

Tra finito e infinito.

La cognizione astronomica di Giacomo Leopardi

Marco Bersanelli*

ABSTRACT – L’assidua osservazione del cielo stellato segnò profondamente l’animo del giovane Leopardi, contribuendo a sviluppare in lui quella intensa dimensione cosmica che pervade l’intera sua opera poetica e filosofica. Una lettura attenta dei suoi scritti – dalla giovanile *Storia dell’astronomia*, attraverso lo Zibaldone, fino alla *Ginestra* – rivela come il grande poeta recanatese abbia mantenuto, lungo tutto l’arco della sua vita, una lucida consapevolezza dei progressi dell’astronomia del suo tempo. Così, per Leopardi, la sconvolgente vastità dell’universo rivelata dai grandi telescopi di inizio Ottocento diventa da un lato emblema dell’apparente insignificanza dell’uomo di fronte alla natura, dall’altro specchio dell’incommensurabile grandezza del desiderio umano. L’estensione dello spazio fisico, nella sua intuizione, resta comunque *finita*: lo mostrano sia le sue osservazioni critiche sul sistema newtoniano, sia alcune scelte lessicali nel celeberrimo canto *L’infinito*. È infine interessante confrontare l’intuizione leopardiana con la visione dell’universo offerta dalla cosmologia contemporanea, secondo cui la regione di spazio-tempo a noi accessibile è vastissima, in espansione, ma finita. La questione dell’infinità o finitudine dello spazio su scala globale resta invece aperta, benché le misure del parametro di curvatura abbiano ormai raggiunto la precisione dello 0,1%. Lo spazio cosmico rimane – forse definitivamente – sospeso sul confine tra finito e infinito: una soglia tanto cara a Giacomo Leopardi.

*Istituto Lombardo Accademia di Scienze e Lettere (Membro effettivo). Professore ordinario di Fisica e Astrofisica presso l’Università degli Studi di Milano. E-mail: marco.bersanelli@fisica.unimi.it.

Rendiconti 158.1/2025, Issn-e 2384-9150, Doi 10.3280/rndoa2025oa20661

Copyright © FrancoAngeli.

This work is released under Creative Commons Attribution Non-Commercial – No Derivatives License.
For terms and conditions of usage please see: <http://creativecommons.org>.

1. SOTTO IL CIELO DI RECANATI

All'inizio dell'Ottocento la vista della volta celeste dal colle di Recanati doveva apparire assai diversa da come appare oggi. Non perché, nel frattempo, qualcosa di significativo sia cambiato nella posizione o nella luminosità delle stelle – giacché i tempi scala dell'evoluzione stellare e dei moti propri superano immensamente i brevi secoli della storia umana –, ma perché l'inquinamento luminoso ha progressivamente privato la notte della sua naturale oscurità. Duecento anni fa, quando un bimbo recanatese di nome Giacomo dal giardino della casa paterna alzava lo sguardo verso l'alto, migliaia di stelle tempestavano la volta celeste. Da allora la contemplazione di quel cielo sarebbe rimasta per lui un'esperienza intensa e abituale.

Talvolta certe esperienze vissute in tenera età segnano profondamente la vita. Negli anni della sua infanzia il piccolo Giacomo fu testimone di due notevoli eventi astronomici. All'età di sei anni, l'11 febbraio 1804, poté ammirare un'eclissi anulare di Sole, ben visibile da Recanati (Coccolini, 1804). Pochi anni dopo, nel 1811, la grande cometa C/1811-F1 – una delle più spettacolari di cui si abbia memoria¹ – per sei mesi dominò la volta celeste, con un'estensione di 25 gradi e a una declinazione circumpolare che la manteneva visibile nell'arco dell'intera notte. Con ogni probabilità questi fenomeni contribuirono ad alimentare in quel ragazzino, eccezionalmente sensibile, il fascino per l'immensità del cielo.

La formazione del giovane Giacomo fu fortemente improntata alla tradizione classica. L'abate Sebastiano Sanchini, che curava l'istruzione dei figli a casa Leopardi, era un ottimo insegnante di latino e letteratura, ma aveva poco da offrire in matematica e fisica. Eppure, a partire dai dieci anni, quando Giacomo si immerse autonomamente nella vasta biblioteca del padre, oltre ad apprendere per suo conto il greco e l'ebraico, si appassionò con entusiasmo a diverse tematiche scientifiche, soprattutto all'astronomia (Mussardo e Polizzi, 2019). Lo testimoniano le sue *Dissertazioni* giovanili, scritte nel 1811-1812, dove Leopardi tratta la fisica del moto e della gravità, l'idrodinamica, l'elettricità, l'estensione, la luce; e, naturalmente, l'astronomia. Mosso da un urgente bisogno di comprendere tutto ciò che fosse alla sua portata, e sfruttando la sua singolare padronanza delle lingue antiche, si dedicò a ricostruire con impressionante dovizia di dettagli l'intero arco

¹ La grande cometa del 1811 catturò l'attenzione non solo di scienziati e astronomi, ma anche di artisti e scrittori di tutta Europa, tra cui Leo Tolstoy che la menziona nel suo celebre romanzo *Guerra e pace*.

storico dello studio dei cieli. Nel 1813 completò il trattato *Storia della astronomia dalla sua origine sino all'anno MDCCCXI*,² una vasta opera enciclopedica che sembra impossibile sia stata scritta da un ragazzino di quindici anni. L'esordio è un'enfatica dichiarazione d'amore per quella disciplina: «La più sublime, la più nobile tra le Fifiche scienze ella è senza dubbio l'Astronomia. L'uomo s'innalza per mezzo di essa come al di sopra di se medesimo, e giunge a conoscere la causa dei fenomeni più straordinari». E poco più avanti cita il Libro di Giobbe dove «Dio stesso parla di Astronomia».³ Quindi, dalle mitologie dei Caldei fino alle scoperte della sua epoca, ripercorre tre millenni di progressi con oltre 2000 riferimenti bibliografici tratti da 350 volumi. E fra i fenomeni celesti non manca di menzionare i due eventi a cui aveva personalmente assistito:⁴ l'eclissi del 1804 e la cometa del 1811, con la quale si chiude il trattato.

L'interesse per l'astronomia del giovane Leopardi era tutt'altro che un'effimera curiosità, o puro gusto di erudizione. L'abisso del cielo suscitava in lui un senso disarmante di sproporzione e al tempo stesso un fascino irresistibile. Le domande che gli affioravano a riguardo dell'universo fisico avevano, al tempo stesso, un potente risvolto esistenziale. La considerazione degli spazi stellari faceva risuonare in lui un'altra vastità, quella che percepiva al fondo del proprio animo. Fin da ragazzo questi pensieri gli aprivano ferite che non si sarebbero più rimarginate. Tanto che, per il resto della sua vita, gli interlocutori privilegiati delle sue domande più incandescenti sarebbero stati la Luna e le stelle, quelle familiari luci notturne che avevano rapito il suo animo di adolescente:

Vaghe stelle dell'Orsa, io non credea
Tornare ancor per uso a contemplarvi
Sul paterno giardino scintillanti,
E ragionar con voi dalle finestre
Di questo albergo ove abitai fanciullo,

² La *Storia della astronomia dalla sua origine fino all'anno MDCCCXI* di Giacomo Leopardi verrà pubblicata per la prima volta nel 1883. Ne esistono due manoscritti, uno dei quali interamente autografo datato 1813. L'opera fu pubblicata postuma da Cugnoni nel II volume delle *Opere inedite* (Leopardi, 1883).

³ Leopardi cita Giobbe (38, 31-32) in latino: «Numquid coniungere valebis micantes stellas Pleiadas, aut gyrum Arcturi poteris dissipare? Numquid producis Luciferum in tempore suo et Vesperum super filias terrae consurgere facis?».

⁴ Nel menzionare quei due fenomeni Leopardi sottolinea il suo ricordo del timore irrazionale con cui volgo privo di ragione scientifica li aveva accolti.

E delle gioie mie vidi la fine.
Quante immagini un tempo, e quante fole
Creommi nel pensier l'aspetto vostro
E delle luci a voi compagne! allora
Che, tacito, seduto in verde zolla,
Delle sere io solea passar gran parte
Mirando il cielo... (Leopardi, 1829).

Quella Luna e quelle stelle a cui confidava sé stesso, erano le stesse che accendevano la sua passione naturalistica. Come ha scritto Italo Calvino, «quando Leopardi parlava della Luna sapeva esattamente di cosa parlava» (Calvino, 2000). Questa particolare sintesi tra oggetto poetico e scientifico, carica di tensione, si traduce in uno sguardo profondo e insolito che riaffiora di frequente nei versi e negli scritti leopardiani.

La dimensione astronomica di Leopardi non rimase circoscritta alla fase giovanile, ma si mantenne viva nell'intera sua opera poetica e filosofica. Come ha scritto Anna Leopardi, «pur non volendo attribuire alla preparazione scientifica del dotto fanciullo un'importanza che esuli dai giusti confini, riteniamo che essa abbia notevolmente influito sulla sua formazione, lasciando nella giovane mente una significativa impronta che traspare, a ben guardare, nella prosa e nella poesia dell'età matura» (A. Leopardi, 1996, p. 1). È quanto qui tenteremo di esemplificare.

2. LA TERRA CACCIATA DAL CENTRO

Leopardi aderì entusiasticamente al sistema eliocentrico, nonostante questo fosse estraneo all'istruzione ricevuta da Sanchini e decisamente contrario alla visione del padre Monaldo. Già in uno scritto del 1812 il quattordicenne recanatese descrive il sistema Copernicano come «l'unico, che atto sia a spiegare adeguatamente i fenomeni Celesti» (Leopardi, 1996, pp. 53-54). Nella *Storia dell'astronomia* egli esalta gli eroi di quel profondo stravolgimento che, a cavallo del Seicento, aveva demolito l'immagine di un mondo chiuso e geocentrico che aveva retto quasi indisturbata fin dai tempi di Aristotele. Copernico viene celebrato come «quell'ardimentoso prussiano, che [...] spirato da un nobile estro astronomico, dato di piglio alla Terra, cacciolla lungi dal centro dell'Universo, ingiustamente usurpato». Keplero è «un uomo grande, un uomo meraviglioso; e il titolo, brillante di Padre dell'astronomia è appena sufficiente a remunerarlo de' benefizi inestimabili,

che egli ha fatti a questa scienza»; e viene lodato per le sue leggi sul moto dei pianeti, ottenute riempiendo ben «700 pagine di calcoli». Altro grande protagonista è Galileo, colui che «fe' conoscere la verità» grazie all'utilizzo del telescopio; «Galilei era filosofo, era matematico; due prerogative, che lo resero abilissimo a porre i fondamenti della scienza del moto». Di lui Leopardi non ammira solo la genialità scientifica, ma anche il coraggio con cui affermò una verità dirompente e tuttavia irreversibile, facendosi largo in una mentalità ingessata dal pregiudizio. Ma forse, agli occhi di Leopardi, il più grande è «l'immortale Isacco Newton»: ce ne parla come di un «genio, il più sublime che sia giammai comparso sulla terra», e lo definisce «l'uomo grande dalla natura destinato a compir la rivoluzione della Filosofia, e ad innalzar l'umano intelletto ad un grado il più elevato di cognizioni».

È tanto sorprendente la produzione scientifica di quel giovanissimo Leopardi che non avrebbe senso idealizzarla sottacendo qualche limite che pure si riscontra nei suoi scritti. Nella sua infervorata apologia della rivoluzione copernicana, ad esempio, cade in un falso luogo comune tipico del suo tempo, e diffuso ancora oggi, ovvero l'idea che Copernico avesse smantellato gli epicicli introdotti nel sistema geocentrico («fe' man bassa sopra gli epicicli degli antichi»); in realtà Copernico, fedele alla dottrina aristotelica del moto circolare uniforme per i corpi celesti, dovette a sua volta introdurre gli epicicli nel suo sistema, e in numero superiore a quelli di Tolomeo. Affiorano poi, ovviamente, le carenze di Leopardi nelle scienze esatte. Nell'enunciare la terza legge di Keplero, ad esempio, confonde il cubo del semiasse maggiore dell'orbita ellittica con «i cubi delle lor distanze dal centro». Nel descrivere la traiettoria delle comete in base alla gravitazione Newtoniana parla di una «forza di proiezione costante e uniforme», forse alludendo a una mal definita forza centrifuga. E da come presenta l'opera di John Neper si capisce che Leopardi non conosceva i logaritmi, e probabilmente neppure la geometria cartesiana e il calcolo differenziale (Borgato e Pepe, 1998, pp. 31-57).

Tutto ciò non sminuisce affatto il valore della dimensione naturalistica del suo pensiero. Certo, Leopardi non fu mai uno scienziato – né mai volle esserlo, visto che rifiutò una cattedra di Scienze Naturali offertagli dall'Università di Parma.⁵ Ma il peso del suo contributo è su un altro piano. Se è vero che Leopardi non padroneggiava gli strumenti tecnici della fisica del suo tempo, le sue conoscenze unite alla sua straordinaria indipendenza di

⁵ La cattedra gli fu proposta nel 1828 da Giacomo Tommasini, un eminente medico a lui contemporaneo dell'Università di Parma (cfr. Borgato e Pepe, 1998).

pensiero gli consentirono di raggiungere una viva consapevolezza del nuovo assetto cosmico stabilitosi nell'era, e di cogliere in profondità la portata delle ripercussioni che quella nuova cosmologia aveva, e avrebbe avuto, sulla condizione umana. Notevole, ad esempio, è l'accuratezza con cui Leopardi individua l'epicentro della novità epocale introdotta dalla fisica di Newton:

Newton fe' nascere un'astronomia nuova, l'astronomia fisica, la scienza delle cause, dalle quali risultan quegli effetti, che per tanti secoli sono stati l'oggetto delle umane ricerche. [...] L'astronomia era una volta la scienza de' fenomeni lontani: la fisica consisteva nello studio di ciò, che si opera intorno a noi, nella considerazione degli elementi e delle meteore. [...] Per congiungere la natura celeste colla terrestre convenìa mostrare che i loro fenomeni sono identici, operati dalle stesse cause e regolati dalle stesse leggi. Questo è ciò, che noi dobbiamo a Newton (Leopardi, 1883).

La scoperta che esistono leggi fisiche universali elimina la cesura tra cielo e terra che aveva caratterizzato l'antica visione greca del mondo. L'astronomia entra così a far parte della fisica e ogni movimento, celeste o terreno che sia, è all'interno del medesimo ordine naturale. È notevole veder affiorare questo pensiero in un celebre verso di Leopardi, quando ragiona dei:

[...] tanti moti

D'ogni celeste, ogni terrena cosa,

Girando senza posa,

Per tornar sempre là donde son mosse (Leopardi, 1829-1830).

Singolare è anche la lucidità con cui, ancora giovanissimo, Leopardi coglie l'indizio decisivo a favore del sistema Copernicano: «Come può il Sole essere ritenuto nella sua orbita da un corpo, del quale esso è più di 1.000.000 di volte maggiore?» (Leopardi, 1883). Fu proprio questo il dato che aveva portato Aristarco di Samo – ben prima di Copernico – a concepire un mondo eliocentrico: le sue misure, infatti, per quanto di scarsa precisione, avevano mostrato che le dimensioni del Sole sovrastavano di gran lunga quelle della Terra. La stima quantitativa citata da Leopardi non è casuale: al suo tempo, il raggio del Sole era stimato circa cento volte quello terrestre, $R_S \approx 100R_T$; quindi, per il volume si ha $V_S \approx 10^6 V_T$.

Leopardi comprendeva bene, forse meglio di chiunque altro in quel momento, le enormi ricadute esistenziali di quella situazione. Come scriverà nel *Copernico*, gli effetti del sistema eliocentrico

[...] non apparterranno alla fisica solamente: perché esso sconvolgerà i gradi di dignità delle cose, e l'ordine degli enti; scambierà i fini delle creature; e per tanto farà un grandissimo rivolgimento anche nella metafisica, anzi in tutto quello che tocca alla parte speculativa del sapere. E ne risulterà che gli uomini, se pur sapranno o vorranno discorrere sanamente, si troveranno essere tutt'altra roba da quello che sono stati fin qui, o che si hanno immaginato di essere (Leopardi, 1827).

Un carattere di quel nuovo assetto del mondo era la sproporzione tremenda che s'introduceva tra la dimensione umana da quella cosmica. Un dato tanto sconcertante quanto definitivamente stabilito, che Leopardi saprà esprimere con impareggiabile incisività. Nella lirica *La ginestra*, in particolare, ne proporrà un'immagine potente facendo leva anche sulla sua competenza scientifica.

3. SPROPORZIONE E PARADOSSO

Siamo a Napoli, nel 1836. In una serata limpida il poeta ammira dall'alto il mare che si distende fino alla linea dell'orizzonte, appena visibile nell'ultima luce del crepuscolo. Quella vista rende palese quanto sia piccola la nostra dimensione umana in rapporto al mare, e all'intero globo terrestre che lo contiene. Il cielo è ormai scuro e compaiono le prime stelle. Leopardi sa bene che quei punti di luce non sono gemme incastonate in una sfera cristallina che ruota intorno alla Terra, come credevano gli antichi, ma sono corpi colossali simili al nostro Sole, milioni di volte più grandi della Terra, sospesi nelle profondità dello spazio a distanze abissali, in ogni direzione. Così, guardando quella scena scrive:

...E poi che gli occhi a quelle luci appunto,
Ch'a lor sembrano un punto,
E sono immense, in guisa
Che un punto a petto a lor son terra e mare
Veracemente; a cui
L'uomo non pur, ma questo
Globo ove l'uomo è nulla,
Sconosciuto è del tutto;
E quando miro...(Leopardi, 1836).

L'immaginazione del poeta, sostenuta dalla sua solida cognizione astronomica, vede nitidamente quella sproporzione sotto i suoi occhi, drammatica e vertiginosa, e la esprime con un linguaggio a un tempo sublime e preciso. Quel *Veracemente*, scolpito proprio a metà di questa incalzante serie di versi, sottolinea che non si tratta di fantasia, ma di un fatto inesorabile: si sta parlando del modo in cui realmente stanno le cose.

Ma la sequenza di rapporti dimensionali, incastonati gli uni negli altri, non termina qui. Per apprezzare i versi successivi conviene considerare il legame – sia pure indiretto – di Leopardi con un grande astronomo di origine tedesca a lui contemporaneo, William Herschel, ampiamente citato nella *Storia dell'astronomia*. Herschel era emigrato in Inghilterra a 19 anni guadagnandosi da vivere come insegnante di musica, ma la sua grande passione era l'astronomia. La sua abilità di osservatore fu premiata dalla scoperta del pianeta Urano. Leopardi annota: «Nell'anno 1781 ai 17 di Marzo accadde la famosa scoperta del nuovo pianeta fatta a Bath in Inghilterra dall'immortale astronomo Guglielmo Herschel, nato in Annover nel 1738 [...]» (Leopardi, 1883). Grazie a quella scoperta Herschel fu accolto nella prestigiosa Royal Society. Con l'aiuto della sorella Caroline, che lo avrebbe assistito per tutta la vita, divenne il più abile costruttore di telescopi della sua epoca. Di questo Leopardi dà accuratamente conto: «Costruì un telescopio di sette piedi di foco, e di sei pollici di apertura, il quale ingrandisce 650 volte il diametro dell'oggetto, ed un altro formonne, il quale lo ingrandisce 932 volte, ed uno perfino ne inventò che lo aumenta presso a 7000 volte». Il primo strumento, di dimensioni modeste, gli aveva procurato la scoperta di Urano; il terzo, mastodontico, rimase per oltre mezzo secolo il più grande telescopio al mondo; ma fu soprattutto con il secondo (Fig. 1) che Herschel compì le sue più importanti osservazioni (Bersanelli, 2016).

Usando quello strumento Herschel si prefisse lo scopo di ricostruire la distribuzione delle stelle nello spazio profondo. Escogitò un metodo statistico che gli permise di tracciare – sia pure in modo rudimentale – la prima mappa dell'intero “sistema stellare”, cioè della nostra Via Lattea. A conclusione del suo lavoro Herschel stimò che tale sistema doveva contenere

«molti milioni di stelle»⁶ e aveva dimensioni di 850×155 milioni di volte la distanza Terra-Sole.⁷

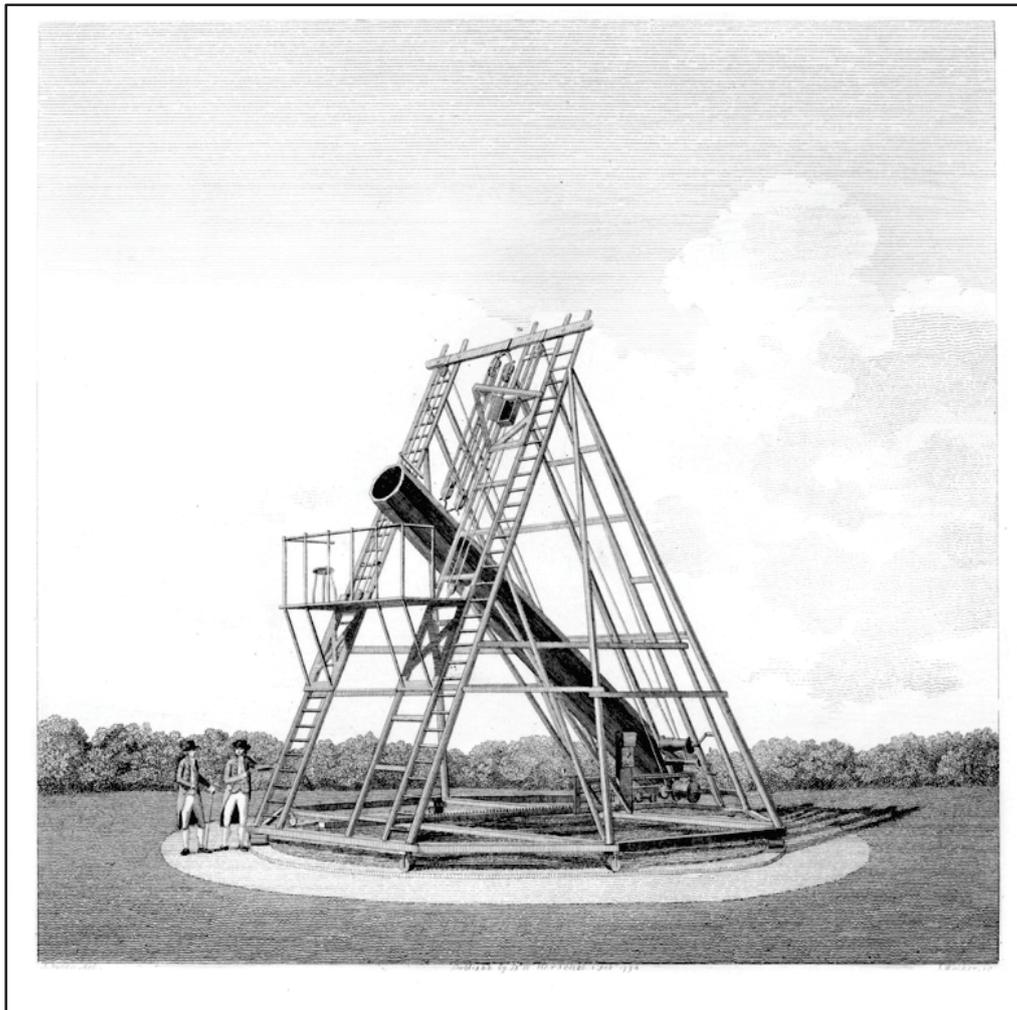


Fig. 1 – Il telescopio di focale: 20 piedi (6 m) e apertura 18 pollici (45 cm), costruito da William Herschel nel 1783, e citato da Leopardi nella sua *Storia dell'astronomia*. Immagine tratta da: https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:William_Herschel%27s_Twenty-Foot_Reflecting_Telescope_HIN430.jpg [consultato il 3 giugno 2025], Public Domain. © Herschel, W., Bunce, J., Walker, J. (1794), *University of Cambridge, Institute of Astronomy Library*.

⁶ Così William Herschel descrive il sistema stellare: «A very extensive, branching, compound Congeries of many millions of stars» (Herschel, 1785, pp. 213-266).

⁷ Nel 1836, quando Leopardi scriveva la *Ginestra*, la distanza Terra-Sole (circa 150 milioni di km) era nota con buona precisione (pochi percento), mentre le distanze stellari erano assai incerte: la prima misura di parallasse trigonometrica (il metodo base per la misura delle distanze stellari) sarebbe stata ottenuta due anni dopo grazie alle misure di Friedrich Bessel della stella 61 Cygni.

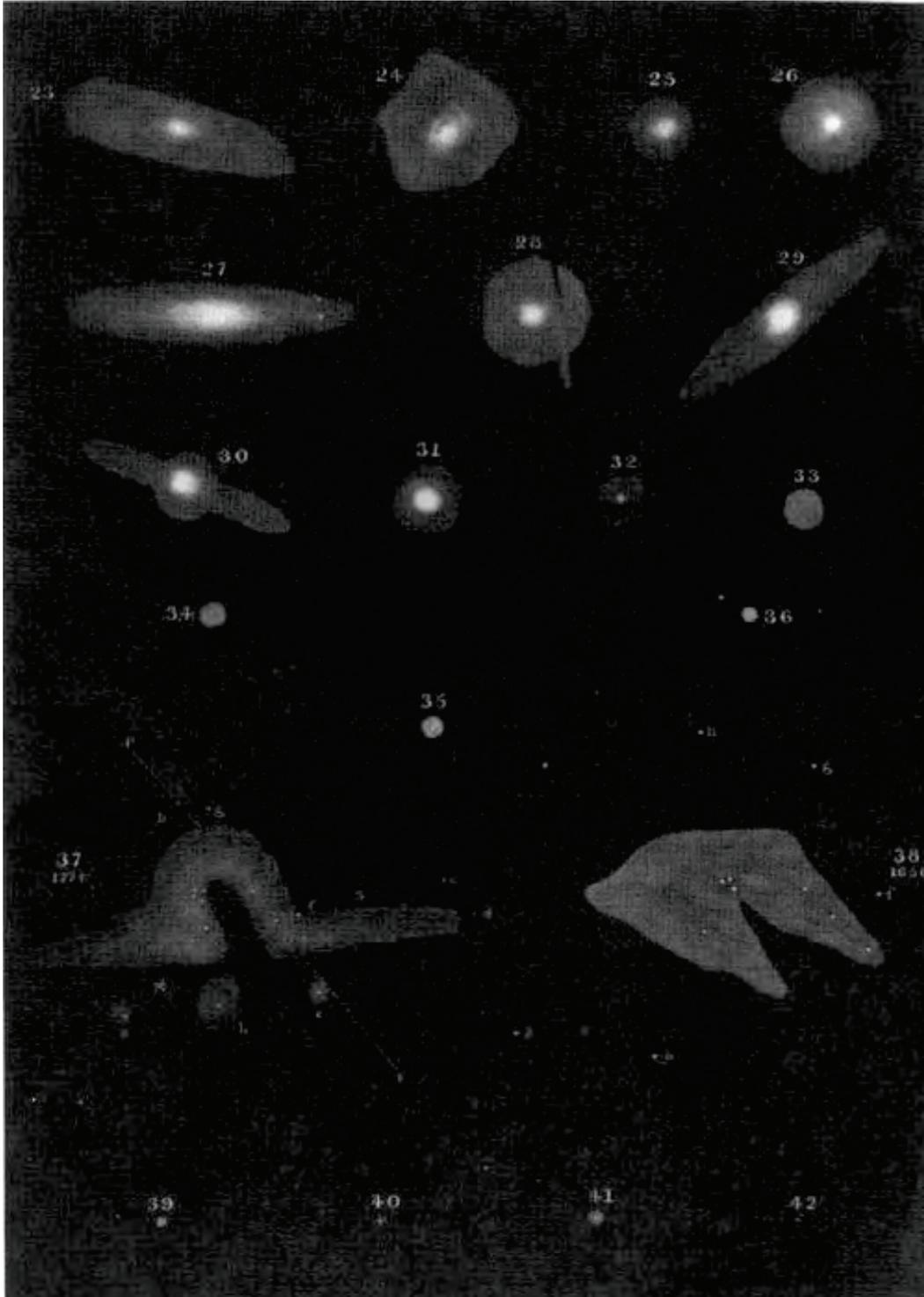


Fig. 2 – Alcune “nebulose” del catalogo di Herschel, da lui disegnate. Immagine tratta da: https://ned.ipac.caltech.edu/level5/Sept02/Saslaw/Saslaw1_3.html [consultato il 3 giugno 2025].

Nel corso di quella eroica ricognizione stellare, completata intorno al 1785, Herschel aveva scoperto una nuova classe di oggetti celesti: si trattava di deboli sorgenti di luce diffusa, quasi fossero costituite da un «fluido luminoso», che l'astronomo battezzò «nebulose» (Fig. 2). Decifrare la natura di quelle sorgenti, alquanto misteriose, divenne il principale interesse di Herschel, e di numerosi altri astronomi dopo di lui. Per oltre vent'anni ininterrottamente egli osservò e catalogò oltre 1500 nebulose. Inizialmente pensò che si trattasse di stelle in formazione nella Via Lattea, ma poi concepì un'altra ipotesi, coraggiosa e forse per lui stesso sconvolgente.⁸ Pensò che se qualcuno avesse osservato l'intero nostro «sistema stellare» da una posizione lontanissima nello spazio, forse gli sarebbe apparso non troppo diverso da una di quelle nebulose: la luce puntiforme delle singole stelle non verrebbe più risolta, lasciando il posto a un chiarore diffuso. Ma allora, se così fosse, ognuna di quelle nebulose potrebbe essere nientemeno che «un altro sistema stellare», analogo alla Via Lattea, a sua volta composto di «molti milioni di stelle». L'universo improvvisamente si proponeva ai suoi occhi come un mondo di una vastità inconcepibile.⁹

Torniamo ai versi leopardiani della *Ginestra*. Dopo averci fatto percepire la piccolezza delle dimensioni umane rispetto a quelle stellari, Leopardi prosegue la sua corsa verso l'infinitamente grande cambiando nuovamente la scala:

...E quando miro
Quegli ancor più senz'alcun fin remoti
Nodi quasi di stelle,
Ch'a noi paion qual nebbia, a cui non l'uomo
E non la terra sol, ma tutte in uno,
Del numero infinite e della mole,
Con l'aureo sole insiem, le nostre stelle
O sono ignote, o così paion come

⁸ Altri autori prima di Herschel avevano avanzato ipotesi analoghe (Thomas Wright, *An Original Theory or New Hypothesis of the Universe*, 1750; Immanuel Kant, *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels*, 1755; Johan H. Lambert, *Kosmologische Briefe über die Einrichtung des Weltbaues*, 1761). Tali ipotesi, tuttavia, erano principalmente di natura filosofica e teologica, mentre Herschel fondava la sua interpretazione su una imponente base di osservazioni astronomiche.

⁹ Herschel oscillò nella sua interpretazione delle nebulose, ma infine si convinse che almeno una parte di esse dovevano essere sistemi stellari esterni. Con le sue parole: «[These nebulae] have either plainly appeared to be nothing but stars, or at least to contain stars, and to show every other indication of consisting of them entirely» (Herschel, 1784, pp. 437-451).

Essi alla terra, un punto
Di luce nebulosa; al pensier mio
Che sembri allora, o prole
Dell'uomo? (Leopardi, 1836).

Come non riconoscere in quei «nodi quasi di stelle, / ch'a noi paion qual nebbia» le nebulose che Herschel aveva osservato e interpretato come sistemi stellari? Dalle loro immense distanze non solo il nostro pianeta, e nemmeno il Sole, ma persino l'intero sistema stellare della Via Lattea – «le nostre stelle» – apparirebbe come «un punto / di luce nebulosa». Ci siamo così spinti fino alla scala extragalattica. Per descrivere la vastità dell'universo Leopardi non si limita a una generica allusione alla sua enormità, ma mette in versi una lucida concatenazione di proporzioni successive, ciascuna considerata con piena consapevolezza scientifica. L'effetto è vertiginoso. È una sintesi stupenda di poesia e competenza astronomica. Il fatto poi che Leopardi nei suoi scritti giovanili non avesse menzionato le nebulose di Herschel, mentre queste trovano chiara traccia nella *Ginestra* (1836), suggerisce che il poeta mantenne viva l'attenzione all'astronomia fino agli ultimi anni della sua vita.

La drammaticità dei versi della *Ginestra* esplose nella domanda finale, dove si concentra lo spaesamento di fronte alla sovrachiantante dimensione dell'universo: «al pensier mio / che sembri allora, o prole / dell'uomo?». L'ampiezza del cosmo sembra condannare l'uomo all'insignificanza. Altrove, tuttavia, lo stesso Leopardi rintraccia proprio nella minuscola creatura umana una possibilità di “altezza”, che pur convive con la sua palese fragilità e marginalità fisica:

Natura umana, or come,
Se frale in tutto e vile,
Se polve ed ombra sei, tant'alto senti? (Leopardi, 1835).

Rispetto al desiderio di infinito che brucia e vive nell'animo umano, persino l'abisso di quegli spazi cosmici, di cui Leopardi aveva lucida consapevolezza, sembra in qualche modo rimpicciolirsi:

[...] il non potere essere soddisfatto da alcuna cosa terrena, né, per dir così, dalla terra intera; considerare l'ampiezza inestimabile dello spazio, il numero e la mole meravigliosa dei mondi, e trovare che tutto è poco e piccino alla capacità dell'animo proprio; immaginarsi il numero dei mondi infinito, e l'universo infinito, e sentire che l'animo e il desiderio nostro sarebbe ancora più grande che sì fatto universo; e sempre accusare le cose d'insufficienza e di nullità, e patire mancamento e voto, e però noia, pare a me il

maggior segno di grandezza e di nobiltà, che si vegga della natura umana (Leopardi, *Pensieri*, LXVIII).

L'effimero essere umano, che nel quadro immenso del cosmo «si confonde quasi col nulla» (Leopardi, *Zibaldone*, 3171, 12 agosto 1823) ha in sé qualcosa – *l'animo e il desiderio nostro* – che lo rende incommensurabile con qualunque quantità fisica, più grande dell'intero universo. Più grande persino di un universo che fosse, eventualmente, *infinito*.

4. IMMENSO O INFINITO?

Lo spazio è finito o infinito? Fin dove s'inoltra la distesa dell'universo? Esiste un limite, una chiusura, oppure la grande stanza cosmica è davvero infinita? Sono domande che invadono l'animo di Leopardi fin dalla sua giovinezza e sulle quali tornerà ripetutamente. Così, seguendo il poeta di Recanati nel suo percorso astronomico, siamo condotti a quella «interrogazione costante sul rapporto tra finitudine e infinito» (Prete, 2017) che risulta centrale tanto nel suo pensiero quanto nella sua poetica.

Ai tempi di Leopardi, l'immagine dell'universo fisico era ormai saldamente fondata sulla concezione newtoniana. Fondamento di tale visione è uno spazio che si estende all'infinito in ogni direzione, e un tempo che scorre ovunque, uniformemente, per l'eternità: «[Space] extends infinitely in all directions [and] is eternal in duration» (Newton, 1667). Nei suoi *Principia*, Newton definisce lo spazio «assoluto, per sua natura senza relazione ad alcunché di esterno, [...] sempre uguale e immobile» (Newton, 1687), e analogamente per il tempo.

Nei suoi scritti Leopardi talvolta allude a una tale immagine di spazio e tempo. Ad esempio, nel *Canto notturno di un pastore errante dell'Asia*, quando evoca il «tacito, infinito andar del tempo», e «l'aria infinita, e quel profondo / infinito seren» (Leopardi, 1831); e ancora nel canto *Al Conte Carlo Pepoli*, quando parla degli «spazi che all'uom negl'infiniti / campi del tutto la natura aperse» (Leopardi, 1826). Del resto, abbiamo visto in quale considerazione Leopardi teneva l'opera e il pensiero di Newton. Nel 1821, nello *Zibaldone*, lo annovera addirittura nella triade dei più grandi spiriti creativi dell'umanità, insieme a Omero e Dante (Leopardi, *Zibaldone*, 2133, 21 novembre 1821).

Qualche anno più tardi, nel 1824, Leopardi torna a lodare Newton, ma questa volta, inaspettatamente, introduce un'osservazione critica sul suo sistema fisico, definendolo:

tutt'altro che certo e perfetto, anzi riconosciuto ben difettoso in molte parti, oltre alla insufficienza generale de' suoi principii per ispiegare veramente a fondo i fenomeni naturali. Nondimeno i fisici e filosofi moderni, anche spento il primo calor della fama e della scuola e partito il Newton, si sono contentati e contentansi di questo sistema, servendosene in quanto ipotesi opportuna e comoda nelle parti e occasioni de' loro studi che hanno bisogno, o alle quali è utile una ipotesi (Leopardi, *Zibaldone*, 4056-57, 4 aprile 1824).

In un altro passaggio Leopardi osserva che il sistema di Newton «non ha potuto mai essere per i veri e profondi filosofi altro che un'ipotesi, e una favola, come Platone chiamava il suo sistema delle idee» (Leopardi, *Zibaldone*, 2709, 21 maggio 1823) e aggiunge che il «sistema positivo» di Newton «già vacilla anche nelle scuole». Colpiscono queste perplessità nei confronti della fisica Newtoniana in un momento in cui questa aveva ricevuto straordinarie conferme ed era considerata il fronte scientifico di gran lunga più avanzato. Quali potevano mai essere, agli occhi di Leopardi, i motivi di una tale presa di distanza?

Una prima ipotesi potrebbe mettere in relazione queste parole di Leopardi con il dibattito, avviato proprio in quegli anni, sulle anomalie riscontrate nell'orbita di Urano. Intorno al 1820, circa quarant'anni dopo la scoperta del “nuovo pianeta” da parte di Herschel, cominciarono a emergere discrepanze tra le posizioni osservate di Urano e quelle previste sulla base della legge di gravitazione universale. Tali discrepanze persistevano anche considerando le perturbazioni dovute a Giove e Saturno, e ciò indusse alcuni a ipotizzare – sebbene cautamente – un possibile difetto della legge newtoniana alle grandi distanze.¹⁰ Si dovrà attendere il 1846 perché la scoperta di un ulteriore pianeta, più esterno, Nettuno, trasformi quelle incertezze in uno dei più clamorosi trionfi della fisica newtoniana. Leopardi, nel 1824, si riferiva forse a queste discrepanze quando definiva «vacillanti e difettose» le leggi di Newton? È altamente improbabile. Le tavole astronomiche di Urano furono pubblicate nel 1821 e, per oltre un decennio, la consapevolezza delle lievi anomalie rimase confinata a una ristretta cerchia di specialisti. Solo dopo il 1835, grazie al lavoro sistematico dell'astronomo francese Alexis Bouvard, le discrepanze vennero riconosciute con chiarezza, escludendo l'ipotesi di semplici errori osservativi. Fu infine tra il 1843 e il 1845 che

¹⁰ Ad esempio, appena un anno prima della scoperta di Nettuno, nel 1845, l'astronomo reale inglese George B. Airy affermava che c'era «una grande probabilità che la legge di gravitazione universale differisse leggermente da quella dell'inverso del quadrato della distanza» (Lettera a Richard Sheepshanks, 17 dicembre 1846, citato in Grosser, 1986, p. 40).

John C. Adams, in Inghilterra, e Urbain Le Verrier, in Francia, compirono i passi decisivi verso la scoperta di Nettuno.

Leopardi, dunque, aveva in mente altro. In effetti, lo stesso Newton aveva riconosciuto due problemi importanti, insiti nella sua legge di gravitazione universale, uno di natura filosofica, l'altro di natura fisica. Il primo riguarda il fatto che la gravitazione newtoniana presuppone una "azione a distanza" della forza, non mediata da alcun agente materiale. Come si comunica la forza attrattiva fra due corpi di una certa massa? "Come fa" l'uno a "sapere" della presenza dell'altro? La legge tace su questo punto, e Newton stesso ne era ben consapevole. In una lettera a Richard Bentley del 1693 scriveva: «che un corpo possa agire su un altro a distanza attraverso il vuoto, senza la mediazione di null'altro [...] è per me una tale assurdità, che io credo che nessun uomo che abbia la facoltà di pensare in materie filosofiche possa mai credere in essa» (Newton, 1693). In un'appendice all'edizione del 1713 dei suoi *Principia*, egli ammette di non avere alcuna ipotesi al riguardo: «Hypotheses non fingo» (Newton, 1726).

Il secondo aspetto riguardava la scala cosmologica. In uno spazio infinito e statico, come quello ipotizzato da Newton, qualunque distribuzione di materia nello spazio avrebbe innescato un collasso gravitazionale su larga scala. Per scongiurare questo scenario, Newton suggerì che l'intero universo fosse popolato da una distribuzione perfettamente uniforme di stelle, all'infinito. Ma neppure questa ipotesi si rivelò risolutiva: anche una minima deviazione dall'uniformità avrebbe condotto al collasso. Il problema rimase irrisolto fino al XX secolo, con l'introduzione della relatività generale che descriveva uno spazio dinamico e un universo in evoluzione.

È possibile che Leopardi fosse a conoscenza di queste difficoltà, e che vi alludesse nei suoi rilievi critici al sistema newtoniano? Non siamo in grado di confermarlo. Una cosa però è certa: Leopardi aveva maturato un'idea ben precisa a riguardo dell'estensione dello spazio fisico, e questa era in netto contrasto con la visione di Newton. Ecco cosa scrive nello *Zibaldone* nel 1827:

Il credere l'universo infinito è un'illusione ottica: almeno tale è il mio parere. Non dico che possa dimostrarsi rigorosamente in metafisica, o che si abbiano prove di fatto, che egli non sia infinito; ma prescindendo dagli argomenti metafisici, io credo che l'analogia materialmente faccia molto verisimile che la infinità dell'universo non sia che illusione naturale della fantasia. Quando io guardo il cielo, mi diceva uno, e penso che al di là di que' corpi ch'io veggio, ve ne sono altri ed altri, il mio pensiero non trova limiti, [...] Ma come si è trovato per esperienza che il globo terracqueo, il qual pare infinito, e certamente per lungo tempo fu tenuto tale, ha pure i suoi limiti, così, secondo ogni analogia, si dee credere che la mole intera dell'universo, l'*assemblage* di tutti i globi, il qual ci

pare infinito per la stessa causa, cioè perché non ne vediamo i confini e perché siamo lontanissimi dal vederli; ma la cui vastità del resto non è assoluta ma relativa; abbia in effetti i suoi termini (Leopardi, *Zibaldone*, 4292, 20 Settembre 1827).

Questa argomentazione si oppone palesemente al presupposto Newtoniano che l'universo sia spazialmente infinito. Non è un dettaglio. Il carattere infinito e assoluto dello spazio – come del tempo – è un fondamento del sistema newtoniano. La convinzione di Leopardi dell'illusorietà di tale presupposto non poteva che insinuare un sospetto sull'intero edificio, comprese le leggi del moto e della gravitazione. Così egli ritiene che quelle leggi siano utili approssimazioni di cui gli studiosi possono servirsi, ma non ci restituiscono un'autentica descrizione del mondo reale.

In linea di principio, Leopardi avrebbe potuto accedere a un altro indizio forte e incompatibile con uno spazio infinito: il cosiddetto *paradosso di Olbers*.¹¹ Se veramente il tempo scorresse eternamente, e lo spazio fosse infinito e uniformemente cosparso di stelle, allora l'intera volta celeste dovrebbe apparire sfolgorante, della stessa luminosità del disco solare, non oscura come invece si presenta. Questa situazione, notata per la prima volta da Keplero, fu discussa occasionalmente da vari astronomi nel corso dei secoli. Tra questi, figura anche Edmond Halley,¹² celebre scienziato inglese che Leopardi conosceva bene e che cita più volte nella sua *Storia dell'astronomia*, definendolo tra l'altro «uno dei più insigni illustratori della Scienza degli astri». Tuttavia, non vi è alcuna evidenza che Leopardi fosse a conoscenza di tale argomentazione.

La convinzione che lo spazio, per quanto vasto, sia finito matura in Leopardi con il passare degli anni. Questa evoluzione è riscontrabile anche nelle diverse stesure della sua poesia più celebre, *L'infinito*.

Tra il primo manoscritto (Recanati, 1819) e la versione definitiva (Napoli, 1835), il poeta introduce alcune significative modifiche. In particolare, nel quarto verso si passa da «sedendo e mirando un infinito spazio» a «sedendo e mirando interminati spazi». Anche il penultimo verso subisce una variazione: inizialmente recita «tra questa immensitate», diventa «tra questa infinità»

¹¹ Questa osservazione è spesso chiamata “paradosso di Olbers”, in attributo all'astronomo tedesco Heinrich W. Olbers (1758-1840), anche se egli non fu che uno dei tanti che considerarono attentamente il problema senza riuscire darne una spiegazione soddisfacente.

¹² Come tentativo di spiegazione del fenomeno, Halley propose che la luce delle stelle più distanti potesse essere assorbita da qualche mezzo interstellare.

nell'edizione fiorentina del 1831, per poi tornare definitivamente a «tra questa immensità» nella versione del 1835.

In definitiva, nelle espressioni che fanno riferimento all'estensione spaziale, i termini che indicano un "infinito" tendono a scomparire, lasciando il posto a parole come "immenso" o "interminato", che evocano una vastità smisurata, senza un confine, ma pur sempre finita. Così il naufragio finale avviene nell'«immensità», non nell'«infinità» del mare cosmico. Ed è interessante notare che nella versione definitiva dell'idillio, la parola "infinito" compare una sola volta, nel decimo verso, come attributo del «silenzio», mai in riferimento allo spazio fisico.

La figurazione di una vastità sconfinata, che tuttavia resta finita, esalta l'esperienza evocata dal poeta assai più potentemente di quanto potrebbe fare un'accezione d'infinito puramente geometrica. La quale peraltro rimane inaccessibile al nostro pensiero.

Così si esprime Leopardi nel 1821, due anni prima delle sue critiche al sistema di Newton: «Non solo la facoltà conoscitiva, o quella di amare, ma neanche l'immaginativa è capace di infinito, o di concepire infinitamente, ma solo dell'indefinito, e di concepire indefinitamente. La qual cosa ci diletta perché l'anima non vedendo i confini, riceve l'impressione di una specie di infinità, e confonde l'indefinito con l'infinito; non però comprende né concepisce effettivamente nessuna infinità» (Leopardi, *Zibaldone*, 472-473, 4 gennaio 1821).

5. DUECENTO ANNI DOPO

E oggi, due secoli dopo, qual è la nostra visione dello spazio cosmico? Abbiamo un universo *immenso* o un universo *infinito*? (Bersanelli, 2011, pp. 193-217).

Anzitutto, l'intuizione di Herschel circa la natura delle nebulose si dimostrò corretta. La cosa fu definitivamente chiarita intorno al 1923, quando Edwin Hubble con il telescopio da 100 pollici di Monte Wilson, in California, equipaggiato con le prime lastre fotografiche fu in grado di misurare la distanza di una manciata di quelle nebulose, e scoprì che si trovano a distanze enormi: milioni di anni luce,¹³ ben oltre i limiti della Via Lattea. Davvero si tratta di altri sistemi stellari: quelle che oggi chiamiamo "galassie". Le stelle in ciascuna di esse (compresa la nostra, Fig. 3) si contano a centinaia di miliardi – ben di più di

¹³ Un *anno luce* è la distanza che la luce percorre in un anno, ed equivale a circa 10^{13} km (diecimila miliardi di km).

quanto Herschel aveva stimato in base alle sue rudimentali osservazioni. E l'universo a noi accessibile contiene centinaia di miliardi di galassie. Le grandi survey su larga scala (quali SDSS, DESI, Vera Rubin Observatory, la missione spaziale Euclid) oggi ci consentono di misurare la distribuzione spaziale, i campi di velocità, e gli effetti gravitazionali di un gran numero di galassie (da decine di milioni a miliardi) e di ricostruire mappe tridimensionali di porzioni di universo.

La luce delle galassie più distanti – come quella in Fig. 4, osservata dal James Webb Space Telescope – ha viaggiato per 13.5 miliardi di anni prima di arrivare a noi. Di conseguenza galassie come questa ci presentano un campione di come era l'universo 13.5 miliardi di anni fa. Più osserviamo lontano nello spazio, infatti, più vediamo la realtà come era indietro nel tempo.

Da cent'anni a questa parte abbiamo poi scoperto qualcosa di straordinario, che né Leopardi né Herschel potevano sospettare: lo spazio cosmico non è statico, ma è in continua espansione. È una scoperta che ha introdotto una novità radicale nella nostra concezione dell'universo. Essa ha segnato il definitivo superamento dell'idea newtoniana di spazio assoluto e la presa di coscienza che abbiamo un universo dinamico, mirabilmente descritto dalla teoria della relatività generale. Noi siamo in grado di misurare il tasso di espansione dell'universo osservando l'allontanamento relativo tra le galassie. Diviene così possibile stimare che in un lontano passato, circa 14 miliardi di anni fa, la distanza tra due punti qualunque dello spazio doveva tendere a zero, e di conseguenza la temperatura e la densità erano molto più elevate che nel momento attuale.

Nel 1965 si ebbe un'altra scoperta epocale. Arno Penzias e Robert Wilson del Bell Telephone Laboratory, alle prese con la calibrazione di un'antenna a microonde progettata per le prime telecomunicazioni satellitari, individuarono un debole segnale proveniente da ogni direzione. Grazie al dialogo con i colleghi della vicina Princeton, si resero conto di aver registrato nientemeno che il residuo luminoso dell'universo primordiale, ancora rovente e informe. Oggi siamo in grado di misurare quell'antichissima traccia fossile con estrema precisione, e di ricostruire così un'immagine accurata dell'universo di quasi 14 miliardi di anni fa (Fig. 5). Per quanto incredibile possa essere, abbiamo fra le mani la fotografia ad alta definizione dell'universo nella sua primissima infanzia, in un'epoca precedente alla formazione delle prime stelle e delle prime galassie.

Le lievi deviazioni dall'uniformità del plasma primordiale, tracciate da fluttuazioni di intensità della luce fossile (le macchie rosse e blu in Fig. 3), rappresentano i “semi gravitazionali” grazie ai quali nei miliardi di anni si avrà la formazione di tutte le strutture cosmiche. Tali fluttuazioni sono prodotte dall'azione combinata della gravità e della resistenza dei fotoni che

interagiscono con le particelle cariche del plasma, e hanno la forma di oscillazioni acustiche. In sostanza, si tratta di vere e proprie onde sonore che vibrano a diverse frequenze nel plasma incandescente: una sorta di “musica primordiale” è all’origine di tutte le strutture dell’universo. È suggestiva qui la consonanza con un frammento leopardiano: «Principio del mondo, ch’io avrei voluto porre in musica. (Perché la poesia non può esprimere queste cose)» (Leopardi, 1819).

La porzione di universo a noi accessibile comprende lo spazio che la luce ha avuto il tempo di attraversare dall’inizio dell’universo ad oggi. Poiché sia l’età dell’universo che la velocità della luce hanno un preciso valore, tale regione dello spazio non si estende all’infinito. In questo senso la cosmologia relativistica asseconda l’intuizione di Leopardi: l’universo osservabile è spazialmente *finito*, anche se i suoi confini non sono rigidamente fissati e mutano nel tempo. La mappa della Fig. 3 rappresenta fisicamente “l’ultimo orizzonte” del nostro universo: nessun segnale luminoso ci può raggiungere da oltre quella barriera infuocata. Ma possiamo dire qualcosa sul carattere finito o infinito dello spazio nel suo insieme? In altre parole, se potessimo osservare – per così dire – lo spazio cosmico dall’esterno, fissando il tempo cosmico alla stessa epoca in ogni suo punto, esso sarebbe uno spazio chiuso o aperto? Va subito chiarito che, secondo la relatività generale, le sezioni spaziali sono comunque illimitate: anche uno spazio finito non avrebbe alcun confine, proprio come la superficie di una sfera pur essendo finita non ha alcun bordo. Per discernere il carattere finito o infinito dello spazio possiamo stimare la sua curvatura, proprio come Eratostene misurò il raggio della Terra stimando la curvatura della superficie terrestre. Nel caso dell’universo la curvatura è legata al parametro di densità totale di energia, Ω_k , il cui valore è misurabile con precisione combinando misure delle fluttuazioni del fondo di microonde (Fig. 5) e della distribuzione delle galassie (Fig. 4). Per come tale parametro è normalizzato, un valore $\Omega_k < 0$ indica che lo spazio è chiuso su sé stesso e finito, mentre $\Omega_k > 0$ indica uno spazio aperto e infinito. Le misure più recenti (Planck Collaboration, 2019) danno un valore $\Omega_k = -0.0007 \pm 0.0019$. In altre parole abbiamo un valore piccolissimo, consistente con il valore limite entro l’incertezza dell’errore. In definitiva, nonostante si sia arrivati alla formidabile precisione dello 0.1%, l’universo ancora non ci concede una risposta a riguardo della sua finitudine o infinità, e la questione potrebbe rivelarsi scientificamente indecidibile. Rimaniamo così sospesi, forse per sempre, sulla soglia tra finito e infinito. Una soglia tanto cara a Giacomo Leopardi.



Fig. 3 – Mappa su tutta la sfera celeste della Via Lattea, che mostra 1.8 degli oltre 200 miliardi di stelle che la compongono. Immagine tratta da: https://cdn.sci.esa.int/documents/33580/35361/1567215029600-ESA_Gaia_DR2_All-Sky_Brightness_Colour_4000x2000_transparent.png/2ef50780-c097-67e7-a190-1b424b2e300d?version=1.0&t=1567215052179 [consultato il 3 giugno 2025]. © ESA/Gaia/DPAC, CC BY-SA 3.0 IGO



Fig. 4 – JADES-GS-z14-0, la galassia mostrata nel riquadro, è la più antica e distante mai osservata. Questa immagine è stata dallo strumento NIRCам a bordo del telescopio spaziale James Webb. Immagine tratta da: <https://webbtelescope.org/contents/media/images/01HZ083EXXCJNE64ERAH2ER2FM> [consultato il 3 giugno 2025 (Public Domain). © NASA, ESA, CSA, STScI, B. Robertson (UC Santa Cruz), B. Johnson (CfA), S. Tacchella (Cambridge), P. Cargile (CfA).

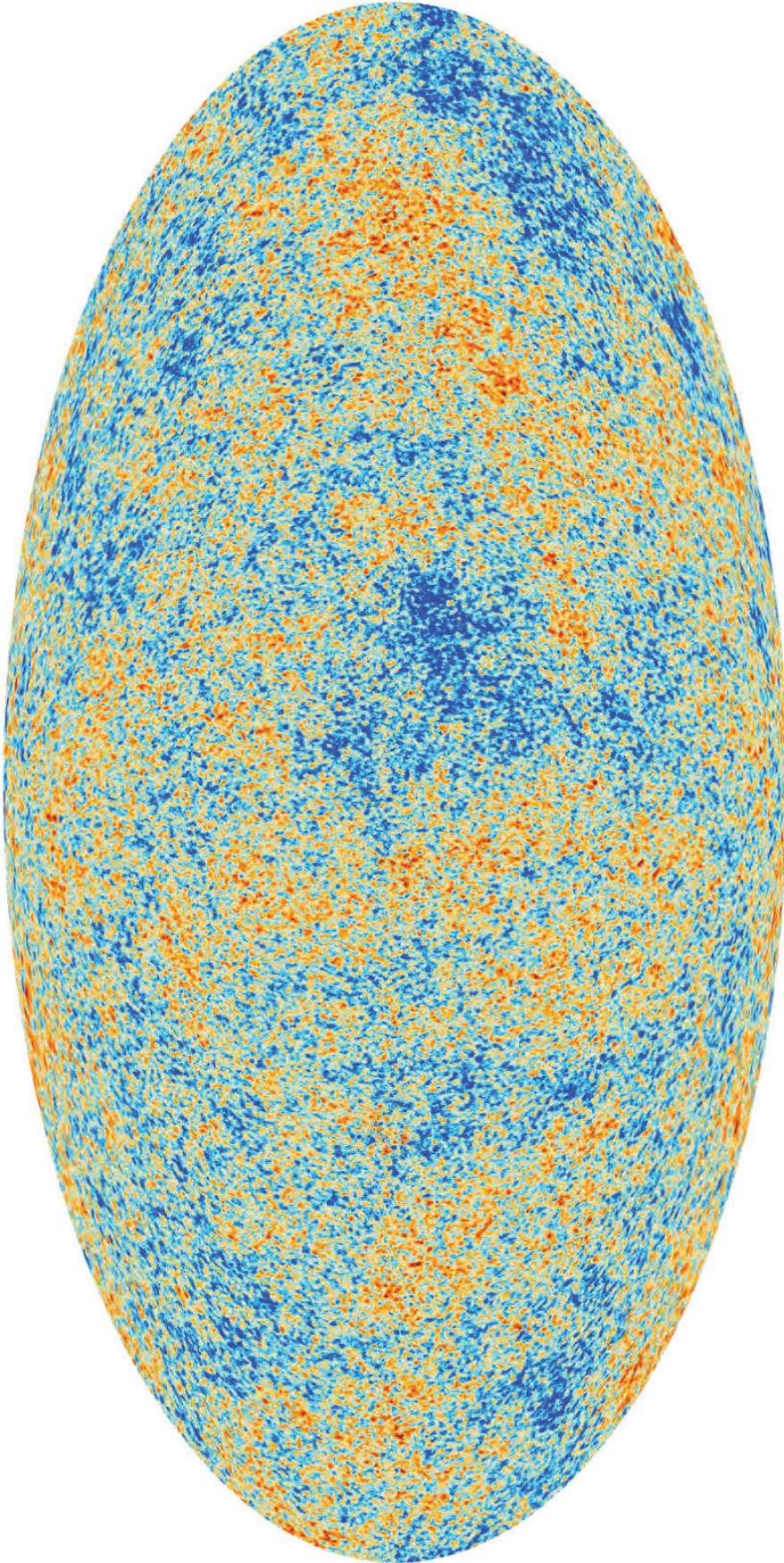


Fig. 5 – Immagine dell'universo primordiale (13.8 miliardi di anni fa) ottenuta con misure del Fondo Cosmico di Microonde dalla missione spaziale Planck dell'ESA. Immagine tratta da: https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2013/03/Planck_CMB [consultato il 3 giugno 2025]. © ESA and the Planck Collaboration.

BIBLIOGRAFIA

- Bersanelli M. (2011). *Infinity and the nostalgia of the stars*. In: Heller, M. and Woodin W.H. (eds.), *Infinity, new research frontiers*. Cambridge: University Press.
- Id. (2016). *Il grande spettacolo del cielo*. Milano: Sperling & Kupfer.
- Borgato M.T. e Pepe L. (1998). Leopardi e le scienze matematiche. In: «Bollettino dell'Unione matematica italiana», s. 8, vol. 1-A (*La matematica nella società e nella cultura*), n. 1: 31-57.
- Calvino I. (2000), *Lezioni americane*. Milano: Mondadori.
- Coccolini L. (1804). *Memoria sull'eclisse solare accaduto nel giorno 11 febbraio 1804, letta all'Accademia delle Scienze di Bologna*. Bologna: Accademia delle Scienze.
- Grosser M. (1986). *La scoperta di Nettuno*. Milano: Il Castello.
- Herschel W (1784). *Account of some Observations tending to investigate the Construction of the Heavens*. LXXIV Vol. London: Philosophical Transactions of the Royal Society of London.
- Id. (1785). *On the Construction of the Heavens*. LXXV Vol. London: Philosophical Transactions of the Royal Society of London.
- Leopardi A. (1996). *Giacomo e La Scienza*, Recanati: Casa Leopardi.
- Leopardi G. (1819). *Vita abbozzata di Silvio Sarno*. In: D'Intino F., a cura di (1995), *Scritti e frammenti autobiografici*. Salerno: Salerno Editrice.
- Id. (1826). *Al Conte Carlo Pepoli*. Bologna: Stamperia delle Muse.
- Id. (1827). *Copernico*. Firenze: Stamperia delle Muse.
- Id. (1829). *Le ricordanze*. Napoli: Stamperia Francese.
- Id. (1831). *Canto notturno di un pastore errante dell'Asia*. Napoli: Stamperia Francese.
- Id. (1845). *Sopra il ritratto di una bella donna*. Firenze: Le Monnier.
- Id. (1845). *La ginestra, o fiore del deserto*. Firenze: Le Monnier.
- Id. (1880). *Storia della astronomia dalla sua origine fino all'anno MDCCCXI*. Halle: Niemeyer.
- Id. (1996). *Dialogo filosofico*, a cura di Crivelli, T. Roma: Salerno.
- Id. (1845). *Pensieri*. Firenze: Felice Le Monnier.
- Id. (1898). *Zibaldone*. Firenze: Sansoni.
- Mussardo G. e Polizzi G. (2019). *L'infinita scienza di Leopardi*. Trieste: Scienza Express.
- Newton, I. (1680). *De Gravitazione*. In: Hall A.R. and Hall M.B., eds. (1962), *Unpublished scientific papers of Isaac Newton*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Id. (1687). *Philosophiæ naturalis principia mathematica*. London: Royal Society.
- Id. (1693). *III lettera a Richard Bentley (25 febbraio 1693)*. In: Id. (1756), *Four letters from Sir Isaac Newton to Doctor Bentley containing some arguments in proof of a deity*. London: Dodsley.

- Id. (1726). *Philosophiae naturalis principia mathematica. General scholium*. Cambridge: Royal Society-Cambridge University Press.
- Planck Collaboration (2020). *Planck 2018 results. Overview, and the cosmological legacy of Planck*. In: «Astronomy and Astrophysics», Vol. 641, A1.
- Prete A. (2017). *Leopardi. Frammenti di una cosmologia poetica*. In: «Doppiozero», 10 agosto 2017, testo disponibile al link: <https://www.doppiozero.com/leopardi-frammenti-di-una-cosmologia-poetica> [consultato il 3 giugno 2025].