

E' morto il grande fisico irlandese John Bell, il suo teorema della disuguaglianza prova definitiva dell'indeterminismo

# La telepatia dell'elettrone

Era considerato uno dei massimi fisici teorici contemporanei. John Bell, 62 anni, irlandese di Belfast, è morto domenica 30 settembre a Ginevra dove lavorava presso il Cern. Col suo teorema della disuguaglianza aveva (forse) risolto l'antica polemica sul determinismo tra i più grandi fisici del secolo e

dimostrato che l'incertezza è intrinseca alla natura. Che «la meccanica quantistica», la regina del meraviglioso mondo a livello atomico, «è incompatibile con qualsiasi concezione locale e deterministica della realtà». Come ricorda il suo collega ed amico Gian Carlo Ghirardi.

PIETRO GRECO

«La polemica della realtà fisica oggettiva è tanto profonda che egli dedica gran parte della sua vita di ricercatore al tentativo di falsificare l'interpretazione di Copenhagen della meccanica quantistica. Non ci riesce (dicono i più). Ma l'attacco è poderoso. A Princeton elabora insieme a Boris

Podolsky e al giovane Nathan Rosen il famoso articolo pubblicato nel 1935 su «Physical Review» col titolo: «Può la descrizione quantomeccanica della realtà fisica considerarsi completa?». Il tentativo di Einstein, Podolsky e Rosen (EPR) è di provare che la risposta è no. Che le particelle



Disegno di Umberto Verdàt

quantistiche hanno proprietà definite e oggettive come quelle della fisica classica. Ne vien fuori un paradosso, il paradosso EPR, che dopo 55 anni resta la più pungente critica alla meccanica quantistica: consideriamo due particelle, A e B, che interagiscono con un'energia totale pari a 10. Poi le due particelle si distaccano, allontanandosi per anni ed anni luce l'una dall'altra. Un osservatore misura l'energia

più critica, Erwin Schrodinger «è di una importanza sinistra». Certo l'extrapolazione sociologica è un passaggio arduo. Ma resta il fatto che l'attività, la dinamica degli elettroni non seguono (non possono seguire) percorsi precisi. E' come se fossero diffuse nello spazio. Delocalizzate. Di qui, legittime, le domande. Esiste una realtà oggettiva? L'incertezza è intrinseca alla natura? Le teorie quantistiche descrivono davvero la realtà o sono incomplete?

Una scuola di pensiero prevale su tutte. Quella che fa capo al danese Niels Bohr. Nell'interpretazione di Copenhagen non vi sono passi ultrarapidi da fare. Le teorie quantistiche, che hanno avuto un ottimo successo sperimentale, sono ormai definitive: «La fisica ha raggiunto la fine del suo cammino». L'incertezza è intrinseca alla natura. Anzi: «il concetto di realtà oggettiva è evaporato», proclama Heisenberg. E' l'osservatore che definisce le caratteristiche dell'oggetto osservato. «L'interpretazione di Copenhagen» prevale. Ma ha fieri oppositori: Schrodinger, De Broglie, Bohm, E soprattutto Albert Einstein. Il più grande fisico del secolo. Deciso a dimostrare che al di là della meccanica dei quanti c'è un gioco più profondo che ancora non comprendiamo. Un gioco certo. Deterministico. «Tu ritieni che Dio giochi a dadi col mondo?», scrive in una celebre lettera a Max Born «io credo invece che tutto obbedisca ad una legge, in un mondo di realtà obiettive. Un giorno si saprà quale di questi due atteggiamenti istintivi sarà stato quello giusto». Quel giorno non è ancora venuto. La critica di Einstein alla interpretazione di Copenhagen è totale: «Mi risulta difficile pensa-

re che la Luna esiste solo quando la guardo». La realtà deve essere oggettiva. «Mi sembra inevitabile che quei fisici che considerano concettualmente definitivo il metodo descritto dalla meccanica quantistica debbano... rinunciare... all'esistenza contemporanea di una realtà fisica in differenti regioni dello spazio». E ciò gli appare intollerabile. L'avversione di Einstein per l'indeterminismo e per «eva-

re che la Luna esiste solo quando la guardo». La realtà deve essere oggettiva. «Mi sembra inevitabile che quei fisici che considerano concettualmente definitivo il metodo descritto dalla meccanica quantistica debbano... rinunciare... all'esistenza contemporanea di una realtà fisica in differenti regioni dello spazio». E ciò gli appare intollerabile. L'avversione di Einstein per l'indeterminismo e per «eva-

TRIESTE John Bell, fisico teorico, irlandese di Belfast, è morto domenica 30 settembre a Ginevra, dove lavorava presso il Cern. Aveva appena 62 anni. Era riuscito col suo teorema della disuguaglianza, elaborato in prima stesura nel 1965, a rinnovare la polemica tra titani che aveva caratterizzato la nascita e l'adolescenza della scienza nuova, quella fisica quantistica capace finalmente di descrivere la (sorprendente) natura che si nasconde a livello degli atomi. Bell fornisce «la prova del tutto generale della incompatibilità della meccanica quantistica con qualsiasi concezione locale e deterministica della realtà», ricorda Gian Carlo Ghirardi, suo collega, amico ed ammiratore.

Ha ragione il fisico Paul Davies. Se Alice decidesse di passare un po' del suo tempo nel mondo dei quanti invece che nel paese delle meraviglie forse si stupirebbe di più. E certo non si divertirebbe di meno. Perché solo nel mondo quantistico, nel regno dell'incertezza, Dio si concede lunghe partite a dadi, i gatti vivono tutte assieme le loro sette vite, chiunque può chiedere energia in prestito ottenendola gratis e senza impegno (a patto di restituirla in tempi brevi). Mentre persino gli elettroni danno spettacolo. Nessuno meglio di loro riesce a mettere in scena fantastici giochi di prestigio. Come voce, infatti, che gli elettroni siano telepatici. «Come ha previsto John Bell e sperimentato Alain Aspect», assicura Ghirardi, che ha illustrato ad un pubblico interdisciplinare gli «strumenti concettuali» offerti dalla meccanica quantistica «per comprendere la natura» al recente convegno organizzato dalla Facoltà di Scienze dell'università di Trieste.

Nei primi decenni del secolo la meccanica quantistica non aveva ancora definito il suo corpus teorico che la polemica, peraltro non ancora risolta, era già scoppiata. Coinvolgendo tutti i suoi grandi padri fondatori. La polemica riguarda problemi di fondo. Filosofici oltre che fisici. E quindi in grado di scatenare passioni. Le matite dei fisici quantistici cominciano a disegnare oggetti dalle «proprietà incompatibili». Incerti. Sfumati. Strani. Una nuova realtà fisica sembra emergere. Il problema non è solo «che noi non siamo capaci di determinare posizione e velocità dell'elettrone nello stesso momento», come vuole il principio di indeterminazione di Heisenberg «Ma che l'elettrone non possiede i due attributi contemporaneamente». E' semplicemente privo di senso attribuire al medesimo istante posizione e velocità ad un elettrone. (Paul Davies, Le forze della natura, Boringhieri). Una realtà ambigua. Per noi incomprensibile. Ma non c'è solo questo. La meccanica quantistica mette in crisi anche il concetto di realtà locale. Non esiste un oggetto quantistico isolato con proprietà definite. Esistono solo sistemi quantistici dove i singoli oggetti hanno perduto completamente la loro individualità. Solo il sistema può possedere una proprietà. «Questa caratteristica della meccanica quantistica» commenta uno dei suoi padri

Una nuova specie di formiche scoperta nella sede del Wwf

Hanno scelto proprio il posto giusto. Se c'è un habitat a prova di sicurezza per una specie vivente, quello è certo un ufficio del Wwf (World Wildlife Fund), la grande organizzazione dedicata alla protezione di piante e animali in tutto il mondo: se poi l'habitat prescelto è addirittura la sede centrale del Wwf le garanzie sono massime ed è appunto lì che, caso o no che sia, una nuova specie di formiche ha posto il insediamento. A notare le inaspettate ospiti è stata Kathryn Fuller, presidente del Wwf, quando, l'anno scorso, osservò gli insetti mentre correvano da un punto all'altro della sua scrivania. Da buon presidente, la signora Fuller non solo assicurò adeguata protezione alle formiche, ma chiese al professor Wilson, zoologo ad Harvard, di analizzarle. Lo studioso identificò subito gli insetti come appartenenti al gruppo neotropicale

**Pheidole**, rintracciando la sede della colonia nelle radici di una pianta. Poi constatò che era una specie del tutto nuova. Mai osservata prima. Intanto la Fuller le cura servendo loro acqua zuccherata, tonsoli di mela, formaggio e qualche dolcetto. Ma, assicura, sta creando un completo ecosistema tropicale.

Messico: piano antiauto per la città più inquinata del mondo

Il governo messicano ha annunciato che manterrà indefinitamente il programma «oggi non circolare» ed adotterà altre misure per cercare di ridurre l'inquinamento atmosferico della capitale, che ha gli indici più alti del mondo. Queste misure sono però considerate dei palliativi da parte degli ecologisti. Il sindaco della megalopoli messicana, Manuel Camacho Solis, ha annunciato che sono state stanziati 7,3 milioni di pesos (tre miliardi di lire) per un programma che prevede l'espansione della metropolitana, la sostituzione dei vecchi autobus urbani e la realizzazione di strade di scorrimento, ed ha inoltre assicurato il trasferimento delle fabbriche inquinanti. L'inquinamento atmosferico di Città del Messico è provocato da circa 3,5 milioni di veicoli (molti dei quali vetusti), da 35.000 industrie e centri commerciali e dalla carenza di servizi igienici di cui soffrono almeno cinque milioni di abitanti. Ma gli ecologisti sono scettici. Il programma «oggi non circola», in base al quale, a turno, i veicoli dovrebbero restare fermi un giorno alla settimana a seconda dell'ultimo numero della targa, ha solo provocato un aumento senza precedenti nella vendita di veicoli nuovi e la rimessa in circolazione di vecchie carcasse, per cui la situazione non è cambiata e gli indici di inquinamento continuano a superare, spesso, i limiti di guardia.

Tossina botulinica: è velenosa, ma fa bene ai nervi

Ricercatori clinici americani hanno usato con relativo successo la tossina botulinica per attenuare gli effetti debilitanti di disordini neurologici che provocano il tremore dei muscoli del collo e delle mani. Hanno iniettato nei muscoli innervati dalle vie neuronali affette dal disturbo minime dosi di tossina botulinica. I due terzi dei 51 pazienti trattati con questa cura sperimentale hanno registrato «un miglioramento definitivo», spiega il dottor Josef Jankovic, che sta conducendo la ricerca insieme al collega Kenneth Schwartz. La tossina, prodotta da batteri, ha effetti disastrosi perché blocca il messaggio motorio sui neuroni che innervano il muscolo. La tossina che provoca la patologia nota come botulismo. I due clinici hanno scoperto che dosi infinitesime iniettate direttamente nel muscolo disturbato, provocano miglioramenti nella situazione. La tossina botulinica è già stata usata in clinica oculistica per curare lo strabismo e il blefarospasmo. Il dottor Jankovic dice che con questa cura è possibile trattare anche forme di torcicollo spasmodico e distonia spasmodica.

Gomma da masticare sotto accusa in Gran Bretagna

La gomma da masticare è stata messa oggi sotto accusa dalla «Food Commission», un organismo per la tutela dei consumatori britannici. In un rapporto inviato al governo, la commissione sostiene che i pacchetti di gomma dovrebbero portare una scritta di avvertimento simile a quella d'obbligo per le sigarette: «Questo prodotto può essere nocivo alla salute». Nella gomma da masticare - ha dichiarato un portavoce della commissione - vi sono carboidrati minerali, come vaselina o cera di paraffina, che sono stati riconosciuti come tossici e sono vietati in tutti gli altri tipi di alimenti. L'affermazione è stata subito contestata dalla Wrigley, la maggiore produttrice britannica di gomma da masticare. «Il rapporto della commissione - ha detto Philip Hamilton, direttore esecutivo della Wrigley - è sensazionalistico, impreciso e tale da trarre in inganno i consumatori. I nostri prodotti - ha aggiunto - sono assolutamente sicuri e in regola con tutte le norme nazionali e internazionali sugli alimenti».

CRISTIANA PULCINELLI

Rapporto dello Stokholm Institute sul consumo energetico

## «Sopraffatti dall'effetto serra»

MIRELLA ACCONCIAMESSA

ROMA. Grido d'allarme sui rischi legati alle emissioni di gas e all'effetto serra è stato lanciato dallo Stokholm environment institute. Un rapporto, presentato in contemporanea a Londra, Stoccolma, Washington e Roma (il compito è stato affidato nella capitale italiana alla Lega ambiente), prevede che se non verranno adottate adeguate misure di controllo il consumo globale di energia è destinato ad aumentare, di qui al 2020, di una percentuale variabile tra il 55 e il 100 per cento.

Il punto di vista da cui si sono posti i ricercatori svedesi è il limite ecologico, cioè la sopportabilità degli ecosistemi. E fanno un esempio concreto. Basandosi su un'analisi dei mutamenti avvenuti nel passato e delle capacità di adattamento degli ecosistemi terrestri e marini gli scienziati dello Stokholm environment institute (Sei) affermano che se la temperatura dovesse aumentare di oltre 2 gradi centigradi rispetto ai livelli precedenti alla rivoluzione industriale (già oggi

bill che possono portare ad una riduzione delle emissioni di una quota variabile tra un quarto e la metà entro il 2020. Con che cosa sostituire i combustibili fossili? Ci sono innanzitutto, per il rapporto svedese, tutte le forme di energia solare (pannelli, celle fotovoltaiche e per questo ultime c'è la speranza che per il Duemila non solo si sia ridotto il costo, ma che questo sia diventato addirittura competitivo), energia eolica, geotermia, nucleare ed energia idroelettrica. Tuttavia il rapporto fa notare che un incremento di queste due ultime fonti si scontra con una serie di problemi ambientali e socio-politici.

Altra misura indicata dallo Stokholm institute è la riduzione della deforestazione combinata con un programma di rimboschimento su scala regionale che possa ridurre a zero l'incremento del rilascio di anidride carbonica dalla biosfera entro il 2005.

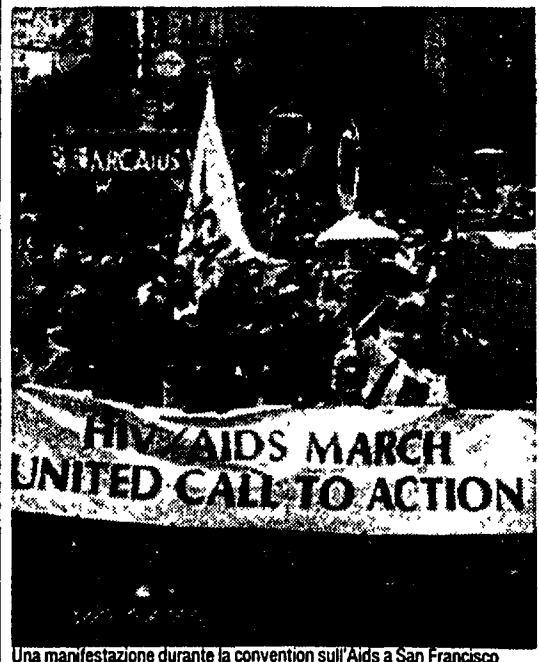
L'utilità del contributo degli scienziati del Sei è stato sottolineato ieri mattina da Renata Ingrao e da Giovanna Melandri. Quest'ultima ha ricordato

che il Rapporto svedese sarà presentato ufficialmente nei prossimi giorni a Ginevra nell'ambito della Convenzione mondiale sul clima. Quale differenza con il documento dell'Ippc delle Nazioni Unite? «Diversamente da quel rapporto - ha dichiarato la Melandri - questo del Sei prevede la definizione di limiti ecologici tollerabili a lungo termine. E un approccio nuovo al problema che la Lega ambiente apprezza: anziché partire dai limiti tecnici ed economici, si affronta finalmente il problema dell'effetto serra a partire dai livelli di tollerabilità degli ecosistemi».

È Renata Ingrao ha concluso annunciando che, nei prossimi giorni, la Lega ambiente consegnerà al governo italiano, alla Cee e all'Onu una petizione che ha raccolto più di 400 mila firme, in cui si fissa l'obiettivo di una riduzione del 20% di qui al Duemila delle emissioni di anidride carbonica. «È la stessa richiesta del Sei, speriamo che la pressione della comunità ambientalista e del movimento ambientalista riescano a smuovere i governi dal loro immobilismo».

Allarme in Gran Bretagna, a rischiare sono ora soprattutto le donne

## Raddoppia l'Aids tra gli eterosessuali



Una manifestazione durante la convention sull'Aids a San Francisco

LONDRA. Allarme in Gran Bretagna. Raddoppiano i casi di Aids tra gli eterosessuali, sia maschi che femmine. La velocità di crescita dei casi in questo gruppo di persone è ora molto più alta di quella di tutti gli altri gruppi tradizionalmente considerati «a rischio» (omosessuali, tossicomani, emofilaci e trasfusi).

Lo ha rivelato l'altro ieri il dipartimento della sanità del governo britannico. A settembre, rivela la fonte governativa, il bilancio annuale dell'Aids vede infatti una crescita del 95% dei casi tra gli eterosessuali rispetto allo stesso periodo del 1989. E soltanto negli ultimi tre mesi, i nuovi casi sono stati 365, con una netta impennata rispetto agli altri nove mesi dell'anno. Il dipartimento della sanità ha anche annunciato che il numero delle persone sieropositive dovrebbe aggirarsi attorno alle 50 mila unità. E per molti di loro non si conosce la fonte dell'infezione. Per la verità, però, i dati del

dipartimento della sanità dimostrano che anche tra i tossicomani la crescita dei casi di Aids è in rapidissima crescita: quasi l'89% in più rispetto all'anno scorso. Molto più lento, ma non per questo meno preoccupante, l'aumento dei casi tra gli omosessuali, 40%.

Intanto, il conto delle persone morte di Aids in Gran Bretagna è salito a 2.040. Sir Donald Acheson, l'ufficiale medico responsabile del servizio sanitario, ha commentato che «è di vitale importanza che le persone eterosessuali adottino una serie di comportamenti di sicurezza. Siamo di fronte ad un velocissimo incremento di un'infezione mortale. Ed è un disastro. Io sarei sorpreso se questo trend non continuasse ancora per un anno o due».

Sir Acheson, inoltre, sostiene che c'è un rapido incremento anche dei casi di gonorrea tra gli eterosessuali, ad indicare una alta percentuale di rapporti con partner diversi. Al contrario, tra i maschi omosessuali i casi di gonorrea sono in netto calo, a dimostrazione che quel gruppo a rischio ha preso estremamente sul serio gli inviti ad utilizzare i preservativi per praticare il sesso sicuro.

Il responsabile del servizio medico si è detto comunque preoccupato per le donne omosessuali che, ha affermato, «corrono un rischio quattro volte maggiore di diventare sieropositive al virus Hiv attraverso un rapporto con un uomo infetto», rispetto agli uomini che, specularmente, hanno rapporti con donne infette. In questi giorni, inoltre, un rapporto dell'Organizzazione mondiale della sanità ha affermato che oltre 10 milioni di bambini potrebbero essere infettati dalle loro madri entro la fine del secolo. Un problema, questo, che sembra guardarsi soprattutto l'Africa sub-sahariana, dove gli andamenti dell'epidemia sono irregolari ma dimostrano, ovunque, una tendenza a non arrestare l'infezione.