

vita, cosa sei?



Paul Klee, Insula di Camara, 1938

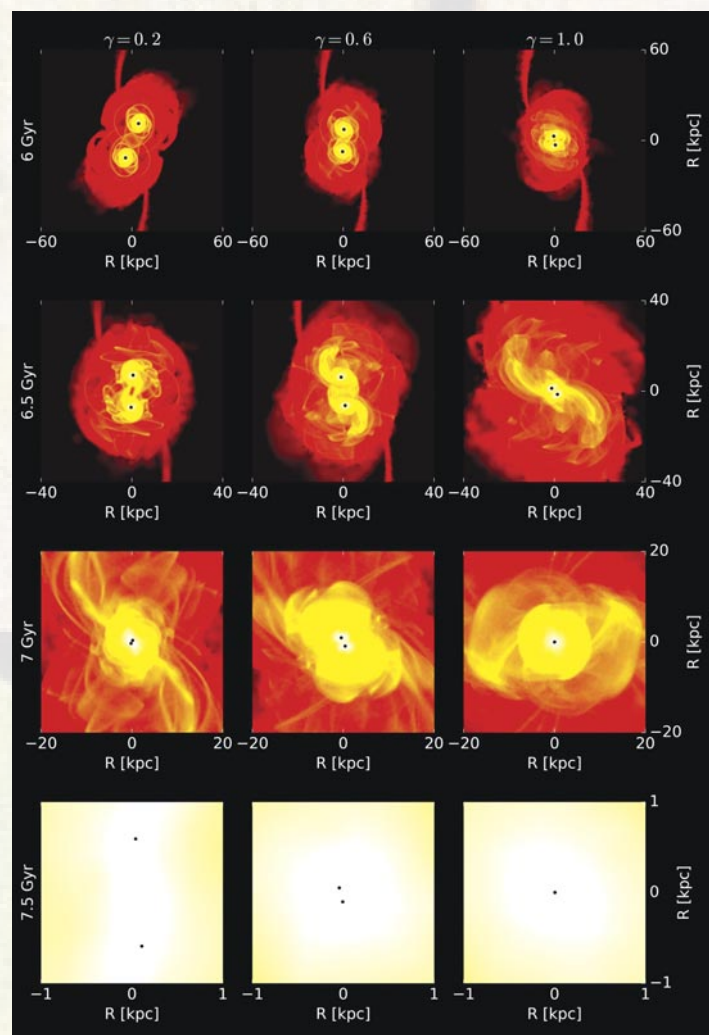
INCONTRO N. 5

SCIENZA, ULTIMA FRONTIERA 2019

risponde **UN'ONDA GRAVITAZIONALE,**
con la voce di **MARICA BRANCHESI**



Città di Brugherio (MB)
assessorato alle Politiche culturali



INFO-BIBLIOGRAFIA

...risponde un'onda gravitazionale

L'Universo è, sì, pieno di misteri, ma lo sappiamo proprio perché lo stiamo studiando in modo sempre più approfondito: ogni conoscenza che si rispetti apre a nuove domande e a volte ci costringe a cambiare la nostra immagine, fino a stravolgerla...

La scienza, si dice, fa passi da gigante, forse perché davvero i ricercatori di oggi sono seduti sulle spalle dei giganti di ieri, con la differenza che non è più questo il tempo dei geni solitari, semmai del lavoro di squadra.

Lo sa bene la nostra ospite, che lavora soprattutto per far dialogare e collaborare tra loro mondi scientifici differenti, ottenendo così risultati e scoperte che spostano sempre più in là le frontiere di ciò che conosciamo.

L'Universo che oggi pensiamo non è quel cosmo/ordine regolare che paragonavamo ai meccanismi di un orologio... Al contrario, sembra un posto instabile e pericoloso, agitato da energie inaudite e da fenomeni così grandi da apparirci spaventosi e inimmaginabili ... Eppure non solo li immaginiamo, ma li studiamo, li prevediamo con anticipo nelle nostre teorie, ne troviamo le evidenze sperimentali magari anche dopo cento anni!

Bosone di Higgs e onde gravitazionali ne sono l'esempio perfetto, scoperte che aprono le porte all'astronomia multi-messaggero, quella cioè che studia i fenomeni sotto le loro diverse manifestazioni, ciascuna delle quali richiede una specializzazione diversa.

Lavorare come astrofisici oggi è ben diverso rispetto al passato..., assomiglia più a un'impresa corale, a una recita che richiede più parti diverse in sinergia tra loro.

Ma... che ne sanno della vita un'onda gravitazionale, un lampo gamma o la radiazione cosmica di fondo? Cominciamo a dire che a furia di scrutare le stelle cominciamo a capire qualcosa di più preciso sulla casa in cui abitiamo e sulla materia che siamo (sì, perché ogni forma vivente è fatta di polvere dell'Universo, prodotta dal Big bang e dall'esplosione delle supernove...).

Non sappiamo se la vita sia apparsa solo qui, probabile che no. Cerchiamo vita e mondi abitabili fuori dalla Terra, non è fantascienza! Non sappiamo però se, in definitiva, l'Universo sia **bio-amichevole** oppure **ostile** alla vita oppure ancora glacialmente **indifferente**...

Ma non smetteremo mai di cercare.

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



vita, cosa sei?

MARICA BRANCHESI, UNA SCIENZIATA AL TOP

«Tra poco i nostri rilevatori inizieranno ad osservare un Universo più grande e questo ci permetterà di scoprire l'Universo, la vita e noi stessi. In queste scoperte ha trionfato la diversità: scienziati e scienziate di tutto il mondo che hanno messo insieme la loro diversità. E in un momento in cui la diversità spaventa queste scoperte fanno vedere quanto la diversità sia invece una ricchezza».



Queste poche parole, pronunciate mentre ritirava il *premio Picchio* dalla Regione Marche, condensano lo spessore scientifico e umano della nostra quinta e ultima ospite della rassegna. Marica Branchesi nasce a Urbino nel 1977, laurea in Astronomia e dottorato di ricerca all'Università di Bologna. Dal 2009, prima come ricercatrice dell'Università di Urbino e poi come professore associato al *Gran Sasso Science Institute*, partecipa al **progetto internazionale Ligo/Virgo per occuparsi di fisica delle onde gravitazionali** e dei segnali elettromagnetici associati alle sorgenti di segnali gravitazionali. A fine 2017 la rivista scientifica 'Nature' la inserisce, in virtù del ruolo fondamentale ricoperto nell'esperimento Virgo che ha rilevato le prime onde gravitazionali prodotte dalla collisione di stelle di neutroni, tra i 10 scienziati dell'anno mentre nel 2018 la celebre rivista americana 'Time' la annovera tra le 100 persone (non solo scienziati) più influenti del mondo.

A chi pensa che la scienza, e la fisica in particolare, sia cosa da maschi, lei oppone una ferma quanto determinata convinzione: *«Non mi piaceva fin da piccola questa barriera legata alla scienza come cosa prettamente maschile. Oppure che per fare scienza bisognasse essere per forza dei geni, siamo persone normali».* Una donna normale, mamma di due bambini, che vive col compagno Jan Harms, un astrofisico conosciuto in California con cui ha lavorato all'operazione speciale Virgo.

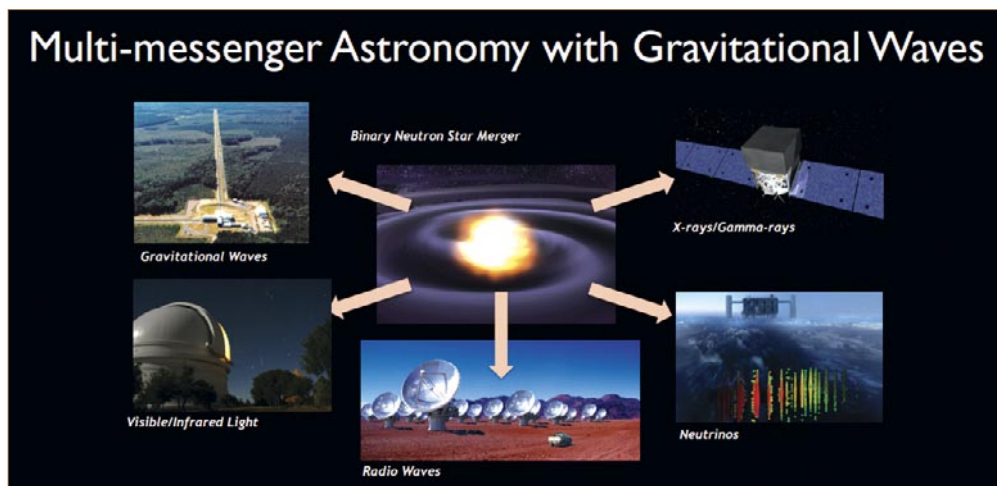


Una scienziata che ha segnato la storia dell'astrofisica. In che modo esattamente?

Siamo abituati a legare la fama di uno scienziato a una scoperta precisa, a una nuova teoria, a un'osservazione mai fatta prima... Nel caso di Marica Branchesi si tratta di qualcosa di diverso. È vero, oggi possiamo considerarla come **la signora delle onde gravitazionali**, ma nella scienza odierna una scoperta come questa vede necessariamente la partecipazione

di migliaia di ricercatori di tutto il mondo, che uniscono le loro competenze nelle diverse discipline. Ecco, proprio mettere insieme mondi scientifici diversi, non abituati a unire le forze o convergere su determinati obiettivi è la conquista principale della nostra ospite.

Proprio quello che sosteneva Michela Matteoli nel chiudere la sua serata: il futuro della scienza è nella collaborazione, nel lavoro di squadra di punti di vista diversi e non nella sola specializzazione estrema di ciascuno di loro.



Viene chiamata **astronomia multi-messaggero**, significa in pratica studiare contemporaneamente uno stesso fenomeno dell'universo da più tipi di osservazione diversi. Data di nascita: 17 agosto del 2017, quando, per la prima volta, è stata individuata anche una sorgente elettromagnetica nel

punto in cui si era originata una onda gravitazionale. Due messaggi differenti da uno stesso evento. In quel caso erano due stelle di neutroni che si sono fuse insieme. Due anni, il 14 agosto 2019, viene osservato lo scontro tra un buco nero e una stella di neutroni (un *tandem BHNS*, *black hole-neutron star*, per usare la sigla degli astrofisici). Non è stato facile come sembra, dato che le due discipline viaggiamo separatamente e far convergere l'osservazione dei telescopi di tutto il mondo significa stravolgere i loro piani in un tempo rapidissimo. Ci vuole una buona ragione e occorre essere convincenti sul fatto che ne valga la pena. La nostra speaker è riuscita a farlo!

«Ci è voluto Albert Einstein per prevedere l'esistenza delle onde gravitazionali, increspature dello spazio-tempo che si formano quando oggetti come i buchi neri collidono. C'è voluta Marica Branchesi per verificare che abbiamo realmente visto la prova di questo genere di scontro». Così Jeffrey Kluger comincia sul Time il ritratto dell'astrofisica urbinata che lavora da anni all'interno della collaborazione internazionale Ligo-Virgo per la rivelazione delle onde.

Tutto ha inizio dieci anni fa:

«Sono entrata nel 2009 nella collaborazione Virgo e Ligo che lavorava alle onde gravitazionali. Il primo anno non è stato facile, mi sono interfacciata con dinamiche collaborative molto differenti. Mi sono resa conto che stavo lavorando ad un'astronomia di frontiera. È nato il gruppo incaricato di cercare la controparte elettromagnetica delle onde gravitazionali. Eravamo dinanzi ad un grande cambiamento: due mondi che si cominciavano ad avvicinare, la parte elettromagnetica aveva riguardato sino ad allora solo l'astronomia mentre le onde gravitazionali erano state sino a quel momento di esclusivo appannaggio dei fisici. Abbiamo cominciato a organizzare congressi internazionali, gettare le basi di questa nuova collaborazione. Abbiamo discusso di strategie osservative, analisi dei dati multi-messaggeri, policy nello scambio di informazioni e nel coordinamento degli articoli. Alle prime conferenze sulle onde gravitazionali c'era pochissima gente, sembrava impossibile arrivare a rilevarle, poi piano piano si è creato sempre più interesse. Il punto fondamentale: essere riuscita da astronoma a parlare con gli astronomi, usando il loro stesso linguaggio e convincendoli di ciò che anche per me era stata una meravigliosa scoperta, ovvero il potenziale che questa astronomia portava con sé».



Questa capacità di connettere tra loro mondi diversi di ricerca è la grande rivoluzione che ha aperto nuove vie alla conoscenza dell'universo e ha fatto conoscere la nostra ospite in tutto il mondo, fino a farne un'icona della scienza. Un esempio per incoraggiare a seguire il suo esempio, soprattutto per bambine e ragazze. Non a caso, troviamo un suo ritratto in questi due libri:



Wired XS, Mega eroi della scienza. Storie e invenzioni di persone incredibili - Salani, 2019

Ariel Spini Bauer, Da grande farò. 10 grandi si raccontano a una piccola sognatrice - Editoriale scienza, 2019

«Purtroppo i numeri ci dicono che le donne che fanno ricerca sono molte meno degli uomini, ci sono ancora tanti stereotipi, che andrebbero abbattuti a partire dalle scuole elementari. Si fa pensare alle bambine che quello dello scienziato sia un mestiere difficile per una donna. Un altro stereotipo da combattere è quello secondo cui uno scienziato è una persona isolata, sola. Al contrario, gli scienziati lavorano in grandi collaborazioni e hanno una vita sociale normalissima».

La nostra ospite è stata intervistata in diverse trasmissioni televisive, si possono facilmente reperire in rete i filmati.

Oltre a raccontare la propria storia, a spiegare con pazienza la difficile questione dell'astronomia multi-messaggera, Marica Branchesi affronta il problema della diffusione sempre più preoccupante di un pregiudizio antiscientifico:

«Le persone non riescono più a capire cosa è vero dal punto di vista scientifico e cosa non lo è. Penso che noi scienziati dobbiamo lavorare di più su questo, per far capire alla gente quanto è bella la scienza e cosa significhi fare scienza. Dobbiamo far comprendere la diversità tra qualcosa che viene dimostrato attraverso la ricerca e qualcosa che viene detto senza nessuna base scientifica».



Un'ultima curiosità: l'edizione 2020 del **dizionario Zingarelli** contiene 127 definizioni di autori celebri, eccellenze italiane nei loro ambiti, che ci offrono il loro punto di vista sulla realtà e uno spunto in più di riflessione. Tra di essi non poteva mancare la nostra, a cui è stata chiesta **la definizione di "stella"**. Eccola:

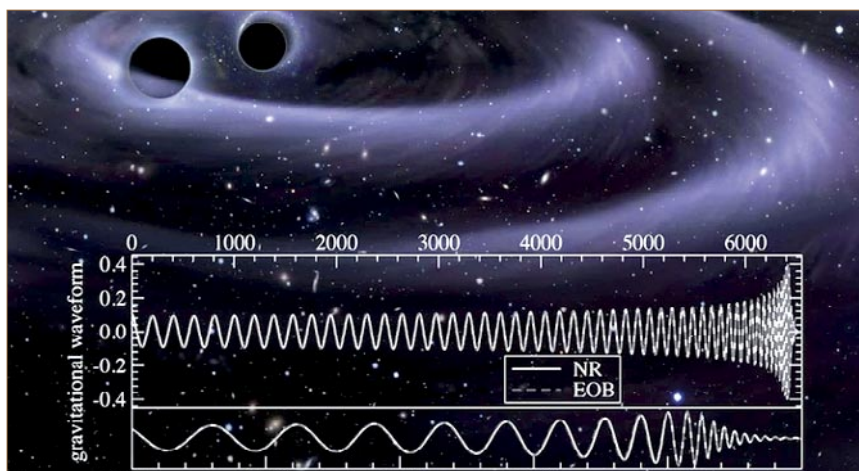
Una stella è una sfera celeste formata da plasma, cioè gas ad altissime temperature; è una fonte di energia alimentata dalla fusione nucleare e tenuta insieme dalla gravità. L'energia del sole, la stella per noi più importante, permette la vita sulla terra. L'universo visibile contiene miliardi di galassie e ogni galassia miliardi di stelle. Possiamo pensare alle stelle come a una popolazione che abita l'Universo: ci vivono stelle giovani e stelle più anziane, più grandi e più piccole, più o meno massicce e luminose. Vivono, sì, e a un certo punto muoiono. Le stelle raccontano l'Universo: sono una narrazione del tempo e dello spazio. Sono anche le incubatrici degli elementi chimici e noi siamo polvere di stelle: polvere intelligente di quegli elementi, aggregati in modo magnificamente perfetto.



vita, cosa sei?

ONDE GRAVITAZIONALI: COLONNA SONORA DI UN UNIVERSO POCO TRANQUILLO

Quando due buchi neri si scontrano, si fondono in un buco nero più grande e suonano come rintocchi di una campana, generando increspature nello spazio e nel tempo chiamate onde gravitazionali. In queste onde gravitazionali sono incorporate frequenze o suoni specifici, simili alle singole note di un accordo musicale. Ora, per la prima volta, i ricercatori hanno rilevato due di questi suoni nel ringdown di un buco nero appena formato.



Così scrivono sul loro preziosissimo sito divulgativo gli esperti dell'INAF (www.media.inaf.it), raccontandoci così uno degli sviluppi dello studio delle onde gravitazionali: ascoltare la colonna sonora del nostro universo! *In precedenza, si supposeva che potesse essere misurato un solo suono e che suoni aggiuntivi, chiamati suoni armonici (suoni con frequenza multipla di quella della nota di partenza) o ipertoni, fossero troppo deboli per essere rilevati con le attuali tecnologie.* Questi nuovi risultati sono basati sui dati acquisiti dall'interferometro Ligo (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory) della National Science Foundation, un osservatorio che nel 2015 ha fatto la storia, effettuando il primo rilevamento diretto, in assoluto, delle onde gravitazionali, cento anni dopo che Einstein le aveva predette per la prima volta. Da allora, Ligo e Virgo (interferometro che si trova in Europa), hanno rilevato quasi trenta eventi di onde gravitazionali, che sono stati ulteriormente analizzati in questi anni. Molte di queste onde gravitazionali si sono generate dallo scontro di due buchi neri.

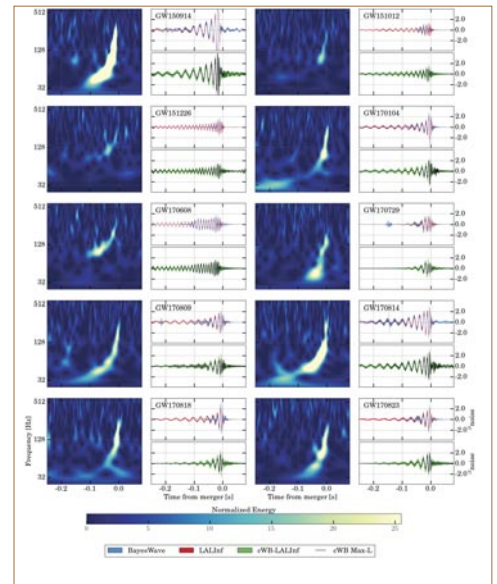
Nei prossimi anni, gli aggiornamenti pianificati a Ligo e Virgo renderanno gli osservatori ancora più sensibili alle onde gravitazionali, rivelando ulteriori toni nascosti. «Più è grande e forte un evento, più è probabile che Ligo riesca a raccogliere questi suoni armonici», afferma Alan Weinstein,

professore di fisica presso il Caltech e membro del consorzio Ligo. «Con il primo rilevamento di onde gravitazionali da parte di Ligo, abbiamo confermato le previsioni fatte dalla relatività generale. Adesso, cercando i suoni armonici e persino i segnali più deboli chiamati modi di ordine superiore, stiamo facendo test più approfonditi della teoria e cercando potenziali evidenze del fallimento della teoria stessa».



Dopo la rilevazione sperimentale del bosone di Higgs al CERN di Ginevra, quella delle onde gravitazionali nei due interferometri Ligo e Virgo ha protratto un periodo d'oro per la fisica sperimentale, che verifica l'esattezza di alcune previsioni teoriche di alcuni decenni fa e apre nuove conoscenze sul nostro Universo, fino a farcene ascoltare la colonna sonora.

Le onde gravitazionali, ormai lo abbiamo imparato, sono increspature dello spazio-tempo: per riuscire a farsi un'idea è necessario ricorrere a qualche paragone con fenomeni semplici e conosciuti: «*Esattamente come un sasso in uno stagno perturba lo stato di quiete dell'acqua* - spiegano i bravi divulgatori dell'INAF - *le onde gravitazionali riescono a far vibrare il "tessuto" dello spazio-tempo al loro passaggio. Viaggiano alla velocità della luce e sono provocate da fenomeni molto violenti che avvengono nell'universo, come un'esplosione di supernova, o l'unione di due buchi neri o di due stelle di neutroni che, avvicinandosi tra loro, si scontrano fino a formare un buco nero più grande. Queste increspature sono piccolissime, praticamente impercettibili: la misura di intensità è pari alla millesima parte di un protone. Previste da Einstein nel 1915, sono state rivelate per la prima volta il 14 settembre del 2015, quando alle 10:50:45 due strumenti americani – chiamati interferometri – costruiti con una sensibilità mai raggiunta prima, dopo più di 50 anni di ricerche, sono riusciti a "sentire" per la prima volta nella storia queste vibrazioni.*



E qui interviene Marica Branchesi, che capisce la necessità di unire più discipline diverse: abbiamo ascoltato il tuono (le onde gravitazionali), bisogna che puntiamo i telescopi per vedere i lampi (nelle varie frequenze), così da osservare il fenomeno nelle sue molteplici rivelazioni, e capirlo in profondità. Nel 2017 la rivista *Nature* le riconosce questo merito, inserendole nel novero delle *“Ten people who mattered this year”* (le dieci persone più influenti dell'anno) definendola *Merger maker*: giocando sul doppio significato della parola *merger*: fusione di due oggetti celesti – nel suo caso, due stelle di neutroni – e fusione di due comunità: quella dei fisici e quella degli astronomi. Nasce l'astronomia multi-messaggero...



Qualche titolo per saperne di più sulle **ONDE GRAVITAZIONALI**.

Govert Schilling, Onde nello spaziotempo. Einstein, le onde gravitazionali e il futuro dell'astronomia - Codice, 2018

Il giornalista scientifico olandese in questo saggio racconta l'emozionante storia della rilevazione delle onde: «La spinta dell'essere umano verso la comprensione dell'universo non si arresta mai. Il bello della scienza è che ogni risposta dà vita a nuove domande, e la ricerca non sarà mai finita. La caccia alle onde gravitazionali è un esempio da manuale di esplorazione scientifica lunga un secolo – dalla previsione teorica del fenomeno fino alla prima vera osservazione. È stata un'avventura con alti e bassi, che ha visto pionieri pieni di ottimismo e ricercatori tenaci, sogni e incubi, battute d'arresto e successi, sfide tecnologiche e passione senza limiti».



Dario Menasce, **L'urlo dell'Universo**. Il lungo viaggio delle onde gravitazionali - Hoepli, 2018

Il racconto di una scoperta affascinante, lunga non solo cento anni (tanti ne sono passati dalla previsione teorica alla rilevazione concreta), ma lungo tutta quanta la storia dell'Universo, se è vero che quel "suono" percepito dai nostri laboratori è partito quando la nostra Terra era abitata solo da organismi monocellulari. L'autore, esperto in fisica delle particelle, spiega a un pubblico non specialistico la storia di questa conquista del sapere umano.

Adalberto Giazotto, **La musica nascosta dell'universo**. La mia vita a caccia delle onde gravitazionali - Einaudi 2018

L'autore, scomparso nel 2017, è stato uno dei pionieri della rilevazione delle onde gravitazionali lavorando al progetto VIRGO, di cui è considerato il padre: sua l'idea di sviluppare la sensibilità dei rilevatori interferometrici verso le basse frequenze. In questo libro, ultimato poco prima della sua morte, Giazotto racconta la storia affascinante della sua vita e della sua ricerca, che in molti all'inizio consideravano una vera follia, un'impresa impossibile. Ma lui rispondeva: «Virgo è un'impresa unica e doveva compiersi fino in fondo, perché quello era il suo destino.



Non poteva essere altrimenti: Virgo era ed è l'esperimento più bello del mondo».



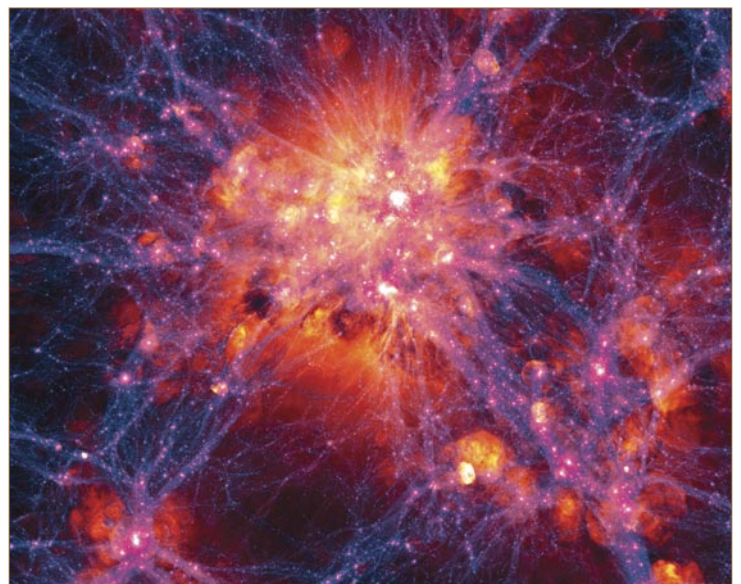
Altri titoli e altre indicazioni sulle onde gravitazionali nella bibliografia preparata per la **serata del 2018**, in cui Marica Branchesi non poté partecipare per un imprevisto familiare.

Tutte le nuove scoperte ci hanno aperto **UNA NUOVA IMMAGINE DELL'UNIVERSO**. Non è un posto tanto tranquillo... Una volta lo pensavamo come il regno dell'ordine immutabile, ora capiamo che si agitano energie fortissime, tutto si muove a velocità spaventose... E più conosciamo, più domande si aprono, al punto che - lo dobbiamo proprio ammettere - di casa nostra conosciamo solo una piccolissima parte!

Ecco qualche titolo, tra i molti disponibili in biblioteca, per chi voglia familiarizzare con le nuove conoscenze e lasciarsi affascinare (o anche un po' inquietare).

Patrizia Caraveo, **L'Universo violento** - Corriere della Sera, 2018

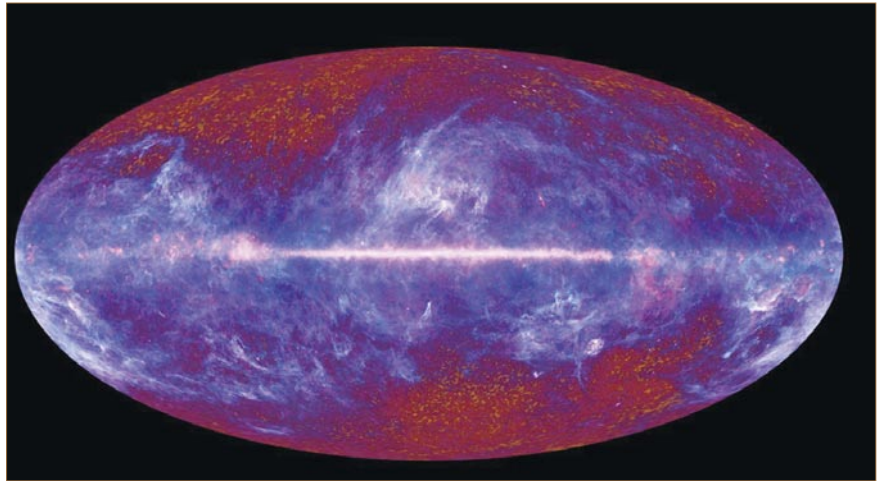
L'autrice, nostra ospite in ben due occasioni, una delle quali per commemorare il marito, Nanni Bignami, racconta qui un Universo invisibile ai nostri occhi, ma rilevabile solo con l'avvento dell'astronomia gamma. Sono onde alle più alte energie, ne basterebbe una minima parte per polverizzare tutto il nostro sistema solare... Decisamente un posto poco tranquillo, dunque..., ma importante da osservare con strumenti sempre nuovi, se davvero vogliamo andare più a fondo e capire in che posto siamo capitati a vivere. Dice bene Caraveo, allora, che «l'universo violento è lì ad aspettarci».



J. Richard Gott, **La ragnatela cosmica.** La misteriosa architettura dell'universo - Bollati

Boringhieri, 2019

L'autore è uno dei più importanti cosmologi viventi, peraltro molto interessato a studiare la possibilità effettiva dei viaggi nel tempo. In questo saggio, scritto nel futuro (ops...), Gott ci introduce nella nuova visione dell'Universo che le incessanti scoperte degli ultimi decenni ci aprono. Tanto grande da non riuscire a immaginarlo, comprensivo di due grandi porzioni a noi tutt'oggi sconosciute: la materia oscura e l'energia oscura.



Gianfranco Bertone, **So-**

spesi tra due infiniti. Una nuova astronomia per conoscere l'universo - Longanesi, 2019

Coordinatore all'università di Amsterdam del centro di eccellenza in Gravitazione e Fisica, il giovane prof. Bertone, racconta dei 'nuovi sensi' con cui stiamo indagando l'universo per trovare questo collegamento. Un saggio divulgativo che usa la letteratura per fissare le immagini della fisica. Spiega, ad esempio, come possiamo usare le onde gravitazionali per misurare l'espansione dell'Universo, o per indagare gli aspetti quantistici attorno ai buchi neri, o ancora per cercare di rivelare il 'vestito' di materia oscura che li avvolge. Ma il segnale più incredibile che stiamo cercando sono le onde gravitazionali dell'Universo primordiale, per scoprire come si sono formate le galassie.



Sandra Savaglio, **Tutto l'universo per chi ha poco spazio-tempo** - Mondadori, 2018

Finalista al premio Galileo 2019 per la divulgazione scientifica (poi vinto dalla nostra ospite Cristina Cattaneo), questo saggio divulgativo ha il merito di essere davvero "sulla notizia": i risultati che presenta sono quelli delle pagine di attualità, e i problemi che affronta sono gli stessi con i quali gli astrofisici si stanno misurando oggi. Efficace la recensione che ne fa il sito dell'INAF: "Dritta al punto, asciutta, rigorosa. Se invece di essere un'astrofisica fosse un medico, potrebbe essere Dr House. Fin dalla copertina. Senza pazienza per gli inutili orpelli, perché in fin dei conti tutti noi abbiamo poco spazio tempo. Obiettivo centrato".

Jorge Cham, Daniel Whiteson, **Non ne abbiamo la più pallida idea.** Guida

all'universo sconosciuto - Longanesi, 2019

Un libro davvero godibile, pieno com'è di ironia, di paragoni che strappano più volte un sorriso e anche vere e proprie risate di gusto! Davvero, non c'è come divertirsi per imparare: il lettore si inoltra, senza traumi, nei meandri



dei misteri più misteriosi dell'Universo, abbandonando definitivamente l'idea che ormai sappiamo tutto... La verità è sempre e solo quella espressa dal titolo: ciò non deve scoraggiare la ricerca, bensì al contrario incoraggiarla a più non posso: fatevi avanti, c'è ancora quasi tutto da scoprire! Questo è un libro scientifico che si legge fino in fondo, impossibile smettere...



vita, cosa sei?

L'UNIVERSO E LA VITA

L'Universo è decisamente un luogo grande, con una storia molto antica: per quel che ne sappiamo c'è da più di 14 miliardi di anni. Non è il regno dell'immobilità o dell'ordine statico, sembra piuttosto un posticino pericoloso, attraversato da violente energie di grandezza inimmaginabile, di cui le onde gravitazionali sono una debolissima eco... Ma noi ci siamo nati in questo posto, siamo una specie che ha imparato a farsi domande e cercare le risposte senza tregua...



Non possiamo sfuggire dunque alle questioni che riguardano le relazioni tra l'Universo e la vita. **Siamo un accidente marginale, che presto scomparirà riassorbito dalla materia inerte? Oppure questo Universo ha tutte le caratteristiche per fare spazio alla vita (bioamichevole, come ha detto qualcuno)?**

Cosa può dire oggi la scienza? Cosa stanno cercando gli scienziati che scrutano l'Universo? Cosa sono gli esopianeti? E infine, la domanda che ognuno di noi si è posto almeno una volta:

ci sono altre forme di vita in questo nostro Universo?

THE DRAKE EQUATION

What is the Drake equation?
It's an equation developed by Frank Drake, that have the purpose of estimate the potential number of intelligent alien civilizations in our galaxy.

$$N = R^* \times f_p \times n_e \times f_i \times f_c \times L$$

How it does work?

$R^* \times f_p \times n_e \times f_i \times f_c \times L = N$

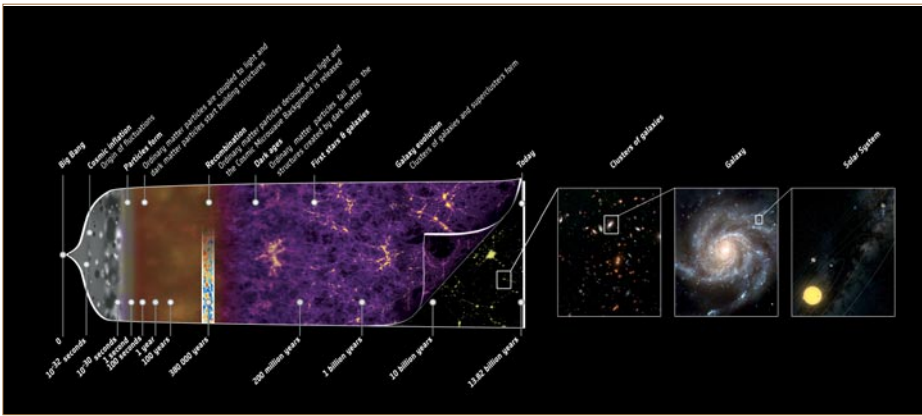
- R^* : the average rate of star formation every year in our galaxy
- f_p : the fraction of those stars that have planets
- n_e : the average number of planets that can support life in star that has planets
- f_i : the fraction of planets that actually develop life
- f_i : the fraction of planets with life that actually point to develop intelligent life
- f_c : the fraction of intelligent life that release detectable signs of their existence in space
- L : the expected lifetime of such a civilization for the period that it can communicate across the space
- N : the number of civilizations in our galaxy with which communication might be possible

Due prospettive paiono entrambe fondate, e però si escludono a vicenda: **equazione di Drake contro paradosso di Fermi**. La prima ritiene che per la legge dei grandissimi numeri è altamente probabile che la vita si sia sviluppata altrove; il secondo ribatte con la frase del fisico italiano: se l'Universo è pieno di viventi, dove sono finiti tutti quanti, perché nessuno ci ha contattato in qualche modo?

THE FERMI PARADOX

Questo è il paradosso di Fermi e nessuno conosce la risposta

Vediamo una serie di libri per chi non può fare a meno di approfondire la faccenda...



Cominciamo da un punto di vista generale: **IL RUOLO DELLA VITA NELLA STORIA DELL'UNIVERSO.**

Guido Tonelli, *Genesi. Il grande racconto delle origini* - Feltrinelli, 2019

Una ricognizione sull'origine del

l'Universo, riecheggiando gli antichi racconti mitologici con la loro insopprimibile esigenza di narrare gli inizi. Qui il racconto si nutre delle scoperte scientifiche nel campo del "molto piccolo" - le particelle elementari che ci riportano all'universo neonato - e il "molto grande" - l'osservazione dell'immenso universo in cui oggi possiamo scrutare. Tonelli, fisico del CERN e protagonista nella scoperta del bosone di Higgs, racconta la nascita dell'universo a partire dal vuoto (ben diverso dal nulla) e la sua evoluzione lungo i quasi 14 miliardi di anni, fino all'uomo e alla sua capacità simbolica, all'immaginazione che dai tempi dei Neanderthal e delle pitture rupestri fino alla filosofia di Platone e Aristotele ha spinto a formulare domande sulle origini e a costruire risposte.



Piero Angela, *Tredici miliardi di anni. Il romanzo dell'Universo e della Vita* - Rai Eri -Mondadori, 2015

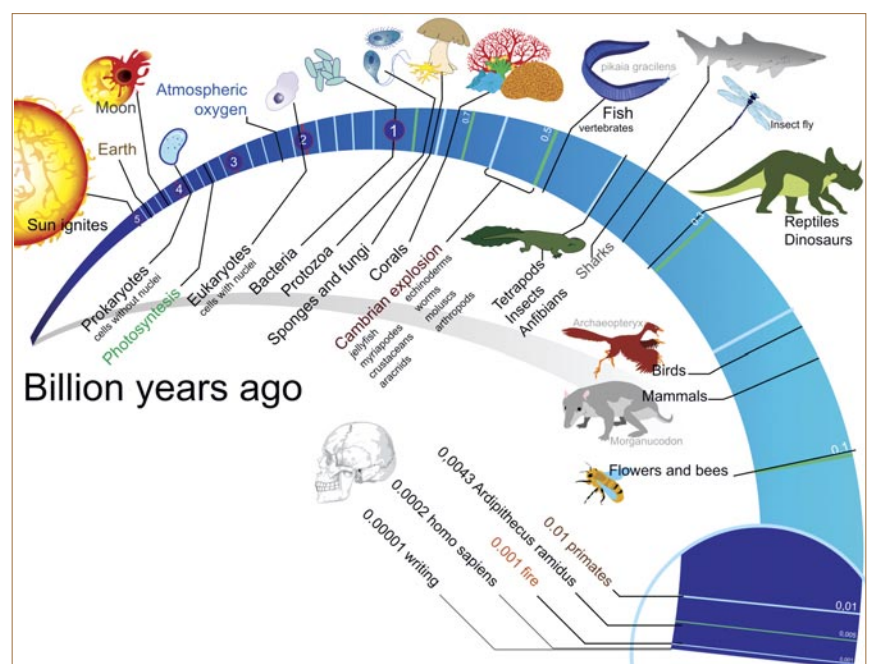
Piero Angela non ha bisogno di essere presentato, è la voce narrante della scienza che ha accompagnato per decenni la ricerca assidua di divulgare le scoperte degli specialisti, che sono patrimonio di tutti noi. Qui il giornalista si cimenta con il racconto del tutto, l'intera storia del nostro Universo. Usa uno stratagemma efficace, quello del dialogo con un immaginario interlocutore curioso (in cui tutti noi ci identifichiamo) che fa domande e permette alla narrazione di scorrere liscia anche quando affronta passaggi difficili e cruciali.

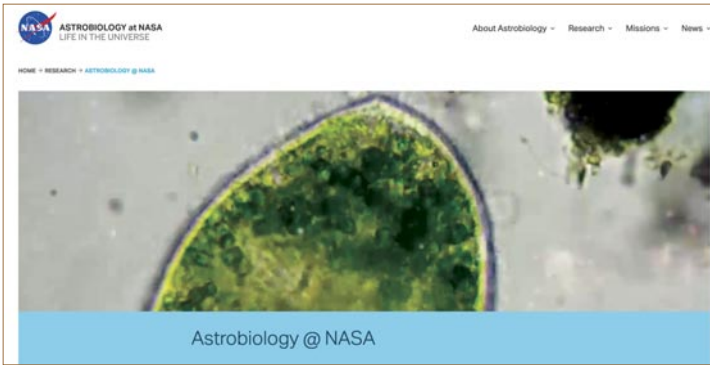
Giovanni F. Bignami, *Le rivoluzioni dell'Universo. Noi umani tra corpi celesti e spazi cosmici* - Giunti, 2017

L'ultima opera del grandissimo - e ahimè compianto - fisico, divulgatore instancabile, ospite indimenticato delle prime edizioni della nostra rassegna. Concluso con la mano della moglie, Patrizia Caraveo, questo volume indaga sulle rivoluzioni che nel corso della storia hanno cambiato il nostro modo di conoscere l'Universo. Una di queste è proprio quella sull'origine della vita, a cui è dedicato il capitolo dal curioso titolo "La rivoluzione astro-biologica prossima ventura: AVE - Astronomia (Extra) Terrestre". Ci parla di tutte le ricerche attualmente in corso, con relative tecnologie, per comprendere l'origine della vita e la sua eventuale presenza di qualche punto del grande universo.

Edoardo Boncinelli, *La storia di tutte le storie* - Castelvecchi, 2019

Anche Boncinelli, uno dei più importanti e instancabili divulgatori, prova a raccontare la storia che contiene tutte le altre possibili, quella del nostro Universo, in cui è nata la vita, fino a noi, una specie che fa domande, ricerca, investiga, costruisce acceleratori di particelle...





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

Sappiamo scrutare sempre più lontano, miliardi di anni luce... ma i dintorni di casa rischiano di restarci poco conosciuti! Eppure una cosa è certa: qui, in questo angolo di universo, è nata la vita. Il sistema solare attira meno attenzioni e curiosità, perché sembra un mondo ben conosciuto, un po' noioso com'erano alcune lezioni

che abbiamo dovuto studiare a scuola. La lettura di questo saggio divulgativo riaccende immediatamente interesse e passione, alla fine ci rendiamo conto di quanto poco ne sapevamo di "casa nostra"...

Robert Lanza, Bob Berman, Biocentrismo. L'universo, la coscienza, la nuova teoria del tutto - Il Saggiatore, 2015

Ecco un libro che ha saputo suscitare un grande e acceso dibattito, coinvolgendo il mondo accademico e scientifico in schieramenti contrapposti: sostenitori da un lato e detrattori dall'altro. Al centro del contendere, la teoria di un grande biologo, che osa travalicare i confini della propria disciplina per provare una nuova spiegazione globale del tutto, che ha la sua origine e il suo fulcro nella vita cosciente: «La vita non è un sottoprodotto accidentale delle leggi della fisica. Vita e coscienza, invece che prodotti tardivi e secondari apparsi dopo miliardi di processi fisici inanimati, sono assolutamente fondamentali per la nostra comprensione dell'universo. Noi chiamiamo questa prospettiva biocentrismo».

Vincenzo Manca, Marco Santagata, Un meraviglioso accidente. La nascita della vita - Mondadori, 2018

Come è nata la vita sulla Terra? Come si sono formati gli organismi viventi a partire da materia inerte? Dove si colloca la specie umana in questo strabiliante anche se sempre meno misterioso processo? Per rispondere nel modo più semplice a domande così complicate un matematico-informatico, Vincenzo Manca, e un letterato-scrittore, Marco Santagata, hanno scelto di raccontare la nascita e l'evoluzione della vita sul nostro pianeta, a partire dal Big Bang, come la sceneggiatura di un film. Lo sforzo che rende originale questo scritto è ben descritto nella frase «perseguivo una quadratura del cerchio: raccontare la complessità senza sfigurarla». Obiettivo raggiunto: cercare di confezionare in modo attraente e fruibile verità scientifiche (talvolta anche ipotesi ardite magari non ancora confermate in ambito scientifico ma utili ad una lettura complessiva delle tematiche trattate) confezionandole entro uno stile, un linguaggio che fosse comprensibile anche dall'uomo comune.



Paul Davies

Da dove viene la vita. Il mistero dell'origine sulla Terra e in altri mondi - Mondadori, 2000

Una fortuna cosmica. La vita nell'universo: coincidenza o progetto divino - Mondadori, 2007

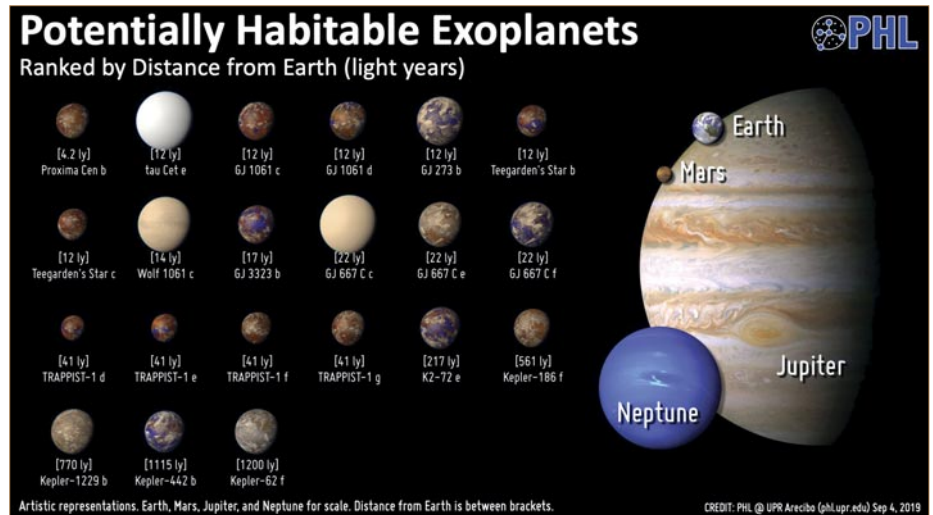
Uno strano silenzio. Siamo soli nell'universo? - Codice, 2012

«Il mio interesse scientifico principale si concentra sulle basi della fisica, della cosmologia e della biologia. Sono interessato a capire i motivi che hanno determinato la nascita del cosmo, l'origine della vita, ma sono curioso di scoprire cosa succederà in futuro e quale sarà il nostro destino». Così dichiara in un'intervista Paul Davies, fisico e astrobiologo, direttore del programma SETI (Ricerca di Intelligenza Extraterrestre). Di fronte al sorgere della vita sa mantenere intatto lo stupore: «Nell'universo sono emersi molti fenomeni affascinanti: mostruosi buchi neri del peso di un miliardo di Soli che mangiano le stelle, stelle di neutroni che ruotano su se stesse mille volte al secondo, particelle subatomiche inafferrabili, onde gravitazionali... Eppure, per quanto stupefacente possa sembrare tutto ciò, il fenomeno della vita è più straordinario di tutti gli altri messi insieme».

Caleb Scharf, **Il complesso di Copernico.** Il nostro posto nell'Universo- Le Scienza - Codice, 2015

Per secoli ci siamo messi al centro dell'Universo, tutto ruotava ordinato intorno a noi... Poi, da Copernico in poi, la nostra cara Terra è diventata un sasso alla periferia di una galassia che sta alla periferia di un universo immenso e indifferente... Eppure, secondo l'autore di questo saggio, che di mestiere dirige il Columbia Astrobiology Center, dobbiamo rivalutare le qualità del nostro pianeta e del nostro sistema solare! Ci sono ragioni per ritenere che la Terra e i suoi esseri viventi siano speciali, forse addirittura singolari. Alcune prove derivano dalla situazione specifica del nostro pianeta, come dall'osservazione che certe costanti fondamentali della natura sembrano accuratamente regolate per consentire l'esistenza della vita...

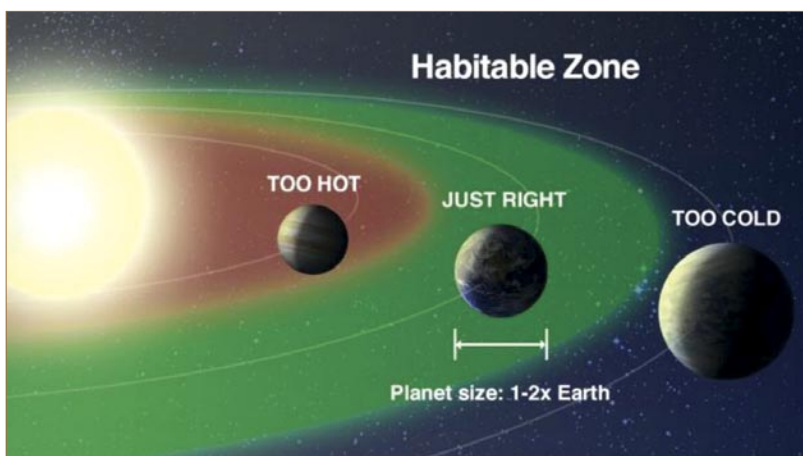
Negli ultimi anni si parla sempre più frequentemente di **ESOPIANETI**, o pianeti extra-solari: dopo aver scoperto ingegnosi sistemi per scovarli, la ricerca prosegue senza sosta, sempre più affinata a comprendere se le caratteristiche di questi corpi celesti li renda **ABITABILI** da forme di vita come la conosciamo sulla Terra.



I cataloghi si riempiono, la fantasia si accende... Vediamo qualche titolo per restare sul solido terreno della scienza.

Louisa Preston, **Riccioli d'oro e gli orsetti dell'acqua.** Alla ricerca della vita nell'universo - Il Saggiatore, 2019

Come Riccioli d'Oro, la bambina della fiaba che entra nella casa dei tre orsi e trova tre scodelle di minestra di cui una della temperatura "giusta", tre sedie di cui una dell'altezza "giusta", e tre lettini uno dei quali "giusto" per farsi un pisolino, così è la vita terrestre secondo l'astrobiologa inglese Louisa Preston, che racconta come e dove ci aspettiamo di trovare altra vita: né troppo vicino né troppo lontano da una stella, in modo che la temperatura sul pianeta o sulla luna consenta all'acqua di mantenersi stabile allo stato liquido, sulla superficie.



Per capire cosa guardare, ci vengono in aiuto gli orsetti d'acqua: si possono trovare in qualsiasi angolo del pianeta e sono in grado di resistere alle condizioni più estreme: freddo, caldo, pressione, radiazioni, perfino il vuoto. Come ci riescano, è ancora oggetto di ricerca.

Giovanna Tinetti, **I pianeti extra-solari.** Alla ricerca di nuovi mondi - Il Mulino, 2019 (2^a ediz. aggiornata)

Serviva un aggiornamento al libro della collana "Farsi un'idea", perché le scoperte recenti sono tante e stupefacenti. L'autrice ne è una diretta protagonista: con il suo gruppo, ha scoperto per la prima volta la presenza di acqua nell'atmosfera di un esopianeta, per la precisione K2-18b, individuato nel 2015 dal satellite Kepler: «Per cercare la vita fuori dalla Terra non bisogna essere troppo egocentrici continuando a pensare con le idee del passato. È necessario aprirsi e immaginare forme che potrebbero apparirci impossibili».

E infine la domanda a cui vorremmo poter rispondere: ci sono **ALTRE FORMA DI VITA NELL'UNIVERSO?**

La fiction ha popolato la nostra immaginazione con mille possibili soluzioni, riempiendo la nostra fantasia di creature extraterrestri di ogni genere, simili o diversissime, amiche o radicalmente ostili... La presenza sulla nostra Terra, già da tempo, creature provenienti dallo spazio è una convinzione molto diffusa, come testimoniano gli innumerevoli avvistamenti di UFO, i rapimenti a scopo di studio, il mistero dell'“Area 51” e così via...



Suggeriamo qualche libro da leggere per affrontare la questione dal punto di vista di ciò che oggi la scienza può e sa dire. Non è moltissimo, in verità, ma almeno ci regala un metodo per la ricerca, che la separa radicalmente dalla pseudoscienza.



Giulio Giorello, Elio Sindoni, **Un mondo di mondi.** Alla ricerca della vita intelligente nell'Universo - Raffaello

Cortina, 2016

Un compendio dotto ma godibile, tra scienza e filosofia, di ciò che comporta alzare gli occhi verso l'immensità dell'Universo e pensare ad altre forme di vita.

Amedeo Balbi, **Dove sono tutti quanti?** Un viaggio tra stelle e pianeti alla ricerca della vita - Rizzoli, 2016

Un grande astrofisico e abile divulgatore si misura con la domanda che è da puramente teorica è diventata concreto programma di ricerca. Cercare altri mondi e altre forme di vita vuol dire comprendere meglio e più a fondo chi

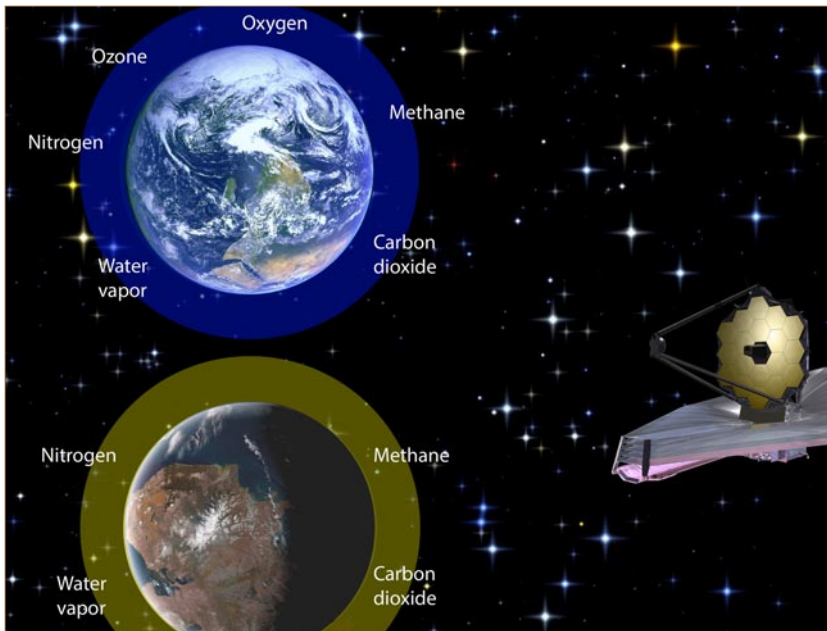
siamo noi: «Forse l'Universo pullula di forme di vita, o forse non esistono altri mondi abitati oltre la Terra. Vorrei davvero sapere come stanno le cose. Ma sia che siamo soli o no, questo aggregato transitori odi atomi che chiamo “io” è irripetibile, l'esito incredibilmente improbabile di una catena di eventi che risale fino al Big bang».

Giovanni Bignami, Patrizia Caraveo, **I marziani siamo noi.**

Ala ricerca di un'altra Terra - Zanichelli, 2019 (2^a ediz. aggiornata)

«È una storia affascinante che era stata raccontata nel libro scritto una decina di anni fa da mio marito Giovanni Bignami, dove si ripercorreva la storia dell'universo dal suo inizio fino alla formazione dei pianeti e alla ricerca della vita. In dieci anni sono successe molte cose e il libro andava aggiornato per includere le nuove scoperte, specialmente nel campo dell'esplorazione del sistema solare e degli esopianeti. Per una coincidenza cosmica, la nuova edizione è andata in libreria in contemporanea con l'annuncio dei tre Nobel 2019 per la fisica, assegnati proprio per “la nuova comprensione della struttura e della storia dell'universo e la prima scoperta di un pianeta in orbita attorno a una stella di tipo solare al di fuori del nostro sistema solare: le scoperte hanno cambiato per sempre le nostre concezioni del mondo”.





Stephen Webb, **Se l'Universo brulica di alieni... dove sono tutti quanti?**

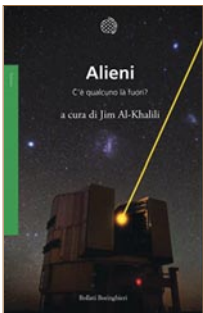
Cinquanta soluzioni al paradosso di Fermi e al problema della vita extraterrestre- Sironi, 2004

Chi volesse fare i conti in modo rigoroso con le possibili risposte al "paradosso di Fermi" trova qui pane per i suoi denti: sono prese in considerazione ben cinquanta diverse risposte alla domanda del titolo, ciascuna valutata e ponderata. L'autore, di suo, si rivela piuttosto scettico sulla possibilità di altre forme di vita.

Elliott J. Thomas, **Siamo soli**

nell'universo? Filosofia degli extraterrestri- Il melangolo, 2017

Non siamo i primi né i soli a immaginare esistenze fuori dalla Terra, lo hanno fatto molti pensatori, da Democrito a Kant, da Giordano Bruno a Leopardi. Ma non spaventatevi, questo è un piccolissimo libretto, con alcune frasi, a volte poco più che aforismi, per farsi un'idea di come questi nostri predecessori abbiano pensato la questione. Una piccola ma preziosa antologia.



Jim Al-Khalili (a cura di), **Alieni. C'è qualcuno là fuori?** - Bollati Boringhieri, 2017

Il curatore è docente di fisica teorica e valido divulgatore scientifico, qui sceglie di lasciare a 19 illustri colleghi e colleghe il compito di sviscerare ogni possibile sfaccettatura – dalle più condivise alle più controverse nell'ambito della comunità scientifica – della ricerca della vita nell'universo. Si tratta, quindi, di un'esposizione per così dire "corale", che dà vita a un'opera che si fa leggere molto bene dal lettore non specializzato ma curioso di conoscere gli sviluppi più recenti di questa materia così appassionante.

Annie Jacobsen, **Area 51. La verità senza censure** - Piemme, 2012

Se pensate a Ufo, x-files, complotti stellari, E.T. venuti chissà da dove, vi sbagliate. A riportarci coi piedi per terra ci pensa - benissimo - la reporter americana con questo saggio di taglio decisamente illuminista. Un'inchiesta minuziosa sulla zona militare più top secret degli Stati Uniti (si trova nel bel mezzo del deserto del Nevada). Il saggio riesce, per la prima volta in chiave non fantascientifica, a rischiarare tutte le zone d'ombra che hanno concorso all'aura della base-fantasma (non compare nemmeno sulle carte geografiche). In tempi di complottismo dilagante, una boccata d'aria fresca e un esempio di come si fa giornalismo senza cedere al sensazionalismo così di moda





Margherita Hack, Viviano Domenici, **C'è qualcuno là fuori** -

Sperling&Kupfer, 2013

L'astrofisica italiana che tutti conosciamo e un giornalista esperto di antropologia culturale affrontano da par loro la domanda che ad ogni conferenza viene inevitabilmente fuori, quella del titolo. Tracce della presenza di alieni possono essere cercate "nelle stelle" ma anche nella produzione artistica e culturale della nostra civiltà, per verificare teorie in passato piuttosto diffuse secondo cui 'loro' sono già stati qui. Domenici confessa che « a suo tempo ero convinto di poter trovare la traccia inequivocabile del contatto. Mi ero appassionato ai libri di Kolosimo e di von Daeniken, ero curioso e ansioso di arrivare al dunque. Invece, da frequentatore dell'antropologia, trovo sempre più conferme che quelle benedette prove non ci sono: puntualmente, infatti, mi imbattevo in qualche aspetto che faceva crollare tutto. Proposi allora un libro per spiegarlo, ma mi dissero che certi libri non fanno vendere; fanno vendere, semmai, quelli che forniscono elementi positivi e che fanno sognare. Anni dopo, raccogliendo anche il contributo di Margherita, sono riuscito ad arrivare alla meta».

