

CHI È LO SCIENZIATO? Prometeo, Icaro, Giovanni Battista e la ricerca scientifica

Paolo Beltrame S.I.

Prometeo, Icaro e...

L'immagine che la gente tende a farsi della scienza è quella di un'attività condotta da «prometei». Nella mitologia greca, Prometeo è un titano¹ che ruba il fuoco agli dèi per darlo al genere umano e subisce perciò la punizione di Zeus, che lo incatena a una rupe ai confini del mondo, per poi farlo sprofondare nel Tartaro². Certo, l'immagine dello scienziato come Prometeo è abbastanza semplicistica e non rende giustizia a tanti aspetti. Ma in questa epoca – per certi versi «antiscientifica» e caratterizzata da un qualunque populista e disorientato – si rischia di vedere gli uomini e le donne di scienza come esseri animati da insaziabile curiosità e arido edonismo esistenziale, che li porterebbero a investigare, senza pudore né rispetto, i misteri del creato e dell'universo. Ci sembra però che questa visione contenga in sé due inesattezze significative: da un lato, non prende in considerazione il senso del limite, dell'orizzonte in cui è innestata la visione scientifica in maniera imprescindibile e di cui i ricercatori del XXI secolo sono ben consapevoli (molto più che in passato); dall'altro lato, lo scienziato «Prometeo contemporaneo» non considera le sfaccettature dell'esistenza dell'uomo di scienza e la complessità stessa da cui egli si sente continuamente attratto.

Chi fa scienza è un essere umano in costante «gioco» dialettico tra profondità scientifica e altezze liriche. Se il primo elemento – il rigore scientifico – potrebbe essere compreso come costitutivo della professione del ricercatore, il secondo – la dimensione più «poetica» della vita – è un elemento a cui il ricercatore, in quanto essere umano, non sa e non vuole rinunciare. E anche di questo bisogna tener conto quando si considera un lavoro scientifico.

Il premio Nobel per la fisica Giorgio Parisi afferma che è un fatto curioso, e in qualche modo sfortunato, che nei lavori scientifici pubblicati da riviste accreditate «non rimane spesso traccia dei passaggi intermedi» che portano allo sviluppo delle teorie e degli esperimenti e che «le considerazioni extra-scientifiche non rimangono nella formulazione scritta degli articoli»³. Certo, la scienza gode di una formulazione e di un metodo che la rende scevra, nei suoi risultati, di ogni argomentazione pseudoscientifica e metascientifica; ma queste rivestono comunque un ruolo rilevante nella formulazione dei modelli teorici, almeno nei primi momenti della gestazione. «Nel pensiero c'è sempre una parte inconscia»⁴.

Dedalo – altra figura mitologica, inventore e padre di Icaro –, secondo la versione fornita da Apollodoro di Atene (II secolo a.C.), fu rinchiuso per punizione insieme al figlio nel labirinto del terrificante Minotauro, in quanto ritenuto colpevole di aver suggerito al re ateniese Teseo l'espedito del gomito che lo avrebbe aiutato a uscire dal groviglio. Per scappare dalla prigione insieme al figlio, Dedalo costruì ali che fissò utilizzando della cera. La storia che segue è nota a tutti: Icaro, malgrado gli ammonimenti del padre a non volare troppo alto, si fece prendere dall'ebbrezza del volo, avvicinandosi troppo al sole; il calore fuse la cera, le penne si staccarono e l'«uomo volante» precipitò nel mare, dove morì. Il padre giunse invece in Sicilia e lì costruì un tempio in memoria del figlio caduto a causa della sua eccessiva sconsideratezza e curiosità.

Gli antichi greci sembravano essere ossessionati dalla *hybris*. Questo termine greco potrebbe essere tradotto con «tracotanza», «eccesso», «superbia», «orgoglio» o, riferendosi in maniera più vicina ai limiti imposti alle creature, può essere interpretato come «prevaricazione». Attraverso numerosi racconti mitologici, gli antichi greci innalzarono «muri» esistenziali per contenere la tentazione degli uomini di sostituirsi agli dèi. L'essere umano sembra così trasformarsi egli stesso in una sorta di Minotauro, rinchiuso nel labirinto costruito dalle divinità per provare a contenere la sua superbia. A ogni tentativo di infrangere questi limiti fa seguito la punizione, che giunge inesorabile. Le creature – soprattutto quelle umane – devono imparare a rispettare il ben delimitato spazio cosmico che è stato loro assegnato per volere sovrumano.

Può capitare abbastanza di frequente che tale atteggiamento curioso e tracotante venga associato alle attività della comunità scientifica di oggi. Il mito stesso di Prometeo viene spesso considerato come simbolo di ribellione e di sfida alle autorità e alle imposizioni divine, quindi metafora del pensiero libero e scientifico, archetipo di un sapere sciolto dai vincoli del mito.

... una «voce nel deserto»

Lontani dal voler sostenere o giustificare la tracotanza intellettuale sregolata, eccessiva e illimitata, desideriamo comunque proporre un'immagine diversa, un po' più equilibrata, degli scienziati. Essi ci sembrano più simili a uomini e donne animati da un imperativo categorico che li «obbliga» a lavorare quasi incessantemente – perfino di notte, davanti al monitor di un computer o in un laboratorio –, per testare modelli teorici, o validare vaccini. Probabilmente gli scienziati rubano il fuoco (dell'intelligenza) agli dèi. Però – senza entrare nei meandri vasti e raffinati della mitologia greca – ci viene il dubbio se queste divinità – o pseudodivinità – non siano il frutto di un modello antropomorfo nato da ignoranza e superstizione piuttosto che l'immagine della Parola amorevole e sapiente proferita da un Dio che si incarna per entrare nell'universo, animarlo dal suo interno e avvolgerlo nella sua immensa vastità.

Tornando agli uomini e alle donne di scienza, ci si può domandare quindi – in maniera un po' impertinente⁵ – chi siano e quale sia il percorso che muove una delle imprese più entusiasmanti e sconvolgenti che il genere umano abbia mai vissuto⁶.

Prima di intraprendere questa riflessione, precisiamo che con il termine «scienza» intendiamo qui ciò che in altri contesti viene indicato come «scienza pura», ossia matematico-fisico-naturale, che si esprime come ricerca di base: se l'ingegneria si ferma a ciò che è possibile, «materialmente» realizzabile, la fisica fondamentale si spinge oltre e sposta il confine dello scibile un po' più in là, ai limiti estremi dell'immaginazione⁷. L'altra questione essenziale è l'aspetto quantitativo, che entra nel cuore stesso della scienza per generare modelli predittivi teorici che possano essere controllati e falsificati in maniera precisa e il più possibile inequivocabile⁸. Secondo una prospettiva più «lirica», più romanzata, una splendida – e dimessa – descrizione della potenza sconsolante della scienza e degli scienziati ce la offre Michel Houellebecq in *Le particelle elementari*: «Questi uomini [la maggior parte degli scienziati e dei ricercatori] rimangono per sempre ignoti al resto della popolazione; dalla loro attività non ricavano né potere né fortuna né onori; gli altri non riescono neppure a capire quale piacere gli procuri la loro piccola attività.

Tuttavia, essi sono la potenza più importante del mondo, e questo per una ragione semplicissima, una ragione da nulla: a loro appartengono le chiavi della certezza razionale»⁹. Ma è la certezza razionale il fuoco di cui Prometeo ci ha fatto dono? Riteniamo che né Prometeo né Icaro offrano una narrazione appropriata agli scienziati.

Nel 2010 la conferenza internazionale «Higgs Hunting. Discussion on Tevatron and first LHC results», organizzata a Orsay¹⁰, riportava nel poster l'immagine di Giovanni Battista del dipinto di Leonardo da Vinci, in mostra al museo del Louvre¹¹. Pertanto ci sentiamo in qualche modo autorizzati a proporre un'analogia che si discosta da quella della mitologia greca e, seppure non la condividiamo in tutte le sue implicazioni, la troviamo particolarmente intrigante e pertinente: ci piace immaginare i ricercatori come tanti Giovanni Battista, tanti «precursori».

COME GIOVANNI BATTISTA, GLI SCIENZIATI SONO DEI PRECURSORI: NON HANNO LA VERITÀ E NON LA DESCRIVONO MAI IN MODO COMPLETO.

L'immagine è un po' esagerata e rischia di forzare alcuni punti: da un lato, suggerirebbe una forma di «santificazione» ingenua, e immeritata, della comunità scientifica; dall'altro, potrebbe sottintendere una dimensione religiosa non necessariamente ben accolta da tutti i ricercatori, i quali potrebbero rimanere perplessi di fronte al fatto di venire «battezzati». Comunque, richiamando alla memoria l'immagine del dipinto di Leonardo, il nocciolo dell'analogia sta nel fatto che gli scienziati rendono evidente una realtà che potrebbe suggerire un mondo illimitato tanto all'interno quanto all'esterno, senza imporlo però con coerenza deterministica. Come il Giovanni Battista di Leonardo punta il dito in alto, senza mostrarci direttamente l'Assoluto, lasciando la croce avvolta in uno sfondo ombroso e poco chiaro; e come il Giovanni Battista dei Vangeli è «colui del quale sta scritto: "Ecco, dinanzi a te mando il mio messaggero"» (Lc 7,27) ed è «voce di uno che grida nel deserto» (Mt 3,3), così gli scienziati non hanno la verità e non la descrivono in modo completo, mantenendosi all'interno del limite e dell'orizzonte costitutivo della scienza.

Il complesso velo della realtà

Gli scienziati amano le conferenze: le trovano interessanti e stimolanti, e anche divertenti. Da questi incontri, a cui partecipano per informarsi, confrontarsi, discutere, collaborare (e a volte scontrarsi), essi possono far nascere dei concetti nuovi e inaspettati in specifici campi della scienza. L'interazione è un elemento essenziale per il progresso del sapere. In una tavola rotonda a margine della Seconda conferenza sull'epistemologia delle scienze esatte di Königsberg, nel 1930, Gödel¹² annunciò il suo primo «teorema di incompletezza» e, successivamente, sempre nello stesso anno, il secondo teorema. Questo ebbe effetti devastanti nell'approccio filosofico alla matematica sostenuto soprattutto da Hilbert¹³, il quale riteneva che la coerenza di sistemi formali complessi potesse essere dimostrata scomponendo il sistema in elementi più semplici. In questo modo, secondo Hilbert, il problema della coerenza di tutta la matematica si sarebbe potuto ricondurre all'aritmetica elementare. Ma poi arrivò Gödel. Il primo teorema di incompletezza afferma che in ogni formalizzazione coerente della matematica, sufficientemente potente per definire la struttura dei numeri naturali con le operazioni di addizione e di moltiplicazione, è possibile costruire una proposizione sintatticamente corretta che non può essere né dimostrata (come vera) né confutata (come falsa) all'interno del sistema stesso. Il secondo teorema ci dice poi che nessun sistema, che sia abbastanza

coerente ed espressivo da contenere l'aritmetica, può essere utilizzato per dimostrare la sua stessa coerenza. Pertanto, soprattutto questo teorema ci fa capire che nemmeno un sistema particolarmente semplice come quello dell'aritmetica elementare può essere utilizzato per provare la coerenza interna, e di conseguenza non può essere utilizzato per dimostrare la coerenza di sistemi più potenti, mandando in frantumi i sogni di Hilbert¹⁴.

Passando dai fondamenti della matematica alla meccanica quantistica¹⁵, possiamo menzionare rapidamente la «relazione di incertezza» di Heisenberg¹⁶. In meccanica quantistica, la relazione – o principio – d'indeterminazione stabilisce che la conoscenza di grandezze, dette coniugate – come la posizione e la velocità o l'energia e il tempo – è necessariamente limitata. Nella sua forma più nota, essa viene espressa dalla relazione: $\Delta p \times \Delta x \geq \hbar/2$ (dove $p = mv$ è detto impulso, ossia la massa della particella, m , moltiplicata per la sua velocità, v ; e x è la posizione della particella; \hbar è la costante di Planck¹⁷; il simbolo indica l'incertezza del valore associato rispettivamente all'impulso e alla posizione), oppure $\Delta E \times \Delta t \geq \hbar/2$ (dove E è l'energia, e t la durata temporale dell'evento fisico). Heisenberg enunciò questo principio nel 1927, quando aveva appena 26 anni, e la sua previsione teorica è stata confermata da innumerevoli esperimenti, indicando così che il problema non è semplicemente sperimentale o tecnologico, ma interno alla conoscenza stessa, indipendentemente dalla strumentazione che viene utilizzata. Il principio di indeterminazione rappresenta un concetto cardine della meccanica quantistica e ha stabilito una radicale rottura rispetto alle leggi della meccanica classica, dovuta principalmente a Galileo e a Newton. Secondo il fisico tedesco e la cosiddetta «Scuola di Copenaghen», la realtà si mostra attraverso un raffinato formalismo matematico e grazie ai risultati sperimentali. Ma il reale è probabilistico e casuale nelle sue fondamenta e, cosa ancora più sorprendente, praticamente non esiste finché non si effettua una misura sperimentale su di esso, o finché i suoi elementi non entrano in relazione tra loro. Alcuni fisici teorici e filosofi giungono perfino ad affermare che gli enti, gli oggetti, non esistono in sé stessi, ma ciò che è a fondamento del loro essere è solamente la relazione stessa¹⁸.

Sembra che la base stessa della scienza ci «sveli» (e «veli») una realtà molto più intricata e intrigante di quello che ci si sarebbe potuti anche solo immaginare alla fine del XIX e agli inizi del XX secolo. La scienza sembra al massimo poter indicare ciò che potrebbe esistere di reale, senza poter essere essa stessa nemmeno degna di «portargli i sandali» (Mt 3,11). Gli scienziati si stanno rivelando ben più vicini a Giovanni Battista che non a Icaro o Prometeo.

Per tornare alle presunte ambizioni della scienza e sul suo «asservimento» agli istinti umani per fini bellici, riportiamo qui le parole di Richard Feynman¹⁹. Il fisico premio Nobel americano, lavorando come giovane ricercatore al «progetto Manhattan» per la produzione della bomba atomica, dichiarò candidamente: «Per l'intera durata della guerra la ricerca si fermò del tutto, se non quel poco che si fece a Los Alamos. E anche lì non era gran cosa: si trattava soprattutto di ingegneria»²⁰. La visione di una scienza che si alimenta soprattutto grazie all'economia bellica e ha nella guerra il suo impulso fondamentale e irrinunciabile va chiaramente riconsiderata in maniera ben più onesta.

Vivere nella complessità e con infinite domande

Per Aristotele, l'uomo è un «animale politico» (πολιτικὸν ζῷον), come egli scrive nel secondo libro della *Politica*²¹. È «animale», in quanto dotato di «anima» – entità, forma di organizzazione, che oltrepassa la mera materia e che lo rende un essere senziente –; ed è «politico», o sociale, perché assolutamente incapace di vivere isolato dagli altri. Questa tendenza umana – e, più in generale, della natura – ad associarsi in organismi che siano più grandi e complessi dell'individuo stesso comporta un salto non soltanto quantitativo, numerico, ma principalmente qualitativo. Gli esseri, da quelli inanimati agli animali, «presi tutti insieme, danno luogo a un comportamento collettivo molto più complesso»²² della semplice somma degli individui. Il comportamento dell'insieme è regolato da leggi che «emergono» dall'agglomerato stesso e che non sono riconducibili ai soli elementi che lo costituiscono.

Giorgio Parisi, che nella sua carriera professionale è stato sempre animato da una sottile e feconda curiosità – che lo ha portato a contribuire in campi molto diversi del sapere –, è straordinariamente affascinato dai sistemi complessi e scrive che «la fisica è diventata così potente e ricca da poter nuovamente introdurre nei propri modelli la complessità e il disordine, ciò che Galileo era stato costretto a escludere»²³.

Secondo noi, l'uomo, oltre a essere animale politico, è anche – forse soprattutto? – animal quaerens, animale che si pone delle domande. Gli esseri umani si pongono una molteplicità di domande, che spaziano nei campi più svariati dei sentimenti e dello scibile: dall'arte alla filosofia, passando per la scienza, fino a giungere alla ricerca incessante e infinita del nocciolo della verità. «Nella ricerca le nuove domande che nascono sono più numerose delle risposte che riusciamo ad ottenere»²⁴. Pertanto, le risposte che si conseguono non rischiano né di inaridire la sete di conoscenza – il motore stesso della scienza –, né, tantomeno, sono sufficienti per esaurire l'enigma e il mistero che circondano la nostra esistenza. Più legna si mette per alimentare il fuoco e più si estende la zona visibile; ma, al di là di questa zona illuminata, aumenta anche la superficie della regione che rimane nell'oscurità.

Facciamo riferimento di nuovo a Feynman: «Niente è “mero”. Anch'io posso vedere le stelle in una notte di deserto, e sentirle. Ma vedo meno o più [dei poeti]? La vastità dei cieli estende la mia immaginazione... Qual è il disegno, o il significato, o il perché? Non fa male al mistero saperne un po'. Perché la verità è molto più meravigliosa di quanto qualsiasi artista del passato l'abbia immaginata»²⁵. Più esploriamo l'universo, più scopriamo nuove regioni ancora da esplorare.

E qual è allora il motore di questa incessante ricerca in cui gli scienziati si imbarcano? Non pensiamo che ci sia una risposta univoca e universale a questa domanda, ma possiamo tentare di darne una: la meraviglia e il piacere della soddisfazione intellettuale²⁶. «Perché dovremmo studiare questo problema, se non ci divertiamo?»²⁷, si domandava il famoso fisico teorico Nicola Cabibbo²⁸, uno dei «maestri» di Giorgio Parisi e potenziale premio Nobel anche lui. E Aurelio Grillo²⁹ aggiunge che «fare il fisico è una faticaccia..., ma è sempre meglio che lavorare»³⁰.

Inoltre, noi riteniamo che porre troppa enfasi sulle ricadute immediate della scienza sia una follia. Si racconta che una volta un ministro britannico domandò a Faraday³¹ – un «innamorato della natura misteriosa come l'amante dell'amata lontana», per citare Albert Einstein – a cosa servissero i suoi esperimenti sull'elettromagnetismo. Il fisico rispose: «Al momento non saprei..., ma è molto probabile che

in futuro ci metterete una tassa sopra». Gli antichi romani furono eccellenti nel conservare e migliorare la tecnologia greca, senza curarsi molto della filosofia naturale e della conoscenza scientifica dei greci, e tutto l'edificio noetico fondato dai greci collassò dopo un po' di tempo. Oggi rischiamo di compiere lo stesso errore. Basta osservare il nostro atteggiamento nei confronti dei telefoni cellulari o di internet: li utilizziamo senza curarci affatto di conoscerli o di sapere come essi funzionano, e su quale miracolo si basano; tutta la tecnologia che usiamo, e che ci sta trasformando anche da un punto di vista antropologico, ci è spesso sconosciuta, e noi la utilizziamo in maniera ottusa e miope. Quanti di noi sanno che i cellulari funzionano grazie alla stessa teoria formulata nel 1917 da Albert Einstein, mentre si interessava alla gravitazione universale e cosmica? E quanti sanno che, grazie agli esperimenti del CERN di Ginevra, disegnati e costruiti per trovare «inutili» particelle elementari, oggi possiamo visualizzare e scambiarsi video e foto di... gattini sui social? Chiara Valerio³² afferma che la cultura è data dalla nostra capacità di saper comprendere e interpretare, ossia decrittare il contesto. Ciò può essere fatto solo grazie all'abilità – artistica, per certi versi – di saper riconoscere la complessità dell'universo che ci circonda. In scienza, siamo invitati sia a saper guardare e conoscere i risultati comunicati dalla comunità scientifica, sia a saper percepire e scrutare quello che ancora non sappiamo. La scienza è un gioco che si svolge tra il polo «bibliografico», in riferimento alla letteratura specialistica del passato (che è comunque importantissima da curare e conoscere), e il polo «profetico», che spinge lo scienziato a incarnare la figura del precursore di ciò che potrebbe venire (o che verrà). I due poli sono fondamentali e irrinunciabili, soprattutto nel nostro mondo, che è sempre più complesso e nel quale «il nuovo non si produce mai per semplice interpolazione del vecchio»³³.

Il tempo stesso è una realtà enigmatica con cui tutti noi abbiamo familiarità da epoche immemori e di cui facciamo esperienza: una realtà che ci consente di discernere ciò che è passato, da cui ci allontaniamo, e ciò che è futuro, verso cui tendiamo. E il tempo stesso è frutto della complessità: se non ci fosse la complessità dei sistemi e dei fenomeni reali, le leggi della fisica ci direbbero che il tempo non esiste.

1. I Titani vengono considerati come le forze primordiali del cosmo, che imperversavano sul mondo prima dell'intervento regolatore e ordinatore degli dèi olimpici. Cfr K. Kerényi, *Gli dèi e gli eroi della Grecia*, Milano, il Saggiatore, 1963.

2. Il Tartaro è un luogo mitologico, sotterraneo e tenebroso, in cui Zeus rinchiuso i Titani.

3. G. Parisi, *In un volo di storni. Le meraviglie dei sistemi complessi*, Milano, Rizzoli, 2021, 78.

4. Ivi, 93.

5. Anche i cattolici hanno il diritto e il privilegio di poter essere impertinenti. Cfr P. Odifreddi, *Il matematico impertinente*, Milano, Longanesi, 2005.

6. Usiamo il termine «sconvolgente» proprio per indicare il fatto che la scienza, dal XVII secolo in poi, ha letteralmente sconvolto la visione del cosmo – e di sé stessa – che il genere umano aveva sviluppato.

7. Cfr M. Malvaldi, L'infinito tra parentesi. Storia sentimentale della scienza da Omero a Borges, Milano, Rizzoli, 2016, 42.

8. Ci riferiamo qui in modo specifico al lavoro del filosofo austriaco Karl Raimund Popper (28 luglio 1902 - 17 settembre 1994). La falsificabilità è un criterio fondamentale di demarcazione tra scienza e non scienza. Secondo l'epistemologia di Popper, una teoria è scientifica se, e solo se, è falsificabile. E una teoria è falsificabile se è espressa in forma logica e deduttiva, in modo che da essa si possa ricavare una conseguenza necessaria particolare, che deve poter essere controllata empiricamente. Cfr K. Popper, Scienza e filosofia. Problemi e scopi della scienza, Torino, Einaudi, 1969.

9. M. Houellebecq, Le particelle elementari, Milano, La nave di Teseo, 2021, 322.

10. Higgs Hunting 2010 (https://webcast.in2p3.fr/container/higgs_hunting_2010). 11. Probabilmente la collocazione geografica dell'opera d'arte è stata il motivo principale per sceglierla come immagine per il poster della conferenza, ma raramente i fisici scelgono le cose «a caso». A proposito del dipinto, cfr www.arte.it/leonardo/loc/san-giovanni-battista-2499 12. Kurt Friedrich Gödel (28 aprile 1906 - 14 gennaio 1978) è stato un matematico, logico e filosofo austriaco, noto soprattutto per i suoi lavori sull'incompletezza delle teorie matematiche. È ritenuto uno dei maggiori logici di tutti i tempi, assieme ad Aristotele e Gottlob Frege.

13. David Hilbert (23 gennaio 1862 - 14 febbraio 1943) è stato un matematico tedesco.

14. Precisiamo che Gödel stesso non credeva che i suoi teoremi avrebbero distrutto la «fede» nella matematica; semplicemente la completezza dell'aritmetica non poteva essere dimostrata dagli assiomi; occorreva, quindi, qualcos'altro.

15. Abbiamo già pubblicato diversi articoli su tale argomento. Cfr in particolare P. Beltrame, «Forse Dio gioca a dadi?», in Civ. Catt. 2021 I 450-461.

16. Werner Karl Heisenberg (5 dicembre 1901 - 1 febbraio 1976) è stato un fisico tedesco. Nel 1932 ha ricevuto il premio Nobel per la fisica «per la creazione della meccanica quantistica».

17. La costante di Max Planck (23 aprile 1858 - 4 ottobre 1947), detta «quanto d'azione» e indicata con \hbar , è una costante fisica che rappresenta la minima azione possibile in fisica. Determina anche il fatto che le grandezze fisiche fondamentali non evolvono in modo continuo, ma sono quantizzate, ossia assumono solo valori multipli di tale costante. 18. Cfr C. Rovelli, Relatività generale, Milano, Adelphi, 2021, 25-31. 19. Richard Phillips Feynman (11 maggio 1918 - 15 febbraio 1988) è stato un fisico e divulgatore scientifico statunitense, premio Nobel per la fisica nel 1965 per l'elaborazione dell'elettrodinamica quantistica.

20. R. Feynman, *Il piacere di scoprire*, Milano, Adelphi, 2002, 70.

21. Aristotele, *Politica I*, 2, 1253.

22. G. Parisi, *In un volo di storni...*, cit., 8. 23. Ivi, 75. 24. Ivi, 90.

25. R. Feynman, *The Feynman Lectures on Physics*, vol. 1, California, Addison-Wesley, 1961, nota.

26. Sentimenti che si possono certo ritrovare anche tra i ricercatori di altre discipline.

27. G. Parisi, *In un volo di storni...*, cit., 105.

28. Nicola Cabibbo (10 aprile 1935 - 16 agosto 2010), fisico italiano, è noto per l'«angolo di Cabibbo», grandezza importantissima in fisica delle particelle.

29. Aurelio Grillo (1945-2017) è stato un fisico teorico italiano, che ha svolto le sue ricerche nei Laboratori nazionali del Gran Sasso.

30. Cfr G. Parisi, *In un volo di storni...*, cit., 105.

31. Michael Faraday (22 settembre 1791 - 25 agosto 1867) è stato un fisico britannico, precursore dello sviluppo dell'elettromagnetismo.

32. Chiara Valerio (3 marzo 1978) è una scrittrice, traduttrice, curatrice editoriale, direttrice artistica italiana.

33. M. Houellebecq, *Le particelle elementari*, cit., 270.