

# Hubble non ha scoperto l'espansione dell'universo: osservazione *versus* scoperta

Giovanni Macchia<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Università di Urbino Carlo Bo, Urbino, [giovanni.macchia@uniurb.it](mailto:giovanni.macchia@uniurb.it).

*Abstract:* The standard belief is that the expanding universe was discovered by Edwin Hubble in 1929. Important historians of cosmology (H. Kragh, R. Smith, S. Bergia, C. O’Raifeartaigh) have recently underlined that the question is more complicated, and Hubble cannot reasonably be credited with this *discovery*: his measurements only provided the first experimental *evidence* in support of the hypothesis of an expanding universe, as a linear relation between the redshifts and distances of galaxies does not in itself imply an expansion. On the other hand, Hubble never claimed to have discovered it: his general agnostic attitude was that of a cautious empiricist; thus, he did not deny that the universe expands, but neither was he convinced that it does expand. The same happened in early 1965 when Arno Penzias and Robert Wilson measured an isotropic radiation but did *not* discover a fossil radiation from the Big Bang: that observation became an actual discovery only when Robert Dicke provided a valid theoretical context within which a primordial universal radiation acquired meaning. In short, *observation/measurement* and *discovery* should not be confused: the former might imply the latter only when a theoretical background provides valid reasons to explain that observation. My contribution aims to reflect on this subtle difference, in light also of a distinction by Bergia, according to which observations of a cosmological *nature* might assume a cosmological *value* (thus a relevance for the entire universe) only after accepting specific physical clauses, laws, or hypotheses.

*Keywords:* Edwin Hubble, History of Cosmology, Expanding Universe, Scientific Discovery

## 1. Introduzione

La cosiddetta cosmologia moderna nasce nel 1917 con un famoso breve saggio di Albert Einstein nel quale egli applica la sua recentissima Relatività Generale all’universo come un tutto, ottenendo il primo modello relativistico del cosmo. È solo il primo passo teorico dell’evoluzione di una disciplina scientifica, costola della fisica, che in poco più di un secolo, grazie a sempre più precise osservazioni/misurazioni ed elaborati modelli teorici, vedrà rivoluzionare la nostra immagine dell’universo. L’esordio della più dirompente fra queste osservazioni avverrà ufficialmente nel 1929, con un articolo dell’astronomo statunitense Edwin Hubble, grazie al quale gli astronomi cominciarono ad avere la consapevolezza che il cosmo non è statico, come creduto per millenni, ma in espansione.

Gran parte dei libri, specialistici e divulgativi, proclama Hubble come lo scopritore di questo incredibile fenomeno naturale. Ad esempio, Einstein afferma: “dopo la scoperta di Hubble della ‘espansione’ del sistema stellare” (Schilpp, 1958, p. 630). L’astrofisico e divulgatore Gribbin scrive: “La scoperta del secolo, almeno in cosmologia, è stata senza dubbio la scoperta drammatica fatta da Hubble, e confermata dalle equazioni di Einstein, che l’Universo non è eterno, statico e immutabile, ma è in espansione” (Gribbin, 1994, p. 19)<sup>1</sup>. Anche l’astrofisico Lamberti afferma che Hubble: “stava preparando il terreno per quella che sarebbe stata la maggiore delle sue scoperte: l’espansione dell’universo” (Lamberti, 2011, p. 68). E potrei continuare a lungo con citazioni simili.

<sup>1</sup> Le citazioni prese da testi che nella bibliografia non compaiono in italiano sono state da me tradotte.

Negli ultimi anni, però, diversi studi – fra i quali Block (2012), Grøn (2018), Nussbaumer & Bieri (2009), van den Bergh (2011a), Way & Nussbaumer (2011), ma già Peebles (1984) – hanno messo in discussione questo fatto che pareva assodato, sostenendo che la questione della paternità di tale scoperta vada rivista, e che spetti maggiormente al fisico e astronomo belga Georges Lemaître<sup>2</sup>.

Per comprenderne la ragione vediamo brevemente i contributi di questi due grandi scienziati.

## 2. Il contributo di Hubble

Agli inizi del 1929, Hubble pubblicò uno storico articolo (1929a) in cui ricavava empiricamente una relazione approssimativamente lineare, che diverrà nota come legge di Hubble, in base alla quale  $v = H_0 D$ , cioè la velocità di recessione  $v$  (misurata tramite il redshift)<sup>3</sup> delle nebulose extragalattiche è proporzionale (secondo un parametro, la costante di Hubble  $H_0$ , che rappresenta il tasso attuale di crescita dell'espansione) alla loro distanza  $D$  dall'osservatore. In breve: maggiore è la distanza della nebulosa (oggi diciamo galassia) che osserviamo, più veloce il suo allontanamento da noi. Ovviamente questa legge vale anche per la distanza reciproca di due galassie qualsiasi, a prescindere dal nostro ruolo di osservatori, che può essere pensato occorrere su una qualsiasi altra galassia.

Tale articolo mostrava una tendenza moderata all'allontanamento, ma nel 1931, in un più lungo articolo (in collaborazione con l'astronomo statunitense Milton Humason), e che includeva più spostamenti verso il rosso rispetto a quello del 1929 (40 nebulose in più, e più distanti, rispetto alle 24 del 1929), veniva confermata e meglio suffragata quella relazione.

Hubble misurava i redshift, ma nei grafici e nella sua legge compaiono delle velocità perché egli intese lo spostamento delle righe spettrali verso il rosso come l'effetto di una “normale” velocità di allontanamento (benché da lui considerata solo apparente), desumibile dall'usuale effetto Doppler (che si ha per il moto di una sorgente *nello* spazio). Concettualmente, però, questo era sbagliato, perché in ambito cosmologico, cioè alle grandi scale, abbiamo a che fare con l'espansione *dello* spazio stesso.

### 2.1. Legge empirica vs legge teorica

Ciò che di fatto trovò Hubble fu una relazione di natura empirica (ottenuta dalla misurazione dei redshift e delle distanze) solo approssimativamente vera (valida solo per  $z \ll 1$ , a piccole distanze  $D$ ), cioè trovò una legge redshift-distanza data da:  $zc = HD$  (con  $c$  la velocità della luce). Infatti, quella impropriamente chiamata legge di Hubble, cioè la summenzionata legge velocità-distanza  $v = HD$ , è di natura teorica e segue automaticamente dall'assunzione che lo spazio in espansione sia uniforme (omogeneo e isotropo) ed è rigorosamente vera (per tutti gli  $z$ , per tutte le distanze) in tutti gli universi uniformi. Il collegamento che connette queste due leggi è la relazione velocità-redshift di Fizeau-Doppler, data da  $v = cz$  (che vale solo per  $z \ll 1$ ).

In breve, il punto importante è che “lo spostamento verso il rosso è un fatto osservabile e la legge a cui obbedisce è una legge empirica; ma l'espansione dell'universo è un'interpretazione teorica di questo fatto e di questa legge” (Merleau-Ponty & Morando, 1976, p. 185). Dunque Hubble scoprì la legge empirica solo approssimativamente vera, non quella teorica, rigorosamente vera ed espressione effettiva e generale dell'espansione cosmica:

<sup>2</sup> In particolare, il 2011 è stato un anno “duro” per Hubble: si veda il [sito web](#) dove sono elencati diversi lavori pro-Lemaître pubblicati in quel periodo.

<sup>3</sup> Il redshift, cioè lo spostamento verso il rosso, solitamente indicato con  $z$ , è l'aumento della lunghezza d'onda  $\lambda$ , ovvero la diminuzione della frequenza e dell'energia, dei fotoni ricevuti della radiazione elettromagnetica di un certo corpo emittente in allontanamento; in formule:  $z = \frac{\lambda_{ric} - \lambda_{em}}{\lambda_{ric}}$  (dove *ric* = ricevuta, *em* = emessa).

Hubble deve quindi essere considerato lo scopritore di questa legge empirica. Ma la legge dell'allontanamento delle galassie non è la stessa dell'universo in espansione, un concetto che Hubble non suggerì nel 1929. Se intendiamo l'espansione dell'universo nel senso relativistico standard, Hubble non può essere considerato il suo scopritore. Sebbene abbiamo visto che egli abbia menzionato 'la possibilità che la relazione velocità-distanza possa rappresentare l'effetto de Sitter', ciò non implica, tuttavia, che abbia interpretato i redshift come causati esclusivamente o anche prevalentemente da un effetto Doppler dovuto alla loro recessione. Dobbiamo sottolineare che in nessun punto del suo articolo del 1929 Hubble conclude che le galassie si allontanano da noi o suggerisce che l'universo si stia espandendo. Parole come 'recessione' ed 'espansione' non compaiono nell'articolo (Kragh & Smith, 2003, p. 153).

A conferma di quanto detto, si consideri che nessuna delle autorità scientifiche (Eddington, de Sitter, Tolman, Milne) negli anni Trenta e Quaranta del XX secolo indicò chiaramente Hubble come lo scopritore dell'universo in espansione, al più della "scoperta" della relazione redshift-distanza (Kragh, 2021, par. 3.4.4). Nel 1929, l'articolo di Hubble ricevette solo una manciata di citazioni e nessuna lo considerò come la prova osservativa dell'espansione. Né lo fece alcun altro scrittore di astronomia degli anni Trenta e Quaranta. Solo negli anni Cinquanta apparvero le prime affermazioni di questo tenore, diventate, negli anni Settanta, il racconto standard nei libri di testo di astronomia e nelle opere divulgative. Del resto, Hubble stesso non credette mai veramente all'espansione.

## 2.2. Lo scetticismo di Hubble

Nel 1929, Hubble era interessato a risolvere soprattutto la questione di quale dei due modelli teorici statici proposti da Einstein e da de Sitter fosse favorito dalle sue osservazioni, e, in particolare, se dagli spettri fosse possibile ricavare redshift paragonabili a quelli previsti dal modello di de Sitter. Insomma, cercava di condurre un test critico in grado di consentirgli di decidere tra i due modelli statici, non cercava modelli in evoluzione e, infatti, chiarì che la legge lineare redshift-distanza era una correlazione puramente empirica. Certo, affermò la legge nella forma di una legge velocità-distanza, interpretando così implicitamente i redshift come un effetto Doppler, ma, come già detto, allo stesso tempo sottolineò che le velocità coinvolte erano "apparenti". Infatti, in un articolo di pochi mesi dopo (luglio del 1929), scrisse: "È difficile credere che le velocità siano reali; che tutta la materia si stia effettivamente disperdendo lontano dalla nostra regione di spazio. È più facile supporre che le onde luminose siano allungate e le linee degli spettri siano spostate verso il rosso, come se gli oggetti si stessero allontanando, per qualche proprietà dello spazio o per forze che agiscono sulla luce durante il suo lungo viaggio verso la Terra" (Hubble, 1929b, p. 96). Per lui erano più probabili altre cause per i redshift.

Stessa cautela nell'articolo con Humason del 1931, il cui ultimo capoverso recita: "Il presente contributo riguarda una correlazione di dati empirici di osservazione. Gli autori sono costretti a descrivere gli 'spostamenti di velocità apparenti' senza avventurarsi nell'interpretazione e nel suo significato cosmologico" (Hubble & Humason, 1931, p. 80). Tra l'altro, Hubble e Humason escogitarono poi un test per scoprire se i redshift fossero dovuti a velocità reali o se invece fossero il segnale di una nuova, sconosciuta legge di natura. Questo test si basava su un programma di conteggio di galassie, interpretato in termini di curvatura dello spazio, che Hubble realizzò dal 1931 al 1934 con un conteggio di 44000 galassie. Dal test sull'espansione che Hubble fece nel 1936, egli "concluse che gli spostamenti verso il rosso probabilmente non erano veri spostamenti di velocità e che bisognava invocare una legge sconosciuta della natura. Aderì rigidamente a questa visione fino alla sua morte nel 1953" (Sandage, 2004, p. 518).

Anche nel 1936, Hubble ribadì: "L'ipotesi che i redshift siano spostamenti di velocità porta quindi a un modello particolare di universo omogeneo in espansione... I necessari aggiustamenti e le compensazioni suggeriscono che il modello possa essere un'interpretazione forzata dei dati. L'ipotesi che i redshift non siano spostamenti di velocità è più economica e meno vulnerabile, fatta eccezione per il fatto che, al

momento, non si conoscono altre spiegazioni soddisfacenti” (Hubble, 1929b, p. 626).

Stesso scetticismo, sempre nel 1936, lo esprime nel suo *The Realm of the Nebulae*: “Si deve sospendere il giudizio fino a quando si chiarirà dalle osservazioni se il redshift rappresenti effettivamente un moto, oppure no. Per il momento, i redshift possono essere espressi in termini di velocità per pura convenienza. Si comportano infatti come spostamenti spettrali dovuti a una velocità... indipendentemente dall’interpretazione che alla fine ne verrà data” (Hubble, 1936a, p. 122-3).

Per Hubble, quindi, l’unico fatto certo era che esisteva una relazione fra redshift e distanza, e quelle “velocità apparenti” lasciavano spazio ad altre interpretazioni dei redshift stessi, a un qualche fenomeno naturale ignoto non ancora identificato<sup>4</sup>. Egli non negava fermamente che l’universo si espandesse, ma, appunto, non era nemmeno convinto che si espandesse. In alcune occasioni si esprime favorevolmente sull’universo in espansione, mentre in altre lo criticò, definendolo un’ipotesi inutile e non dimostrata, come, nuovamente, in un articolo del 1942: “I redshift sono dovuti o alla recessione delle nebulose o a qualche principio finora non riconosciuto che opera nello spazio internebulare. Quest’ultima interpretazione porta alla semplice concezione di un universo omogeneo sensibilmente infinito di cui la regione osservabile è una frazione insignificante... l’evidenza empirica ora disponibile non favorisce l’interpretazione dei redshift come spostamenti di velocità” (Hubble, 1942, p. 214). Insomma, come già anticipava Sandage nella citazione sopra, Hubble rimase dubbioso sull’espansione fino al suo ultimo lavoro, presentato in occasione della *George Darwin Lecture*, tenuta nel maggio del 1953 (4 mesi prima di morire) per la Royal Astronomical Society.

### 2.3. Hubble fra teoria e osservazione

Hubble fu onesto nel non attribuirsi mai la paternità della scoperta dell’espansione, anche perché sostanzialmente non vi credette mai! Meno corretto, però, fu nel non citare alcuni autori di cui si era servito. Block (2012) nota che l’astronomo Vesto Slipher non è menzionato nell’articolo del 1929, eppure la stragrande maggioranza delle velocità radiali usate provengono dal suo lavoro; inoltre, nell’articolo del 1931, Humason e Hubble citano di sfuggita il modello teorico di de Sitter ma non quello di Lemaître; anche nel suo libro del 1936, *The Realm of the Nebulae*, Hubble non menziona i lavori teorici sull’espansione di Friedmann, Lemaître, Robertson, e nemmeno di de Sitter (ma quest’ultimo probabilmente per questioni personali) (Sandage, 2004, p. 504).

Una parziale risposta a queste ultime critiche è forse rintracciabile nella sua propensione a tenere distinte osservazione e teoria, evidente dal suo evitare d’interpretare i risultati sperimentali attraverso la lente di un modello teorico specifico, anche perché sapeva che ulteriori dati presto disponibili avrebbero potuto modificare gli scenari, quindi lavorò indipendentemente da qualsiasi impegno teorico. Sottolineò questo punto in una lettera del 1931 a De Sitter, dove scrisse che lui e Humason usano “il termine velocità ‘apparenti’ per sottolineare le caratteristiche empiriche della correlazione. L’interpretazione, crediamo, dovrebbe essere lasciata a te e ai pochi altri che sono competenti per discutere la questione con autorità” (Sharov & Novikov, 1993, p. 67).

Riguardo alla sua legge affermò: “La legge è empirica e deve rimanere empirica finché non viene spiegata da una teoria accettata” (Hubble, 1936a, p. 4); eppure, ben sapeva che i due approcci sono legati nel profondo: “Osservazione e teoria sono intrecciate insieme, ed è inutile tentare di separarle completamente. Le osservazioni coinvolgono sempre la teoria” (Sharov & Novikov, 1993, p. 35).

<sup>4</sup> Per una panoramica sulle cosmologie alternative di quegli anni che negavano l’espansione, si veda Kragh, 2007, par. 3-4.

### 3. Il contributo di Lemaître

Lemaître dimostrò che esiste un modello d'universo che si espande dallo stato statico di Einstein, e predisse esplicitamente l'espansione come l'effetto relativistico della dilatazione spaziale, sostenendo, sulla base di dati astronomici, che quel modello probabilmente rifletteva l'universo reale. Nel suo articolo del 1927, dal titolo esplicito: *Un universo omogeneo di massa costante e raggio crescente*, derivò la legge velocità-distanza  $v = HD$  all'interno di un modello soluzione delle equazioni della Relatività Generale. Combinando i redshift tabulati da Strömberg nel 1925 (di 42 nebulose extragalattiche) e le magnitudini apparenti misurate da Hubble nel 1926 convertite in distanze, calcolò due valori per la (futura) "costante di Hubble":  $H = 575$  e  $H = 670 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$ .

Lemaître trovò, così, la relazione di Hubble due anni prima dello stesso Hubble, interpretandola alla luce della sua soluzione delle equazioni della Relatività Generale descrivente un universo in espansione. Testò quella relazione con i pochi dati osservativi di velocità e distanze, verificando che era in accordo con essi. Insomma: "Lemaître è stato senza dubbio il primo a collegare la teoria dell'espansione dell'universo con l'osservazione" (O'Raifeartaigh, 2013, p. 54). Del resto, già Peebles nel lontano 1971 diede lo stesso giudizio: "Secondo il criterio usuale per stabilire il merito delle scoperte scientifiche, Lemaître merita di essere chiamato il 'Padre della Cosmologia del Big Bang'" (Peebles, 1971, p. 8). Non a caso, nel 2018, l'Unione Astronomica Internazionale, ha deciso di attribuire anche a lui la paternità della legge di Hubble, chiamandola *legge di Hubble-Lemaître*.

### 4. Scoperta e osservazione

Naturalmente, in gioco per l'attribuzione di questa paternità non c'è solo la priorità "cronologica" della scoperta dell'espansione, ma la ben più sottile questione filosofica di che cosa costituisca compiutamente una scoperta. Vi sono diverse concezioni su questo e sulle caratteristiche che una scoperta debba avere. Per esempio, spesso si pensa che le scoperte si riferiscano a fatti di natura empirica: uno scienziato ha fatto una scoperta se ha scoperto che  $X$  esiste. Spesso si parla di scoperte anche nel senso più ampio di innovazioni scientifiche, senso che comprende scoperte di tipo teorico o concettuale. Secondo Thomas Kuhn, una scoperta è una riorganizzazione concettuale di dati o domini fattuali. Alcuni autori ritengono che la maggior parte delle scoperte non possa essere precisamente localizzata nello spazio e nel tempo: spesso le scoperte non sono eventi singoli, ma processi complessi e disordinati, che si estendono per un periodo di tempo e coinvolgono molti attori. Pertanto, una scoperta non richiede necessariamente uno scopritore o un evento di scoperta (Kragh & Smith, 2003).

Sebbene per Kragh & Smith la distinzione tra scoperte fattuali e teoriche è utile come prima approssimazione, ma è troppo semplicistica per coprire la struttura complessa della maggior parte delle scoperte, in generale mi sembra che si possa parlare di scoperta solo quando l'osservazione/misurazione è accompagnata da una spiegazione teorica. Il semplice osservare difficilmente equivale a scoprire compiutamente: c'è bisogno di una interpretazione pertinente.

Del resto, già "a monte", come Hanson (1958) e altri filosofi hanno da tempo sottolineato, l'osservazione non può essere completamente separata dai punti di vista teorici (si dice che l'osservazione è carica di teoria), dunque la "pura" osservazione di per sé non ha senso. Però la scoperta scientifica consiste anche nell'identificazione/riconoscimento di un certo fenomeno, anche dal punto di vista esplicativo: scoprire  $X$  non significa solo osservare  $X$ , ma anche identificarlo ("riconoscerlo" all'interno di un quadro di conoscenze) come  $X$ . Si pensi, ad esempio, ai seguenti tre casi: i primi astronomi che vedevano macchie sul Sole, pensando però che fossero pianeti transitori, *non* scoprirono le macchie solari; quando nel 1846 l'astronomo inglese James Challis notò una "stella" che poi si rivelò essere Nettuno, *non* scoprì il pianeta; lo stesso accadde all'inizio del 1965 quando Arno Penzias e Robert Wilson misurarono una

radiazione isotropa: *non* scoprirono la radiazione fossile del Big Bang: quell'osservazione divenne una scoperta effettiva solo quando Robert Dicke fornì un valido contesto teorico all'interno del quale quella radiazione acquistò il senso, appunto, di una radiazione universale primordiale.

Nel nostro caso, strettamente parlando, non è corretto dire, secondo O'Raifeartaigh, che "Hubble ha scoperto l'espansione dell'universo": "Tale affermazione confonde l'osservazione con la scoperta, poiché una relazione lineare tra velocità di recessione e distanza per le galassie lontane non suggerisce di per sé un universo in espansione. È molto più corretto affermare che il grafico del 1929 fornì la prima evidenza sperimentale a sostegno dell'ipotesi di un universo in espansione" (O'Raifeartaigh, 2013, p. 53). In effetti, riassume Bergia ribadendo una considerazione qui già esposta, "la realtà della relazione lineare (legge di Hubble) fra redshift e distanza fu accettata rapidamente da molti astronomi, ma questo non implica necessariamente che essa venisse letta come una prova dell'espansione" (Bergia, 1995, p. 87).

Possiamo, quindi, affermare che la relazione empirica di Hubble fu l'espressione della prima evidenza sperimentale, dotata perlomeno di una iniziale sistematicità, a sostegno dell'ipotesi *teorica* di un universo in espansione. Per avere, invece, la scoperta dell'espansione dell'universo fu necessario che il modello teorico di Lemaître e le osservazioni di Hubble e Humason confluissero in una nuova consapevolezza in cui entrambi gli approcci potessero sostenersi e completarsi vicendevolmente.

D'altra parte, per Kragh e Smith sembrano esserci scoperte "di serie A" e "di serie B": nelle seconde, lo scoprire è "solo" inquadrare teoricamente e *prevedere* osservativamente (e dunque, da questo punto di vista, Lemaître da solo scoprì l'espansione), mentre nelle prime, più "forti", vi è anche un'*effettiva* osservazione che giustifica la teoria (quindi Lemaître non scoprì l'espansione: troppo pochi i dati su cui si basò). Nelle loro parole: "Sebbene [Lemaître] avesse previsto esplicitamente l'espansione dell'universo, non riuscì a giustificare la previsione con dati osservativi che supportassero in modo convincente la legge lineare che sospettava. Nella misura in cui Lemaître non stabilì osservativamente che l'universo si sta effettivamente espandendo, non fece una scoperta; ma nella misura in cui ne fornì ragioni sia teoriche che osservative, scoprì l'espansione dell'universo" (Kragh & Smith, 2003, p. 153).

Su questa stessa linea si situa O'Raifeartaigh, quando afferma, riferendosi (impropriamente, per quanto visto prima) alla legge di Hubble, cioè alla legge velocità-distanza e non alla legge empirica redshift-distanza, che

La legge di Hubble è intesa come una relazione empirica tra velocità e distanza per le nebulose. Lemaître non ha fornito alcuna misura della velocità o della distanza, né ha stabilito la linearità della relazione velocità/distanza. Ha invece previsto una relazione lineare tra velocità e distanza dalla teoria e, supponendo che tale relazione esistesse, ha utilizzato i valori medi dei dati osservativi per le nebulose a spirale per stimare un coefficiente di espansione per l'universo... Pertanto, ci sembra che attribuirgli la scoperta di una relazione velocità/distanza per le nebulose confonda la teoria con l'osservazione. (O'Raifeartaigh, 2013, p. 56)

## 5. Osservazioni cosmologiche

In cosmologia, casi come quelli di Hubble e Lemaître, e di Penzias e Wilson, possono essere interpretati alla luce di una sottile distinzione evidenziata da Bergia (1997, p. 171) fra osservazioni di natura cosmologica (ONC), cioè osservazioni astronomiche o astrofisiche che non riguardano oggetti singoli, ma classi universali di oggetti, e *osservazioni con valenza cosmologica* (OVC), cioè osservazioni che potenzialmente permettono, previa accettazione di determinate clausole, leggi e ipotesi fisiche, di trarre conclusioni sulle proprietà dell'universo (visibile e forse, azzardando, come un tutto).

Facciamo degli esempi: l'ONC che il cielo notturno è nero acquisisce una valenza cosmologica, permette cioè di inferire che esso non può essere esistito da sempre, se si assume che l'universo è spazialmente infinito, essenzialmente statico, immutabile nelle sue proprietà medie, e popolato in media

uniformemente di stelle.

L'osservazione/rilevazione di natura cosmologica di una radiazione isotropa come quella misurata da Penzias e Wilson, diventa una OVC quando viene interpretata alla luce di una teoria che la spiega/riconosce.

Le OVC, così, sono osservazioni per certi versi cariche di teoria non solo a monte, come già si diceva, ma anche a valle, nel senso di “caricate di teoria” successivamente, nell'atto interpretativo.

Nel nostro caso, i redshift sono osservazioni/misurazioni di natura cosmologica, in quanto riguardano tutto l'insieme delle galassie visibili, ma solo la loro interpretazione come allontanamento delle galassie è una OVC, in quanto consente di ricavare la proprietà espansiva dell'intero universo. Da questo punto di vista Hubble si fermò alla sola ONC, cioè alla correlazione empirica suddetta.

D'altra parte, la teoria non solo è costitutiva di una scoperta, ma è forse anche, in cosmologia, più affidabile, per certi versi, del mero “fatto osservato”, come ci ricorda Hermann Bondi in un articolo del 1955, ma del tutto valido ancora oggi. Questo perché le teorie cosmologiche, più delle osservazioni, si basano su dirette estensioni di teorie che usiamo e testiamo nella fisica terrestre: “Nel lavoro osservativo lunghe catene di inferenze si basano spesso su dati piuttosto incerti, mentre nelle teorie fisiche dell'astronomia, sebbene vengano utilizzate anche lunghe catene di inferenze, esse si basano generalmente su dati sperimentali molto più affidabili” (Bondi, 1955, p. 158).

## 6. Conclusioni

Cosa sia una scoperta scientifica (problema di filosofia della scienza), e come essa “diventi” tale (problema di sociologia della scienza), sono ovviamente questioni profonde che qui ho appena sfiorato. Che una concomitanza ottimale e proficua di osservazione e teoria siano gli ingredienti principali di una vera scoperta scientifica è quasi banale a dirsi, ma non ad “applicarsi”, perché entrambi questi fattori si compenetrano in dosi e direzioni non prestabilite nel divenire continuo della ricerca. Va da sé che osservazione/misurazione e scoperta non vanno confuse: la prima potrebbe implicare la seconda solo quando uno sfondo teorico sia in grado di fornire valide ragioni per spiegare quell'osservazione, inserendola in un discorso più ampio del suo contesto dato. Riguardo alla nostra vicenda, possiamo riassumere dicendo che alle misure di Hubble, e alla sua scoperta di una “mera” correlazione empirica, serviva un quadro teorico per renderle parte compiuta dell'immagine dell'effettiva scoperta dell'espansione, e quel quadro lo aveva pressoché già delineato, e compreso/accettato, Lemaître, fornendo anche qualche legame con le poche osservazioni disponibili. La semplice morale più generale che si evince è che la cosmologia e la scienza tutta sono imprese collettive, dai contributi innumerevoli, frastagliati e stratificati, per questo ritagliare con il bisturi della ricostruzione storica le paternità delle loro scoperte, sebbene sia affascinante e auspicabile per il sano rispetto dei fatti accaduti ma anche a mo' di riconoscimento delle “fatiche” personali, diventa spesso, a un certo livello d'indagine, se non impossibile perlomeno piuttosto artificiale.

## Bibliografia

- Bergia, S. (1995). *Dal cosmo immutabile all'universo in evoluzione*. Torino: Bollati Boringhieri.
- Bergia, S. (1997). “Problemi fondazionali e metodologici in cosmologia”, in Boniolo, G. (ed.) *Filosofia della fisica*. Milano: Bruno Mondadori, pp. 169-244.
- Block, D.L. (2012). “Georges Lemaître and Stigler's Law of Eponymy”, in Holder, R.D. & Mitton, S. (eds.) *Georges Lemaître: Life, Science and Legacy*. Berlin: Springer, pp. 89-96.
- Bondi, H. (1955). “Fact and Inference in Theory and in Observation”, *Vistas in Astronomy*, 1, pp.155–62.
- Gribbin, J. (1994). *In the beginning: The birth of the living universe*. London: Penguin Books.

- Grøn, Ø. (2018). “The Discovery of the Expansion of the Universe”, *Galaxies*, 6(4), 132.
- Kragh, H. (2007). *Conceptions of Cosmos. From Myths to the Accelerating Universe: A History of Cosmology*. Oxford: Oxford University Press.
- Kragh, H. (2018). “Hubble Law or Hubble-Lemaître Law? The IAU Resolution”. Available at: [arXiv:1809.02557](https://arxiv.org/abs/1809.02557) (Accessed on November 2024).
- Kragh, H. (2021). *Between the Earth and the Heavens: Historical Studies in the Physical Sciences*. New Jersey: World Scientific.
- Kragh, H. & Smith, R.W. (2003). “Who discovered the expanding universe?”, *History of Science*, 41, pp. 141-162.
- Hanson, N.R. (1958). *Patterns of Discovery. An Inquiry into the Conceptual Foundations of Science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hubble, E. (1929a). “A relation between distance and radial velocity among extra-galactic nebulae”, *Proceedings of the National Academy of Science*, 15(3), pp. 168-173.
- Hubble, E. (1929b). “A clue to the structure of the universe”, *Astronomical Society of the Pacific Leaflets*, 1(23), pp. 93–96.
- Hubble, E. (1936a). *The realm of nebulae*. London: Oxford University Press.
- Hubble, E. (1936b). “Effects of Red Shifts on the Distribution of Nebulae”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 22(11), pp. 621-627.
- Hubble, E. (1942). “The problem of the expanding universe”, *Science*, 95(2461), pp. 212–215.
- Hubble, E. & Humason, M.L. (1931). “The velocity-distance relation among extra-galactic nebulae”, *The Astrophysical Journal*, 74, pp. 43–80.
- Lamberti, C. (2011). *Capire l’universo. L’appaionante avventura della cosmologia*. Milano: Springer.
- Lemaître, G. (1927). “Un univers homogène de masse constante et de rayon croissant, rendant compte de la vitesse radiale des nébuleuses extra-galactiques”, *Annales de la Société Scientifique de Bruxelles*, A47, pp. 49–59.
- Merleau-Ponty, J. & Morando, B., (1976). *The Rebirth of Cosmology*. New York: Alfred A. Knopf.
- Nussbaumer, H. & Bieri, L. (2009). *Discovering the Expanding Universe*. Cambridge: Cambridge University Press.
- O’Raifeartaigh, C. (2013). “The Contribution of V.M. Slipher to the Discovery of the Expanding Universe”, in Way, M.J. & Hunter, D. (eds.) *Origins of the Expanding Universe: 1912-1932*. San Francisco: Astronomical Society of the Pacific Conference, pp. 49-61.
- Peebles, P.J.E. (1971). *Physical Cosmology*. Princeton: Princeton University Press.
- Peebles, P.J.E. (1984). “Impact of Lemaître’s ideas on modern cosmology”, in Berger, A. (ed.) *The Big Bang and Georges Lemaître*. Dordrecht: Reidel, pp. 23-30.
- Sandage, A. (2004). *The Mount Wilson Observatory: breaking the Code of Cosmic Evolution*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Schilpp, P.A. (1958). *Albert Einstein, scienziato e filosofo*. Torino: Einaudi.
- Sharov, A.S. & Novikov, I.D. (1993). *Edwin Hubble: The Discoverer of the Big Bang Universe*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Smith, R.W. (1982). *The Expanding Universe. Astronomy’s “Great Debate” 1900-1931*. Cambridge: Cambridge University Press.
- van den Bergh, S. (2011a). “The Curious Case of Lemaitre’s Equation No. 24”, *The Journal of The Royal Astronomical Society of Canada*, 105(4), p. 151.
- van den Bergh, S. (2011b). “Discovery of the expansion of the universe”, *The Journal of The Royal Astronomical Society of Canada*, 105(5), pp. 197-8.
- Way, M. & Nussbaumer, H. (2011). “Lemaître’s Hubble relationship”, *Physics Today*, 64(8), p. 8.