

PROLOGO

Sulle spalle dei giganti

In questo preciso momento, mentre siamo seduti e ci rilassiamo leggendo questo libro, ci stiamo muovendo a una velocità incredibile. La Terra sta ruotando sul proprio asse, facendoci sperimentare la marcia inesorabile del tempo, un giorno dopo l'altro. Contemporaneamente, sta orbitando attorno al Sole, permettendoci di vivere l'alternarsi delle stagioni.

Ma non è tutto. Il Sole è solamente una delle innumerevoli stelle della Via Lattea. La nostra galassia, infatti, ne contiene oltre 100 miliardi. Il Sole non è unico e non è al centro. Anzi, fra le stelle è piuttosto mediocre e insignificante. Il Sistema Solare è contenuto in un braccio minore della Via Lattea, noto come Braccio di Orione. La Via Lattea stessa è un'isola di stelle a forma di spirale abbastanza comune: né troppo grande, né troppo piccola.

Ciò significa che, oltre alla velocità di rotazione della Terra e alla velocità della Terra in orbita attorno al Sole, dobbiamo considerare che ci stiamo anche muovendo attorno al centro della Via Lattea a una velocità di 725.000 chilometri all'ora.

E cosa c'è al centro? Un buco nero supermassiccio.

Sì, in questo momento stiamo orbitando attorno a un buco nero. Un luogo dello spazio con tantissima materia compressa al suo interno. Un corpo celeste così denso che nemmeno la luce, che viaggia alla velocità più elevata che esiste, ha abbastanza energia per vincere nel tiro alla fune contro la gravità di un buco nero, se si avvicina troppo. L'idea dei buchi neri ha affascinato e frustrato i fisici per decenni.

Matematicamente, li descriviamo come un punto infinitamente denso e infinitamente piccolo, circondato da una sfera oscura da cui non riceviamo né luce né informazioni. Nessuna informazione significa nessun dato, nessun dato significa nessun esperimento e nessun esperimento significa nessuna conoscenza di ciò che si trova “dentro” un buco nero.

L'obiettivo di uno scienziato è sempre quello di vedere il quadro generale. Quando ci allontaniamo dal nostro cortile, il Sistema Solare, per abbracciare l'intera Via Lattea, e poi ancora più lontano per vedere i miliardi di altre galassie dell'intero universo, scopriamo che i buchi neri sono sempre al posto di comando gravitazionale. Il buco nero al centro della Via Lattea, il maggiore responsabile del nostro movimento nello spazio, è circa 4 milioni di volte più massiccio del nostro Sole; per questo motivo è chiamato buco nero *supermassiccio*. Sebbene possa sembrare grande, ne ho visti di più grandi. Ancora una volta, il buco nero della Via Lattea è abbastanza nella media. Non è poi così massiccio, né così energetico, né così attivo, il che lo aveva reso quasi impossibile da individuare¹.

Il fatto che si possano accettare queste affermazioni come un dato di fatto, dandole praticamente per scontate ogni giorno, è veramente notevole. Solamente alla fine del XX secolo ci rendemmo finalmente conto che al centro di ogni galassia c'è un buco nero supermassiccio; questo ci ricorda che, sebbene l'astronomia sia una delle attività più antiche, praticata dalle civiltà del passato di tutto il mondo, l'astrofisica, ovvero la fisica che sta alla base di ciò che gli astronomi vedono, è ancora una scienza relativamente giovane. I progressi tecnologici del XX e XXI secolo hanno appena iniziato a scalfire la superficie della sfera dei misteri dell'universo.

Di recente mi sono letteralmente e meravigliosamente persa in una tentacolare collezione di libri di seconda mano² e mi sono imbattuta in un libro intitolato *Modern Astronomy*, scritto nel 1901. Nell'introduzione l'autore, Herbert Hall Turner, afferma:

Prima del 1875 (la data non deve essere considerata con troppa precisione), c'era una vaga sensazione che i metodi adottati

nel lavoro astronomico avessero raggiunto qualcosa di simile a un punto di arrivo. E invece da allora non ce n'è uno che non sia stato notevolmente modificato.

Herbert si riferiva all'invenzione della lastra fotografica. Gli scienziati non disegnavano più degli schizzi di ciò che vedevano attraverso i telescopi, ma registravano esattamente ciò che osservavano, tramite enormi lastre di metallo rivestite di una sostanza chimica sensibile alla luce. Inoltre, i telescopi diventavano sempre più grandi, il che significava poter raccogliere più luce ed essere in grado di vedere oggetti più deboli e piccoli. A pagina quarantacinque della mia copia c'è un meraviglioso diagramma che mostra come il diametro dei telescopi sia passato da una misera decina di pollici negli anni Trenta del XIX secolo a ben quaranta pollici alla fine del XIX secolo. Al momento in cui scriviamo, il telescopio più grande attualmente in costruzione è il Thirty Meter Telescope, alle Hawaii, con uno specchio per raccogliere la luce che misura, come avrete indovinato, trenta metri di diametro: circa 1.181 pollici. Quindi abbiamo fatto molta strada dal 1890. Ciò che mi piace del libro di Herbert Hall Turner (e il motivo per cui ho *dovuto* comprarlo) è che ci ricorda quanto velocemente possono cambiare le prospettive nella scienza. Non c'è nulla in quel libro che io o i miei colleghi che fanno ricerca astronomica oggi riconosceremo come “moderno” e posso immaginare che tra 120 anni un futuro astronomo che leggesse questo mio libro probabilmente penserebbe la stessa cosa. Per esempio, nel 1901 si pensava che le dimensioni dell'intero universo si estendessero solo fino alle stelle più lontane ai margini della Via Lattea, a circa 100.000 anni luce di distanza. Non sapevamo dell'esistenza di moltissime altre isole composte da miliardi di stelle, ovvero altre galassie, là fuori nella vastità dell'universo in espansione.

A pagina 228 di *Modern Astronomy* si vede un'immagine scattata con una lastra fotografica di quella che viene etichettata come “nebulosa di Andromeda”. È immediatamente riconoscibile come la *galassia* di Andromeda (o, forse, per la maggior parte delle persone, come immagine di sfondo sul

desktop del Mac della Apple). Andromeda è uno dei vicini galattici più prossimi alla Via Lattea, un'isola nell'universo che contiene oltre 1.000 miliardi di stelle. L'immagine è quasi identica a quella che un astronomo dilettante potrebbe scattare dal giardino di casa. Ma anche con il progresso della tecnologia delle lastre fotografiche, alla fine del XIX secolo, che permise di registrare le prime immagini di Andromeda, non si verificò un salto immediato nella comprensione di cosa fosse effettivamente quell'oggetto. All'epoca era ancora definita come "nebulosa", ovvero una cosa sfocata, polverosa e non stellare, che si pensava si trovasse in qualche luogo della Via Lattea, alla stessa distanza della maggior parte delle stelle. Si dovette attendere fino agli anni Venti per conoscere la sua vera natura di isola di stelle a sé stante, lontana milioni di anni luce dalla Via Lattea. Questa scoperta cambiò radicalmente la prospettiva sulla nostra posizione e sulla scala dell'universo. Da un giorno all'altro la nostra visione del mondo venne stravolta, poiché finalmente furono apprezzate le reali dimensioni dell'universo. Gli esseri umani erano una goccia ancora più piccola in un oceano ancora più grande di quanto avessimo mai immaginato prima.

Il fatto che solo negli ultimi cento anni abbiamo potuto apprezzare la vera scala dell'universo è, a mio avviso, il miglior esempio di quanto l'astrofisica sia una scienza giovane. Il ritmo dei progressi del XX secolo ha superato di gran lunga anche i sogni più sfrenati di Herbert Hall Turner. Nel 1901, l'idea di un buco nero aveva appena sfiorato la mente di qualcuno. Negli anni Venti, i buchi neri erano solo delle curiosità teoriche, particolarmente irritanti per i fisici come Albert Einstein, perché infrangevano le equazioni e sembravano innaturali. Negli anni Sessanta, i buchi neri furono accettati, almeno dal punto di vista teorico, grazie anche al lavoro dei fisici britannici Stephen Hawking e Roger Penrose e del matematico neozelandese Roy Kerr, che risolvettero le equazioni della relatività generale di Einstein nel caso di un buco nero in rotazione su se stesso. All'inizio degli anni Settanta questo sfociò nella formulazione dell'ipotesi che al centro della Via Lattea ci fosse un buco nero. Consideriamo un attimo il contesto. Gli esseri umani sono riusciti a porta-

re qualcuno sulla Luna prima ancora di comprendere che tutta la nostra vita è trascorsa orbitando inesorabilmente attorno a un buco nero.

Solamente nel 2002 le osservazioni confermarono che ciò che si trovava al centro della Via Lattea doveva essere un buco nero supermassiccio. Come persona che fa ricerca sui buchi neri da meno di dieci anni, ho spesso bisogno di ricordare a me stessa questo fatto. Credo che tutti abbiamo la tendenza a dimenticare anche le cose relativamente recenti. Che si tratti di com'era la vita prima degli smartphone o del fatto che solo in questo millennio siamo riusciti a mappare l'intero genoma umano. È lo studio della storia della scienza che ci permette di apprezzare meglio le conoscenze che oggi ci sono care. Ripercorrere la storia della scienza è come ripercorrere il pensiero collettivo di migliaia di ricercatori. Essa mette in prospettiva quelle teorie che siamo così abituati a ripetere come dei pappagalli da dimenticare il fuoco in cui sono state forgiate. L'evoluzione di un'idea ci aiuta a capire perché certe idee sono state scartate e altre, invece, sono state portate avanti³.

È un pensiero che mi passa spesso per la testa quando si mette in dubbio l'esistenza della materia oscura. Sappiamo che esiste grazie alla sua attrazione gravitazionale, ma non possiamo vederla perché non interagisce con la luce. La gente si chiede quanto sia plausibile che non riusciamo a vedere ciò che pensiamo costituisca l'85% di tutta la materia dell'universo. Di sicuro ci deve essere qualche altra cosa a cui non abbiamo ancora pensato. Ovviamente non sarei mai così arrogante da affermare che abbiamo pensato proprio a tutto, perché l'universo ci tiene costantemente sulle spine. Ma ciò che la gente dimentica è che l'idea della materia oscura non spuntò fuori dal nulla per spiegare una curiosità sull'universo. Nacque dopo oltre tre decenni di osservazioni e ricerche, che non avevano portato ad altre conclusioni plausibili. In effetti, gli scienziati si sono trascinati per anni, rifiutandosi di credere che la materia oscura fosse la risposta giusta. Ma alla fine le prove sembrano semplicemente schiaccianti. La maggior parte delle teorie scientifiche confermate dalle osservazioni vengono annunciate con un megafono; la materia

oscura, invece, sembra essere la teoria più malvolentieri accettata in tutta la storia dell'umanità. Costringe gli scienziati ad ammettere che sanno molto meno di quanto credevano, un'esperienza umiliante per chiunque.

È questo il senso della scienza: ammettere che non sappiamo tutto. Una volta fatto questo, possiamo progredire nel sapere, ma anche nella società nel suo complesso. L'umanità si evolve grazie ai progressi della scienza e della tecnologia, e le due cose si sostengono a vicenda. La sete di conoscere meglio le dimensioni e i contenuti dell'universo e di vedere cose sempre più lontane ha da sempre spinto il progresso nell'ambito dei telescopi (da quaranta pollici di diametro nel 1901 a trenta metri di diametro nel 2021). Stanchi delle ingombranti lastre fotografiche, l'invenzione dei rivelatori di luce digitali venne pionieristicamente introdotta dagli astronomi, ma oggi tutti noi portiamo in tasca una fotocamera digitale. Una tale invenzione ha visto migliorare progressivamente le tecniche di analisi delle immagini, necessarie per comprendere le osservazioni digitali più dettagliate. Tali tecniche sono confluite nell'imaging medico, come la risonanza magnetica e la tomografia computerizzata, oggi utilizzate per diagnosticare un'ampia gamma di problemi di salute. Solo un secolo fa ottenere una scansione dell'interno del corpo umano sarebbe stato inimmaginabile.

Quindi, come capita a tutti gli scienziati, la mia ricerca sui buchi neri si basa sul lavoro dei giganti che mi hanno preceduto: Albert Einstein, Stephen Hawking, Sir Roger Penrose, Subrahmanyan Chandrasekhar, Dame Jocelyn Bell Burnell, Sir Martin Rees, Roy Kerr e Andrea Ghez, solo per citarne alcuni. Posso partire dalle scoperte per le quali lavorarono così duramente e a lungo e pormi nuove domande.

Ci sono voluti oltre 500 anni di sforzi scientifici per scalare appena la superficie di ciò che sono i buchi neri. È solo scavando nella storia che possiamo sperare di capire questo strano ed enigmatico fenomeno del nostro universo, di cui sappiamo ancora così poco. Dalla scoperta del più piccolo fino al più grande finora individuato; dall'idea del primo buco nero al perché si chiamano "buchi neri". Il nostro viaggio nella storia della scienza ci condurrà dal centro della Via

Lattea ai confini dell'universo visibile, fino alla domanda su cui ci interroghiamo da decenni: cosa vedremmo se “cadesimo” in un buco nero?

Per me è incredibile che la scienza possa anche solo cercare di rispondere a domande come questa, sorprendendoci allo stesso tempo con qualcosa di nuovo. Infatti, mentre per lungo tempo si è pensato che i buchi neri fossero il cuore oscuro delle galassie, si è scoperto che non sono affatto “neri”. Nel corso degli anni, la scienza ci ha insegnato che i buchi neri (o meglio le regioni dello spazio al di fuori del cosiddetto orizzonte degli eventi) sono in realtà gli oggetti più luminosi dell'intero universo.