

LA LEGGE DI HUBBLE - LEMAÎTRE

di Lorenzo Mazzoni*

Non capita spesso che una legge fisica cambi intestazione. A volte la genesi comporta il contributo di più scienziati, come nel caso della legge di Faraday-Newman sull'induzione elettromagnetica. Ma a posteriori, dopo decenni o secoli, non è mai avvenuto, tranne in un caso, quello dell'espansione dell'Universo.

Recentemente l'International Astronomical Union (IAU), ha rinominato la «legge di Hubble» (quella che afferma che le galassie si allontanano dalla nostra con velocità direttamente proporzionale alla distanza) in «legge di Hubble-Lemaître».

L'articolo riesamina questa vicenda e può costituire anche l'occasione per conoscere il pensiero di uno scienziato poco noto, che viene sempre più rivalutato.

* già docente di Matematica e Fisica nei licei, membro della redazione di EmmeCiquadro

Strano destino, quello dell'astronomo e sacerdote belga Georges Lemaître (1894-1966); considerato solo uno scienziato tra i tanti che si occupavano di quantistica e cosmologia, era stato valorizzato principalmente a livello ecclesiale come membro e poi presidente dell'Accademia Pontificia delle Scienze, mentre non se ne faceva quasi menzione a livello scientifico.

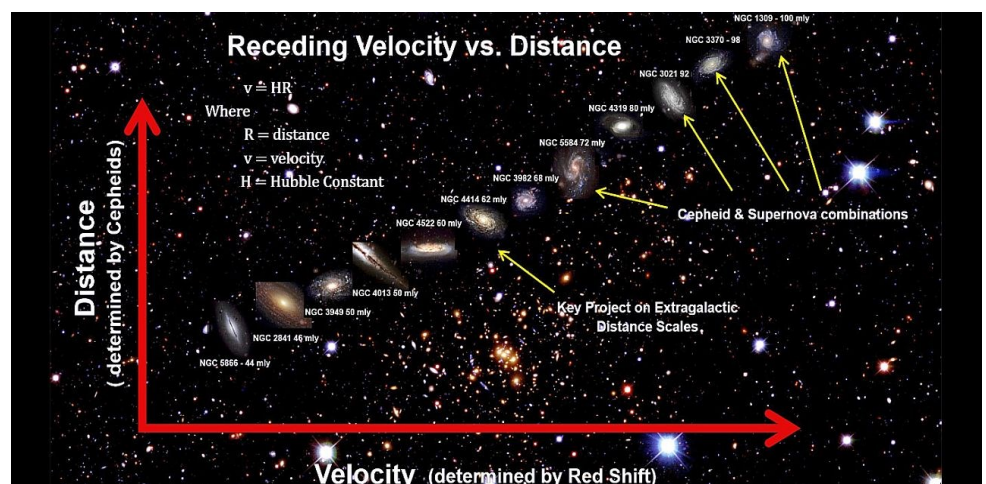
Eppure oggi si assiste a una rivalutazione del suo contributo scientifico, tanto è vero che il suo nome è stato associato a una delle leggi più famose della cosmologia del Novecento, quella che pone la velocità di allontanamento delle galassie direttamente proporzionale alla loro distanza nella teoria dell'espansione dell'Universo e che ha trovato la sua collocazione definitiva nella teoria del Big Bang.

Chi era Georges Lemaître?

Prima di esaminare il suo contributo scientifico, diamo qualche notizia sulla sua biografia [1].

Lemaître nacque a Charleroi in Belgio il 17 luglio 1894.

Dopo la prima guerra mondiale (1914-1918), nella quale partecipò come volontario nella battaglia dell'Yser, si iscrisse al dottorato in matematica e fisica, seguendo nel contempo i corsi per il baccalareato in filosofia tomista all'Istituto Superiore di Filosofia, fondato a Lovanio dal cardinale Desiré Mercier. Nel 1920 conseguì il dottorato e partì alla volta di Cambridge (Inghilterra) per studiare



astronomia, dopo essere stato ordinato sacerdote dal cardinale Mercier il 22 settembre 1923.

Alla fine dello stesso anno, il giovane sacerdote si reca negli Stati Uniti all'Harvard College Observatory, diretto da Harlow Shapley (1885-1972). Riesce a perfezionare e ad approfondire i suoi studi di astronomia, dedicati in questo momento alle stelle variabili, iscrivendosi al tempo stesso al Massachusetts Institute of Technology (M.I.T.) per iniziare un PhD in fisica. Al termine del suo primo soggiorno negli Stati Uniti, Lemaître ha già acquisito una profonda conoscenza della relatività generale e dell'astronomia.

Rientrato in Belgio, nell'ottobre del 1925 è incaricato di tenere alcuni corsi presso la Facoltà di Scienze dell'Università Cattolica di Lovanio. Sino al 1964 vi insegna astronomia, meccanica quantistica, calcolo delle probabilità, storia e metodologia della matematica e teoria della relatività.

Nel 1936 è nominato da Pio XI membro della Pontificia Accademia delle Scienze, da poco ricostituita. Nel 1960, sotto il pontificato di San Giovanni XXIII, succede a Padre Agostino Gemelli (1878-1959) in qualità di presidente dell'Accademia fino alla sua morte, avvenuta nel 1966 a Lovanio.

Da dove nasce la rivalutazione di Lemaître?

Oggi è stato riconosciuto che Lemaître fu il primo a formulare la legge della proporzionalità diretta fra la distanza e la velocità di recessione degli oggetti astronomici (quella che fu poi nota come legge di Hubble). La formulazione di questa legge, apparve in un suo articolo pubblicato nel 1927 in lingua francese, dal titolo *Un Univers homogène de masse constante et de rayon croissant rendant compte de la vitesse radiale des nébuleuses extra-galactiques*, riportato in *Annales de la Société Scientifique de Bruxelles* [2].

Partendo da una soluzione delle equazioni di Einstein corrispondenti a un Universo in espansione, Lemaître dedusse, rigorosamente e per la prima volta, il fatto che la velocità delle galassie lontane (chiamate allora nebulose) è direttamente proporzionale alla loro distanza. In questo articolo fondamentale, si può trovare anche il computo della costante di Hubble (due anni prima della pubblicazione della legge di Hubble!).

Il suo articolo, proprio perché pubblicato in francese e in una rivista poco letta, fu in pratica ignorato.

Inoltre l'idea di Universo in espansione non era ben vista. In realtà qualcuno lesse l'articolo, un certo Albert Einstein (1879 -1955). Camminando lungo i vialetti del Parc Léopold a Bruxelles, nell'ottobre del 1927, vicino all'edificio in cui si teneva il Quinto Congresso Solvay di fisica, Einstein e Lemaître discussero dell'articolo. Einstein non aveva nulla da dire al giovane sacerdote circa la parte matematica dell'articolo, che era tecnicamente perfetta, ma discordava completamente con lui sulla sua interpretazione fisica. Einstein disse molto aspramente: «*dal punto di vista della fisica ciò mi sembra abominevole*». Egli infatti riteneva che l'Universo fosse stabile, né in contrazione, né in espansione.

Nel frattempo Hubble (1889-1953) cominciò a osservare le galassie col nuovo telescopio da 100 pollici di Mount Wilson e nel 1929 pubblicò l'articolo [3] contenente i dati che confermano l'espansione dell'Universo (o recessione delle galassie) e formulò quella che sarà conosciuta come legge di Hubble. La velocità di allontanamento delle galassie è direttamente proporzionale alla loro distanza.

Nel 1930 l'astronomo inglese Sir Arthur Eddington, sollecitò Lemaître a pubblicare il suo articolo in inglese sulla prestigiosa rivista *Monthly Notices*, dove però Lemaître non inserì i suoi dati osservativi. Egli riteneva infatti che i dati sperimentali che comparivano nell'articolo di Hubble fossero più precisi dei suoi, e che quindi i suoi fossero superati: segno questo di una onestà intellettuale, ma anche della modestia, quasi eccessiva, di chi non è alla ricerca di riconoscimenti ufficiali del proprio lavoro.

Proprio per questo, essendo ignoto l'articolo precedente, non gli fu riconosciuta alcuna paternità in quella che passò alla storia come «legge di Hubble».

Nel mese di agosto del 2018, a Vienna, la XXX Assemblea dell'Unione Astronomica Internazionale (International Astronomical Union, IAU) ha reso finalmente giustizia a Lemaître. Ha votato infatti una risoluzione per cambiare il nome alla legge di Hubble in legge di Hubble-Lemaître. Un riconoscimento postumo e doveroso verso uno scienziato di statura universale.



IL TESTO DELLA RISOLUZIONE**La XXX assemblea generale dell'Unione Astronomica Internazionale****considerando**

1. che la scoperta dell'evidente allontanamento delle galassie, a cui si fa usualmente riferimento con la «legge di Hubble» è una delle maggiori pietre miliari dello sviluppo della scienza dell'Astronomia negli ultimi 100 anni e può essere considerata uno dei pilastri fondanti della moderna cosmologia;
2. che l'astronomo belga Georges Lemaître, nel 1927 pubblicò (in francese) l'articolo intitolato *Un Univers homogène de masse constante et de rayon croissant rendant compte de la vitesse radiale des nébuleuses extra-galactiques*. In esso egli per prima cosa riscoprì la soluzione dinamica di Friedman delle equazioni della relatività generale di Einstein che descrive un Universo in espansione. Inoltre trae la conseguenza che gli spettri delle galassie distanti sono spostati verso il rosso (red-shift), di una quantità proporzionale alla loro distanza. Infine usa i dati pubblicati sulle velocità e sulle distanze ricavate fotometricamente per dedurre la velocità di espansione dell'Universo (assumendo la relazione lineare che aveva trovato su basi teoriche);
3. che, al tempo della pubblicazione, la limitata diffusione del Giornale in cui apparì l'articolo di Lemaître e il linguaggio usato resero la sua notevole scoperta decisamente inavvertita dalla comunità degli astronomi;
4. che Georges Lemaître (un membro IAU dal 1925) e l'astronomo americano Edwin Hubble (un membro IAU dal 1922) parteciparono entrambi alla III Assemblea Generale IAU a Leida nel luglio 1928 e si scambiarono punti di vista sull'importanza dei dati sperimentali sul red-shift in rapporto alla distanza delle nebulose extra galattiche ai fini dell'emergente modello evolutivo dell'Universo;
5. che Edwin Hubble, nel 1929 pubblicò l'articolo intitolato *Una relazione fra la distanza e la velocità radiale che riguarda le nebulose extra-galattiche*, nel quale egli propose e ricavò la relazione lineare distanza-velocità per le galassie, successivamente includendo nuovi dati sulla velocità in un articolo scritto nel 1931 con Humason. Poco dopo la pubblicazione dei suoi articoli, l'espansione cosmica divenne universalmente nota come «legge di Hubble»;
6. che, nel 1931, su invito del Giornale delle Notizie Mensili della Società Reale Astronomica, G. Lemaître tradusse in inglese il suo originale articolo del 1927, omettendo deliberatamente la sezione in cui egli dedusse la velocità di espansione perché «*non riteneva opportuno riprodurre la discussione delle velocità radiali che chiaramente non è di interesse attuale, e anche la nota geometrica che potrebbe essere rimpiazzata da una piccola bibliografia dei vecchi e dei nuovi articoli su questo soggetto*»;

desiderando

7. pagare un tributo a entrambi Georges Lemaître e Edwin Hubble per il loro contributo fondamentale allo sviluppo della moderna cosmologia;
8. onorare l'integrità intellettuale di Georges Lemaître che gli fece valutare più il progresso della scienza che la propria visibilità;
9. evidenziare il ruolo delle Assemblee generali della IAU nel promuovere scambi di punti di vista e discussioni internazionali;

decide di

10. dare forma ai futuri discorsi scientifici, a partire dai fatti storici;
11. raccomandare che d'ora in poi l'espansione dell'Universo sia indicata come «legge di Hubble- Lemaître».

Clicca [qui](#) per consultare il testo originale in inglese della risoluzione

Il modello di Universo secondo Lemaître

È interessante ricordare quale modello di Universo Lemaître aveva formulato.

Il suo modello è un Universo sferico, di massa costante e in espansione, la cui variazione del raggio di curvatura rendeva conto della velocità radiale di allontanamento delle galassie lontane. Così, nel 1927, egli mise a punto un modello cosmologico ove il raggio dell'Universo cresce esponenzialmente nel tempo.

In una intervista [4] rilasciata a Radio-Canada il 15 aprile 1966, anno della sua morte affermava:

«È stato dunque necessario riconcettualizzare l'idea di uno spazio di raggio crescente, tenendo conto dello spostamento verso il rosso dello spettro delle nebulose extragalattiche – è il titolo del mio articolo del 1927 – e ciò in conseguenza delle equazioni sulla relatività di Einstein, utilizzando, ben inteso, la costante cosmologica. Non ci si era ancora ben resi conto, a quell'epoca, dell'importanza della possibilità, introdotta da Einstein sulle orme di Riemann, che lo spazio nel quale viviamo sia uno spazio definito ellittico, uno spazio finito e senza limite. È pertanto tale concezione che permette di scartare le difficoltà a prima vista invalidanti, presentate in maniera tanto netta nelle famose antinomie kantiane, che sembrano opporsi *d'amblye* a ogni teoria cosmologica soddisfacente.»

A partire dal 1931, Lemaître, abbandona il suo modello di Universo a raggio esponenzialmente crescente per adottare un modello sferico con tre fasi evolutive caratteristiche, iniziando da una «singolarità iniziale», che coinciderebbe con la disintegrazione di quello che egli chiamava «atomo primitivo». L'evoluzione dell'Universo di Lemaître è regolata dal gioco di due forze antagoniste. L'una è la forza di gravità, che tende ad avvicinare tra loro le masse, e l'altra è una «forza repulsiva» la cui intensità è legata a una «costante cosmologica» (la cosiddetta costante Λ) e che tende a controbilanciare l'effetto della gravità.

La prima fase dell'evoluzione dell'Universo secondo Lemaître è un'espansione decelerata, durante la quale i residui della disintegrazione dell'atomo primitivo riempiono progressivamente l'Universo sotto forma di un gas omogeneo di polveri. Non appena la forza di gravità riesce a controbilanciare la forza centrifuga legata alla costante cosmologica, l'Universo raggiunge uno stato di equilibrio (seconda fase) in cui il suo raggio non varia praticamente più, così come nell'Universo statico di Einstein. Nella terza fase prevale l'effetto della forza centrifuga e l'Universo accelera la sua espansione [6].

Oggi sembra che l'esperienza gli abbia dato una certa ragione. Le osservazioni più recenti sulle *supernovae* lontane mostrano che il valore della costante cosmologica probabilmente non è uguale a zero. L'Universo infatti, da qualche miliardo di anni ha aumentato la sua velocità di espansione, grazie alla presenza di quella che viene chiamata energia oscura, di cui sappiamo ben poco.

È infine da ricordare il modo in cui Lemaître viveva nella propria esperienza personale il rapporto fra fede e scienza. Dai suoi scritti risulta, in generale, una netta distinzione fra teorie scientifiche e verità religiosa, senza porre alcuna contraddizione; ne è testimone il suo intervento presso Papa Pio XII, perché non ponesse in relazione la teoria del Big Bang con il concetto di creazione.

Tuttavia nel periodo finale della sua vita sembra ipotizzare una profonda, anche se nascosta, armonia fra l'evoluzione dell'Universo come descritta dalla scienza e il disegno di Dio sull'Universo e sull'uomo.

Nell'intervista [4] citata così si esprime:

«La fisica non esclude la Provvidenza. Nulla succede senza il Suo ordine o il Suo permesso, anche se la dolcezza di tale azione non ha niente di miracoloso. L'evoluzione, che sia quella dell'Universo o del mondo vivente, si è potuta realizzare anche se lasciata al caso dei salti quantici o delle mutazioni. Ciononostante, tale caso, dal punto di vista



superiore, si è potuto orientare verso uno scopo. Per noi cristiani, esso è stato orientato verso la manifestazione della vita. In ciò che è stato creato era presente della vita, dell'intelligenza e la vita era fatta di luce in seno all'uomo e poi in seno all'umanità tramite l'incarnazione dell'Uomo Dio: la luce vera che ha illuminato le nostre tenebre. Il caso non esclude la Provvidenza. Forse è il caso a fornire i tasti azionati misteriosamente dalla Provvidenza.»

Lorenzo Mazzone

(già docente di Matematica e Fisica nei licei, membro della redazione di Emmecci-quadro)

Note bibliografiche e sitografiche

- [1] Dominique Lambert, [Georges Lemaître](#), DISF (Dizionario Interdisciplinare di Scienza e Fede), 2002.
- [2] *Un univers homogène de masse constante et de rayon croissant, rendant compte de la vitesse radiale des nébuleuses extra-galactiques*, in *Annales de la Société scientifique de Bruxelles* (25.4.1927), série A.
- [3] Edwin Hubble, *A relation between distance and radial velocity among extra-galactic nebulae*, PNAS, 1929.
- [4] *L'Espansione dell'Universo*, (intervista) in *Revue de Questions Scientifiques. Actualité, histoire et philosophie des sciences*, tomo 138 n. 2, 1967.
- [5] *The Beginning of the World from the Point of View of Quantum Theory*, in *Nature* 127 (1931).
- [6] *L'univers en expansion*, in *Annales de la Société des Sciences de Bruxelles*, vol. 53A, 1933.
- [7] *The scientific work of George Lemaître*, in *Commentarii Pontificiae Academiae Scientiarum* 2 (1968).