



Comune di Brugherio
assessorato alle Politiche culturali

SCIENZA, ULTIMA FRONTIERA

È GRADITO L'ACCESSO AI NON ADDETTI AI LAVORI



BIBLIOTECA
CIVICA
BRUGHERIO

2017 • IV ANNO



L'ORDINE E IL CAOS

1 ASTRONOMIA

27 OTTOBRE

**Sistemi ordinati e sistemi caotici
nell'universo di ieri e di oggi**

con **ADRIANO FONTANA**



astrofisico

INAF - Osservatorio astronomico di Roma



BIBLIOGRAFIA

Adriano Fontana

Capire la realtà tra simmetrie e caos

L'universo, casa nostra

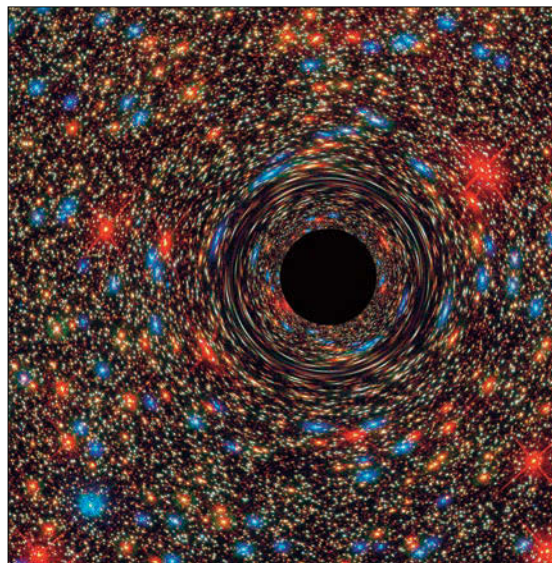
Il lato femminile dell'universo

Osservare il cielo tra passione e scienza

Altre bibliografie per continuare

L'umanità da sempre guarda in alto non solo per «rimirar le stelle», ma anche per misurarne i movimenti, che sono diventati il nostro più affidabile orologio. Il ritmo del dì e della notte, le stagioni, gli anni che si ripetono, ecco qualcosa su cui veramente si può contare per costruire un ordine, una regolarità certa e confortante.

Tutto funziona come un meccanismo perfetto (e Dio, se ne è l'autore, è davvero il «grande orologiaio» che si immaginava Newton...). La mente umana ha fatto il miracolo: ha compreso le leggi che regolano questi movimenti, così da renderli chiari e prevedibili in anticipo. Sappiamo esprimere l'universo con formule matematiche e disegni geometrici, siamo figli di quel Galileo che chiamava l'universo quel *grandissimo libro* scritto con la lingua della matematica. Ci siamo fatti così l'idea che bene hanno fatto gli antichi Greci a chiamarlo *cosmo*, cioè ordine, regno della regolarità permanente.



Negli ultimi decenni, però, abbiamo preso un po' più di confidenza con questo universo, scoprendo anzitutto che ha -anche lui- una storia, ha avuto un principio che forse è dovuto proprio a un'imperfezione misteriosa che ha dato il via a quella grande casa che ancora oggi abitiamo, senza conoscerla granché, purtroppo... Là fuori, dietro l'apparente regolarità sicura, avvengono fenomeni che chiamare caotici è dir poco: improvvisi burst di raggi gamma, scontri, fusioni, esplosioni, buchi neri che assorbono tutto. Se potessimo fare un viaggio turistico attraverso questi avvenimenti potremmo a buon diritto far nostre le leggendarie parole che in *Blade runner* pronuncia Roy, l'androide, poco prima di morire: *Ho visto cose che voi umani non potete nemmeno immaginare*, fino a comprendere che la nostra quiete regolare è forse solo un'isola provvisoria in un gigantesco mare in tempesta, che prima o poi travolgerà tutto...

L'umanità da sempre guarda in alto, verso il cielo, con strumenti sempre più sofisticati, a scandagliare l'ordine e il caos di questo universo le cui dimensioni lasciano senza fiato, quasi inimmaginabili, ma è pur sempre «casa nostra». Di questi tempi si stanno aprendo nuove frontiere di scoperta, con la rilevazione sperimentale del bosone di Higgs e delle onde gravitazionali: è proprio il momento di ascoltare un astrofisico e poi continuare ad approfondire la conoscenza in biblioteca guidati dai suggerimenti di questa bibliografia.

BIBLIOTECA CIVICA DI BRUGHERIO



via Italia, 27 • tel. 039.2893.401
biblioteca@comune.brugherio.mb.it
www.comune.brugherio.mb.it
catalogo online: www.biblioclick.it



Aperta al pubblico:

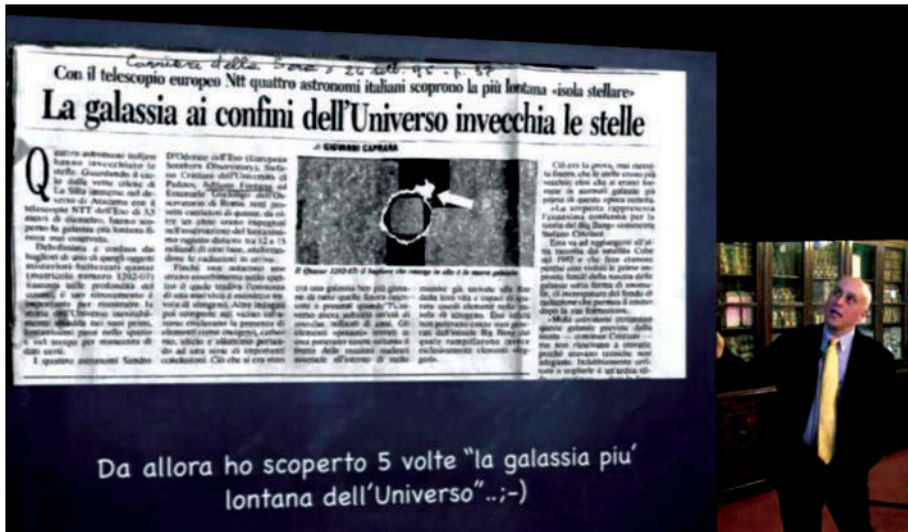
lunedì	9 - 12.30	-
martedì	9 - 12.30	14 - 19
mercoledì	9 - 12.30	14 - 19
giovedì	-	14 - 19
venerdì	9 - 12.30	14 - 19
sabato	9 - 12.30	14 - 18



ADRIANO FONTANA

INAF - OSSERVATORIO ASTRONOMICO DI ROMA

L'uomo che guarda sempre più lontano...



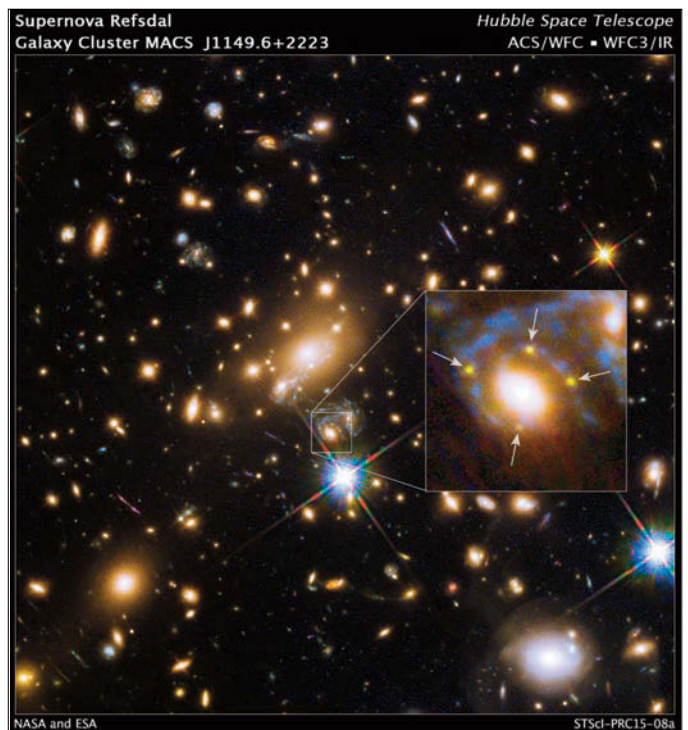
Se volete fare una gara a chi ha la vista più acuta e sa vedere meglio in lontananza, non sfidate Adriano Fontana: nella sua vita di ricerca è riuscito a vedere lontano più di 13 miliardi di anni luce! E la luce che ha visto non è solo straordinariamente remota, ma anche molto, molto antica, quando l'universo era ancora un ragazzino e le galassie, piene di energia giovanile, producevano stelle su stelle. Sembra incredibile, ma è proprio così, se osservi l'universo la lontananza

nello spazio è anche lontananza nel tempo, perché quella luce ha dovuto percorrere una lunghissima strada per arrivare a noi e dunque è partita da molto tempo: il nostro astrofisico, che partecipa a diversi progetti di ricerca, aiuta a svelare l'universo com'era una volta. L'osservazione umana, resa possibile da semplici e geniali intuizioni unite alla potenza dei nuovi telescopi, è riuscita dunque a varcare il limite della cosiddetta «Età oscura», i primi 700 milioni di anni di vita dell'universo, in cui dominava una densa nebbia di idrogeno neutro.

Insegnamento, ricerca e divulgazione, questi sono i tre campi di azione del nostro ospite, che è docente all'università di Roma, astronomo dell'INAF (Istituto Nazionale di AstroFisica) e speaker di incontri e conferenze, oltre che redattore di articoli destinati ai non specialisti (consigliamo una visita al sito www.media.inaf.it).

«Il mio campo di ricerca è la Cosmologia Osservativa, che ha lo scopo di studiare come le stelle e le galassie si siano formate nelle prime fasi della storia dell'Universo. A questo scopo, coordino da anni un gruppo di ricerca presso l'Osservatorio di Roma che, all'interno di una vasta collaborazione internazionale, utilizza i più avanzati satelliti e telescopi da terra per osservare e studiare le galassie e le strutture cosmiche più remote. I principali risultati ottenuti sono la scoperta e lo studio delle galassie più lontane mai osservate e la ricostruzione della storia di formazione della massa delle galassie giganti» spiega Fontana.

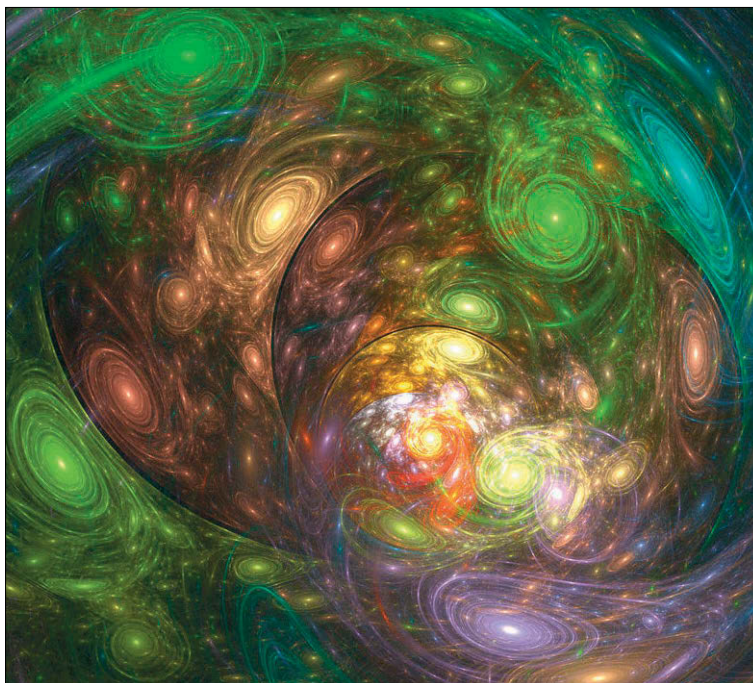
La sua «super-vista» gli è valsa anche un'osservazione che ha di nuovo confermato le previsioni delle teorie di Einstein. Nel 2015, grazie alle riprese realizzate dal telescopio spaziale Hubble, un team internazionale di astronomi, guidato da Patrick Kelly, dell'Università di Berkeley, e a cui ha partecipato Adriano Fontana, ha individuato la prima immagine multipla di una lontana supernova, distante oltre nove miliardi di anni luce da noi. Una sorta di 'miraggio cosmico': la stessa supernova che appare in quattro immagini, un effetto previsto da Einstein e chiamato «lente gravitazionale», per la prima volta osservato e registrato.





CAPIRE LA REALTÀ TRA SIMMETRIE E CAOS

Caos o cosmo? Regolarità o disordine? Simmetria o confusione? Queste sono le domande che da sempre l'umanità si è posta, indagando il mondo in cui viviamo. Domande che spaziano a più livelli, dalla scienza alla filosofia, dalla poesia alle religioni e ai miti fondativi. Oggi questi diversi sguardi vanno tenuti distinti, ognuno a interrogare la realtà con strumenti propri, a cercare le proprie risposte. In questo capitolo indichiamo qualche suggerimento per sapere cosa dice oggi lo sguardo della scienza, che ha cercato indizi di ordine e caos nelle forme della natura, nel moto dei



corpi nell'universo, nell'infinitamente piccolo delle componenti fondamentali della materia. Emerge un'attenzione particolare al tema della simmetria, che sembra essere qualcosa di più di una semplice questione estetica... Allo stesso tempo nasce e si diffonde la percezione del caos, che a tutti i livelli compenetra la nostra realtà come una sua componente fondamentale. E il caos non è sempre sinonimo di disordine o di corruzione del perfetto ordine dell'universo...



Paolo Berra, Simmetrie dell'universo. Dalla scoperta dell'antimateria a LHC - Dedalo, 2013

«La Natura sembra si manifesti a noi attraverso un linguaggio matematico coerente di indubbia bellezza. Le simmetrie nella fisica non sembrano essere basate sul puro caso, ma paiono legate a una visione ben più alta, le cui conseguenze hanno portato alla teorizzazione e alla scoperte delle antiparticelle e di quella che chiamiamo oggi antimateria». Così nell'introduzione l'autore inizia il suo viaggio sulle scoperte della fisica di oggi, in particolare con gli esperimenti al CERN, dove è possibile fabbricare antimateria. La domanda sull'armonia generale dell'universo, se la simmetria ne sia cioè la legge fondamentale, è ancora aperta...

Richard P. Feynman, Sei pezzi meno facili. Relatività einsteiniana, simmetria, spazio-tempo - Adelphi, 2004

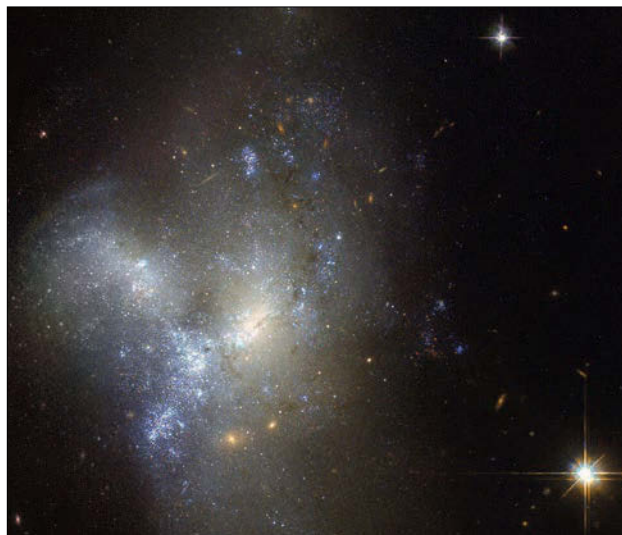
Il notissimo fisico newyorkese, considerato uno dei più grandi di sempre, era tutt'altro che un dimesso signore consunto dallo studio, bensì un istrionico personaggio, bravissimo suonatore di bongo, che alla notizia di aver ricevuto il premio Nobel dichiarò: «Non vedo per quale motivo qualcuno dell'Accademia Svedese debba decidere se questo lavoro sia abbastanza nobile da ricevere il premio. Il premio l'ho già ricevuto. Il premio è il piacere della scoperta, il contributo alla ricerca, il fatto che la gente usa il mio lavoro. Sono queste le cose reali. Le onorificenze non sono reali». Nel suo costante sforzo di insegnare e divulgare la fisica, pubblicò opere ancor oggi basilari per chi voglia entrare in questo mondo. Uno dei sei «pezzi meno facili» è dedicato alla simmetria, interessante non solo perché ricorre spesso in natura ed è bella da ammirare, ma perché le simmetrie sono alla base delle leggi fondamentali che governano il funzionamento del mondo».

Vincenzo Barone, L'ordine del mondo. Le

simmetrie in fisica da Aristotele a Higgs - Bollati, 2013

Un bel testo di divulgazione, finalista del premio Galileo nel 2014, scritto da un fisico teorico dell'università del Piemonte orientale, che in un'intervista ha descritto così la ricerca dell'ordine segreto che governa tutte le cose del nostro universo: «Il principale connotato della natura è il cambiamento, e la fisica è, fin dalla sua nascita, lo studio dei cambiamenti della natura, a cominciare da quello più semplice, il moto. Nel divenire del mondo, però, c'è qualcosa che non cambia, che rimane invariato: sono quelle regolarità, quei ritmi della natura che chiamiamo leggi fisiche. Le leggi che governano i fenomeni fisici hanno la stessa forma per tutti gli osservatori e, per quanto ne sappiamo,

non sono cambiate nei miliardi di anni che ci separano dal Big Bang. Le simmetrie affermano proprio questo: che, in mezzo a tanti cambiamenti, qualcosa rimane invariato, o, se si preferisce, che possiamo effettuare delle trasformazioni senza che la natura se ne accorga. Sono principi di invarianza e di indifferenza. Non parlerei, quindi, di conservatorismo, ma piuttosto della ricerca di sottili e profonde permanenze in un quadro in perenne mutamento».



Brian Greene

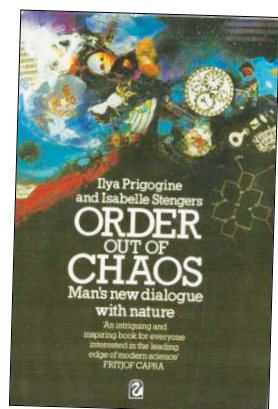
L'universo elegante. Superstringhe, dimensioni nascoste e la ricerca della teoria ultima -

Einaudi, 2000

La trama del cosmo. Spazio, tempo, realtà - Einaudi, 2006

La realtà nascosta. Universi paralleli e leggi profonde del cosmo - Einaudi, 2012

Greene è un fisico statunitense della Columbia University, che unisce l'impegno della ricerca con la divulgazione al grande pubblico delle più recenti (e sconvolgenti) scoperte scientifiche, che ai profani appaiono astruse e inarrivabili, anche soltanto nell'uso di nomi quali stringhe, superstringhe, brane, multiverso, transizione quantistica... Il suo sforzo è di trovare l'unità tra il micro e il macro, tra la fisica delle particelle elementari e quella delle leggi dell'universo, una teoria del tutto che spieghi, con eleganza, il mondo in cui viviamo, cos'è nella sua profonda essenza: qualcosa di simmetrico. Elegante.



Ilya Prigogine

Le leggi del caos - Laterza 1993:

Dall'essere al divenire. Tempo e complessità delle scienze fisiche -

Einaudi, 1986

Premio Nobel per la chimica, lo scienziato russo ha introdotto nel mondo scientifico un nuovo modo di guardare, una nuova logica che contraddice una convinzione radicata secondo cui la natura "segue" sempre la via più semplice. In realtà, è vero il contrario: il funzionamento della natura è dovuto alla complessità dei processi a carattere irreversibile. Sistemi dissipativi, entropia, non equilibrio sono al centro delle sue indagini. Qualcuno l'ha definito 'il profeta del caos', sapeva parlare con precisione scientifica ma senza rinunciare a un linguaggio evocativo: «Gli esseri umani hanno sempre avuto bisogno di certezze», diceva. «Un tempo le avevano o credevano di averle dalla religione. Poi le hanno avute dalla fisica di Newton che parlava un linguaggio deterministico e non problematico come quello della scienza moderna. Oggi non è più così e non accettare questa realtà ha intrappolato persino un genio come Einstein in contraddizioni insuperabili. La cosa importante è capire che tutto questo non è un fatto negativo, al contrario. Siamo forse all'inizio di una nuova storia dell'universo. Mi piace paragonarlo a un bambino appena nato. Non sappiamo cosa potrà fare da grande, chi sarà e diventerà. Certo, alcuni genitori vorrebbero già saperlo. Ma quello che conta, a mio avviso, non sono le nostre pretese di certezze ma le infinite potenzialità dell'universo-bambino»



Trinh Xuan Thuan

Il caos e l'armonia. Bellezze e asimmetrie del mondo fisico - [Dedalo, 2000](#)

La pienezza del vuoto - [Ponte alle Grazie, 2017](#)

Thuan, astrofisico vietnamita, affronta due temi che la scienza ha rifuggito a lungo come nemici giurati: il caos di ciò che non è simmetrico e il vuoto che ha da sempre fatto paura con la sua pericolosa vicinanza al concetto di nulla. Eppure la scienza sta imparando a fare i conti con queste realtà, che hanno un ruolo decisivo nella comprensione di tutta quanta la realtà in cui viviamo. Due letture che spazzano via l'antico pregiudizio che solo l'ordine è proprio di ciò che esiste...

Giuseppe Del Re, La danza del cosmo.

Complessità e armonia dell'universo - [UTET 2006](#)

Questo libro allarga i confini oltre la fisica e oltre la scienza, per indagare l'ordine e il caos contemporaneamente presenti nel nostro mondo. I riferimenti a fatti e teorie scientifiche anche le più recenti sono costanti e rigorosi, ma il fascino dell'opera sta nel fatto che, pur seguendo il preciso filo conduttore della metafora della danza, secondo cui nell'universo regna un'armonia in continuo cambiamento, simile all'armonia di una danza, l'autore svolge un discorso che a momenti è divulgazione scientifica, a momenti è riflessione sulla natura o sulla storia della scienza, a momenti tocca il posto dell'uomo nell'universo, e a momenti sosta sul mondo dell'esoterico, come nei capitoli sulla magia e sull'alchimia.

George Johnson, Simmetrie. Scienza, fede e ricerca dell'ordine - [Instar Libri, 2002](#)

Il titolo italiano perde un po' la forza di quello originale, 'Fire in the mind', fuoco nella mente. L'autore è George Johnson, cinquantenne, giornalista scientifico del New York Times. Ecco quali sono le domande fondamentali alle quali il libro cerca di dare risposta: Esistono davvero le leggi che governano l'universo? O l'ordine che osserviamo è la proiezione del nostro sistema nervoso, un semplice effetto del modo in cui l'evoluzione ha organizzato il cervello umano? «Il cervello ci spinge a cercare un ordine - dice Johnson - ma siamo prigionieri del nostro sistema nervoso, condannati a non sapere se stiamo scoprendo delle verità o inventando elaborate architetture».



Antonio Ereditato, Le particelle elementari - [Il Saggiatore, 2017](#)

Le particelle del Modello Standard
L'intera realtà è formata da questi 17 "mattoni".

nome	massa	carica	spin
Quark			
u (up)	2.4 MeV	2/3	1/2
d (down)	4.8 MeV	-1/3	1/2
c (charm)	1.27 GeV	2/3	1/2
s (strange)	154 MeV	-1/3	1/2
t (top)	172 GeV	2/3	1/2
b (bottom)	4.2 GeV	-1/3	1/2
Leptoni			
e (elettrone)	0.511 MeV	-1	1/2
μ (muone)	105.7 MeV	-1	1/2
τ (tauone)	1.77 GeV	-1	1/2
ν _e (neutrino elettronico)	<0.22 eV	0	1/2
ν _μ (neutrino muonico)	<0.17 MeV	0	1/2
ν _τ (neutrino tauonico)	<15.5 MeV	0	1/2
Mediatori di forze			
γ (fotone)	0	0	1
g (gluone)	0	0	1
Z ⁰ (bosone Z)	91 GeV	0	0
W [±] (bosone W)	80.4 GeV	±1	0
FAMIGLIE DI MATERIA			
BOSONE DI HIGGS			

Qualcuno l'ha chiamata 'seduzione ionica', colpisce oggi i fisici dopo aver colpito in passato i filosofi. Di cosa si tratta lo spiega Pietro Greco nella prefazione al libro: «È l'amore, improvviso e totale per un'idea astratta. L'idea dell'intima armonia della Natura. Il pregiudizio della profonda unità della realtà cosmica. Sull'idea dell'unità dell'universo, anzi del cosmo, del tutto armoniosamente ordinato, i filosofi ionici dell'antica Grecia fondarono il moderno pensiero razionale dell'Occidente. Ovviamente nessuno ha mai prodotto la prova provata che la realtà naturale sia davvero unitaria. E, tantomeno, che l'intima unità della Natura sia tale da poter essere catturata dall'uomo per mezzo di una sola e onnicomprensiva teoria fisica. La seduzione ionica è dunque un pregiudizio, come diceva Einstein, che tuttavia ha prodotto straordinari risultati in fisica». Questo saggio ci porta nell'infinitamente piccolo, a conoscere ciò che oggi possiamo e sappiamo dire dei costituenti fondamentali della materia, i mattoncini di cui tutto ciò che esiste è fatto.



L'UNIVERSO, CASA NOSTRA

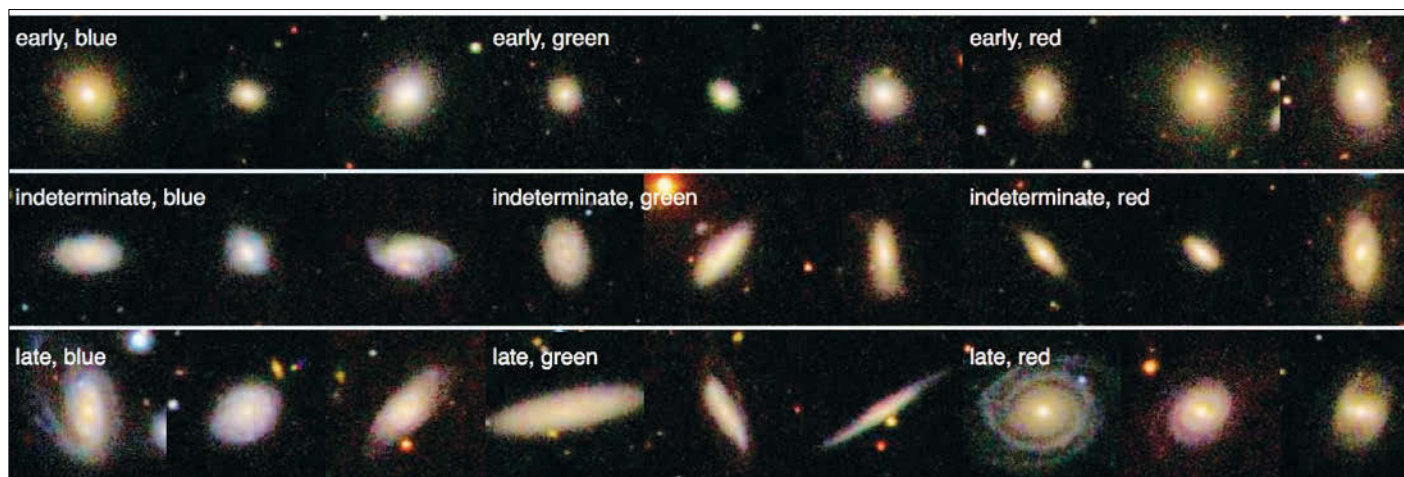


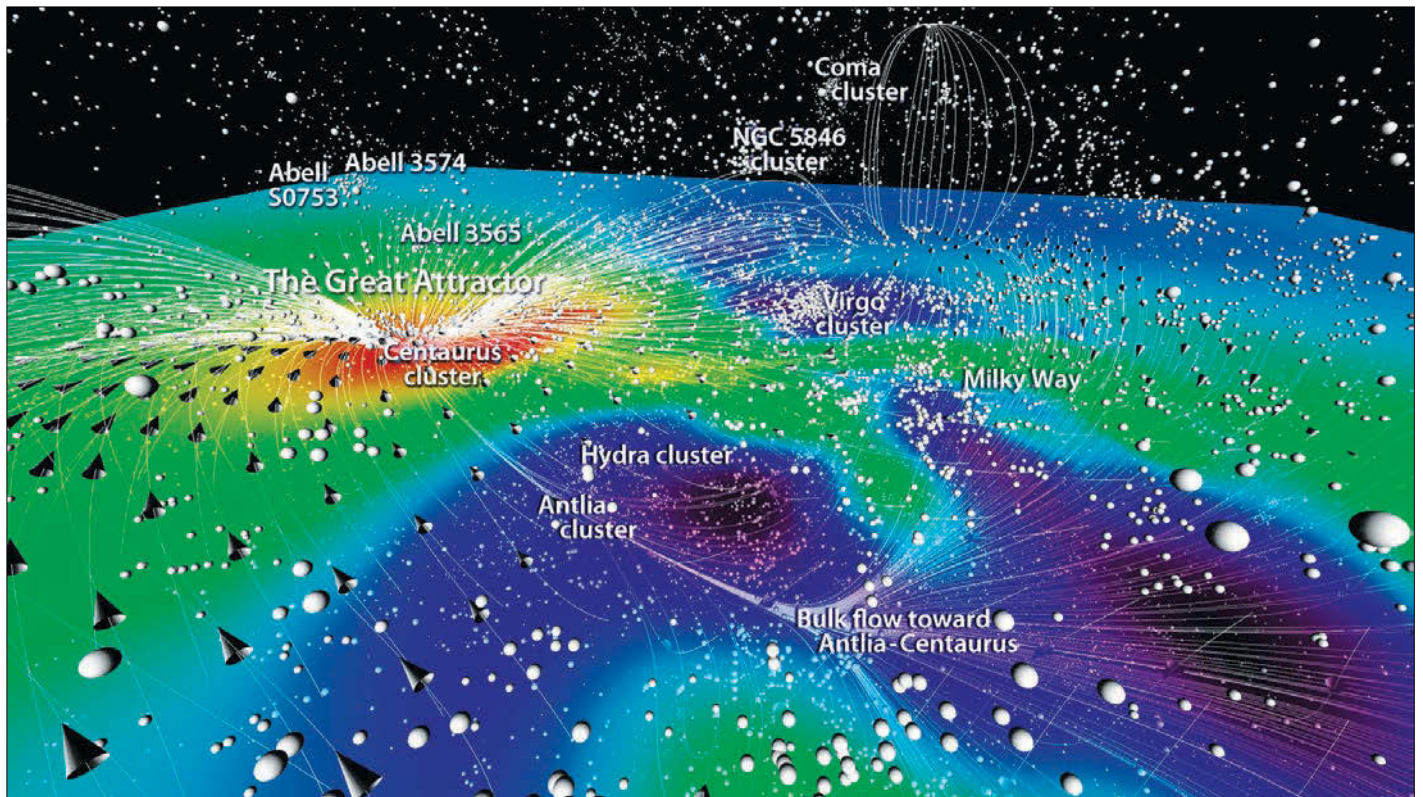
Ordine e caos sono presenti in ogni elemento della natura, ma c'è un luogo speciale che ha attratto l'attenzione di noi Homo (sì, non solo 'sapiens': anche altre specie guardavano il cielo e forse studiavano le stelle). Frasi come 'guardare in alto', 'puntare in alto' sono diventate sinonimo di valicare i confini, andare oltre i limiti, superare l'orizzonte limitato del proprio piccolo spazio personale. In tutto questo tempo in cui la volta celeste è stata al centro dell'osservazione umana, non c'è mai stato un attimo di tregua o delusione, le scoperte si sono inquisite una dopo l'altra, spesso sorprendendoci e obbligandoci a cambiare tutto quello che pensavamo prima. Quando un autorevole fisico dichiarò che non avremmo mai potuto sapere di cosa sono fatte le stelle, pochi anni dopo ebbe una clamorosa smentita, grazie alle scoperte della spettrografia stellare. Con tutto ciò, se è vero che non smettiamo mai di scoprire, è ancor più vero che molto è quello che ignoriamo, al punto che, ridotto a percentuale, oggi gli astrofisici ci dicono che conosciamo solo il 4%, tutto il resto è costituito da materia ed energia che chiamiamo 'dark', oscura...

Ma cosa sappiamo oggi? Proponiamo una scelta di pubblicazioni recenti a carattere divulgativo, che possono soddisfare la sete di sapere di chi non è specialista eppure vuole conoscere questo universo che è la nostra casa, che quasi sicuramente non abitiamo da soli...

Priyamvada Natarajan, L'esplorazione dell'universo. La rivoluzione che sta svelando il cosmo - Bollati Boringhieri, 2017

Natarajan è un'astrofisica indiana che nelle sue ricerche si occupa principalmente di buchi neri, energia oscura e materia oscura. In questo saggio divulgativo arriva a presentare i tre grandi misteri a partire dalla storia della nostra conoscenza dell'universo, in particolare nell'ultimo secolo che ha vissuto una vera e propria rivoluzione nel nostro modo di pensare il cielo. L'autrice, che oggi insegna all'università di Yale, dà spazio e voce agli uomini e alle donne che hanno contribuito a questo allargamento della nostra visione: «Ritengo fondamentale che il grande pubblico conosca il lato umano della ricerca scientifica, l'altalena di emozioni che si vive quando si lavora ai confini della conoscenza».





Paolo De Bernardis, Solo un miliardo di anni? Viaggio al termine dell'universo - Il Mulino, 2016

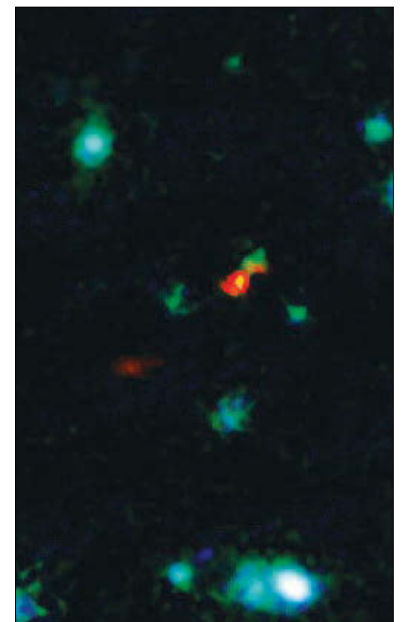
Di solito l'interrogativo sul nostro universo riguarda la sua origine: quando è nato, e come? Ma anche il suo destino finale è un quesito che vale la pena affrontare, mettendo assieme tutto ciò che la scienza fino ad oggi ha potuto scoprire: che ne sarà della terra, del sole, della nostra galassia e dell'intero universo? Sono le domande che guidano le pagine di questo saggio divulgativo curato da De Bernardis, docente di astrofisica all'università di Roma.

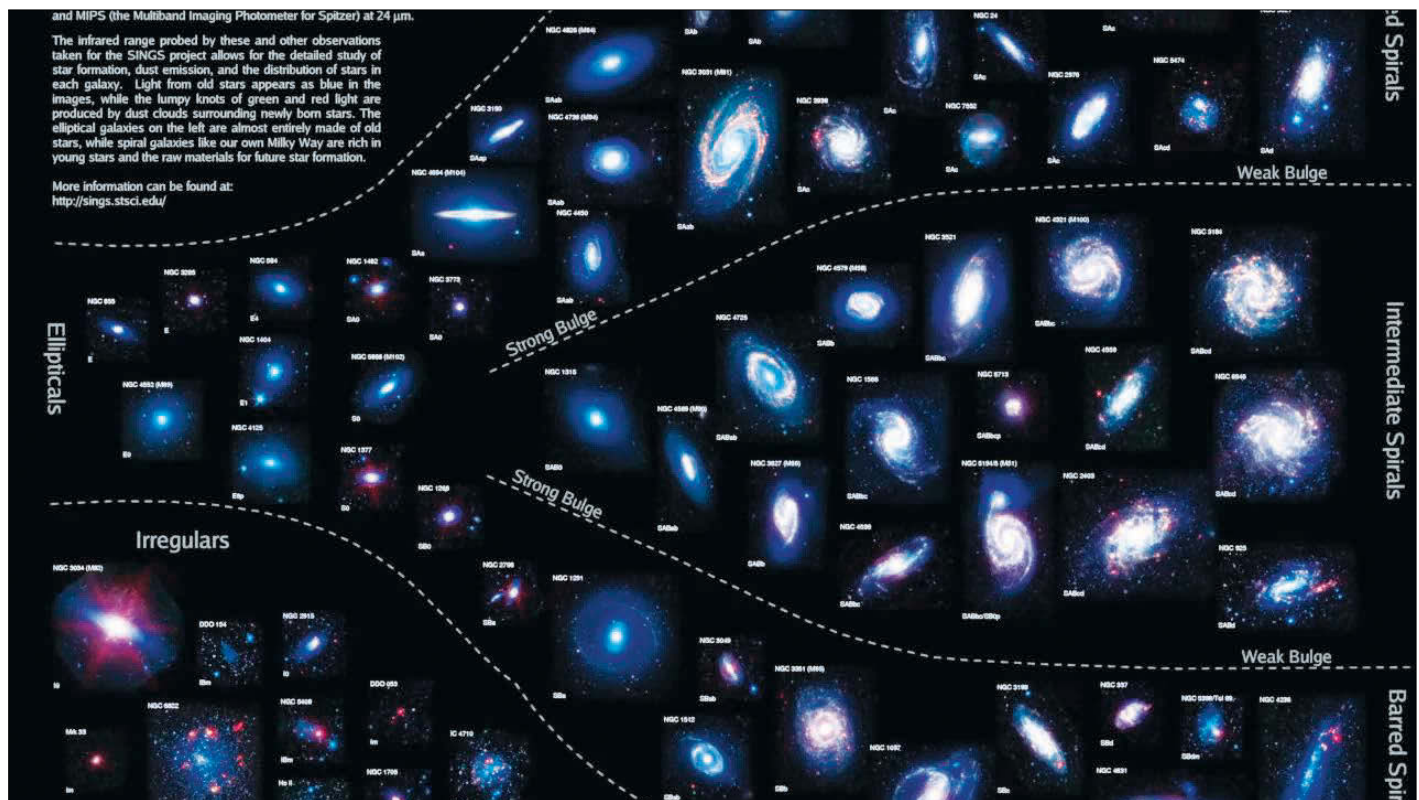
Piergiorgio Odifreddi, Dalla terra alle lune. Un viaggio cosmico in compagnia di Plutarco, Keplero e Huygens - Rizzoli, 2017

Curioso viaggio nello spazio, se pur limitato al 'solo' sistema solare: l'astronave raccoglie in un unico equipaggio tre autori di epoche diverse, che hanno in modi diversi scritto di astronomia. Odifreddi, da consumato divulgatore di scienza, sa far dialogare personaggi e tempi diversi, discipline differenti, a comporre un viaggio storico-letterario che garantisce al lettore almeno due risultati: ampliare le conoscenze sul nostro sistema solare e in generale sulle leggi dell'universo; rivalutare le capacità di pensiero da parte degli antichi pur sprovvisti di mezzi tecnologici ma così capaci di acute osservazioni.

John Chambers, Jacqueline Mitton, Dalla polvere alla vita. L'origine e l'evoluzione del nostro sistema solare - Hoepli, 2016

Oggi guardiamo sempre più lontano nello spazio profondo, galassie lontanissime e oggetti misteriosi dai nomi intriganti (quasar, pulsar...). Di ciò che è più vicino, sembra sappiamo già tutto, abbiamo mandato sonde a vedere da molto vicino pianeti, lune e persino comete... Eppure non è scontata la conoscenza diffusa e capillare del nostro 'piccolo' sistema solare: come quando perché si è formato, e di cosa esattamente è fatto... Ecco un saggio, scritto a quattro mani da un esperto planetologo e da una scrittrice, che raccontano in modo accessibile la storia e lo stato attuale delle scoperte di quegli oggetti che fin dall'antichità hanno infiammato la voglia di conoscere e che ancor oggi ritmano i giorni della nostra settimana, nominata appunto sulla base dei corpi celesti visibili a occhio nudo (Luna, Marte, Mercurio, Giove, Venere, Saturno e... Sole - Sunday, da noi trasformato poi in Domenica, cioè giorno del Signore).





James Owen Weatherall, La fisica del nulla. La strana storia dello spazio vuoto - Bollati Boringhieri, 2017

Siamo portati istintivamente a pensare alla materia solida come a un qualcosa di pieno, solido, ordinato, affidabile, mentre particelle che vorticosamente vagano dentro un'immensità di vuoto sono l'icona di ciò che è instabile, precario, disordinato. Il vuoto spaventa, il nulla terrorizza (pensiamo al classico fantasy 'La storia infinita'...), per fortuna la realtà, cioè la materia, lo vanno a riempire! Se la pensate così, questo è il libro che fa per voi: arriva a distruggere le vostre certezze, a rivalutare il vuoto, versione scientifica del nulla, come ciò che sta alla base di tutta la nostra realtà. «Le teorie che ho discusso in questo libro - la meccanica di Newton, l'elettromagnetismo di Maxwell, la teoria della relatività di Einstein e la teoria quantistica dei campi - propongono concezioni radicalmente differenti non solo dell'aspetto che avrebbe il mondo se non ci fosse dentro nulla, ma anche del significato stesso della parola nulla».



Guido Tonelli, Cercare mondi. Esplorazioni avventurose ai confini dell'universo - Bollati Boringhieri, 2017

Se osiamo lasciare il piccolo cortile di casa per avventurarci lontano nello spazio e contemporaneamente anche nel tempo, scopriamo fenomeni straordinari, che ci obbligano a cambiare modo di vedere e pensare le cose. Per questo è necessario che queste conoscenze siano condivise da tutti e non lasciate ai soli esperti: questa la convinzione di fondo che guida l'ultimo saggio di Tonelli, fisico del Cern, uno dei protagonisti della scoperta del bosone di Higgs.

«Ho cercato di raccontare nella maniera più semplice e rigorosa possibile quello che abbiamo capito e ciò che ancora non sappiamo. Ma l'obiettivo è anche un altro: mettere queste conoscenze, con tutti i dubbi che ancora abbiamo, a disposizione della cultura in generale. Una sorta di appello: guardate che le scoperte scientifiche stanno modificando la nostra idea del mondo. Ne vogliamo discutere? Noi scienziati abbiamo una certa tendenza a isolarci, a ragionare nel nostro ristretto cenacolo. Il risultato è che siamo percepiti come quelli che si occupano di cose tecniche, mentre le grandi questioni dell'esistenza rimangono monopolio di umanisti, filosofi e artisti. In questa divisione io non mi riconosco, anzi, sento l'urgenza di discuterne, oggi più di ieri. Perché la scienza ha raggiunto un tale livello di potenza che potrebbe persino dare alla testa: lasciare alla tecnica e alla scienza le scelte che decideranno il destino dell'umanità nei prossimi decenni e nei prossimi secoli non solo è poco saggio, ma potrebbe anche portare a conseguenze pericolose. Per questo suono un campanello d'allarme: signori, siamo proprio sicuri che se ne debbano solo occupare solo gli scienziati?».





NANNI BIGNAMI

Le rivoluzioni dell'universo. Noi umani tra corpi celesti e spazi cosmici - Giunti, 2017

A pochi mesi dall'improvvisa scomparsa, nel maggio 2017, esce la sua ultima parola, portata a termine dalla moglie, l'astrofisica Patrizia Caraveo, che con lui discuteva ogni riga soprattutto a colazione: «Nanni si svegliava presto al mattino e cominciava a scrivere. Quando la colazione era pronta, arrivava imbracciando il portatile pronto a "dare lettura" di quanto aveva prodotto».



Il saggio, col consueto piglio che attrae fatalmente il lettore fino all'ultima riga, parla di quelle rivoluzioni che hanno segnato i passaggi da un'era alla successiva delle scoperte scientifiche in campo astronomico e astrofisico, grazie a cinque messaggeri: le onde elettromagnetiche (la luce delle stelle e delle galassie, le loro emissioni radio), i meteoriti e tutto ciò che cade dal cielo, le particelle e i nuclei atomici dei raggi cosmici, i neutrini e le mitiche onde gravitazionali.

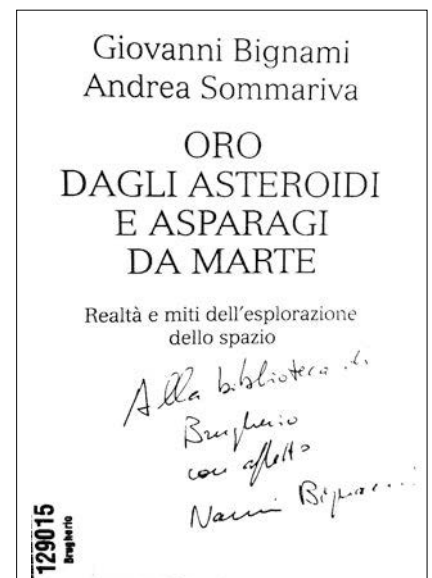
L'uomo è esplorazione, curiosità, superamento dei propri limiti. È su questa idea di speranza e di futuro che arriva l'ultimo capitolo, in cui compare la scena in cui scorrono i titoli di coda: «Eccola, la fine dell'universo. Non più stelle e pianeti e galassie, non più neanche buchi neri brancolanti nel buio: rimarranno solo componenti elementari (fotoni, neutrini, ecc.) come quelli che comparvero subito dopo il Big Bang, congelati nella morte termica dell'Universo stesso. Sarà meglio non esserci a un finale simile, per morire senza stelle». Qualcuno lo ha immaginato come un congedo di Nanni, ma la moglie ci tiene a precisare che non è così: «Alcuni amici pensano che l'ultimo capitolo un po' dark sulla fine dell'universo fosse il presagio della fine. Onestamente non lo credo, secondo me era piuttosto un vezzo letterario. Nanni aveva troppi interessi e troppe idee (spesso rivoluzionarie) per preoccuparsi di una simile eventualità. Era andato a Madrid per convincere il Ministro della Ricerca spagnolo ad investire nello Square Km Array (Ska), il grandioso progetto di radioastronomia che stava cercando di fare decollare. La sua capacità di trasmettere entusiasmo era tale che sarebbe sicuramente riuscito a convincere il ministro, se ne avesse avuto il tempo».

Altri titoli:

Oro dagli asteroidi e asparagi da Marte. Realtà e miti dell'esplorazione dello spazio - Mondadori Università, 2015

Il mistero delle sette sfere. Cosa resta da esplorare : dalla depressione di Afar alle stelle piu vicine - Mondadori, 2013

Il futuro spiegato ai ragazzi - Mondadori, 2012



I marziani siamo noi. Un filo rosso dal big bang alla vita - Zanichelli, 2010

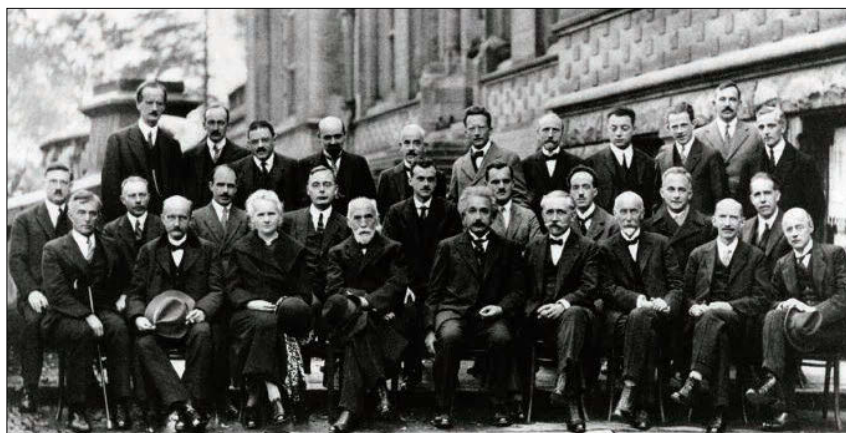
Wernher von Braun, Progetto Marte. Storia di uomini e astronavi - Dedalo, 2016

Dell'opera originale del 1949 Bignami ha curato la prima edizione italiana, con sua traduzione.



IL LATO FEMMINILE DELL'UNIVERSO

L'Osservatorio di Pavia, oltre a svolgere il proprio lavoro di studio e ricerca, ha promosso un'iniziativa che mette il dito nella piaga di un fenomeno sociale di cui non possiamo andare fieri: il predominio maschile. Il problema, nel campo della scienza, si pone per l'evidenza delle differenti opportunità di carriera, che ancor oggi discriminano le donne scienziate. Ma non solo: è l'immaginario collettivo che è stato plasmato intorno a una prevalenza del maschio, basti pensare che i monitoraggi dei mezzi di comunicazione in tutto il mondo mostrano che a parlare di scienza sono quasi sempre gli uomini. Allo stesso modo la percezione comune della storia della fisica e dell'astrofisica parlano di una scienza declinata fortemente al maschile. Ciò naturalmente non è vero, o meglio: là dove è ancora vero ci sono delle discriminazioni



da rimuovere! Prendiamo ad esempio il quinto congresso Solvay per la fisica del 1927, durante il quale fu scattata quella che alcuni hanno definito "la foto più intelligente della storia": ritrae 29 scienziati, di cui 17 premi Nobel. Una sola donna: Marie Curie. A distanza di 90 anni da quello scatto, su iniziativa dell'università di Trento, in occasione del 103esimo Congresso nazionale della Società italiana di fisica, è stato chiesto a 28 fisiche italiane, e un solo uomo, di posare per una ricostruzione "a parti inverse" della celebre foto di Solvay.

Che questa foto sia il segno di un nuovo riconoscimento alle donne che hanno contribuito in modo decisivo alle scoperte del nostro universo e il segnacolo di una nuova stagione in cui la discriminazione di genere sia, una volta per sempre, abbandonata come il residuo di un passato incivile.

Patrizia Caraveo, Uomini e donne: stessi diritti? - Castelvecchii, 2017

L'astrofisica, esperta di universo delle alte energie, dedica questo breve pamphlet al tema delle disuguaglianze, con un linguaggio semplice e soprattutto diretto, senza tanti giri inutili di parole. Sentite come inizia: «Nessuno metterebbe mai in dubbio che uomini e donne abbiano gli stessi diritti. È un principio fondamentale. Ma andiamo oltre le (belle) dichiarazioni di principio e caliamoci nella realtà. Consideriamo una situazione dove uomini e donne svolgono lo stesso lavoro ed esaminiamo il metro di giudizio con il quale vengono valutati. Sono giudicati allo stesso modo? Ovviamente saremmo propensi a dire che, se fanno lo stesso lavoro e lo fanno bene entrambi, dovrebbero essere giudicati allo stesso modo. Purtroppo, però, le cose non stanno così. Il lavoro di un uomo è giudicato in modo diverso da quello di una donna e siamo proprio noi i responsabili di questa differenza, perché siamo condizionati a tal punto dalla nostra educazione e dal nostro retaggio culturale che la maggior parte delle volte neppure ce ne accorgiamo».

Gabriella Bernardi, Il cielo dimenticato in un baule. Viaggio astronomico tra i misteri del cosmo - la Ricotta 2012

Benché la divinità tutelare dell'astronomia sia una musa, Urania, figlia di Zeus, questa disciplina non ha poi concesso grandi spazi al genere femminile. Fino alla seconda metà del Novecento le donne dedite allo studio del cielo sono state poche, e quelle poche sono rimaste in posizioni marginali o subalterne. Ad esse Gabriella Bernardi ha dedicato un libro breve, ma meritevole di attenzione perché, oltre a fornire notizie su una trentina di donne astronomo, è concepito in forma di racconto rivolto a un pubblico di ragazze e ragazzi, che forse un domani, speriamo prossimo, saranno capaci di abolire ogni discriminazione.

LE DONNE DELL'OSSERVATORIO ASTRONOMIC DI HARVARD



Dalla fine del XIX secolo, l'Osservatorio astronomico di Harvard iniziò ad assumere alcune donne come computer, veri e propri calcolatori umani. Il loro compito era analizzare l'imponente massa di lastre fotografiche (centinaia di migliaia) e fare calcoli. Il gruppo di donne, a volte sbeffeggiato come l'"harem" dell'Osservatorio, era formato da signore di tutte le età: esperte di matematica, astronome dilettanti, mogli, sorelle e figlie dei professori; alcune laureate, altre semplicemente appassionati. Se oggi noi disponiamo di una classificazione stellare e

possiamo calcolare le distanze nell'universo, lo dobbiamo proprio a questo gruppo di studiose, di cui vale la pena ricordare e onorare i nomi, così poco conosciuti: Annie Jump Cannon, Henrietta Swan Leavitt, Williamina Paton Fleming, Antonia Maury e Cecilia Payne-Gaposchkin. Ecco due titoli che ricostruiscono questa bellissima storia e ridanno dignità e memoria a chi ha portato l'astronomia così tanto avanti.

Dave Sobel, Le stelle dimenticate. Storia delle scienziate che misurarono il cielo - Rizzoli, 2017

La nota divulgatrice scientifica statunitense ricostruisce la storia di queste scienziate (chiamiamole così, non "computer") che hanno fatto la storia dell'astronomia consumandosi gli occhi nell'osservare pezzi di universo racchiusi in lastre di vetro (come suggerisce il titolo originale dell'opera, "The glass universe"). Ne ha scritto Patrizia Caraveo: «La fotografia astronomica, da poco entrata prepotentemente tra i mezzi per studiare l'universo, produceva ogni notte nuove lastre fotografiche che andavano analizzate per estrarre tutte le informazioni contenute. Un'immagine astronomica, oltre ad avere un valore estetico, ha una grande valenza scientifica. Contiene informazioni circa l'emissione di migliaia di stelle che, all'epoca, andavano ancora catalogate. Si sapeva che le stelle possono avere diversi colori, ma l'appartenenza a diverse famiglie era ancora da definire. Poi c'era l'immane compito di riconoscere le stelle variabili, da sempre una passione degli astronomi. Lavori che richiedevano certissima pazienza combinata a grande precisione, due virtù che l'immaginario collettivo attribuiva alla donne piuttosto che ai maschietti». Giova ricordare che allora le donne erano escluse sia dall'università, sia dalla partecipazione a gruppi di studio e di ricerca... E le scoperte sensazionali di questo team non cambiarono di molto questo pesante pregiudizio: Annie J. Cannon rimarrà calcolatore fino a 75 anni quando, finalmente, le verrà offerta la cattedra di Astronomia. La situazione migliorerà (di poco) con Cecilia Payne Gaposchkin che dovrà aspettare solo il 65esimo compleanno per avere la cattedra e la direzione dell'osservatorio. Ma verrà sempre pagata meno dei colleghi maschi. Commenta ancora la Caraveo: «Il messaggio è chiaro: le donne hanno molto da offrire alla scienza, basta dare loro l'opportunità».



HENRIETTA SWAN LEAVITT



Astronomy 1868 - 1921

- Measured over 2000 Cepheid variable stars
- Discovered the Period-Luminosity Relation
- Leavitt's cosmic beacons used by Edwin Hubble for distance to galaxies
- Opened the way for measuring the universe

"Miss Leavitt. . . [was] steadfastly loyal to her principles, and deeply conscientious and sincere in her attachment to her religion and church. She had the happy faculty of appreciating all that was worthy and lovable in others, and was possessed of a nature so full of sunshine that, to her, all of life became beautiful and full of meaning."
— Solon I. Bailey, 1922

George Johnson, Le stelle di Miss Leavitt.

La storia mai raccontata della donna che scoprì come misurare l'universo - [Codice, 2006](#)

Per pochi centesimi di dollaro all'ora, Leavitt doveva analizzare le lastre fotografiche provenienti dalle campagne osservative dei telescopi e catalogare i cambiamenti delle posizioni e delle luminosità delle stelle, compito noioso col quale i professionisti non volevano assolutamente cimentarsi non essendo allettante e prestigioso ai fini della carriera. Brevemente, grazie ad un lungo e meticoloso lavoro durato anni, si accorse di una relazione fra i periodi e le luminosità di alcune particolari stelle variabili giganti, le cefeidi, che scaturì in una legge ancora oggi usata per calcolare le distanze nello spazio di

oggetti molto lontani come le galassie. Il libro ha il pregio di svelare, capitolo dopo capitolo, non solo la vita professionale e quel poco di vita privata che emerge della protagonista, ma di inquadrare la scoperta con la visione dell'Universo di allora, nonché le conoscenze e le domande ancora aperte. La Leavitt non ottenne il meritato riconoscimento: la candidarono al Nobel, ma lei era già morta da quattro anni...

MARGHERITA HACK

(FIRENZE 1922 - TRIESTE 2013)

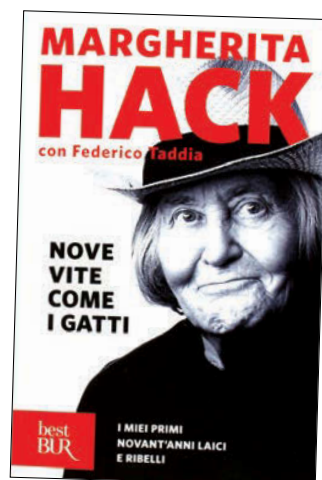
Non si può non ricordare qui la scienziata italiana, che ha segnato non solo la storia della scienza ma anche dell'immaginario collettivo: grazie a lei donna e astronomia sono un binomio tutt'altro che impossibile... (e speriamo che la lezione sia definitiva!). È stata anche una grandissima divulgatrice, ha saputo portare le conquiste della scienza alla portata di tutti, in ogni circostanza, senza mai stancarsi, diventando così "la voce e il volto della scienza italiana".

BIOGRAFIA E AUTOBIOGRAFIE

Pietro Greco, Margherita Hack - L'Asino d'oro, 2013

Il noto e bravissimo giornalista scientifico ha scritto questa biografia per omaggiare la scienziata di cui era profondo ammiratore, poco tempo dopo la sua morte. Scrive: «Questo è un libro a caldo.

Scritto in poche settimane, sull'onda dell'emozione. Non ha alcuna pretesa di completezza. Vuole essere solo un omaggio, un primo omaggio, a una persona eccezionale e amica». Proprio la forza del ricordo e dell'ammirazione ha permesso di produrre una biografia viva, appassionata, un ritratto che vale la pena leggere, dove scienza e vita, astronomia e passione civile sono sempre state inseparabili.



Margherita Hack con Federico Taddia, Nove vite come i gatti. I miei primi novant'anni laici e ribelli - [Rizzoli, 2012](#)

Un'autobiografia scritta a 90 anni, con grande freschezza e in punta di piedi: poche pagine, di ricordi e tappe di una lunga e ricca vita. Da leggere d'un fiato.



Margherita Hack, Il perché non lo so

- Sperling & Kupfer, 2013

Racconto autobiografico schietto e vivace, accompagnato dalle suggestive immagini dei luoghi dove ha vissuto e lavorato.

Margherita Hack, La mia vita in bicicletta - Ediciclo, 2011

Racconti autobiografici al ritmo delle molte pedalate di tutta una vita.



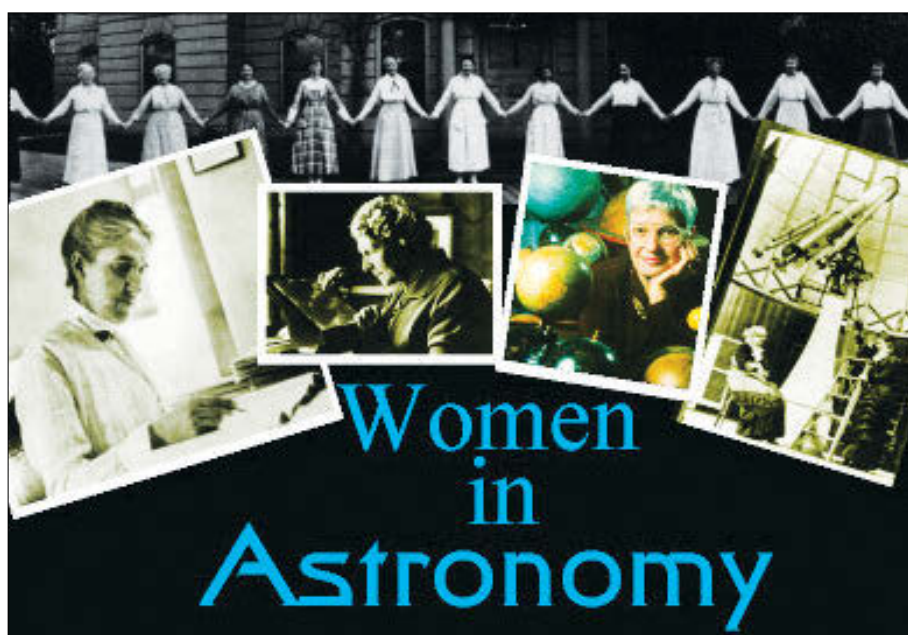
OPERE

Ha pubblicato moltissimo e non solo libri di scienza, ma anche di impegno civile, schierata com'era nelle sue molte battaglie. Lunghissimo sarebbe l'elenco, ci limitiamo a suggerire qualche titolo, giusto per ingolosire la lettura. Scegliamo testi di divulgazione dell'astronomia per tutti, testi destinati a un pubblico di adulti e altri pensati appositamente per bambini e per ragazzi.

I **libri** citati sono naturalmente disponibili in biblioteca.

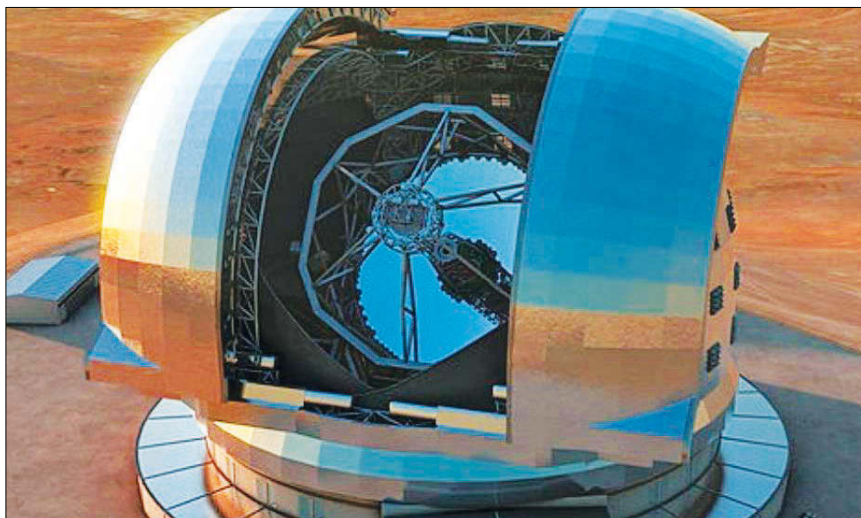
L'universo violento della radioastronomia (1983); La galassia e le sue popolazioni (1989); L'universo alle soglie del Duemila (1992); Alla scoperta del sistema solare (1993); Una vita tra le stelle (1995); L'amica delle stelle (1998); Dove nascono le stelle (2004); L'idea del tempo (con Pippo Battaglia, 2006); L'universo di Margherita (con Simona Cerrato, 2006); Così parlano le stelle. Il cosmo spiegato ai ragazzi (con E. Gjergo, 2007); Notte di stelle (con V. Domenici, 2010); Tutto comincia dalle stelle. Viaggio alla velocità della luce tra pianeti, astri e galassie (con G. Ranzini, 2011); Stelle da paura (con G. Ranzini, 2012), sul tema degli asteroidi; Sotto una cupola stellata (dialogo con M. Santarelli, 2012 su scienza ed etica); C'è qualcuno là fuori (2013); Stelle, pianeti e galassie. Viaggio nella storia dell'astronomia: dall'antichità a oggi (con M. Ramella, 2013).

Non solo libri. Segnaliamo anche la disponibilità di un **audiolibro**: *Che cos'è l'universo* (che riporta una conferenza del 2007); e di due **ebook** scaricabili dal catalogo del sistema bibliotecario: *Le stelle, ragazzi, sono meravigliose* e *L'universo nel terzo millennio*.





OSSERVARE IL CIELO TRA PASSIONE E SCIENZA



Astronomi e astrofili sono uniti da una stessa passione: comprendere «il cielo stellato sopra di noi» che Kant considerava una delle due cose che "riempiono l'animo di ammirazione e venerazione sempre nuova e crescente". Guardare in alto, imparare a distinguere i corpi celesti, orientarsi tra le costellazioni, ammirare i molti fenomeni che si susseguono nel corso del tempo sono

attività alla portata di tutti, che, oltre a divertire e affascinare, accompagnano tutti noi non esperti a familiarizzare con le più grandi scoperte dell'astrofisica. Dal canto loro, i professionisti del cielo, utilizzano strumenti sempre più sofisticati e potenti, telescopi "terrestri" e "spaziali". Tutti possiamo appassionarci alle stelle e all'astronomia!

Il libro dell'astronomia. Grandi idee spiegate in modo semplice - [Gribaudo 2017](#)

Il libro mantiene la promessa del titolo, rendendo alla portata di tutti le più grandi scoperte astronomiche della nostra storia e di oggi. Immagini, didascalie, diagrammi favoriscono non poco la consultazione e la comprensione.

Kenji Ishikawa, Kiyoshi Kawabata, Astronomia - [La Repubblica - Le Scienze, 2016](#)

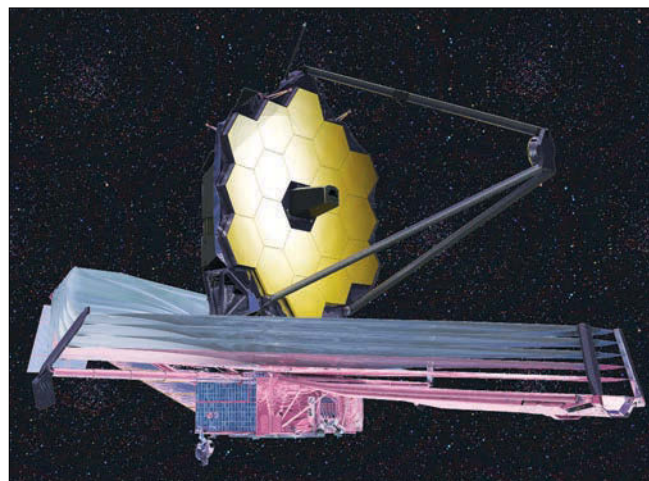
Imparare coi fumetti manga, questa la sfida della collana recentemente pubblicata sulle più svariate discipline scientifiche. Questo volume è dedicato all'astronomia.

Astronomia - [De Agostini, 2015](#)

Un utile vademecum, con più di duecento voci, corredato da splendide fotografie.

Ian Ridpath, Astronomia. Stelle, pianeti, osservazione, attrezzatura, costellazioni - [Mondadori, 2010](#)

Un manuale di base, più che sufficiente per cominciare a guardare il cielo notturno con altri occhi...



Stephen P. Maran, Astronomia for Dummies - [Hoepli, 2013](#)

La nota collana dedica questo volume alla sfida di insegnare questa disciplina a noi "dummies", ignoranti e inesperti.

Astronomia in 30 secondi. 50 stupefacenti scoperte astronomiche in mezzo minuto - [Logos, 2013](#)

Ogni scoperta viene presentata in un linguaggio terreno utilizzando non più di 2 pagine, 300 parole e un'illustrazione.

BIBLIOGRAFIE DELLE PRECEDENTI RASSEGNE

Altri suggerimenti e percorsi di lettura sono disponibili nelle bibliografie preparate per altri incontri delle passate edizioni di "Scienza, ultima frontiera". Li trovate sul sito del Comune di Brugherio (www.comune.brugherio.mb.it) alla sezione Biblioteca, cercando nel menù a destra la cove "Bibliografie, discografie, filmografie e scelte di siti web".

5

SCIENTIA, ULTIMA FRONTIERA
E GRATUITO L'ACCESSO AI RISORSE AGGIUNTIVE
24 EDIZIONE - 2015

ALLA SCOPERTA DELL'INIZIO

venerdì 4 dicembre 2015
LA NASCITA DELL'UNIVERSO: COSA SAPPIAMO DI COME È INIZIATO TUTTO?

con **GIOVANNI BIGNAMI** astrofisico

BIBLIOGRAFIA

Libri (e non solo) di Gianni Bignami
L' appassionante storia della più antica disciplina scientifica
La cosmologia contemporanea
Esplorare lo spazio
Osservare il cielo

1

SCIENTIA, ULTIMA FRONTIERA
E GRATUITO L'ACCESSO AI RISORSE AGGIUNTIVE
18 EDIZIONE - 2015

LO SPAZIO E IL TEMPO

venerdì 21 ottobre
CHE FATE LASSÙ?
La completa storia dello spazio, dal primo volo balistico, in quel di Brugherio, alle frontiere del futuro

con **Giovanni Bignami** astrofisico
Umberto Guidoni astrofisico

BIBLIOGRAFIA

- Giovanni Bignami
- Umberto Guidoni
- Primo volo italiano: Brugherio 1784
- L'esplorazione dello spazio

2

SCIENTIA, ULTIMA FRONTIERA
E GRATUITO L'ACCESSO AI RISORSE AGGIUNTIVE
19 EDIZIONE - 2015

LO SPAZIO E IL TEMPO

venerdì 28 ottobre
COSMO E MICRO COSMO
Il tempo all'inizio del tempo

con **Luciano Maiani**
fisico - Università di Roma, già direttore del CERN di Ginevra e presidente del CNR

BIBLIOGRAFIA

- Luciano Maiani
- Scienza in accelerazione: il CERN e il suo grande collisore adronico
- Breve storia della fisica del tempo
- Inizio del tempo tra cosmo e microcosmo
- Qualche proposta anche per i ragazzi



L'ORDINE E IL CAOS

«In ogni caos c'è un cosmo,
in ogni disordine un ordine segreto» (c. G. Jung)



ottobre 2017

bibliografia a cura di Ermanno Vercesi