

**Cronistoria del cosmo**  
Non è stazionario e la geometria si sta modificando nel tempo

**Teoria della relatività**  
Fu la prima a consentire lo studio di tutte le proprietà dell'infinito

# Un universo che cresce

Una delle più grandi conquiste della fisica contemporanea, ed in particolare della teoria della relatività di Einstein, è la possibilità di studiare le proprietà dell'universo come un tutto intero. Quali sono le proprietà dell'universo? Il problema può essere espresso molto facilmente in una forma generale. Ma non può essere risolto, ovviamente, in tale forma. In linea di principio può essere risolto dalla teoria di Einstein. Noi possiamo fissare arbitrariamente una distribuzione di materia dell'universo e, in accordo con Einstein, trovare come tale distribuzione di materia, e di campi, evolve. Per tanto possiamo scoprire *quasi* cosa dell'universo, come ad esempio le sue caratteristiche di base. In breve, conoscendo la geometria del mondo e sapendo come misurare il tempo nell'universo, noi conosciamo ogni cosa dell'universo. Questo problema generale è il «problema cosmologico». Esso è stato per la prima volta formulato da Einstein, che tuttavia non riuscì ad ottenere un quadro auto-consistente dell'evoluzione dell'universo. Vediamo di seguito perché. Dato che è impossibile persino scrivere tutte le condizioni iniziali di un universo arbitrario, generalmente sono utilizzati modelli ideali, come quello in fisica statistica. Il modello ideale per il nostro universo (per noi) va inteso l'universo osservabile, distinto da altri eventuali universi non osservabili, n.d.l. assume che esso sia omogeneo e isotropo: vale a dire che la distribuzione della materia sia omogenea e le proprietà in ogni direzione siano le medesime. Tale approssimazione trova conferma nelle osservazioni: considerando una distribuzione media di materia in regioni di dimensioni superiori alle distanze intergalattiche, noi osserviamo un universo abbastanza omogeneo in tutte le direzioni. Ciò implica, vale la

pena ripeterlo, che occorre effettuare una media su larga scala. In tal caso esso è omogeneo e isotropo. Questa assunzione fu fatta per la prima volta da Einstein. Egli era tuttavia convinto di ottenere dalle sue equazioni un quadro stazionario e una geometria stazionaria dell'universo. Einstein non poteva attendersi altro perché, se lo si osserva senza strumenti sofisticati, non si notano troppi cambiamenti persino nel corso di una generazione. Ma immediatamente si imbatté in una difficoltà: scopri che non vi erano soluzioni stazionarie alle sue equazioni per una uniforme, omogenea distribuzione di materia. Il problema fu per primo risolto da un fisico russo, Friedmann, e poi sviluppato in Occidente da Robertson e Walker.

Il nostro universo si sta espandendo e tutte le distanze stanno aumentando nel tempo. Un modello ideale lo assume come omogeneo e isotropo. Ciò significa che le proprietà in tutte le direzioni sono le medesime e che la materia è distribuita in modo omogeneo. È questo il primo articolo

di una breve cronistoria del mondo che pubblicheremo su queste pagine, grazie all'aiuto prestato dall'Istituto Italiano per gli Studi Filosofici di Napoli che ci ha fornito il testo. I saggi sono scritti da un grande studioso sovietico, le cui teorie divergono da quelle di altri scienziati.

non solo soluzioni cosmologiche non stazionarie: il risultato ottenuto da Friedmann fu dapprima rigettato e solo più tardi accettato da Einstein. Sotto l'ipotesi dell'idea dell'universo stazionario, il fisico tedesco tentò persino di modificare le sue equazioni pur di giungere ad una soluzione stazionaria.

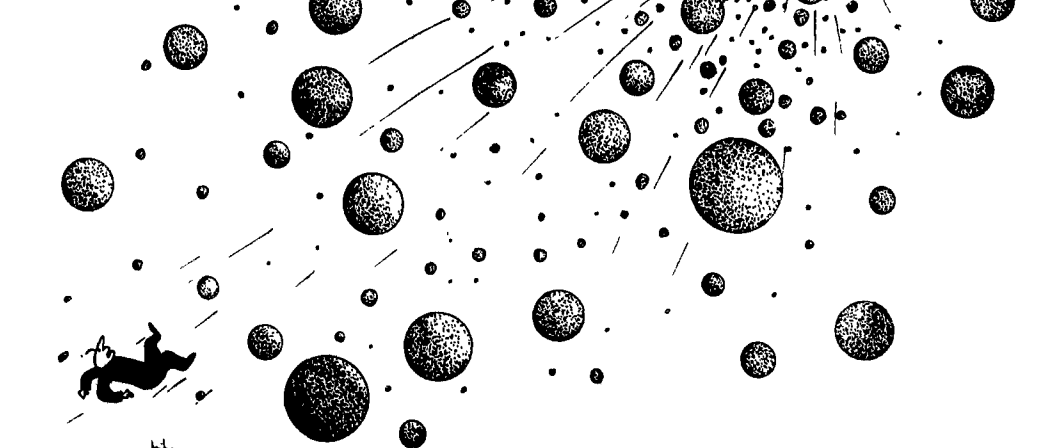
non stazionaria all'equazione di Einstein.

Abbiamo fissato il primo fondamentale risultato: assumendo l'omogenea distribuzione della materia, ne deriva immediatamente che il nostro universo deve essere non stazionario, il che significa che tutta la geometria si sta modificando nel tempo. Le soluzioni di Friedmann contengono sempre un «tasso angolare» e cioè un punto dal quale tutto ha avuto inizio. Infatti tutte le soluzioni alle equazioni prevedono, per un cosmo con raggio di curvatura uguale a zero, che le distanze fra tutte le sue parti siano state pari a zero in un dato momento nel tempo quando, in un singolo punto, è iniziata la sua evoluzione. L'espansione dell'universo a partire da un unico punto è un risultato generale. Nello stato iniziale tutte le distanze fra tutte le sue parti sono state uguali a zero. Poi ha iniziato ad espandersi: ciò significa che le distanze fra tutte le sue parti stanno aumentando, in accordo con una legge dell'energia. La conclusione cui è giunto Friedmann è stata più tardi confermata da osservazioni sperimentali: perciò non vi è alcun dubbio che il nostro universo sia non-stazionario.

La conferma è venuta osservando lo spostamento nel rosso (redshift) della luce proveniente da sorgenti lontane dall'osservatore. È possibile stabilire una relazione diretta tra le distanze stelle-osservatore e lo spostamento nel rosso della luce, per esempio di una riga spettrale dell'idrogeno. La riga si sposta verso la parte rossa dello spettro luminoso. Lo spostamento è proporzionale alla distanza e conferma la soluzione non-stazionaria.

Tutte queste conclusioni mostrano che ogni parte del nostro universo si sta espandendo e che tutte le distanze stanno aumentando nel tempo.

Disegno di Milra Divsali



## Quell'attimo subito dopo il Big Bang

Come è nato l'universo? Come si è evoluto nel tempo? Con il suo modello standard la cosmologia moderna è finalmente in grado di dare risposte esaurienti a queste domande. L'universo all'inizio era racchiuso in un punto ad energia infinita. Il Big Bang, la grande esplosione, diede il via al processo di espansione nelle quattro dimensioni dello spazio-tempo che dura da quindici miliardi di anni. Mediante il modello standard, in accordo con le teorie di Einstein, è possibile andare a ritroso nel tempo spiegando tutti i fenomeni che si sono succeduti nell'evoluzione dell'universo. Fermandosi però a qualche istante dal Big Bang. Ciò che è

accaduto nel primo millesimo di miliardesimo di secondo è ancora sostanzialmente oscuro. Soggetto a mille ipotesi. Nel mese di aprile l'Unità ha pubblicato il testo di un intervento che il fisico teorico americano Peter Gross ha tenuto ad un seminario organizzato dall'Istituto Italiano per gli Studi Filosofici. Gross illustrava la sua «Theory for Everything», la teoria per tutte le cose, la prima in grado di addentrarsi nell'era di Planck, l'era compresa tra il tempo zero e 10<sup>-43</sup> secondi. Un'era in cui le dimensioni dell'universo erano ben dieci e ogni particella era isolata da ogni altra. Ora, continuando questa sorta di cronistoria a puntate

degli istanti iniziali dell'universo raccontata dai grandi fisici teorici del nostro tempo, «l'Unità» propone la «teoria dell'inflazione» secondo il russo Khalatnikov. Una teoria che tenta di spiegare cosa è successo nell'intervallo di tempo immediatamente successivo all'era di Planck, compreso tra 10<sup>-43</sup> e 10<sup>-32</sup> secondi. Khalatnikov è un fisico che appartiene alla famosa scuola di Landau e di Zeldovich. Quest'ultimo, morto nel dicembre 1986, è considerato il padre della bomba atomica sovietica. Ma, benché non tutti in Occidente siano disposti ad ammetterlo, anche uno dei fondatori della moderna cosmologia.

Quella che pubblichiamo è la traduzione dell'inglese, in una versione leggermente modificata per renderla di più facile lettura, della prefazione scritta da Khalatnikov ad un lavoro in collaborazione con Zeldovich e con Belinskij che pubblicherà l'Istituto italiano per gli studi filosofici. Il lavoro si inserisce nel vivo del dibattito ancora aperto nella comunità scientifica sull'evoluzione dell'universo in quella che il Premio Nobel Abdus Salam ha definito la «speculation era». È tenta di spiegare in particolare come l'universo, che alla fine dell'era di Planck era una piccolissima sfera di circa 10<sup>-20</sup> centimetri di diametro sia potuto

diventare, alla fine dell'era dell'inflazione, una sfera di ben un centimetro di diametro. Il modello standard, secondo cui l'universo si espande con velocità decrescente, non riesce a spiegare come in un tempo infinitesimo esso sia potuto crescere di mille miliardi di miliardi di volte. Nasce così la teoria dell'inflazione, che per quel brevissimo lasso di tempo, prevede un'espansione con velocità crescente dell'universo. Anche la teoria dell'inflazione in pochi anni ha subito una notevole evoluzione nel tentativo di delineare un meccanismo plausibile di crescita accelera-

ta. Dal primo modello di universo sottoraffreddato di Guth si è passati al «nuovo modello» del russo Linde e degli americani Steinhardt e Albrecht e infine al modello «quantistico» proposto nel 1983 di nuovo da Linde. Ma è proprio di Zeldovich l'idea del vuoto denso di energia. Energia che, trasformandosi in materia, avrebbe permesso la crescita esponenziale dell'universo nel corso dell'era dell'inflazione. L'ipotesi di Zeldovich supera elegantemente quella delle fluttuazioni quantistiche di Linde e del fisico inglese Hawking. E forse è per questo che Hawking la ignora nel suo recente e bellissimo libro «Dal Big Bang ai buchi neri».

Spiegazione della Redshift. Tutti gli oggetti nel cosmo sono caratterizzati da righe spettrali, dovute all'assorbimento da parte degli elementi chimici di cui ciascun corpo è composto, di onde elettromagnetiche di particolare frequenza. Corpi astronomici in allontanamento dalla terra mostrano, rispetto ad un corpo simile fermo di riferimento, uno spostamento verso lunghezze d'onda maggiori (il rosso nel campo del visibile) delle loro righe spettrali. Corpi che si avvicinano alla terra mostrano invece uno spostamento verso lunghezze d'onda minori (l'azzurro nel visibile) delle loro righe spettrali.

### Scoperto il gene della galattosemia



Un ricercatore del centro medico dell'università californiana di Stanford ha riprodotto per la prima volta in laboratorio il gene che provoca nell'uomo la galattosemia, una grave malattia infantile che comporta l'incapacità di digerire latte. Il ricercatore è riuscito a sostituire in un topo un gene sano con uno umano «difettoso», riproducendo nell'animale la malattia. Secondo gli scienziati, questo risultato è particolarmente importante: dato che la malattia è tipicamente umana non c'era infatti modo di studiare possibili terapie in laboratorio. Il gene responsabile era già stato riprodotto in batteri e lieviti. Ora si è riusciti a isolare anche nel patrimonio genetico umano, inserendolo poi in quello del topo. In America circa un bambino su 50mila è malato di galattosemia. La malattia, causata dall'assenza di un enzima in grado di rendere digeribile il galattosio, un componente del lattosio (il principale zucchero del latte), può causare numerose gravi complicazioni, inclusa la morte. L'unico modo per evitarne le conseguenze è porre il malato quanto prima a dieta povera di lattosio. Questo può tuttavia provocare uno sviluppo insufficiente con ritardi mentali.

### Psoriasi e cancro al cervello

Le persone che si sottopongono a cure per le forme gravi di psoriasi sono cinque volte più soggette degli altri al tumore al cervello. È il risultato di uno studio americano durato 11 anni promosso dall'Istituto nazionale per le malattie della pelle. La psoriasi è una malattia cronica della pelle caratterizzata da arrossamento e desquamazione di cui per ora si ignorano le cause. Robert Stern, il ricercatore che ha condotto lo studio su un campione di 1.300 persone ammalate di psoriasi grave riferisce che tutte erano state sottoposte ad almeno una terapia a base di farmaci e raggi ultravioletti (Uva) e molti avevano anche usato shampoo e costoni a base di catrame. I ricercatori non conoscono le cause di questa più alta incidenza dei tumori al cervello negli ammalati di psoriasi grave. Nelle persone ammalate di psoriasi di lieve o media entità che normalmente non si sottopongono a terapia con ultravioletti non è stato riscontrato lo stesso fenomeno. «Questo - ha detto Stern - ci lascia interdetti perché non crediamo che ci sia una relazione tra tumore al cervello e trattamento Uva». I dermatologi pensano che la più alta incidenza dei tumori possa essere collegata all'uso di prodotti a base di petrolio o catrame o a qualche fattore sconosciuto.

### «Giallo cuore» game per specialisti

Un importante lavoro scientifico è scomparso dagli archivi di una grande azienda. Si scatenò la bagarre tra i medici e i colpevoli di questo clamoroso caso di spionaggio industriale: il detective è un medio cardiologo e le sue armi sono un computer e la sua preparazione professionale. Non è l'ultimo nato tra i videogiochi, un «gioco» serio, destinato a una ben precisa categoria di solutori: i cardiologi. «Giallo cuore», primo nato della nuovissima collana elettronica di «didattica attiva», presentata dalla «Simes servizi cardiologici» a un convegno all'università di Milano, è un rivoluzionario metodo di approccio alla didattica in medicina. È stato concepito per indurre il medico (o lo studente in medicina, o il giovane medico che sta specializzando) a sperimentare la propria preparazione cardiologica, «giocando». Il tipo di approccio è lo schema stimolante del «gioco» e il metodo di risoluzione può variare alla soluzione per gradi, risolvendo via via determinate situazioni patologiche, rispondendo a quesiti, ma sempre seguendo la giusta metodologia. Se le risposte sono errate il gioco si blocca e rimanda il giocatore a «nuovi apprendimenti». Qualunque medico che disponga di un «personal» può averlo, perché la Simes lo distribuisce gratuitamente.

### La diagnosi precoce della malattia del sonno

Due ricercatori dell'Università di Vittoria (Canada occidentale) hanno annunciato di aver messo a punto due analisi del sangue che permettono la diagnosi precoce della malattia del sonno trasmessa dalla mosca tsetse. I due ricercatori, Terry Parson e Margaret Liu, hanno migliorato un'analisi già esistente, ma in grado di rilevare soltanto i tipi di malattia del sonno presenti nell'Africa occidentale. Il nuovo sistema è invece sensibile anche ai tipi di infezione presenti nell'Africa orientale e permette pure di identificare pazienti infetti ma già guariti, evitando cure inutili. L'organizzazione mondiale della sanità ha accettato di appoggiare le ricerche di Parson e Liu, volte ora a trovare il modo di produrre le nuove analisi su larga scala e a basso costo.

### Coronararie, una nuova cura

Una nuova tecnica per rinforzare le pareti debilitate di arterie coronariche lese può evitare a migliaia di persone sofferenti di cuore di essere sottoposte ad delicati, rischiosi e costosi interventi chirurgici per la costruzione di bypass coronarici. I primi sviluppi di questa metodologia consistono nell'inserire, con l'aiuto di un catetere, all'interno del vaso sanguigno indebolito un dispositivo di acciaio inossidabile che si presenta strutturalmente come la maglia di una calza a rete. Spinto dal catetere il congegno viene espanso e fissato, in modo da impedire ad aderire alle pareti arteriose, in modo da impedire il collasso della parete.

NANNI RICCOBONO

## L'inafferrabile sistema immunologico

«Anche per noi è difficile dire che cos'è l'immunologia. Non è come per il cuore, il fegato o il sistema nervoso, dei quali abbiamo un'idea ben localizzata. Il sistema immunitario, invece, è un sistema mobile, che circola nell'organismo». Un'intervista con il professor Lorenzo Bonomo, presidente del «meeting» europeo di immunologia, che si è aperto ieri a Roma. Le promesse dell'immunofarmacologia.

GIANCARLO ANGELONI

ROMA. È la volta dell'immunologia, in questa stagione romana di megacongressi scientifici. Anzi, è la volta del «cosmo immunologico», per usare una bella espressione del presidente del nono «meeting» europeo di immunologia, iniziato ieri, il professor Lorenzo Bonomo, clinico medico all'Università La Sapienza di Roma. Un «meeting», anche questo, contrassegnato, oltre che dai grandi numeri (più di duemila partecipanti), dalla presenza di diverse grandi stelle, qualcuna, si dice, in odore di Nobel, come il cinese Tak Mak, che lavora in Canada. Ma ad essere pur sempre in odore di Nobel è l'immunologia, visitata parecchie volte, in questi ultimi anni, dai cerimonieri di Stoccolma. Scienza di punta, scienza «top», è il luogo delle speranze e delle promesse biomediche; è, proprio perché è «alta», è scienza «difficile» e «astratta», un po' forse come la fisica delle particelle, e non immediatamente percepibile dal pubblico.

Non è così, professor Bonomo? È per questo che lei parla di «cosmo immunologico»? Sì, anche per questo. Il pubblico ha difficoltà a seguire l'immunologia, ma anche per noi è difficile dire che cos'è. Non è come per il cuore, il sistema nervoso o il fegato, dei quali abbiamo una precisa idea, ben localizzata. Dove si trova il sistema immunitario? È un sistema fantasma? No, è un sistema mobile e si basa su due elementi: i linfociti e i macrofagi. I primi svolgono un lavoro più raffinato, gli altri sono invece le cellule della difesa naturale. C'è ancora un altro elemento del sistema immunitario: si tratta degli anticorpi, delle gammaglobuline. Quindi, di un sistema, quello immunologico, che è dappertutto, che circola nell'organismo e è dislocato nelle intinghiandole, nella milza e nel timo. Il timo coordina, regola, infor-

ma tutto il sistema immunologico; poi, rano a mano si atrofizza. Quando i suoi compiti sono compiuti, passa la mano al linfocito. Di difficoltà in difficoltà, c'è anche quella di immunizzare una malattia del sistema immunitario... Sì, anche se con l'Aids quest'idea comincia ad essere accolta. In effetti, un'efficienza del sistema immunitario vuol dire escludere l'insorgenza di certe malattie, come quelle infettive. O meglio, le si contraggono e poi si superano. Invece, un cattivo funzionamento del sistema immunitario, una sua sregolazione, può dar luogo ad allergie, se il sistema è irritabile e reagisce troppo; oppure a malattie autoimmuni, come l'artrite reumatoide o il lupus eritematoso, anch'esse causate da un'esagerata reazione del sistema. Uno scarso funzionamento, un deficit del sistema immunologi-

co porta invece alle malattie infettive. Aids compreso. Dalle malattie al farmaco: che cosa si registra in questo campo? C'è tutta una farmacologia che comincia a crescere, tanto che a giorno dal farmacia ci sarà uno scaffale di immunofarmacologia. Per attivare il sistema immunologico ci sono gli immunomodulatori, ad esempio ormoni chimici, e le gammaglobuline che consentono di controllare alcune manifestazioni legate ad immunodeficienze, acquisite o meno. C'è poi il capitolo delle linfocine o citochine, che sono sostanze naturali, quindi non tossiche per le cellule, provenienti dai T linfociti, come gli interferoni, le interleuchine e il Tni o «tumor necrosis factor». L'interleuchina 2 sembra funzionare in campo tumorale, come pure un interferone, quello alfa, per la terapia della leucemia a cellule capellute. Ci sono infine gli

anticorpi monoclonali, capaci di svolgere due «servizi»: uno di diagnostica immunologica, per rilevare, da un punto di vista quantitativo ma anche funzionale, le famiglie di linfociti; e l'altro come «trasportatore» di fattori terapeutici. Nell'Aids, ad esempio, potremmo pensare di usare gli anticorpi monoclonali a mo' di «proiettili» per portare A2. Dov'è il futuro, per l'immunologia? A mio avviso, proprio nello studio dei recettori. Li potremmo definire dei sensori, composti di più molecole, capaci di avvertire stimoli specifici. Oggi, c'è tutta una patologia dei recettori, conoscendo meglio quelle molecole, saremo molto di più, perché la medicina sta diventando sempre più molecolare. In questo senso, è significativo che proprio alle prime battute del congresso Tak Mak abbia annunciato di aver decifrato la struttura molecolare di quat-

tro diversi tipi di recettori dei T linfociti. Nei percorsi dell'immunologia, come in quelli, naturalmente, del congresso, l'Aids è parola ad alta frequenza. C'è da registrare, anche qui, qualcosa di nuovo? La risposta, questa volta, la dà l'immunologo Ferdinando Aliati, che del congresso è segretario scientifico. «Forse una qualche apertura nella prospettiva del vaccino, perché si è visto che alcuni vaccini, potenziati con sostanze stimolanti, possono dare una risposta cellulare verso le parti costanti del virus, quelle che non si modificano. In terapia, invece, si studiano nuovi protocolli, associando farmaci che hanno meccanismi di azione diversi. In questo modo si riducono i dosaggi, e quindi la tossicità. La combinazione riguarda l'A2, la desossiosina e il Cd4, il recettore del virus che è stato isolato e clonato, e di cui ora si è in grado di produrre grandi quantità».

### Scoperto un gene dell'Aids

Una nuova sostanza potrebbe bloccare l'espandersi del virus

Un gruppo di ricercatori giapponesi e tedesco occidentali avrebbe annunciato la scoperta di una sostanza che impedisce la proliferazione del virus dell'Aids. Il gruppo di scienziati che comprende Yoshiyuki Kuchino, del Centro nazionale giapponese per la ricerca sul cancro, e il professor Vernon Muller, dell'Università di Mainz nella Germania occidentale, hanno anche annunciato di avere scoperto un gene responsabile della proliferazione del virus dell'Aids. Secondo i loro esperimenti, la sostanza, chiamata «Avarol», scoperta sulle

spugne dal professor Muller, si è rivelata efficace per prevenire l'attivazione del gene Tma contaminato dal virus. Gli esperimenti dimostrano che l'Avarol paralizza solamente il virus dell'Aids e non ha effetti secondari, hanno sottolineato gli scienziati. Questa scoperta, che secondo gli scienziati potrebbe portare alla realizzazione di un prodotto anti Aids, sarà presentata ufficialmente alla comunità scientifica martedì prossimo nel corso della riunione annuale dell'associazione giapponese per la lotta contro il cancro che si terrà a Tokio.