La biologia nel cosmo

# Le condizioni della vita organica negli altri pianeti

**Secondo recenti osservazioni sovietiche e americane nemmeno su Venere potrebbe esservi l'acqua allo stato liquido**

Per quanto singolari e, quindi, improbabili siano state le circostanze che hanno favorito la comparsa delle prime forme elementari di vita sulla Terra, il numero dei corpi celesti paragonabili al nostro e dei miliardi di anni da cui esistono è così grande da rendere perfettamente plausibile l'esistenza di materia vivente, più o meno organizzata ed evoluta, anche su altri pianeti.

Se noi potessimo scrutare, con sguardi non affievoliti dalla distanza, l'universo di cui siamo parte, vi leggeremmo, forse — quasi pagina per pagina, cioè pianeta per pianeta — la storia della evoluzione terrestre.

Per ora, cioè per gli anni che mancano al compimento di questo millennio, possiamo assegnarci come ragionevole traguardo la esplorazione biologica del sistema solare. Ed infatti, così nell'URSS come negli Stati Uniti, si stanno compiendo molti sforzi, economici e scientifici, in questa direzione. Ove soltanto riuscissimo a sapere se la vita, in un senso anche solo grossolanamente paragonabile a quella terrestre, è «già» o «non ancora» trascorsa sui pianeti che girano insieme a noi in questo remoto angolo dell'universo, avremmo imparato qualcosa di incalcolabile importanza.

Naturalmente, affacciandosi sugli spazi interplanetari, l'uomo comincia la sua esplorazione da ciò che gli è più prossimo: la Luna perchè è il nostro satellite, Marte e Venere perchè girano sulle orbite più vicine a quella terrestre.

Marte, da quando nel 1877 l'italiano Schiapparelli ne ha osservato e descritto i famosi «canali» (che certamente canali non sono), è stato nel fuoco di ogni lente rivolta alla scoperta di forme di vita extra-terrestre. (Tanto che il termine «marziano» è diventato sinonimo di ipotetici ominidi provenienti da altre parti dell'universo). Ma, pur prescindendo da tutto quanto ci è ancora ignoto, non si può dire che quanto conosciamo di Marte sia molto promettente per la nostra speranza di trovarvi un mondo naturale paragonabile al nostro. La temperatura media, infatti, vi è tra —30° e —40° C, pur con escursioni localizzate a +25 C; l'atmosfera, poverissima di ossigeno, è quasi interamente costituita da azoto ed anidride carbonica; l'acqua — per l'estrema secchezza del suolo, la tenue pressione atmosferica e le basse temperature — evapora o gela quasi immediatamente. Tutto sommato non è impossibile, ma nemmeno molto probabile, che vi alligni una modesta vita vegetale, fatta di muschi e licheni.

## La vita è già trascorsa?

Forse su questo pianeta, ormai freddo e deserto, cui la vicenda delle stagioni dà ancora qualche fremito, il caldo alito della vita è già trascorso. Forse su Marte, più «vecchio» della Terra, non troveremo che un Museo di fossili, ancorchè il più grande e meraviglioso che ci sia dato immaginare.

Se così fosse, ma nulla ce lo assicura, varrebbe maggiormente la pena di rivolgere la nostra esplorazione ad un altro pianeta che sia verosimilmente più «giovane», con la speranza di trovarvi non già il Walhalla ma il monte Ida della biologia. Questo pianeta potrebbe essere Venere che, un poco più vicino al Sole di quanto sia la Terra, ha con questa tanti elementi di somiglianza: infatti il diametro, la massa, la densità, e la velocità di fuga dei due pianeti non sono molto diversi. Ciò spiega perchè Venere, come la Terra, abbia potuto trattenere intorno a sè un'atmosfera di notevole spessore e densità.

Ne abbiamo molte prove: quando una stella viene occultata da Venere, non sparisce e riappare bruscamente, come avverrebbe se ad occultarla fosse la Luna, ma la sua luce si affievolisce e poi ritorna a risplendere con gradualità e addirittura con cambiamenti di colore; d'altra parte, quando Venere è in congiunzione — cioè interposta fra la Terra ed il Sole — ci appare come un disco oscuro circondato da un anello luminoso causato, appunto dalla diffusione della luce solare da parte dell'atmosfera.

## Problema aperto

E' proprio questa densa atmosfera, carica di nubi, che rende difficile e quasi impossibile l'osservazione telescopica e spettroscopica della superficie del pianeta. Da ciò la varietà delle teorie sulla costituzione e l'abitabilità di tale superficie: mezzo secolo fa il grande Arrhenius supponeva l'esistenza di una lussureggiante vita vegetale e, persino, di una primitiva vita animale (rettili). Più tardi, questa teoria fu abbandonata a favore di un'altra, molto meno attraente, secondo la quale Venere mancherebbe di qualsiasi umidità superficiale e la sua arida superficie sarebbe continuamente battuta da uragani di polvere. Più recentemente, gli americani Whipple e Menzel, dopo la dimostrazione dell'esistenza di vapore acqueo nell'atmosfera del pianeta, hanno sostenuto un'ipotesi diametralmente opposta: Venere sarebbe, in larga o totale misura, ancora coperta da oceani. Il sovietico Kozvrev avrebbe poi dimostrato che nell'atmosfera di Venere esistono molecole pluriatomiche di tipo organico, testimonianti l'esistenza di vita, ancorchè primordiale.

Complessivamente, dunque, negli ultimi anni si è venuta favorendo l'immagine di Venere come sorella più giovane della Terra, di almeno 500 milioni di anni. Mezzo miliardo di anni fa (vedi il bel libro di E. Padoa: *Storia della vita sulla Terra*, Ed. Feltrinelli, 1962) il nostro pianeta era nella sua infanzia biologica, cioè nel periodo Cambriano: le terre emerse erano ancora desertiche, senza flora e senza fauna, ma negli Oceani la vita vegetale e quella animale pullulavano in quantità tale da modificare l'atmosfera del pianeta. Venere sarebbe oggi, secondo le ipotesi dette sopra, a questo punto della sua storia e offrirebbe all'uomo, nel giorno in cui vi approdasse, l'esplorazione di una Terra straordinariamente più giovane, forse proprio nell'età in cui la vita sta cessando di essere esclusivamente acquatica per affermarsi e fiorire sulle terre emerse.

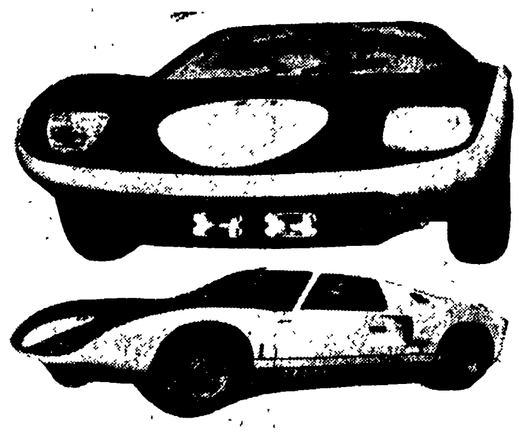
Ma a questo punto, cioè pochi mesi fa, è intervenuta la giovane astronoma sovietica Irina Glushneva, la quale ha effettuato una lunga serie di osservazioni sulla composizione chimica dell'atmosfera di Venere, valendosi di un potente spettrografo installato a 3.000 metri sul livello del mare. Le sue conclusioni, condivise dal prof. Dimitri Martinov, direttore dell'Istituto Astronomico di Stato, sono del tutto negative per quanto riguarda l'esistenza delle molecole pluriatomiche di tipo organico di cui parla Kozyrev il quale, secondo la Glushneva, sarebbe stato tratto in inganno dal metodo analitico, non ancora sufficientemente preciso, di cui disponeva all'epoca delle sue osservazioni. Pertanto le deduzioni di Kozyrev intorno alla esistenza di vita su Venere, perderebbero il loro fondamento.

Va detto, a tal proposito, che lo scetticismo della giovane astronoma russa trova un solido appoggio nelle informazioni trasmesse circa un anno fa dalla sonda spaziale americana, Mariner II, che, passando a circa 37.000 chilometri da Venere, ci ha fatto sapere che sulla superficie di tale pianeta la temperatura varia da +150° a +200° C, ovvero è molto superiore alla temperatura di ebullizione dell'acqua. Ne conseguirebbe che non può esserci acqua liquida sulla superficie di quel pianeta nè, pertanto, alcuna forma di vita assimilabile a quella terrestre. D'altra parte, anche queste osservazioni sono poco più che preliminari e nessun serio scienziato se ne riterrebbe appagato, soprattutto perchè si tratta di indagini così nuove anche sul piano dei metodi seguiti e degli accorgimenti tecnici adottati.

Il problema, nel complesso, rimane aperto e viva la speranza che, se davvero Marte è troppo vecchio, Venere non sia ancora troppo giovane per saper rispondere alla grande domanda: «Esiste la vita sugli altri pianeti?».

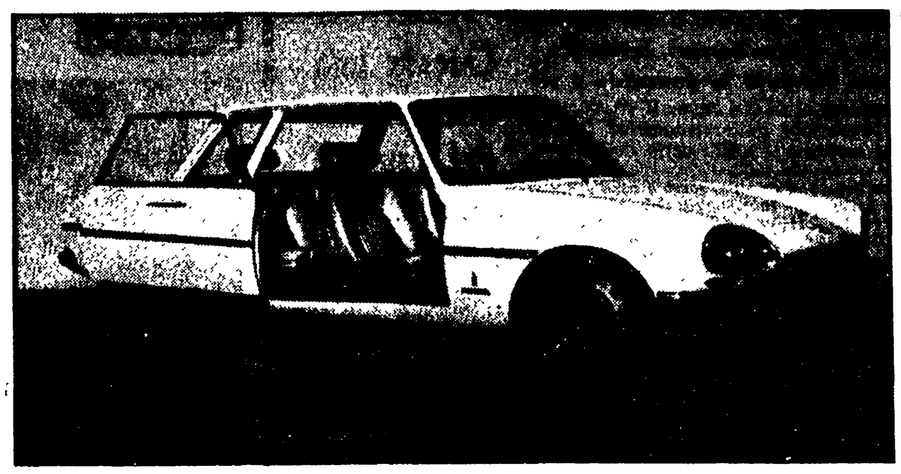
**M. U. Acciali**

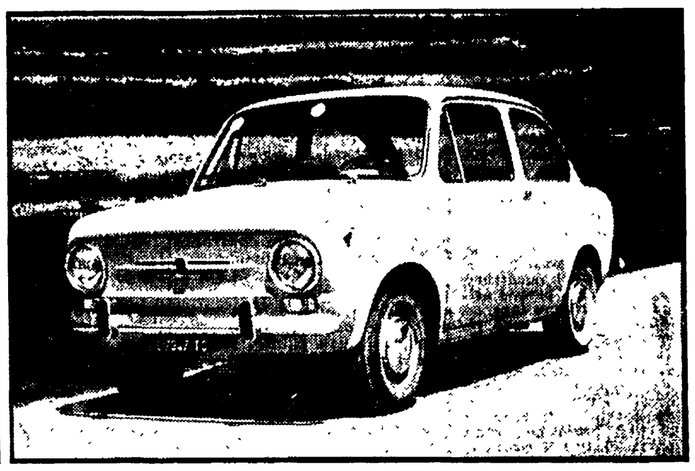
# scienza e tecnica



rassegna - auto

# «Nuove frontiere» anche per la Ford





La «Sigma» di Pininfarina e (a destra) la «850» della Fiat. Nelle foto accanto al titolo: due immagini della Ford Gran Turismo.

*«Le corse migliorano la razza». Con questo slogan, la Ford ha intensificato negli ultimi mesi il suo massiccio attacco su tutti i mercati del mondo. Ad essere sinceri, è difficile credere che oggi le corse automobilistiche servano davvero a sperimentare, collaudare e selezionare nuovi ritrovati, migliorie, accessori e invenzioni: le moderne apparecchiature scientifiche sono ormai in grado di fornire elementi di assai maggiore precisione e attendibilità.*

*Eppure, lo slogan della Ford è dotato di una indubbia efficacia. Il nuovo direttore generale della potente casa americana, Lee Iacocca, si è infatti reso conto del prestigio di cui godono, tra gli acquirenti, le case automobilistiche le cui vetture vincono le corse. «E' inutile aumentare le prestazioni e diminuire i prezzi delle nostre auto — questo è il pensiero di Iacocca — perchè su questo terreno saremo sempre raggiunti dalla concorrenza. Importante è invece che il marchio della Ford s'imponga sulle piste di tutto il mondo. A parità di prezzo, l'acquirente sceglie l'auto della casa che ha vinto l'ultimo campionato mondiale».*

*Le competizioni automobilistiche, insomma, sono intese dalla Ford soprattutto come veicolo pubblicitario di enorme efficacia. Ed anche se è costoso parteciparvi, le cose sono state fatte in grande, come del resto era logico attendersi da una delle «tre grandi» di Detroit. L'operazione è appena cominciata, e già una «Cobra» pilota la classifica del campionato mondiale, già una Ford s'è piazzata seconda alla 500 miglia di Indianapolis, ed una spettacolosa Gran Turismo si appresta a correre sul circuito di Nürburgring ed alle ventiquattro ore di Le Mans.*

## Trecentoventi all'ora

*Si tratta di una vettura costruita in Gran Bretagna e presentata al Salone dell'Auto di New York che darà senza dubbio parecchio filo da torcere alle leggendarie Ferrari della stessa categoria. La sua aggressiva carrozzeria in vetroresina contiene infatti un gruppo propulsore a 8 cilindri a V di mostruosa potenza: 350 cavalli, erogati da un motore di 4200 centimetri cubi con quattro carburatori a doppio corpo, capace di sviluppare una velocità dichiarata di 320 chilometri l'ora.*

*E' questa la chiave sulla quale Lee Iacocca fa affidamento per aprire alla Ford le porte dei mercati internazionali. A lui interessa soltanto che gli acquirenti richiedano una vettura Ford, poi è sicuro che la sua produzione è in grado di soddisfare qualsiasi richiesta. Forse nessuna casa al mondo, infatti, può oggi offrire alla sua clientela una produzione così diversificata come quella della Ford. Si va da una utilitaria di 1000 centimetri cubi, economica e sobria come l'Anglia, alla vettura di prestigio di 7 mila e passa di cilindrata come la Lincoln Continental, passando attraverso la gamma delle Cortina, delle Corsair, delle Zephyr, delle Zodiac, delle Falcon, delle Galaxie, delle Thunderbird. Volete la trazione anteriore? La Ford vi offre la Taunus 12 M. Chiedete la vettura sportiva? La Ford ha pronte la Coguar e la Mustang.*

*Insomma, non v'è settore di mercato che la Ford non sia in grado di coprire con le sue vetture. E che il suo ufficio studi non stia dormendo è provato dal fatto che alla Fiera di New York sia proprio la Ford ad esporre il modello più spettacolare di vettura dell'avvenire: una gigantesca station-wagon, l'Aurora, l'interno della quale costituisce un piccolo soggiorno, con ripostigli, frigorifero, scaldavivande, e perfino una poltrona girevole. Il tetto trasparente può essere oscurato, se il sole dà fastidio, con una lamina d'alluminio comandata elettronicamente; in quanto ai fari, essi sono sostituiti da dodici piccole sorgenti di luce, le cui diverse combinazioni offrono ogni sfumatura di illuminazione, dagli abbaglianti ai fanali di posizione.*

*L'aggressività impressa alla Ford dalla sua nuova direzione fa dunque presumere che nei prossimi anni la pressione americana, anche sul mercato italiano, sarà intensificata e diventerà veramente preoccupante. Non c'è da farsi illusioni. Lo slogan «Le corse migliorano la razza» sta ad indicare soltanto la prima fase di quest'opera di massiccia penetrazione.*

*Con la nuova «850», lanciata attraverso l'uso indiscriminato di tutti i canali pubblicitari a sua disposizione, la Fiat è corsa ai ripari: la neonata degli stabilimenti di Mirafiori costituisce una barricata eretta nella breccia tra la «600» e la «1300», attraverso la quale si è introdotta in Italia la concorrenza straniera. Insieme ai provvedimenti anticongiunturali del governo di centro-sinistra — che colpiscono le vetture più spaziose — la «850» dovrebbe segnare la ripresa della Fiat sul mercato nazionale.*

*La preoccupazione di contrastare il passo alla concorrenza ha senza dubbio agito da stimolante sulla Fiat. Sulla «850», le porte e il cofano sono finalmente incernierati controvento, mentre sulla «600» e sulla «500» avevano le cerniere posteriori. Anche l'adozione del circuito di raffreddamento sigillato con liquido anticongelante è senza dubbio dovuta all'esigenza di mettersi alla pari con i ritrovati tecnici di maggior successo già adottati da altre case. La trovata delle due versioni — una da alimentare con benzina normale, l'altra con supercarburante — è dovuta invece, probabilmente, a due diverse considerazioni: offrire una alternativa agli acquirenti italiani, oppressi dall'ultimo aumento di prezzo della benzina, e contemporaneamente non pregiudicarsi quei mercati dove il carburante in vendita è solo quello a basso numero di ottani.*

*Bisogna anche ammettere che rispetto alla «600», di cui è evidentemente l'erede diretta, la «850» presenta parecchie caratteristiche di maggior sicurezza: la barra trasversale anti-rollio, ad esempio, e lo spostamento del serbatoio della benzina nella parte posteriore: spostamento che, oltre ad aver reso disponibile un ampio spazio nel bagagliaio anteriore, ha tolto di mezzo una delle più frequenti cause di incendio dell'automezzo.*

*Di contro a queste misure intese a ridurre la pericolosità della sua ultima creatura, la Fiat non ha invece mutato strada per ciò che si riferisce alla sua impostazione generale: la «850» è una macchina troppo veloce e troppo brillante, relativamente al peso, alle dimensioni ed alla robustezza. Una vettura di simile cilindrata che raggiunga i 125 chilometri l'ora — e li superi anche, grazie alla tenuta del «fuorigiri» — può essere particolarmente eccitante per i «corridori della domenica», ma non contribuirà certo a migliorare la situazione delle strade italiane, dove si registra un incidente ogni minuto e mezzo. Senza contare che un regime di 5300 giri al minuto — quale è quello del motore della nuova vettura — non può che andare a detrimento della durata.*

*Si tratta, naturalmente, di una scelta di politica commerciale: la «850» ha una cilindrata da utilitaria, ma deve piazzarsi tra le vetture medie. Il suo compito è quello di combattere il successo delle «1000» straniere, favorita in questo dalla nuova super-tassa d'acquisto. E' la tipica auto per il tipo «vorrei ma non posso».*

*A proposito di sicurezza, è il caso di rilevare il singolare destino di una vettura sotto molti aspetti straordinaria come la «Sigma» di Pininfarina. A cinque mesi dalla sua presentazione al Salone di Torino, essa ha raccolto un successo di stima che ha avuto eco in tutto il mondo; ma non c'è ancora stato un costruttore che abbia detto di voler ispirare le sue auto in preparazione ai concetti dell'auto anti-urto del carrozziere torinese. Si continua a preferire il lancio di auto eleganti, veloci, brillanti, lussuose, scialando magari con inutili accessori e fregi di cattivo gusto, piuttosto che prendere in considerazione il problema angoscioso della sicurezza.*

## Perchè non si fa la «Sigma»?

*Quella realizzata da Pininfarina in collaborazione con una nota rivista specializzata era una vettura-studio: un prototipo, insomma, che finora non è mai stato riprodotto. Quali erano le sue caratteristiche? Vale la pena di ricordarlo in modo meno sommario di quanto sia stato possibile fare durante il Salone di Torino.*

*La caratteristica più evidente della «PF Sigma» era la sua struttura a resistenza differenziata. Si trattava di questo: l'abitacolo era un guscio praticamente indeformabile anche in caso di urto violento, mentre il cofano anteriore e quello posteriore erano fatti in modo da accartocciarsi assorbendo la violenza del colpo. Il loro dimensionamento era progressivamente crescente, in modo da far loro svolgere la funzione di due grandi soffietti indeformabili.*

*La forma dell'abitacolo era tale, poi, da impedire che il motore, in caso di scontro, penetrasse all'interno: esso era anzi dimensionato in modo da sospingerlo sotto la vettura. La soluzione adottata per lo sterzo era particolarmente brillante: il piantone, cortissimo, era collegato al cerchio imbottito del volante per mezzo di un cono elastico di lamiera, assolutamente inoffensivo. Ciò evitava che l'albero dello sterzo si trasformasse, durante lo scontro, in una alabarda — come avviene normalmente — che si conficcasse nel petto del pilota.*

*Le portiere della «Sigma» — riprendendo una vecchia idea di Pininfarina — erano scorrevoli. Perciò, oltre a favorire l'auto nelle operazioni di parcheggio (porte simili si aprono sempre, anche con un'altra vettura ferma a pochi centimetri) presentavano due grossi vantaggi per la sicurezza: negli scontri, la tendenza era a chiudersi anzichè ad aprirsi; e dopo gli scontri, non c'era pericolo che restassero incastrate per le deformazioni della carrozzeria.*

*Il cruscotto privo di asperità e imbottito, il parabrezza e il lunotto eiettabili dalla loro sede, in modo da non infrangersi sul capo dei passeggeri, i sedili anatomici con attacco per le cinghie di sicurezza, erano altrettanti elementi di sicurezza interna. Perfino il colore esterno, bianco e blu, era stato studiato per essere visibilissimo sia di giorno che di notte, mentre quello interno, grigio-azzurro, del rivestimento in similpelle, serviva a non assorbire eccessivamente il calore solare.*

*Una girandola di trovate, insomma, un complesso di idee per diminuire la pericolosità dell'auto. L'hanno apprezzata tutti: tecnici, giornalisti, pubblico. Ma per ora la «Sigma» resta allo stadio di vettura dell'avvenire. La sicurezza viene sempre per ultima.*

**Cesare Pillon**

La psicoterapia di gruppo

# Nella vita collettiva i malati ritrovano l'equilibrio mentale

Che la psicoterapia di gruppo stia assumendo anche in Italia un notevole interesse lo si può arguire dal fatto che in due anni sono stati già tenuti due congressi nazionali; uno l'anno passato a Milano ed uno nei giorni scorsi (25-26 aprile) a Como mentre si è costituita un'associazione italiana di psicoterapia di gruppo.

Per ognuno di noi il sentirsi parte di una collettività costituisce un elemento psicologico di grandissima importanza. La capacità a partecipare, in modo armonico, alla vita di un gruppo, è espressione di maturazione psicologica e fattore di equilibrio psichico.

Si può dire che è impossibile giudicare la mentalità di un soggetto considerandolo come essere isolato.

Fra un individuo ed il gruppo di cui fa parte si stabiliscono continui scambi: l'individuo, a seconda della personalità più o meno forte, contribuisce a plasmare la fisionomia del gruppo mentre questo, a sua volta, influenza ogni soggetto che ne fa parte.

Se dalla psicologia passiamo alla patologia mentale, si può dire che noi non possiamo pretendere di capire completamente un ammalato se, insieme agli altri fattori, dimentichiamo di considerare quelli di carattere sociologico, che hanno contribuito a creare il quadro morboso quale noi lo osserviamo.

Ne deriva che la nostra opera terapeutica, se deve essere completa, non deve trascurare una psicoterapia di gruppo che miri a correggere le alterazioni delle attitudini sociali dei singoli malati. Non ci limiteremo più ad una psicoterapia individuale ma dobbiamo praticare una psicoterapia di gruppo. Moreno, che ha molto studiato questi problemi, parla addirittura di una vera rivoluzione nel campo della psichiatria.

Dalle idee che sono a base della psicoterapia di gruppo, è derivata una vasta gamma di applicazioni, che si estendono dalla medicina generale alla criminologia, dalla pedagogia alla psichiatria, dalla psicologia al servizio sociale, dalla sociologia all'organizzazione aziendale, ecc

Non potendo, naturalmente, occuparci di tutti i risultati, ci limitiamo a ricordare che delle tecniche di gruppo ci si serve per l'integrazione degli immigrati; nella pratica della educazione attiva; come preventivo di forme nevrotiche molto diffuse e come mezzo di recupero terapeutico di nevrotici.

Un campo, dove la psicoterapia di gruppo è chiamata ad assolvere una funzione di primo piano è nella pratica psichiatrica, specie nella vita degli ospedali psichiatrici.

E' noto che, negli ultimi decenni, la psichiatria ha fatto progressi notevolissimi, cosicchè la cura dei malati mentali e lo stesso aspetto degli ospedali psichiatrici si sono nettamente trasformati. Chi fosse rimasto al concetto dei «manicomi» di ieri, di cui la letteratura ed il cinema ci davano immagini da far venire i brividi (basta ricordare il film americano *La fossa dei serpenti*) e vedesse uno dei moderni ospedali psichiatrici, ad esempio il «Paolo Pini» di Milano, avrebbe la netta impressione del trapasso dal Medio Evo agli anni più recenti.

Sappiamo che l'armamentario terapeutico moderno è molto ricco e spesso molto efficace. Accanto all'elettroshock, vanto della scienza italiana, dovuto al compianto professore Cerletti ed alla sua scuola, sempre efficace nei casi adatti, ed oggi, colle nuove tecniche, molto meno traumatizzante e pericoloso, ed all'insulino-terapia, disponiamo oggi di un notevole numero di psicofarmaci, alcuni recentissimi, che ci permettono di considerare con ottimismo la prognosi delle malattie mentali, anche in forme giudicate ieri disperate.

Ma se pensassimo a limitare a queste cure la nostra attività di medici degli ospedali psichiatrici, faremmo certamente un'opera insufficiente. E' indispensabile che alle terapie biologiche si aggiunga una opportuna psicoterapia.

Il malato mentale non ha solo bisogno di cure mediche: egli ha bisogno di essere compreso, illuminato, incoraggiato sorretto. Già egli ha avuto molto spesso traumi psichici: dolori, delusioni, preoccupazioni, umiliazioni, che hanno finito per compromettere un equilibrio che altrimenti si sarebbe forse mantenuto.

Il ricovero, soprattutto per i soggetti più sensibili, crea altri motivi di preoccupazione e di insicurezza, più che comprensibili se teniamo conto dei pregiudizi che ancora oggi esistono nei riguardi degli ammalati di mente. Si aggiungono infine le ansiose preoccupazioni per il domani, una volta dimessi.

Per evitare che questi fattori compromettano o ritardino la nostra opera terapeutica è necessario che una psicoterapia venga fatta per ogni ammalato.

Purtroppo la mancanza di un numero sufficiente di medici crea ostacoli, spesso insormontabili, alla realizzazione di questa esigenza. Ne deriva l'interesse con cui oggi molti psichiatri guardano alla psicoterapia di gruppo, la quale ha anche il vantaggio di richiedere un numero molto minore di medici. Questi, lavorando in *équipe* con psicologi ed assistenti sociali, possono curare contemporaneamente un notevole numero di malati.

Secondo i soggetti e la stessa preparazione della *équipe*, si possono usare i vari sistemi, da quello, che si potrebbe definire rieducazione morale di persuasione, al metodo didattico ed al psicodramma di Moreno. Nè dobbiamo dimenticare l'ergoterapia (terapia del lavoro) che se ben fatta, avviando, nei limiti del possibile, ogni soggetto a un lavoro consono alle sue aspirazioni e alle sue tendenze, facendolo partecipare a un gruppo da lui scelto, è un ottimo sistema di psicoterapia di gruppo dato l'effetto socializzante del lavoro.

Quello che conta non è tanto la scelta delle varie tecniche bensì la comprensione che noi avremo di ogni ammalato, la simpatia che sapremo ispirare in lui ed il modo in cui sapremo organizzare i gruppi facendo sì che ognuno possa dare agli altri il meglio delle sue capacità intellettive ed affettive.

Dovremo essere contenti della nostra opera se avremo giovato ad una migliore socializzazione di ognuno E se avremo ottenuto che, almeno una parte dei nostri ricoverati, si ricordino del tempo passato in ospedale psichiatrico (potrebbe sembrare ciò un paradosso) non come di un periodo di incubo, ma di un periodo di distensione in cui si sentirono compresi ed amati.

**Rosario Ruggeri**

# Dizionario nucleare

Werner Heisenberg

**CAUSALITA'** - In fisica atomica non è possibile stabilire rigorosamente una relazione di causa ad effetto in rapporto ai fenomeni osservati; più esattamente, secondo l'enunciato di Bohr, «non possono essere conseguite contemporaneamente una rigorosa localizzazione nello spazio e nel tempo e una rigorosa descrizione casuale» (principio di complementarietà).

Tale impossibilità nasce dal fatto che la «rivelazione» di eventi alla scala atomica o a quella nucleare comporta necessariamente interazioni fra gli eventi stessi e i mezzi di osservazione, per esempio la luce: la lunghezza d'onda della luce impiegata nella osservazione, l'energia dei «fotoni» in cui essa si esprime, hanno dimensioni dello stesso ordine di quelle delle particelle osservate, quindi non possono non interferire con l'osservazione. Ne consegue che non si può stabilire contemporaneamente la posizione e la velocità di una particella se non entro certi limiti, sacrificando sempre l'esattezza raggiungibile in una delle due determinazioni a quella dell'altra determinazione (principio di indeterminazione, di Heisenberg).

Il problema che sorge da queste considerazioni è se abbia senso attribuire agli eventi una relazione di causalità obiettiva, sebbene l'accertamento di tale casualità sia precluso all'osservatore. Il pensiero scientifico moderno inclina ad ammettere che non abbia senso, in primo luogo perchè non si può asserire ciò che non si conosce per esperienza. Nella interpretazione matematica degli eventi atomici ci si attiene infatti a criteri di «probabilità» invece che di casualità.