scienza. Sono i limiti di ciò che gli anglosassoni indicano con un'espressione, che forse noi non possiamo tradurre letteralmente: *use and management* della scienza.

**Salvini** - Concordo. Ma avevo detto che mi riferivo all'« applicazione dei risultati scientifici ».

**Barigozzi** - Forse ciò corrisponde solo in parte a quello che Salvini pensa. Forse potremmo accogliere questa distinzione come tra scienza fondamentale e scienza applicata, grossolanamente. Non è forse la traduzione migliore, ma, tanto per intenderci, può andare.

Veniamo a un caso concreto. Quando noi parliamo di problemi dell'uomo, constatiamo, non c'è dubbio, che esso è un animale, e come tale sottostà alle leggi biologiche. Costituisce delle popolazioni: queste popolazioni sono in evoluzione; l'uomo è, contemporaneamente, oggetto dell'evoluzione ed è l'unico, per quanto noi sappiamo, che l'abbia teorizzata e la può dirigere ai propri fini. Dobbiamo riconoscere che l'uomo, essere sottoposto a tutte le considerazioni a cui sottoponiamo farfalle, centopiedi, uccelli, eccetera, sottostà a un imperativo che indichiamo con una parola che, mi pare, non è ancora stata pronunciata: l'etica.

**Salvini** - Infatti. E' la nostra etica che ci detta, nel mio esempio di prima, il limite se possiamo uccidere o no.

**Barigozzi** - Quando tu dici « uccidiamo o non uccidiamo », lì noi ci riferiamo a norme etiche, e l'uomo è animale etico.

**Ceccato** - Del resto non ci siamo mai accorti se siano animali etici le formiche, le api.

**Gratton** - Scusate, questi sono limiti sull'uso della scienza, non sulla scienza.

**Barigozzi** - Io ho detto un momento fa che questi sono limiti dello *use and management*, non della scienza. Questo è il caposaldo del mio breve discorso, per cui mi dichiaro perfettamente d'accordo con Salvini e non ho più niente da aggiungere. Per conto proprio la scienza può portare a delle orrende conseguenze; in partenza orrende perché essa non prende in considerazione concetti etici.

E qui naturalmente siamo subito d'accordo nel dire che mai e poi mai dovranno essere

gli scienziati a dirigere gli affari del mondo, appunto perché quelli seguono solamente il proprio metodo e non possono tener conto di altri valori. Ogni genetista può arrivare a conclusioni spaventose, adoperando la parola spaventosa non come una parola scientifica, ma come traduzione sentimentale di un giudizio etico: applicando concetti evolutivi puri e semplici, si possono concepire genocidi e razzismi atroci, scientificamente validi.

**Salvini** - Debbo dire che concordo sulla distinzione di Barigozzi. Ma noi non abbiamo deciso « a priori » di fare una discussione sui limiti della scienza pura; abbiamo detto « i limiti della scienza » e quindi qualcuno doveva preoccuparsi di considerare anche questi altri aspetti. Però concordo nella distinzione e sottolineo anch'io l'avverbio « grossolanamente », perché effettivamente il problema nasce e rinasce quando noi cerchiamo di distinguere tra scienza pura e gli *usemen*. E non c'è dubbio che lì c'è un margine di incertezza.

**Barigozzi** - Enorme.

**Salvini** - E qui direi: è bene che in questa discussione richiamiamo i limiti che si impongono a chi usa e applica i risultati scientifici, perché se dovessimo ignorarli completamente e restare in stretto tema di scienza pura, potremmo in un certo senso ingannare...

**d'Arcais** - I temi sono sempre ricorrenti, evidentemente. « Civiltà delle Macchine » ha già realizzato una tavola rotonda sulla responsabilità dello scienziato, in occasione del centenario galileiano, che veniva a proposito per vedere, oggi, quali conseguenze di carattere morale si potevano individuare in alcune scoperte; in fisica, ove venne portato il classico esempio della bomba atomica, in genetica, eccetera. Ricordo che allora la distinzione fra le scoperte e l'uso delle scoperte non fu altrettanto netta di quanto venga fatto qui in questo momento. D'altra parte, in un altro articolo della rivista, *Éléments* Zolla ha negato qualsiasi distinzione fra l'invenzione e l'uso dell'invenzione.

**Barigozzi** - Quello che ha detto Salvini è esattissimo. Soltanto, dal momento che egli ha riferito un tipo di sperimentazione tipico delle vostre scienze, io con estrema rapidità vorrei indicarvi che cosa è un tipo di sperimentazione delle nostre scienze, quali sono i tipi di incertezza che noi manteniamo, e coscientemente manteniamo, nel valutare il significato dei nostri esperimenti. Supponiamo che io faccia un esperimento molto semplice di genetica mendeliana, cioè elementare. Da uno di quegli incroci che noi facciamo, io mi aspetto una determinata ripartizione di fenotipi nella prima generazione. Come posso comparare i risultati empirici con l'attesa teorica? Faccio un confronto in termini probabilistici. Un metodo che ormai si è generalizzato — credo che tutti quanti

sappiano che cosa sia — è l'impiego della funzione  $\chi^2$  di Pearson. L'impiego di questa facile funzione, mi permette di riferire a un valore di  $\chi^2$  una certa probabilità. Questo significa che ogni differenza fra una serie di valori empirici e una serie di valori teorici ha solo una certa probabilità di essere non significativa o significativa. Con questo si torna al concetto che le deduzioni scientifiche valgono per quel campione di fenomeni osservati o per tutti quei campioni che possono essere confusi con quello, perché non ne differiscono. Non altrimenti.

Io ho voluto sottolineare questo fatto perché vi si arriva partendo dall'astronomia, o dalla fisica, o dalla biologia.

Per finire, dirò che, nel campo della biologia, possibilità metodologiche di questo genere hanno ancora un impiego limitato. Una larghissima parte della biologia non è arrivata ancora a questo punto.

E' da sperare che l'impiego di concetti probabilistici si generalizzi, poiché non ostanto ragioni di principio.

**Ceccato** - Io credo che siamo tutti d'accordo, anche con il vecchio Aristotele, che la sfera dell'operare umano sia ovviamente più grande di quella dello scienziato, di quella del poeta, di quella del cittadino; e quindi il fatto stesso che noi parliamo con questi termini, vuol dire che ci siamo impegnati a delimitarla. Può essere curioso, anzi, vedere come qualche uomo che è passato come un grandissimo scienziato, vedi Newton, abbia lasciato scritto, come sapete meglio di me, un milione di parole che sono tipicamente di carattere magico; non ha avuto il coraggio di pubblicarle, ma sono rimaste. E, soprattutto, può essere interessante esaminare come proprio il procedimento scientifico, comunque lo si voglia, o anche un certo procedimento di vita corrente, concluda con asserzioni descrittive, non con imperativi. La distinzione è proprio quella vecchia di Aristotele: l'imperativo non viene mai fuori da una proposizione descrittiva, a meno che questa non contenga un valore; il quale però è valore soltanto in riferimento ad un criterio che torna ad essere un imperativo. Dove entra la scienza nella morale e vogliamo che c'entri? C'entra proprio nel perseguimento di uno scopo, cioè nello stesso obbedire ad un imperativo: « Ho bisogno dei mezzi. Non potrei, nel momento che cerco di allungare la mia vita, distruggerla, perché non ne so abbastanza scientificamente, perché non sono un tecnico ». Per questo vogliamo che il politico abbia sempre con sé il tecnico e abbia con sé i migliori scienziati del mondo. Ma l'imperativo è chiaro, non proviene dallo scienziato, se non in quanto lo scienziato torna a farsi uomo, torna a farsi politico. Possiamo avere delle simbiosi meravigliose di un politico scienziato e di uno scienziato politico. Questo è un altro problema. Ma è scontato che l'uomo abbia varie attività.

**Gratton** - Sì, però noi leggiamo in Freud o in Marx che la scienza è tutto. Ed è sufficiente a stabilire il comportamento umano.

**Ceccato** - E' che questi signori, da pannaaturalisti, sono convinti che anche le leggi, e forse persino le teorie, si trovino nella realtà o natura, basta guardare! Si tratta sempre di servirsi di uno stato o di un processo, non importa se sia mai stato osservato o se sia frutto di invenzione, come talvolta in effetti è avvenuto, per farne dei termini di confronto, dei paradigmi.

**Riva** - Un'ultima osservazione, richiamandomi ad alcune cose dette sopra circa il problema della teologia. Quando dicevo che la teologia è una scienza intendevo dire che è un insieme di conoscenze, di verità, di principi, ordinati e coordinati tra loro. E accettavo quella distinzione fatta da Gratton di un'esperienza religiosa e di un'esperienza scientifica. Si potrebbe aggiungere che vi sono molti altri tipi di esperienze. Ma che cosa chiede la teologia alla scienza e alla tecnica? Non chiede dei comportamenti, ma delle informazioni che possano suggerire dei comportamenti umani, poiché i problemi che stanno a cuore alla teologia riguardano l'uomo, la persona, la coscienza, i rapporti con Dio e col prossimo. E le informazioni richieste riguardano fattori psichici, fisici, biologici, sociologici, mentali, riguardano il contenuto storico, le analisi, le descrizioni di ciò che costituisce l'uomo e del contesto in cui l'uomo si trova a vivere, affinché le indicazioni dei comportamenti umani siano di utilità per il maggior bene della persona e del suo integrale sviluppo e siano di illuminazione di esperienze e di problemi gravi e fondamentali che realmente esistono.

Quindi lo scienziato mantiene rispettato il suo ambito, la sua libertà, il suo metodo rigoroso. Chi però poi, come il teologo o il politico, si deve occupare dell'uomo nel suo complesso, con tutti i suoi bisogni e le sue esigenze, necessita di conoscenze sempre più profonde e più numerose, relative a tutti gli aspetti della vita umana; per questo si rivolge a tutti coloro che possono informarlo documentatamente.

**Gratton** - Purché la domanda sia pertinente...

**Riva** - Certamente.

**Gratton** - Perché il teologo non può domandare alla scienza di affermare o negare la immortalità dell'anima.

**Riva** - Esatto.

**Gratton** - La scienza non si occupa di questo.

**Riva** - Neppure della dimostrazione dell'esistenza di Dio, ma neppure della negazione dell'esistenza di Dio.

**Salvini** - In questo momento, sulla base del buon senso, concordo che il problema dell'immortalità dell'anima non è un problema della scienza. Però io parlavo all'inizio di

evoluzione delle domande, non soltanto di evoluzione delle risposte. E non escludo che, in un certo futuro, come certe domande sono tramontate — la domanda sull'etere — non tramonti anche questa domanda. Cioè, voglio sottolineare che la mia concordanza è solo parziale, perché non vorrei che in questa euforica concordanza sui limiti della scienza non si finisca poi per far rientrare dalla finestra quello che è uscito dalla porta, cioè una sorta di limiti « a priori » della scienza. Comunque, vedo la cosa in questi termini: non penso che ci sia un limite all'applicazione del metodo scientifico su nessun problema, neanche sulla immortalità dell'anima; però posso concedere che « a posteriori » si veda se un certo metodo è stato valido o no. Insomma, vorrei ribadire che mentre posso riconoscere « a posteriori » i limiti di validità di un atteggiamento scientifico, non sono portato ad accettarli « a priori ».

**Ceccato** - Ancora una osservazione, forse non inutile. Salvini ha ragione: alcune domande muoiono, altre si pongono per la prima volta, nuove. Però non bisogna trascinare senz'altro in questa problematica soltanto storica un terzo tipo di domande, le domande contraddittorie. Per queste non occorre aspettare i progressi delle scienze naturali. Può essere sufficiente proprio l'analisi del modo in cui opera la mente nelle porle, quell'analisi alla quale Salvini prima mostrava di non dare tanto credito. Dovrebbe aspettare per regolarsi su una domanda come: « Che cosa pesa un triangolo? ».

**Salvini** - E l'immortalità dell'anima? E' una domanda analoga?

**Ceccato** - Direi che se la parola « immortalità » è adoperata in connessione con il vivo ed il morto del biologo, allora dovrebbe essere proprio il teologo a non accettarla, perché ridurrebbe l'anima a qualcosa di fisico.

**Salvini** - Ecco ancora apparire evidente che l'evoluzione del pensiero è anche l'evoluzione delle domande. Sotto questi riguardi sono molto resistente, prima che si definisca « a priori » sin dove può arrivare la scienza, mentre posso riconoscere « a posteriori » che su certe questioni la scienza non ha portato progresso, o il metodo scientifico.

Posso tornare un momento al discorso che ha fatto prima Gratton, quando diceva che Barigozzi ed io non avevamo chiarito abbastanza. Concordo con la replica o precisazione fatta da Barigozzi. Quindi, per quanto riguarda il distinguere tra buon senso, tra sperimentazione volgare e non scientifica, procedimento scientifico, eccetera, credo che concordiamo tutti, come concordiamo su ciò che è competenza della scienza. Pertanto, non credo che ci sia confusione in questo senso. Però voglio riprendere un punto che ha detto Gratton, che mi pare invece importante: è vero, siamo tutti quanti d'accordo, che prendiamo il dato, lo enu-



cleiamo da certe cose che pensiamo non interessanti e così procediamo. E questo non occorre che nessuno scienziato lo insegni ad un altro. Sappiamo che si procede così. Però è bensì vero che, se guardiamo alla storia degli errori scientifici, dobbiamo riconoscere che effettivamente la comunità degli scienziati non ha avuto sempre le carte così in regola in questa operazione che sembra « a priori » tanto facile, come decidere: questo è importante e questo no. Anzi, l'aver trascurato certi aspetti, l'aver assunto che certe cose fossero vere, la mancanza di critica, fanno parte della storia della scienza. Anche recentemente, per esempio, per quindici o venti anni non si è sottoposto sufficientemente a critica il principio secondo il quale si conservava una certa simmetria, che si chiama parità in fisica. Finché si è faticosamente ricostruito l'errore da parte di due fisici geniali, e si è arrivati a scoprire che effettivamente avevamo assunto con troppa leggerezza una certa simmetria; non l'avevamo sottoposta a critica: alcuni grandi fisici, anzi, l'avevano dogmaticamente difesa.

**d'Arcais** - Salvini dovrebbe chiarire, in relazione anche a quanto è stato detto un po' da tutti finora, il significato della parola errore nella storia della scienza. Da quanto è stato detto sembra che si debba negare l'errore scientifico — a meno che non si tratti di cattiva scienza, cioè di non scienza — poiché non dovrebbe chiamarsi propriamente errore la presentazione e spiegazione di un fenomeno che esperimenti successivi correggono o modificano. Qui siamo di fronte al fatto che esperimenti eseguiti in un determinato tempo, con certi strumenti, ad un dato livello, portavano necessariamente a quella spiegazione che aveva una sua logica e una sua non contraddittorietà con il resto delle conoscenze scientifiche. Altrimenti tutta la storia della scienza è una storia di errori, e continuerà ad essere una storia di errori.

**Salvini** - In generale lei ha ragione. Ma nel mio esempio io intendevo, particolarmente, gli errori nati dall'insufficiente senso critico e dalla illecita generalizzazione da certi dati che in realtà erano già a portata di mano.

**d'Arcais** - Una volta risolto il problema, è facile...

**Salvini** - Esattamente. Non c'è dubbio. Una volta risolto è facile. Questo ci fa vedere che una componente della ricerca scientifica è guardare criticamente che cosa si scarta. E questa era la parte in cui davo ragione all'osservazione di Gratton, mentre non accettavo come critica o chiarimento quella parte che mi permette di chiamare più ovvia del suo discorso.

Un'ultima cosa. Abbiamo distinto etica, scienza e così via. Teniamo presente che il pensiero scientifico si evolve attraverso un obiettivo lavoro critico, ma non dimentichiamo che componenti importanti di altro

carattere ci sono anche nel tessuto stesso della scienza. Per esempio la scuola, l'accademia, l'obbedienza al maestro, il preconcetto. Quindi non vorrei che facessimo ancora un mito o una mitologia scientifica, che non dobbiamo fare, dello scienziato astratto, disinteressato, assoluto e puro. Siamo in questo senso tutti uomini, anche quando facciamo scienza, ed anche scienza pura. Questo è un altro punto, un altro possibile « limite ».

**Barigozzi** - Volevo qui brevemente riprendere un concetto che mi pare molto importante, esposto da Salvini, che io formulerei in questi termini. Per la preoccupazione che non rientri dalla finestra quello che è uscito dalla porta, non si possono fissare limiti alle scienze; anche problemi che oggi sembrano assolutamente assurdi o senza significato, per meglio dire, in un determinato tempo del sapere, ne hanno in un altro. Credo addirittura che siamo d'accordo tutti nel senso che le scienze, così come oggi sono codificate, rappresentano semplicemente un momento storico; e che pertanto noi tutti siamo pronti ad ammettere che un giorno o l'altro, in una generazione o in un'altra di scienziati sorgano nuove discipline; queste sono precisamente quelle che nascono sulle nuove domande. Le domande vecchie vengono accantonate; sorgono nuove domande. Anche il problema che oggi non è ponibile può essere posto in quella data scienza. Perciò stiamo attenti: oggi a noi si addice ragionare sulla scienza d'oggi. Quando oggi noi affermiamo che tale problema ha determinate possibilità di essere riconsiderato nella sua formulazione, eccetera, noi dobbiamo riformularlo. Siamo uomini del 1966 e come tali dobbiamo ragionare. Però è necessario concepire che, nel futuro, altre nuove formulazioni si impongano. Oggi determinate cose sono valide o non valide, e in un momento imprevedibile potrebbe essere rovesciata la situazione, cambiata la configurazione.

**Salvini** - Basta che mi sia conservato il diritto di dire: non so che cosa questo problema vuol dire...

**Barigozzi** - Ecco, precisamente.

**Gratton** - Mi si permetta di precisare ancora il concetto di « errore » di una teoria scientifica. Il caso citato da Salvini è corretto; si trattava di una vera e propria svista, proveniente dall'aver dimenticato di prendere in considerazione certi dati. Ma spesso, parlando di errori della scienza, molti hanno in mente un concetto metafisico come quello di una discrepanza fra una affermazione scientifica ed una « realtà assoluta », concetto questo che affiora sempre nelle discussioni di questo genere e che insisto nel considerare estraneo alla scienza.

Per esempio, si dice: la teoria della relatività ha superato la meccanica di Newton; quest'ultima è in errore. Ora, ciò è del tutto inesatto. La meccanica classica, newtoniana,

è nata da una selezione — in questo caso non consapevole — dei dati, che consiste nell'eliminare quei casi di moto in cui le velocità dei corpi sono dello stesso ordine della velocità della luce. Essa ha pertanto un campo di validità limitato: quello delle piccole velocità; ma in quel campo è « vera » e permanente e può essere usata, come lo è, anche oggi con piena tranquillità. Se ci dimentichiamo questo, non potrebbe esistere nessuna teoria « vera », perché io non ho il minimo dubbio che i fisici del futuro scopriranno delle limitazioni anche alla teoria della relatività e a tutte le nostre teorie attuali; limitazioni di cui oggi non ci accorgiamo. Naturalmente potremmo bandire dal vocabolario la parola « vero » come aggettivo a « teoria scientifica »; ma allora dovremmo anche bandire la parola « sbagliato ».

Il caso della « parità » citato da Salvini è invece diverso; in quel caso si tratta di un vero e proprio « errore ». La conservazione della parità non era valida « nei limiti » in cui si credeva che lo fosse. Ma dentro il proprio campo di validità una teoria scientifica corretta è « vera » permanentemente, non transitoria o superabile.

**d'Arcais** - Terminiamo il nostro dibattito. E esso potrebbe continuare, come tutti i confronti di idee, ma qualche punto conclusivo, qualche opinione comune a tutti i partecipanti, possiamo forse indicare come conclusione. Salvini, in quest'ultima parte, ha insistito ripetutamente sul fatto che non si possono e non si debbono porre alla scienza dei limiti *ab extra*, dall'esterno. Forse con diverse sfumature, ma tutti, mi pare, si sono trovati sostanzialmente d'accordo. Tanto più che lo stesso Salvini ha poi indicato tutta una serie di limiti che la scienza si accorge di avere non appena riflette su se stessa. E mi piace qui richiamare, a sostegno di questo, quel che ha detto Gratton all'inizio, sulla inconoscibilità dello stato da cui emerge l'universo, e ricordare lo stesso Salvini quando ha parlato della evoluzione delle domande e del condizionamento strumentale, e ancora l'affermazione, solo apparentemente paradossale, di Gratton che la scienza si occupa di opinioni e non di fatti. Diceva dunque poco fa Salvini di poter riconoscere « a posteriori » i limiti di validità di un atteggiamento scientifico, ma di non poterli accettare « a priori ». Può essere una conclusione. Limiti ce ne sono, e forse molti, ma non troppo facilmente classificabili, o rigidamente catalogabili in categorie statiche. Ma siamo ben lontani da uno scientismo qua e là diffuso, secondo cui la scienza può dare la risposta a tutte le domande dell'uomo. In fondo lo scienziato, pur dimostrandosi il più persuaso a non porre limiti alle sue ricerche, è anche, intrinsecamente, il più umile fra le persone che cercano perché sa che al termine della sua fatica gli tocca, sempre, cominciare da capo. In questo consiste appunto il progresso della scienza e di riflesso anche, se sapremo volerlo, il progresso dell'uomo. Grazie.