



Signore e signori, cari amici

Credo che il progetto "Phonosophia", la sapienza attraverso il suono, sia molto importante e soprattutto molto attuale. Forse, in generale, è proprio la mancanza di udito – e d'ascolto – che ha portato il mondo sull'orlo del baratro. Immaginate se i politici, i giornalisti e le cosiddette elite in tutto il mondo fossero costretti a praticare la phonosophia, o ancora di più a sottoporsi alla musicoterapia: non avremmo forse un mondo migliore? Comunque, questa richiesta ai potenti – di occuparsi di musica – fu formulata già da Pitagora e Platone... Ed ecco sono già arrivato al mio argomento, la musica delle sfere, un concetto dell'antica Grecia.

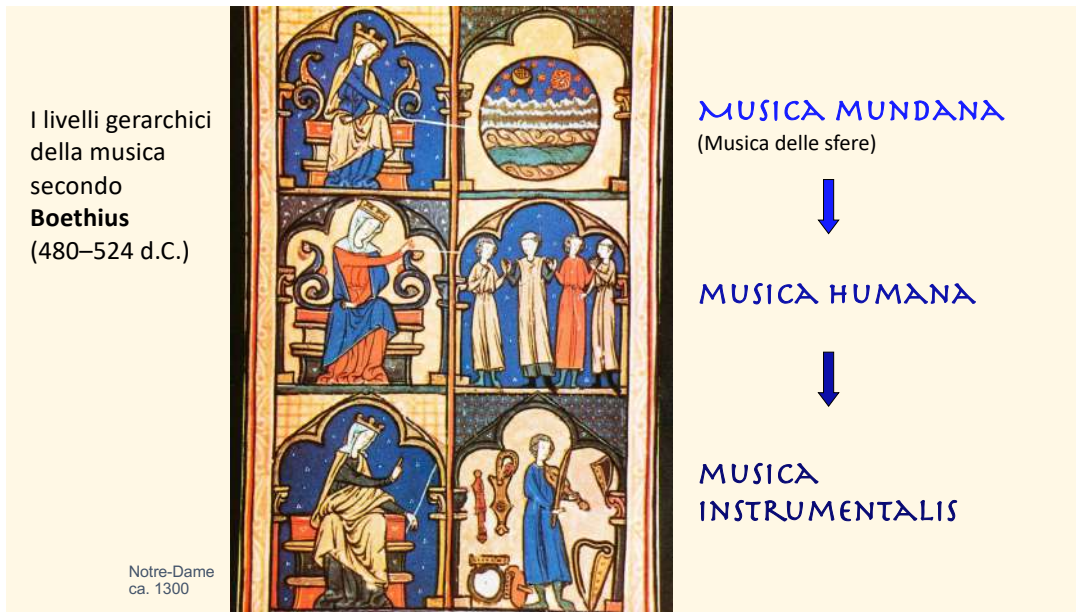
Percepire la musica delle sfere – non fisicamente, ma mentalmente, perché non udibile – era la forma più alta di un' *akroasis*. Naturalmente, questa idea è andata perduta da tempo, poiché si basa sul sistema del mondo geocentrico. Ciononostante, nella mia presentazione vorrei mostrare come l'idea di una musica delle sfere possa essere rivitalizzata, soprattutto con l'ausilio dell'astrofisica moderna.



(Fig. 2) Ma restiamo per il momento sull'antica musica delle sfere. Perché non parliamo semplicemente di musica cosmica, cosa significano le sfere? Il termine deriva dall'antica visione del mondo in cui la Terra era circondata da una serie di gusci sferici (in breve: sfere) in cui si trovavano i pianeti, compresi il Sole e la Luna – cioè nella successione Luna-Mercurio-Venere-Sole-Marte-Giove-Saturno – e le stelle fisse all'esterno. Queste sfere con i loro corpi celesti si muovevano a velocità diverse intorno alla Terra a riposo, apparentemente sempre più velocemente verso l'esterno fino alla rotazione quotidiana delle stelle fisse (da est a ovest), che in realtà ha origine naturalmente nella rotazione terrestre, – ma rispetto alle stelle fisse i pianeti si muovevano sempre più lentamente dall'interno verso l'esterno (da ovest a est, come significato dalle frecce rosse).

Si può distinguere tre tipi di musica delle sfere, che io chiamo musica delle sfere “mitica”, “armonica”, e “cinetica”. La musica delle sfere mitica è senza dubbio la più antica e si basa sull'idea che la regione celeste sia popolata da esseri mitici che cantano, fanno musica e danzano. In origine si trattava delle sirene, creature alate simili a uccelli con testa umana, ben note dall'Odissea omerica. Appaiono anche nella Repubblica di Platone, dove c'è una sirena su ogni sfera; insieme il loro canto avrebbe formato una sinfonia. Più tardi, le sirene vengono sostituite dalle muse e ancora più tardi, nel Medioevo, dagli angeli (si pensi alla Divina Commedia). In questo contesto credo che il canto degli uccelli sia una radice principale dell'idea di musica delle sfere.

naturalistica ha portato alla scomparsa della musica delle sfere in un contesto scientifico perché, dopo tutto, non c'è l'aria nello spazio che possa trasportare un suono sulla Terra. Già Aristotele aveva argomenti naturalistici di questo tipo contro l'esistenza della musica delle sfere.



(Fig. 4) Ma l'idea è in definitiva archetipica e immune alle argomentazioni razionali. Nella scuola di pensiero neoplatonica che seguì Aristotele, la musica delle sfere era intesa come l'archetipo o il modello della musica reale, secondo la celebre divisione tripartita della musica di Boezio, illustrata in questa bellissima miniatura medievale. Boezio distingueva tra *musica mundana*, che comprendeva principalmente la musica delle sfere, ma anche le armonie della natura; *musica humana*, le relazioni armoniche a livello umano; e infine *musica instrumentalis*, la musica concreta, udibile. L'una segue l'altra in una sequenza gerarchica. La figura allegorica a sinistra è la Donna Musica. In alto riceve la musica cosmica, al centro la media nell'ambito umano e in basso agisce quasi come direttrice di una musica concertante.

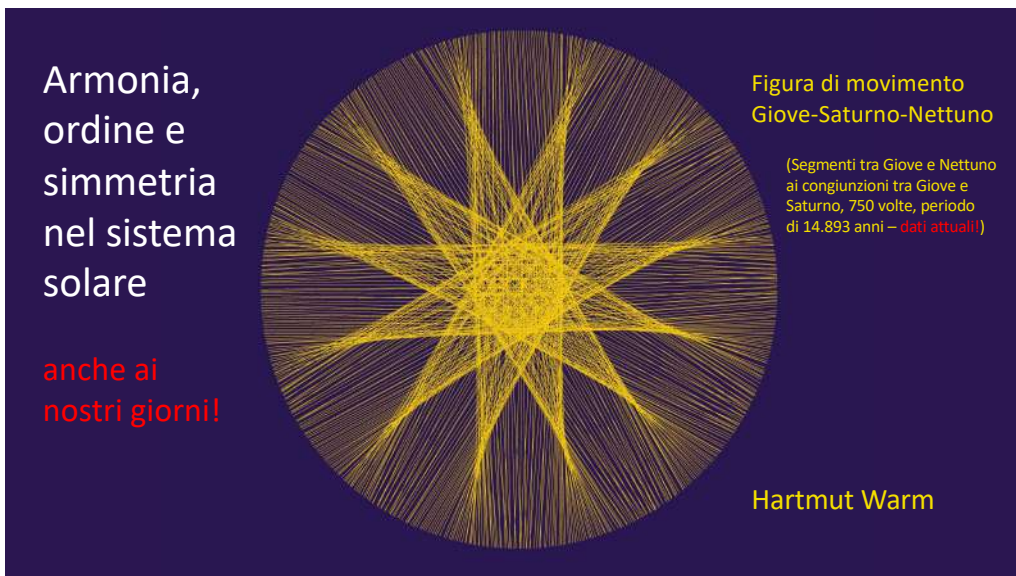
“Musica delle sfere” senza le sfere: HARMONICES MUNDI (Kepler 1619)



(Fig. 5) La musica delle sfere sopravvisse persino alla rivoluzione copernicana, il passaggio dal sistema planetario geocentrico a quello eliocentrico, che rese superflue le sfere. Almeno sopravvisse inizialmente nell'opera di Johannes Kepler. Keplero è conosciuto come lo scopritore delle orbite planetarie ellittiche (si sa che i pianeti orbitano intorno al Sole con orbite ellittiche anziché circolari). A differenza di Galileo, non era interessato principalmente alla ricerca di leggi empiriche. Keplero, che si considerava una reincarnazione di Pitagora, era alla costante ricerca dell'armonia del mondo; anche la sua ultima opera principale porta questo titolo (“Harmonicis mundi”). Secondo Keplero, il sistema del mondo, il sistema solare, doveva riflettere i pensieri più profondi di Dio e quindi seguire una geometria sacra. L'ellisse inizialmente sembrava una deviazione sgradevole dall'ideale greco, platonico, di cerchio e sfera. Perché ellissi e non cerchi? Keplero trovò una spiegazione armonica per questo fenomeno. Un pianeta su un'orbita ellittica cambia costantemente la sua velocità. Si muove più velocemente quando è vicino al Sole e più lentamente quando è lontano dal Sole. Se ora si traduce la velocità angolare di un pianeta intorno al Sole nell'altezza di un suono (una velocità maggiore corrisponde a un suono più acuto), il risultato è un su e giù nel modo di un glissando (Keplero lo scrisse qui in notazione musicale). La gamma di altezze è diversa per ogni pianeta, ma corrisponde più o meno esattamente agli intervalli musicali di base. Per Keplero si trattava di una nuova musica delle sfere, una musica delle sfere senza le sfere.

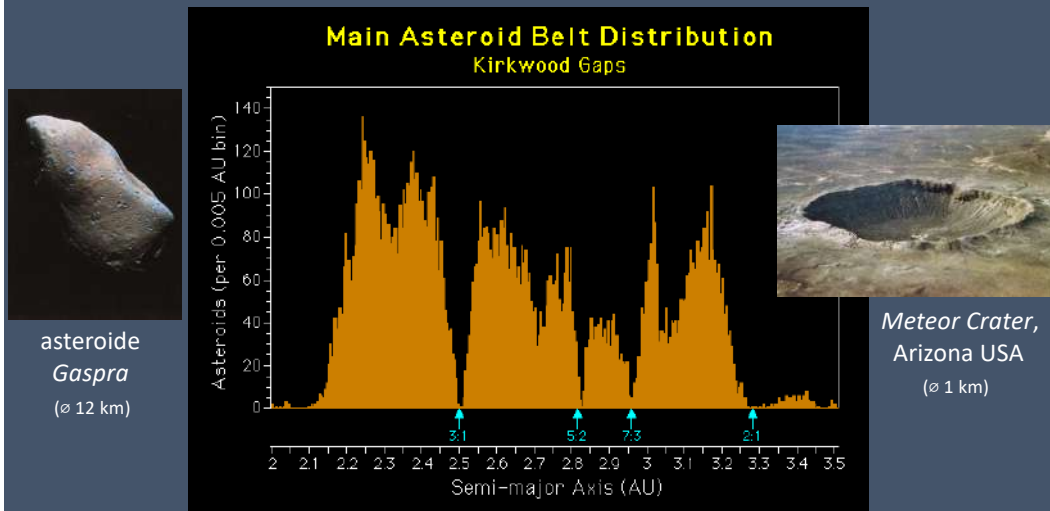
Per una sonificazione della musica planetaria di Keplero con l'ausilio di un *computer synthesizer* vedi

<https://www.youtube.com/watch?v=z8yZDn4EVM>



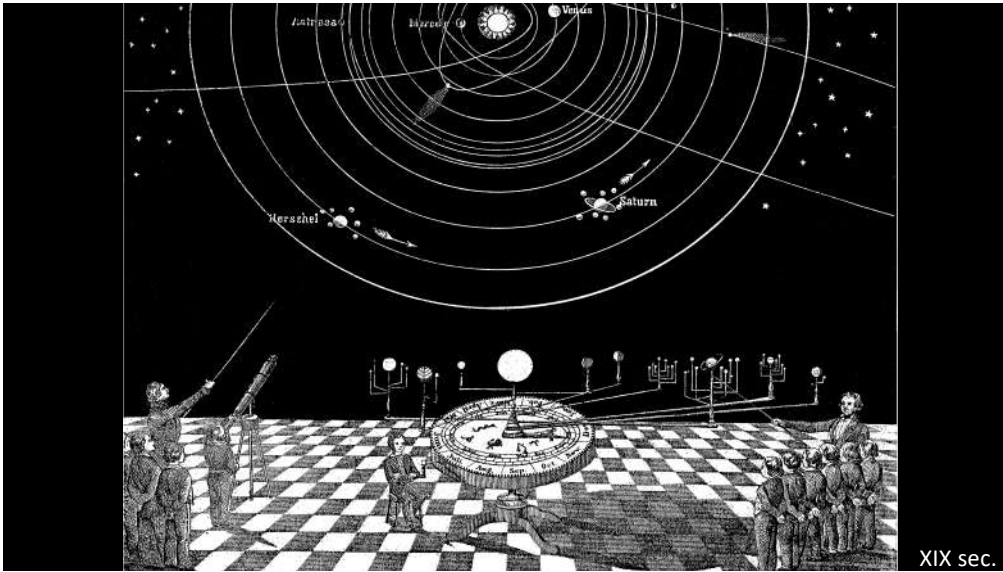
(Fig. 6) Tuttavia, l'armonia del mondo di Keplero fu presto considerata puramente mistica e non scientifica. Eppure, nel sistema solare sono davvero presenti armonie sorprendenti. Negli ultimi decenni sono state studiate in particolare da Hartmut Warm, ingegnere di Amburgo. Ecco solo *un* esempio che mostra alcune risonanze orbitali tra i pianeti giganti (Giove, Saturno, Nettuno) per periodi di tempo molto lunghi (migliaia di anni). Come si vede, c'è tanta simmetria e ordine. Nel sistema solare esterno compare regolarmente il numero 12, mentre nel sistema solare interno (Terra, Venere, Marte) è favorito il numero 5. Nessun scienziato sa perché. La teoria delle risonanze orbitali è matematicamente molto complessa; al momento la meccanica celeste non è ancora in grado di interpretare questi dati. (Sito web Hartmut Warm: <https://it.keplerstern.com>)

Disarmonia e caos nel sistema solare



(Fig. 7) Dall'altra parte, sappiamo da tempo che le risonanze orbitali possono anche avere un effetto distruttivo, portando alla disarmonia e al caos. Come sapete, lo spazio tra i pianeti Marte e Giove non è vuoto, ma è pieno di milioni di rocce e blocchi più o meno grandi, gli asteroidi. Se si mette in relazione la frequenza degli asteroidi con la loro distanza dal Sole (vedi istogramma), appaiono degli intervalli in cui mancano gli asteroidi. Queste lacune si trovano esattamente nei punti in cui il periodo orbitale di un asteroide entrerebbe in risonanza con il periodo orbitale di Giove. Ad esempio, con la risonanza 3:1, un asteroide avrebbe un periodo orbitale pari esattamente a un terzo del periodo orbitale di Giove. Ma perché non ci sono corpi celesti lì? In origine ce n'erano, ma a un certo punto sono stati portati completamente fuori orbita da questa risonanza e sono finiti in collisione con i pianeti interni, compresa la Terra. Sulla Terra ci sono molti crateri che testimoniano tali eventi di impatto, come ad esempio qui in Arizona nei Stati Uniti.

Ciò significa che le risonanze orbitali con rapporti numerici semplici possono portare all'instabilità e al caos. Questa è l'esatta antitesi della musica delle sfere! Un'armonia troppo precisa, una musica troppo bella per così dire è dannosa e pericolosa. Occorre una certa quantità di disarmonia e dissonanza...



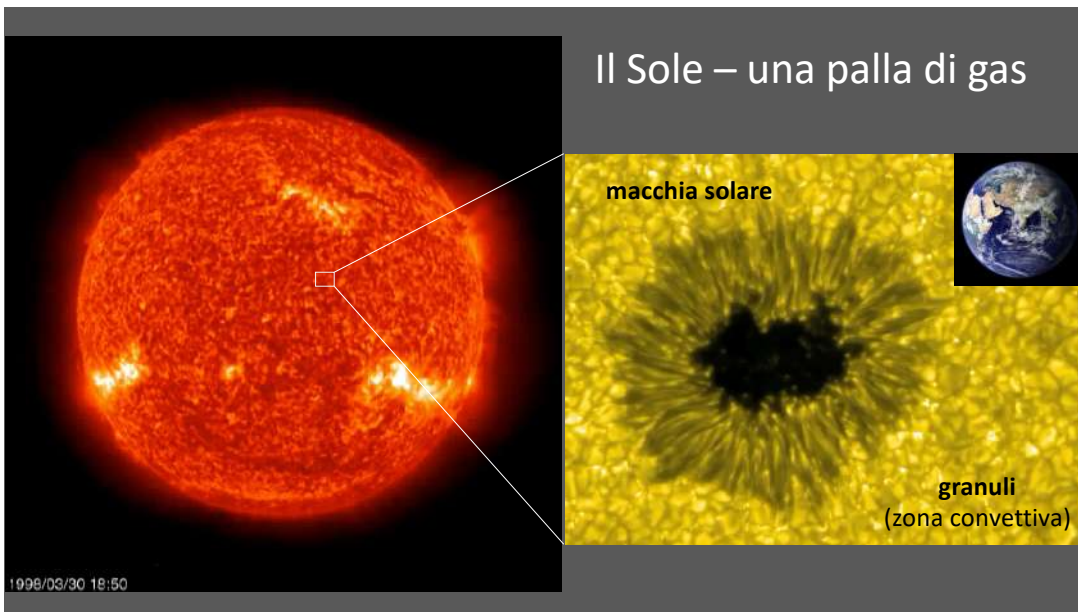
(Fig. 8) In ogni caso, la musica cosmica era diventata una nozione romantica e superata. Al più tardi dal XIX secolo, l'universo non è più considerato un'idea o un organismo vivente, ma una macchina. È l'epoca della visione meccanicistica e materialistica del mondo che caratterizza ancora oggi il nostro pensiero. L'universo è enorme, vuoto, senza vita, senz'anima – e soprattutto: muto. O almeno così sembra.



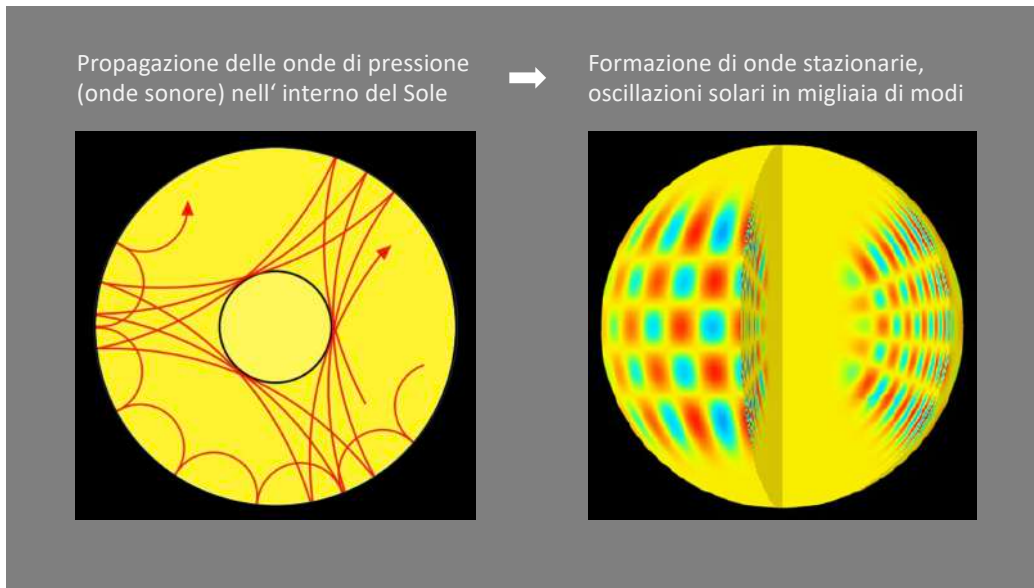
(Fig. 9) Comunque, la musica delle sfere non è scomparsa del tutto. È scomparsa dal mondo, dall'universo, è vero. Ma esiste ancora, come una sorta di eco o di memoria, sotto forma di musica degli angeli, nel regno della trascendenza. Lì ha trovato asilo, per così dire. Già nel Medioevo, la struttura tripartita neoplatonica della musica secondo Boezio era completata da una *musica coelestis*, una musica degli angeli nel regno divino, che era ancora superiore alla *musica mundana*. Il crollo dell'edificio del mondo nel passaggio all'era moderna non poteva quindi danneggiarla, la musica celeste ne era immune, era già al sicuro in precedenza.

La scissione assoluta tra mente e materia ha caratterizzato la nostra esistenza per secoli – e ne soffriamo, almeno inconsciamente. Da un lato esiste una realtà materiale, dall'altro esiste una realtà mentale. Quest'ultima si suppone che si trova solo nella nostra testa, mentre il mondo materiale, esterno è considerato privo di spirito e di anima. È forse da qui che deriva la nostra mancanza di consapevolezza, la nostra insensibilità nei confronti della natura e delle sue creature. Per guarire questa scissione, il mondo ha bisogno di essere ri-animato, ri-incantato. Molti pensano che questo richieda la lotta o il superamento del metodo scientifico. Ma questo non è prudente e, soprattutto, non è necessario. Al contrario, i risultati scientifici possono essere meravigliosamente strumentalizzati per creare la visione di un mondo animato e sonando. Basta un po' di immaginazione. Di seguito, vorrei suggerire come si possa tornare a una sorta di musica delle sfere, una musica delle sfere moderna. – Tutto sta vibrando e cantando nel cosmo, in una misura che i filosofi greci non avrebbero mai potuto immaginare. Grazie all'assistenza tecnica, le vibrazioni inudibili del cosmo possono anche essere rese udibili in modo semplice, il che, si spera, darà impulso a una nuova *akroasis*.

Prima guardiamo il Sole, poi rivolgiamo la nostra attenzione all'universo nel suo complesso, la cui creazione è caratterizzata da una metafora acustica: il Big Bang.



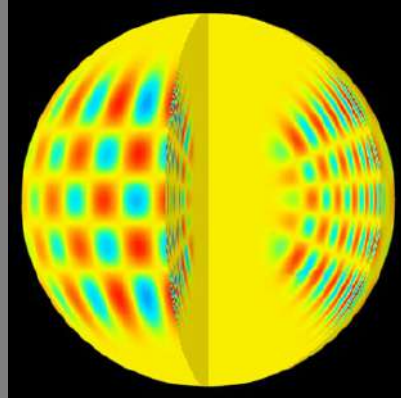
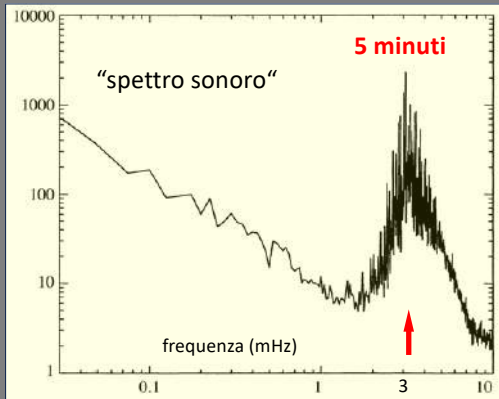
(Fig. 10) Che cos'è il Sole? È una palla di gas, più di cento volte più grande della Terra in diametro, e naturalmente molto calda, circa 5000 gradi sulla superficie e 15 milioni di gradi al centro. A questa temperatura elevata si genera energia attraverso la sintesi nucleare, che viene poi trasportata verso l'esterno. Il Sole ha un forte campo magnetico, che, dovuto alla rotazione differenziale, periodicamente viene avvolto (un po' come gli spaghetti su una forchetta), e così viene rafforzato localmente, in modo che a volte si producano eruzioni drammatiche (a sinistra). Le macchie solari sono luoghi in cui il flusso di energia è disturbato magneticamente e la temperatura è abbassata, da cui deriva l'apparente oscurità (alla sinistra le macchie appaiono luminose perché scattate nell'ultravioletto). Intorno a questa macchia solare (qui a destra) si può osservare la cosiddetta "granulazione" della superficie del Sole. In *time-lapse* appare un po' come un risotto bollente, ma dove ogni chicco di riso (ogni granulo) avrebbe una dimensione di mille chilometri. La granulazione ci dà uno sguardo sulla cosiddetta "zona di convezione" sotto la superficie, zona molto profonda, in cui grandi masse si muovono su e giù per trasportare energia. Proprio questi movimenti sono una fonte costante di piccoli terremoti solari, di vibrazioni e oscillazioni.




(Fig. 11) Come durante un terremoto le onde sismiche si propagano in tutta la Terra, queste vibrazioni si propagano anche nel Sole sotto forma di onde di pressione, cioè onde sonore. Vengono eccitate in superficie (come appena accennato), viaggiano verso l'interno, ma poi, con l'aumento della velocità del suono verso l'interno, vengono piegate, riflesse presso la superficie, si tuffano di nuovo verso il basso e così via – vengono intrappolate come nella ruota per criceti (a sinistra). Le onde di diverse lunghezze d'onda si sovrappongono e si verificano risonanze, dando luogo a un complicato schema di onde stazionarie in migliaia di modi di vibrazione distinti. Uno di questi modi di oscillazione vediamo a destra. Le zone blu si muovono verso l'alto, mentre le zone rosse si muovono verso il basso nello stesso tempo, lentamente e solo di qualche centinaio di metri in pochi minuti, un movimento pedonale, che, sorprendentemente, può essere misurato. Da questi dati gli astronomi ottengono informazioni sulla struttura interna del Sole.

I suoni del Sole

oscillazioni solari in migliaia di modi



Stanford Solar Center: "The Singing Sun" 

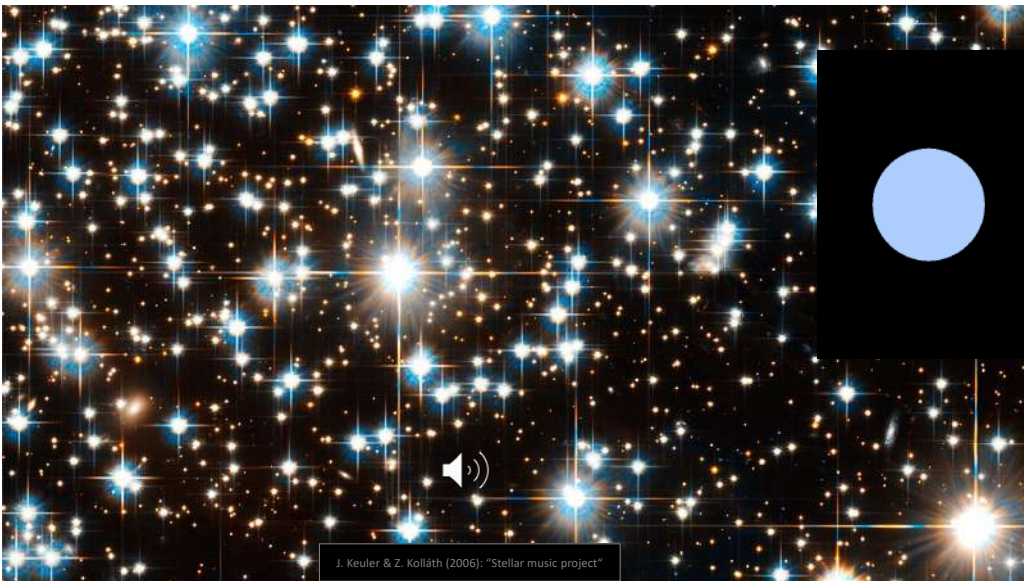
(Fig. 12) Qui vediamo (a sinistra) il cosiddetto spettro di potenza o di energia di tutte le vibrazioni – in linea di principio è semplicemente uno spettro sonoro, perché abbiamo a che fare con onde di pressione. In basso è riportata la frequenza in milliHertz, a sinistra l'intensità, cioè il volume. Come si può notare, c'è un segnale particolarmente forte a circa 3 mHz, che corrisponde a un periodo di oscillazione di 5 minuti. Si tratta, per così dire, della frequenza cardiaca o respiratoria del Sole..., molto bassa ma potente, che inspira ed espira ogni 5 minuti. È possibile rendere udibile questa oscillazione principale aumentando la frequenza di centomila volte, allora il suono sarà questo... (basato su dati reali per tre modi di oscillazione del Sole). Non è cosa grande, ma piace la visione che il Sole sta cantando tutto il tempo, senza fine, inudibilmente.

Audio: <https://www.brunobinggeli.ch/attigliano/singing-sun.mp3>

da <https://solar-center.stanford.edu> ("The singing sun")



(Fig. 13) Ora, naturalmente, sappiamo che le stelle del cielo notturno sono tutte dei Soli, o meglio che il Sole è soltanto una di queste tante stelle. Le stelle sono molto diverse tra loro, di dimensioni diverse, di calore diverso e quindi anche di colori diversi, e tutte vibrano e suonano a modo loro. Se si potessero ascoltare, sarebbe un'intera orchestra, come uno stormo di uccelli o un gregge di animali con le campane.



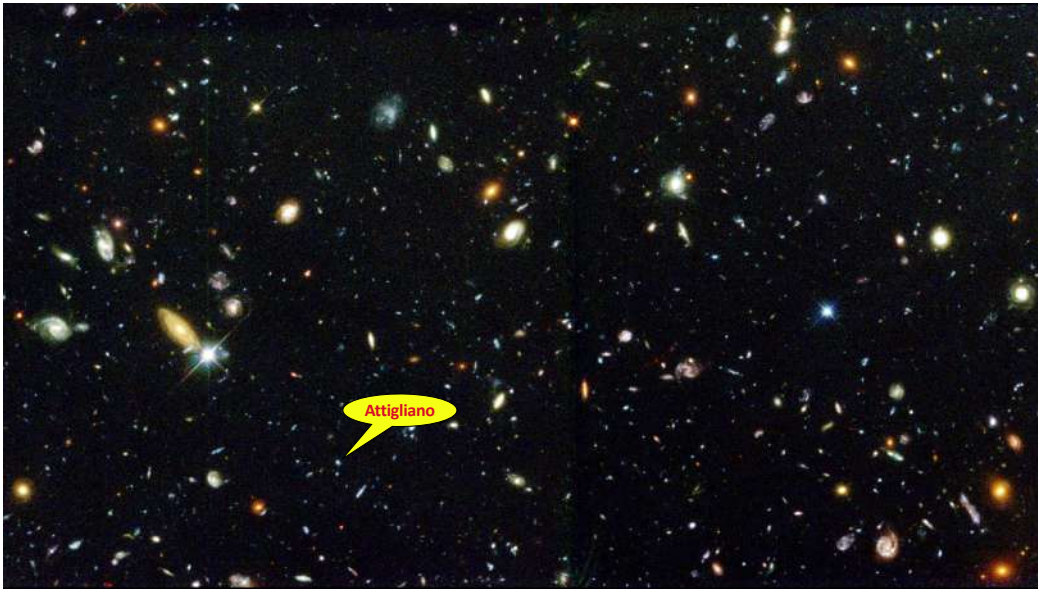
(Fig. 14) Ci sono stelle, come le famose Cefeidi (a destra), utilizzati dagli astronomi per misurare le distanze cosmiche, che non si limitano a mostrare un *pattern* di oscillazione sulla superficie come il Sole, ma oscillano nel loro insieme, si gonfiano al ritmo di giorni e settimane e poi si contraggono di nuovo. In questa immagine, le stelle sono relativamente vicine, in un ammasso stellare, ma senza mai scontrarsi tra loro. Incidentalmente, le punte delle stelle non hanno nulla a che fare con le stelle stesse, le stelle sono semplicemente sfere (e non virus!); le spighe sono create nel telescopio da un effetto ottico.

Due ciechi, un astronomo e un musicista, si sono uniti per comporre musiche a partire dai dati di oscillazione di varie stelle; naturalmente sempre molto accelerato, cioè trasposti di molte ottave verso l'alto:

<https://soundcloud.com/misha-schogolev/sets/zoltan-kollath-jeno-keuler-stellar-music>



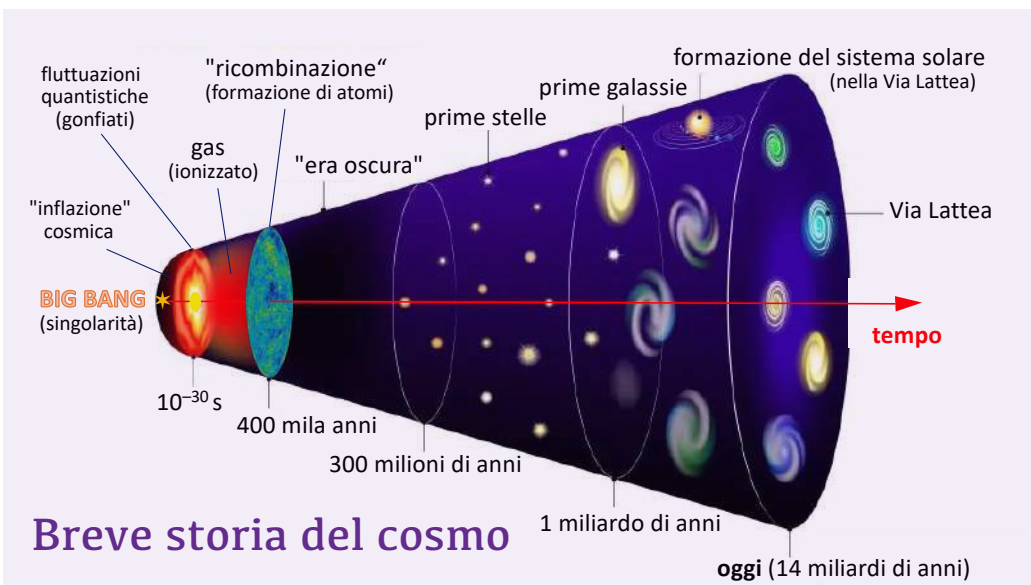
(Fig. 15) Tutte le stelle visibili sono solo una piccola parte di un sistema molto più grande: la Via Lattea, che di notte vediamo come una striscia nebulosa nel cielo. In realtà, la Via Lattea è un gigantesco sistema stellare a forma di spirale composto da circa 100 miliardi di stelle, e il nostro Sole, e con esso i pianeti, la Terra, si trova da qualche parte ai margini di questo sistema e si muove una volta intorno al centro in circa 200 milioni di anni. Naturalmente Attigliano non è lì, ma QUI. Non si può andare fuori dalla Via Lattea, le distanze sono troppo grandi. Ma ecco come potrebbe apparire "noi" da una distanza di qualche milione di anni luce...



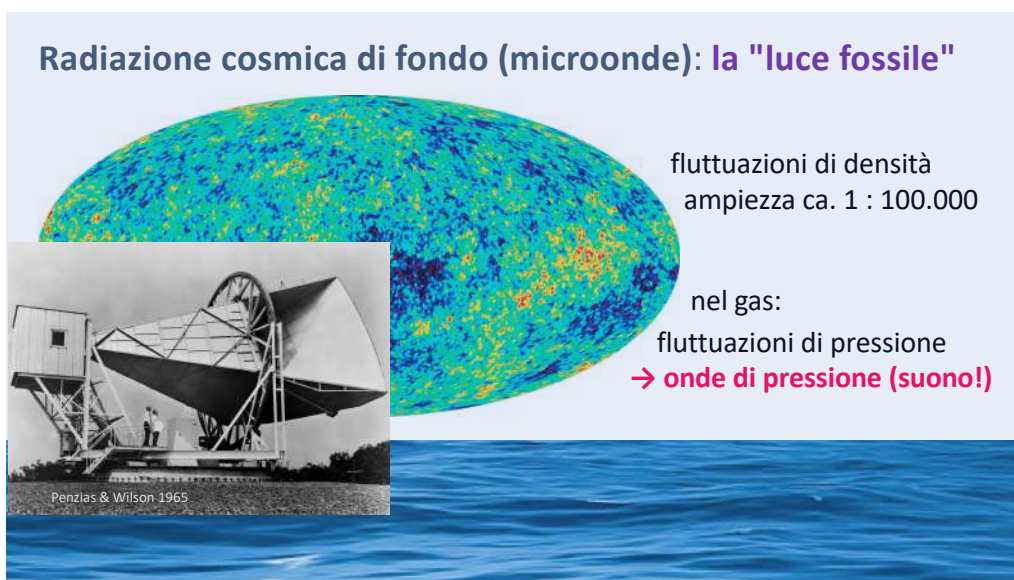
(Fig. 16) Se zoomiamo più fuori, la Via Lattea stessa è solo uno dei tanti sistemi stellari, chiamati galassie. Ciò che vediamo qui potrebbe essere l'aspetto di "noi" da una distanza di miliardi di anni luce. – E non è tutto: l'intero universo di queste galassie è in continua espansione. Tutte le galassie sembrano fuggire da noi, ma sarebbe la stessa osservazione da ogni luogo, da ogni galassia, non c'è un centro. Se si segue questo movimento all'indietro, si può notare che circa 14 miliardi di anni fa ci doveva essere una bella mancanza di posto...



(Fig. 17) Il Big Bang descrive l'atto della creazione nelle vesti della fisica moderna. Non è avvenuto in un luogo specifico, ma ovunque – è difficile da immaginare. Teoricamente, al tempo zero l'universo era infinitamente denso e infinitamente caldo – ma ovviamente non ha fatto un "bang". Eppure la metafora sonora sull'origine del mondo è molto appropriata. Siamo davvero creature di un suono primordiale. Vorrei ora spiegare questo concetto in modo un po' più dettagliato.



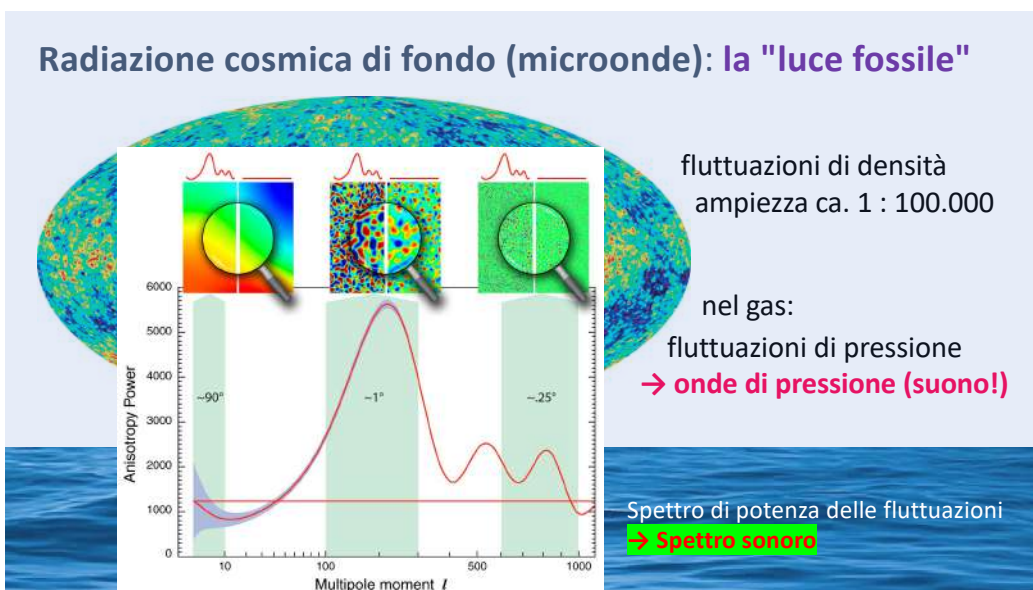
(Fig. 18) Ecco la storia dell'universo – in forma estremamente abbreviata. La linea del tempo va da sinistra a destra, con il Big Bang (tempo zero) all'estrema sinistra e oggi, 14 miliardi di anni dopo, all'estrema destra. Per tutto questo tempo, l'universo si espande. Qui vediamo solo due dimensioni spaziali, ma è ovviamente lo spazio tridimensionale che si espande in modo uniforme. Con l'espansione, l'universo si raffredda continuamente, quindi le stelle e le galassie potevano formarsi solo dopo un certo tempo, quando il gas si era raffreddato a sufficienza. Ma ciò che esisteva inizialmente erano delle onde sonore! – Nei primi 400 mila anni, l'universo era costituito da un gas caldo e ionizzato. L'universo era, per così dire, un'enorme stella, ma senza un centro e senza un bordo (immaginate una stella accanto all'altra, all'infinito in ogni direzione). E proprio come nel Sole, c'erano fluttuazioni di densità e pressione che si propagavano sotto forma di onde sonore. Nel Sole, queste fluttuazioni e onde sono stimulate dal trasporto di calore all'interno; nell'universo, secondo alcune teorie, questa stimolazione è stata causata da primordiali fluttuazioni quantistiche, che si sono gonfiate fino a raggiungere dimensioni macroscopiche in una frazione di secondo dopo il Big Bang, in una cosiddetta fase inflazionaria. Le onde sonore avevano 400 mila anni per propagarsi, poi era tutto finito. A quel punto la temperatura si era raffreddata da permettere la formazione di atomi (fenomeno chiamato ricombinazione), il gas era diventato trasparente e la luce di questo primo periodo caldo era in grado di propagarsi liberamente.



(Fig. 19) Questa "luce fossile" della creazione del mondo possiamo ricevere oggi sotto forma di microonde. La radiazione proviene da tutte le direzioni del cielo, dando origine alla cosiddetta "radiazione cosmica di fondo", chiamata anche "(s)fondo cosmico a microonde". Vediamo qui una

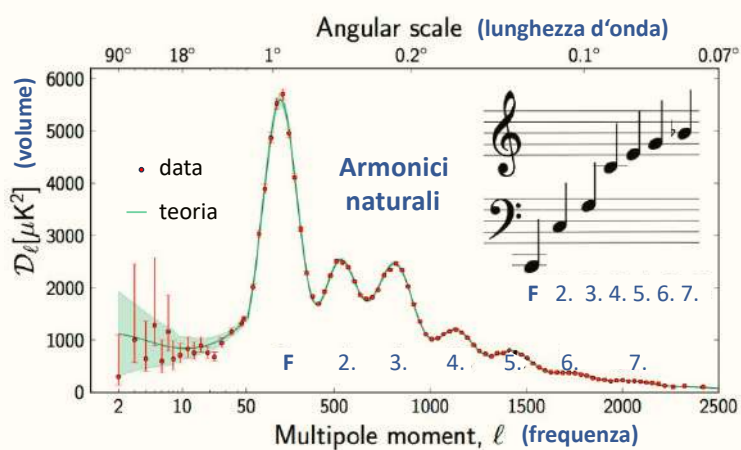
mappa dell'intera volta celeste in microonde. Le microonde cosmiche furono scoperte 60 anni fa da due astronomi americani (Penzias e Wilson) con questo radiotelescopio, non dissimile da un orecchio gigante – scoperta che è stata ed tuttora è la migliore prova della correttezza della teoria del Big Bang. Il fondo cosmico è un'istantanea del primo periodo dell'universo, vediamo (con "occhi a microonde") il bordo temporale della fase iniziale calda, come la superficie, cioè il bordo di una stella. – E il punto decisivo è ora: vediamo su questo fondo cosmico impresse le tracce delle onde sonore già accennate.

Queste tracce sono state scoperte solo negli anni Novanta. Si tratta di minuscole fluttuazioni di densità nel fondo a microonde, qui indicate da fluttuazioni di colori. L'ampiezza media delle fluttuazioni è solo un centomillesimo della densità media. Si può paragonare a onde alta un centimetro su un oceano profondo un chilometro. Eppure sono proprio queste minuscole irregolarità che hanno poi portato alla formazione di stelle e galassie nel cosmo.

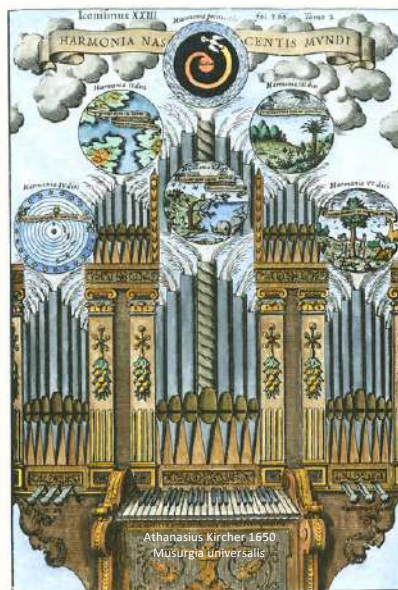


(Fig. 20) Ai primordi c'erano onde sonore di ogni lunghezza d'onda, era un caos perfetto, acusticamente una cacofonia perfetta. Tuttavia, le tracce delle onde sonore evidenziano un bellissimo ordine, un'armonia cosmica. È visibile nello spettro energetico delle fluttuazioni, che a sua volta può essere interpretato come uno spettro sonoro. Tale spettro si ottiene analizzando statisticamente l'energia o l'ampiezza media delle fluttuazioni su scale diverse (grandi, medie e piccole, vedi immagine).

“Spettro sonoro” della radiazione cosmica di fondo



Frequenza fondamentale: mezza oscillazione in 400.000 anni (10^{-13} Hz)

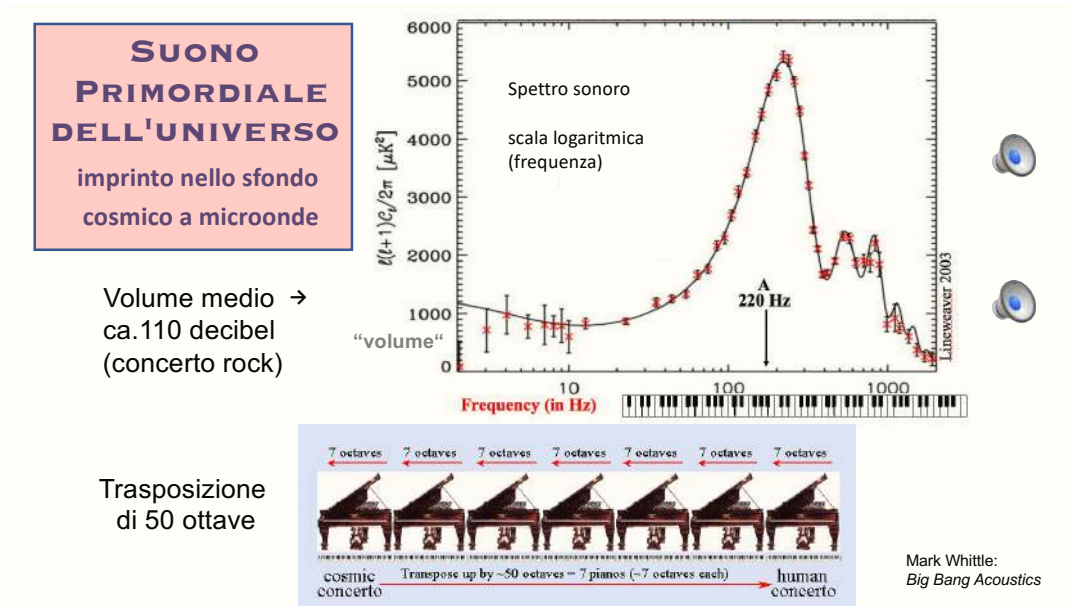


← 200.000 anni luce →

(Fig. 21) Ecco lo spettro energetico. Le unità tecniche utilizzate non ci interessano. L'energia media delle fluttuazioni (sull'asse verticale) appare in funzione della scala di grandezza, in realtà la scala angolare sul cielo (sull'asse orizzontale in alto, equivalentemente la frequenza in basso). In termini acustici, è il volume in funzione della lunghezza d'onda o della frequenza di un'onda sonora. I punti rossi sono le migliori misure satellitari del fondo a microonde, la linea verde è un modello teorico. – Vediamo un bel "paesaggio collinare" con una serie di picchi nella distribuzione. Come si è scoperto, questi picchi corrispondono esattamente alla serie di armonici naturali; il picco più alto corrisponde al suono fondamentale (il primo armonico), il secondo picco a un'ottava sopra (il secondo armonico) a metà della dimensione, e così via. La serie degli armonici è mostrata a destra in notazione musicale (a qualsiasi altezza).

Ma come nasce questa serie di armonici nella cacofonia caotica? È importante ricordare che le vibrazioni sonore sono limitate a un periodo di 400 mila anni. Le oscillazioni iniziano poco dopo il Big Bang e terminano bruscamente al momento della ricombinazione. Nel fondo a microonde vediamo quindi *quelle* oscillazioni con energia massima la cui mezza lunghezza d'onda, o un suo multiplo intero, rientra esattamente in questo periodo. Il suono fondamentale proviene da metà oscillazione in 400 mila anni, il primo ipertono (cioè il secondo armonico) da un'oscillazione completa nello stesso periodo, e così via. Il periodo temporale limitato è esattamente analogo all'asse monodimensionale di uno strumento a corde, o di un fiato come una canna d'organo, dove gli

armonici sono ben conosciuti; il punto è che anche il tempo è monodimensionale. – Il suono fondamentale cosmico, mezza vibrazione in 400 mila anni, è molto, molto basso, grave, profondo. Nell'analogia citata, questo corrisponderebbe al suono fondamentale di una canna d'organo lunga 200 mila anni luce. Un tale "organo del mondo" – come quello di Athanasius Kircher (a destra) – dovrebbe quindi avere le dimensioni dell'intera Via Lattea!



(Fig. 22) La musica d'organo cosmica impercettibilmente grave, una sorta di “basso continuo” dell’universo inudibile, può essere resa udibile, ad esempio, trasponendo le note di 50 ottave verso l’alto, nella gamma udibile. Pittoricamente, 50 ottave corrispondono a circa 7 pianoforti uno accanto all’altro. – Qui vediamo di nuovo lo spettro del suono cosmico (con dati leggermente diversi), questa volta su una scala logaritmica per la frequenza. Anche la tastiera di un pianoforte ha un andamento logaritmico, perché ogni ottava significa un raddoppio (o un dimezzamento) della frequenza. Quindi la tastiera può essere applicata direttamente a questo asse di frequenza. Con una trasposizione di 50 ottave, la nota fondamentale è circa 220 Hertz (un La sotto al Do centrale).

Prima di ascoltarlo, una parola sul volume. Come già detto, l'ampiezza media delle fluttuazioni è ca. 10^{-5} . Fluttuazioni di pressione di questa intensità nell'aria corrispondono a circa 110 decibel. È un volume molto alto, pari a quello di un concerto rock. Ascoltiamo per primo come suona questo spettro nella trasposizione di cui sopra:

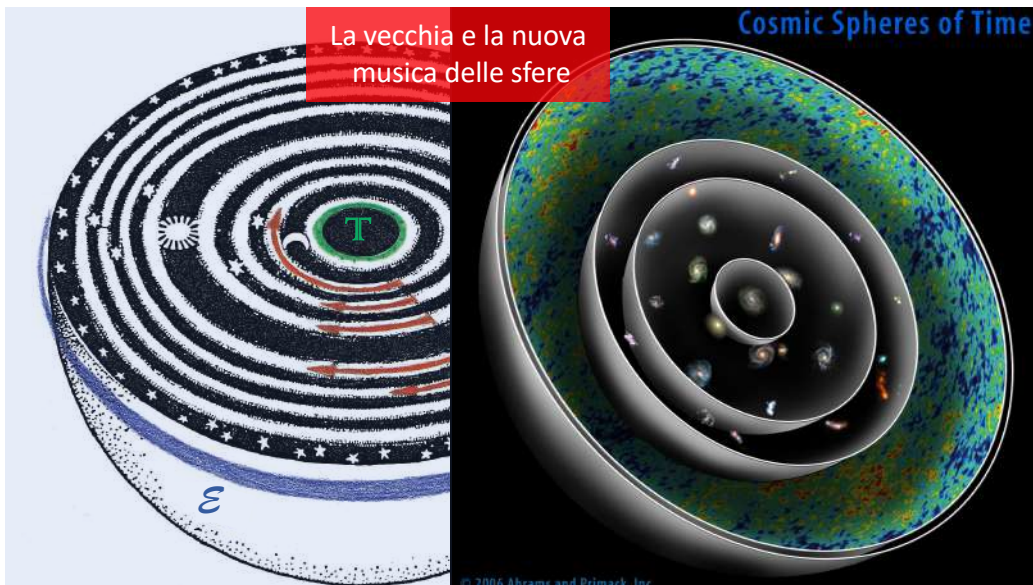
audio <https://www.brunobinggeli.ch/attigliano/bigbang1.wav>

preso da Mark Whittle https://markwhittle.uvcreate.virginia.edu/BBA_web/index_frames.html

Un semplice fruscio di fondo, all'inizio un po' deludente. La causa, ovviamente, è la grande larghezza dei picchi. Ora rendiamo questi picchi molto stretti e sentiamo le singole note ai massimi:

audio <https://www.brunobinggeli.ch/attigliano/bigbang2.wav>

Allora il suono è più piacevole e interessante... più simile a quello delle campane che a quello di un organo... Le campane della creazione del mondo...



(Fig. 23) Ma perché ho parlato di una nuova musica delle sfere? Non ci sono più sfere. – In un certo senso, ci sono!

Sappiamo tutti che la luce delle stelle ha bisogno di un certo tempo per raggiungerci, perché la velocità della luce è molto alta ($v = 300.000 \text{ km/s}$), ma non è infinita. Questo aspetto è ancora più importante per le galassie. Ad esempio, se una galassia si trova a 1 milione di anni luce di distanza, la sua luce ha viaggiato per 1 milione di anni prima di arrivare qui. Ciò significa che non vediamo nulla come è ora, ma come era in passato. A rigore, lo spazio osservato non è affatto uno spazio reale, ma una rappresentazione o un riflesso della storia cosmica. Oggetti di una certa epoca del passato appaiono mappati su una superficie sferica il cui raggio corrisponde alla distanza temporale. Vediamo quindi una sequenza di sfere – virtuali, immaginarie – che potremmo chiamare sfere del tempo, la più esterna delle quali, a una distanza di 14 miliardi di anni luce, deve ovviamente corrispondere al tempo zero, il Big Bang. E molto vicino a questo nuovo orizzonte del mondo, vediamo il fondo cosmico a microonde, la cui radiazione è stata inviata nel suo viaggio solo 400 mila anni dopo il Big Bang...

Anche se le distanze nell'universo sono quasi infinitamente più grandi di quelle del sistema del mondo antico-medievale, possiamo notare un ritorno morfologico, metaforico non solo delle sfere, ma anche della musica delle sfere, perché la sfera più esterna porta le tracce di una serie di sovratoni armonici.



(Fig. 24) Soprattutto, però, si vede un ritorno dell'idea di una creazione del mondo dal suono, come si trova in molti miti della creazione nelle culture antiche di tutto il mondo, in particolare nei miti della creazione dell'India, che sono stati ampiamente studiati da Marius Schneider. La musica delle sfere, in senso moderno, è in realtà solo un'immagine temporalmente congelata della nascita del mondo dal suono, un'eco eterna della musica del Big Bang. Come già accennato, le fluttuazioni e le oscillazioni che si osservano nel fondo cosmico a microonde hanno agito come semi della formazione della struttura cosmica. Dopo una lunga gestazione nell'oscurità, hanno portato all'ammassamento gravitazionale della materia e, infine, alla nascita di sistemi stellari. L'oscillazione fondamentale, il picco più alto nel spettro energetico delle microonde, si riflette ancora nella distribuzione spaziale delle galassie. Dentro le galassie le stelle si sono formate e tuttora si formano dal gas e dalla polvere. 4 miliardi e mezzo di anni fa, in una di queste galassie, la Via Lattea, nacque il Sole e con esso la Terra. Attraverso una miracolosa evoluzione biologica, la catena di eventi giunge infine a noi.

In questo senso, siamo davvero *figli dei suoni primordiali*. Volendo esagerare, si potrebbe addirittura dire che *gli esseri umani sono un fenomeno acustico*..

Con questo bellissimo pensiero vorrei concludere.