



Fondazione Meeting per l'amicizia fra i popoli
XXXVI Edizione

*Di che è mancanza questa mancanza, cuore,
che a un tratto ne sei pieno?*

Ore: 17.00 Auditorium Intesa Sanpaolo B3

GUARDARE LONTANO: LA NOSTALGIA DELLE STELLE

Partecipano: **Duccio Macchetto**, Emeritus Astronomer allo Space Telescope Science Institute, USA; **Roberto Vittori**, Astronauta dell'Agencia Spaziale Europea. Introduce **Marco Bersanelli**, Docente di Astrofisica all'Università degli Studi di Milano.

EMILIA GUARNIERI:

Amici, siamo arrivati alle ultime battute della XXXVI edizione del Meeting. Sapete che è consuetudine che, sulle ultime battute - quest'anno non sull'ultimo incontro ma su uno degli ultimi, anche perché sapete che dopo questo ci sono altri importanti appuntamenti del Meeting fino a mezzanotte - ci ringraziamo. E credo che dopo un Meeting come questo possiamo veramente ringraziare e ringraziarci reciprocamente. Vi do lettura del comunicato finale, che come sapete contiene anche il titolo e la data della XXXVII edizione:

“«Solo l'iniziativa di Dio creatore poteva colmare la misura del cuore, ed Egli ci è venuto incontro per lasciarsi trovare da noi come si trova un amico». Con queste parole, Papa Francesco ci ha invitato ad andare fino in fondo al tema di quest'anno, quella mancanza del cuore che inevitabilmente rimanda al desiderio di qualcosa di più grande. Lo ha detto bene anche il Presidente della Repubblica, Sergio Mattarella, nel messaggio che ci ha inviato all'inizio del Meeting: «Il rischio di chiusure settarie, o di tentazioni fondamentaliste, è sempre in agguato». Non dobbiamo perdere di vista «la nostra umanità, la fraternità, il desiderio di bene e di ciò che è bello». Quest'anno ce lo hanno testimoniato in molti, a partire da padre Ibrahim Alsabagh, parroco siriano di Aleppo. In una città devastata da anni di guerra, dove mancano acqua e cibo, i francescani aprono la porta a tutti: musulmani, cristiani, curdi. **Padre Charly** di Buenos Aires insieme ai suoi giovani amici venuti a Rimini per condividere la loro esperienza. E poi la first lady afghana **Rula Ghani** e il Ministro degli Esteri della Tunisia **Taieb Baccouche**, oppure personalità italiane come **Pietro Modiano** o **Fausto Bertinotti**, ma anche il Card. **Jean Louis Tauran**, il Card. **George Pell**, il Card. **Giuseppe Betori**, Mons. **Nunzio Galantino**, Mons. **Silvano Maria Tomasi**, padre **Mario-Giuseppe Lepori**, abate generale dell'Ordine dei Cistercensi, l'archeologo **Giorgio Buccellati**, il Presidente di Special Olympics **Timothy Shriver**, il linguista **Noam Chomsky**, lo scienziato **Duccio Macchetto** e l'astronauta **Roberto Vittori**. Il premier **Matteo Renzi** e i ministri **Martina, Poletti, Gentiloni, Galletti, Delrio e Padoan**”.

Sono solo alcuni dei nomi. Vi assicuro che mentre scrivevamo questi nomi, a un certo punto abbiamo dovuto fermarci perché gli incontri di questi giorni, il rilievo e lo spessore di cultura che tanti hanno condiviso con noi questi giorni, è stato veramente sovrabbondante. Continua il comunicato:

“Questa ricerca, questo desiderio di ciò che è bene e bello, ha mosso i grandi artisti protagonisti del palinsesto degli spettacoli del Meeting. Un programma che ha permesso la rilettura di un testo come *L'annuncio a Maria* in una nuova traduzione, oppure la riscoperta di un genere come il canto popolare di montagna con il *Coro CET* e la bellezza della poesia con grandissimi interpreti del teatro italiano protagonisti dello spettacolo inaugurale *L'impronta* - *Cuori moderni*.”

E insieme a loro i quasi 3 mila volontari, autentici protagonisti del Meeting che arrivano da oltre 40 Paesi del mondo, segno che al Meeting l'amicizia fra i popoli è un'esperienza reale, i moltissimi che hanno sostenuto il Meeting con le donazioni, i 218 relatori, i curatori delle mostre (artisti, scienziati, scrittori, docenti), ma anche interpreti del mondo

dell'economia e dell'imprenditoria, che spinti da un desiderio di costruzione, sono già ripartiti, come **Nerio Alessandri, Brunello Cucinelli, Roberto Snaidero, Frederic Thil**".

I curatori delle mostre, che sono state in questa settimana una occasione di incontro e anche di nuove scoperte. Penso alla mostra di Abramo, penso alla presenza degli amici ortodossi, che hanno realizzato per noi la grande esposizione di padre Antonij; penso alla novità del Meeting di quest'anno che è stata la mostra sull'arte contemporanea.

"È con tutti loro che si è realizzato questo Meeting. Si costruisce insieme perché è solo un incontro che genera soggetti nuovi, vivi, in grado di incidere nel mondo. Nello straordinario dialogo, condotto dalla neopresidente della Rai **Monica Maggioni**, tra don **Julián Carrón** e il professor **Joseph Weiler**, sulla figura di Abramo, dell'alleanza tra l'uomo e Dio in rapporto alle sfide del presente, prima fra tutte quella di ridestare l'io dal suo torpore e dalla noia, abbiamo sentito: «*Li è l'inizio di una storia. Dio ha cominciato con quello che c'era, dall'io così com'era all'inizio con tutte le sue difficoltà e i suoi limiti*».

Ieri sera Fausto Bertinotti ha come riecheggiato queste stesse affermazioni: "Per essere guardato, come Zaccheo sul sicomoro, l'io ha bisogno di uno sguardo, di qualcuno con cui dialogare e confrontarsi".

"Andiamo avanti su questo flusso di incontro, di dialogo, di riconoscimento e valorizzazione del diverso che ci viene incontro, così come in questi giorni abbiamo vissuto. Il titolo della XXXVII edizione del Meeting per l'amicizia tra i popoli, che si terrà a Rimini da venerdì 19 agosto a giovedì 25 agosto 2016, è: *Tu sei un bene per me*". Grazie, appuntamento a quest'altro anno.

MARCO BERSANELLI:

Buon pomeriggio a tutti, benvenuti a questo incontro. In questi giorni, come anche Emilia adesso ricordava, abbiamo guardato questa parola, questa esperienza della mancanza, in modo profondo, da tanti punti di vista. La mancanza come nostalgia di qualcosa di grande, qualcosa a cui ci sentiamo destinati, da cui ci sentiamo attratti. Una mancanza che ci fa sentire sempre in qualche modo e in diversi modi l'insufficienza di tutto quello che abbiamo, di tutto quello che già conosciamo, di tutto quello che possiamo ora controllare. Quindi, non è una mancanza come frustrazione ma, al contrario, è ciò che ci rende aperti alla novità, curiosi, in una posizione di attesa, di ricerca. Di ricerca del senso delle cose. E un segno di questo fatto è che l'uomo, fin dalla preistoria, fin da quando abbiamo tracce della sua esistenza, ha imparato a guardare lontano. Ha saputo rivolgere lo sguardo al cielo fin dall'inizio, desiderando di stabilire in qualche modo un rapporto con la totalità, con ciò che è grande e lontano. Così l'osservazione del cielo, ne abbiamo evidenza chiara, è iniziata proprio fin dalla prima antichità. È la prima forma di studio sistematico della natura, l'astronomia. E allo stesso tempo, l'uomo è da sempre esploratore, intrigato, interessato più che intimorito da un nuovo territorio, dalla terra incognita che si trova davanti a lui. Ecco, questo guardare lontano e questo esplorare il mondo sono tratti che non hanno mai abbandonato la storia dell'uomo fino ad oggi, quando la tecnologia ci permette di spingere questa osservazione dell'immensamente grande e questa esplorazione della realtà a livelli completamente nuovi. In questo filmato, abbiamo visto e percepito, seppure rapidamente, come suggestione, i due temi che i nostri grandi ospiti di oggi ci testimonieranno. Sono i temi della loro osservazione e della loro esplorazione. Abbiamo visto il telescopio Hubble e alcune delle bellissime immagini che ci ha regalato. E abbiamo visto scorci dell'avventura dell'esplorazione astronautica dello spazio. Quindi, abbiamo due grandi testimoni, amici che sono qui a raccontarci di questa "nostalgia delle stelle". Nostalgia che hanno messo al centro della loro vita, della loro ricerca e del loro lavoro: Duccio Macchetto e Roberto Vittori. Li introduco molto brevemente, perché non si finirebbe mai di sentir dire quanto ricca è la loro strada. Duccio è uno dei padri Hubble Space Telescope, il nostro telescopio

spaziale. Ha avuto la responsabilità del contributo europeo a questa missione congiunta con la NASA. Ed è stato Project Scientist and Principal Investigator for the Faint Object Camera, che è uno degli strumenti a bordo del telescopio spaziale. Prima di questo, ha dato un contributo determinante ad un altro telescopio spaziale, questa volta nell'ultravioletto IUE, International Ultraviolet Explorer, di cui è stato anche Project Scientist. In tutti questi anni, di fatto, Duccio è stata la figura più importante nel mondo astronomico di collaborazione tra la NASA e l'ESA. È astronomo emerito dello Space Telescope Science Institute a Baltimora. È stato Direttore associato di tale istituto, che è il centro operativo e scientifico dell'osservatorio HST. E dal punto di vista scientifico, si è occupato soprattutto di astrofisica extragalattica. Ha studiato il processo di formazione delle galassie, lo studio di galassie attive, con i buchi neri super massivi che si trovano nel nucleo di queste galassie, e il progetto per misurare la costante di Hubble, quindi il ritmo di espansione dell'universo. Questi sono stati i suoi temi principali. Per i risultati che ha ottenuto, ha avuto molti riconoscimenti tra cui la United States Presidential Award per IUE, la prima missione ultravioletta e la Exceptional Scientific Medal della NASA, per il telescopio Hubble. Grazie, Duccio, per essere con noi. È già stato al Meeting forse una dozzina di anni fa e quindi è veramente un amico con cui il rapporto non è mai venuto meno in tutti questi anni. E poi, Roberto Vittori che è al Meeting per la prima volta. Grazie. Roberto Vittori è un astronauta dell'Agenzia Spaziale Europea e ha viaggiato nello spazio per tre volte. Le prime due missioni sono state a bordo della navicella russa Soyuz: la prima nel 2002, missione Marco Polo, destinata a portare Soyuz alla stazione spaziale internazionale. Roberto è stato il primo astronauta italiano a volare in Russia. La seconda volta nel 2005: ha condotto in orbita ben 22 diversi esperimenti nei settori della biologia, della fisiologia, della dimostrazione tecnologica e anche della didattica. La terza missione è stata invece con la bandiera americana dello Space Shuttle, con l'ultimo lancio di Endeavour nel 2011. In quel caso, era specialista di missione. Ha condotto 12 diversi esperimenti e in particolare ha portato in orbita AMS, uno strumento per lo studio dell'antimateria e della materia oscura che, proprio in queste settimane ci sta dando risultati estremamente interessanti. Roberto Vittori, come molti astronauti, ha seguito la carriera militare. È generale dell'Aeronautica militare italiana e pensate, giusto perché non venga l'idea che fare l'astronauta sia una cosa che uno decide e domani comincia a fare, che prima di volare nello spazio, ha volato per circa duemila ore su quaranta tipi diversi di aeroplani. Ha ricevuto una grande quantità di premi e riconoscimenti, tra cui la **medaglia d'oro al Valore Aeronautico dal Presidente della Repubblica italiana, la medaglia d'oro per l'Esplorazione Spaziale da parte della NASA, e la medaglia per i meriti speciali da parte della Federazione russa. Grazie per essere con noi.**

ROBERTO VITTORI:

Signori, buon pomeriggio. Innanzitutto grazie per l'invito, per la vostra presenza: siete tanti e la cosa mi emoziona. Mi emoziona e soprattutto approfitto per ripianificare quello che pensavo di dirvi e trasformarlo in una testimonianza. In effetti, ho avuto la possibilità, la fortuna di rappresentare l'Italia e l'Europa nello spazio per tre volte. Una cosa esclusiva, importante. Non mi sento particolarmente bravo e capace. Sicuramente fortunato e sì, ho seguito il sistema, sono riuscito a capitalizzare l'investimento fatto su di me dal mondo universitario: infatti sono laureato in fisica. Dal mondo militare: sono pilota e pilota collaudatore. Ma è il sistema, l'Italia: sono stato io ma sarebbe potuto esserci qualcun altro al mio posto. La cosa che voglio portarvi come testimonianza è: non fatevi confondere dalla bellezza delle immagini, dalla esclusività del mestiere che tutti noi abbiamo nel nostro immaginario: l'astronauta. Lo spazio, oggi, dopo cinquant'anni, è vicino. È

già oggi all'interno del nostro mondo quotidiano: satelliti, telecomunicazione, navigazione, osservazione della Terra. Lo spazio è il prossimo naturale ambiente di lavoro. Lo spazio è l'opportunità per noi e per le generazioni che verranno. Prima ce ne renderemo conto e meglio riusciremo a interpretarne il potenziale. Mi piace fare un esempio. Tornando indietro di trent'anni, ricordo quando hanno cominciato a venire fuori i cellulari: come potevamo trent'anni fa immaginare, anticipare, tutto quello che la tecnologia digitale oggi ci ha dato? Telefonini cellulari, computer, Facebook. È stata una vera e propria rivoluzione culturale che ha cambiato il nostro modo di vivere. È stato un volano importante dell'economia mondiale. La prossima frontiera, probabilmente, è l'aerospazio. Tutti voi avete sentito parlare di Steve Jobs. Oggi, negli Stati Uniti, c'è qualcuno che è l'equivalente di Steve Jobs per lo spazio. Ci sono dei privati che stanno concependo come start-up iniziative che faranno dello spazio un naturale ambiente di lavoro. Sta a noi decidere tra essere spettatori passivi o attori protagonisti. L'Italia, ho il piacere di potervi dire, da un punto di vista istituzionale ha un ruolo importante. È importante la collocazione della Agenzia Spaziale Italiana all'interno del mondo europeo e in collaborazioni bilaterali. Ma in realtà, il messaggio è per i giovani, per gli studenti, per coloro che rappresenteranno il futuro. Parliamo dell'oggi. Oggi abbiamo la Stazione Spaziale Internazionale. In realtà la parola spazio è una parola generica molto imprecisa. Spazio significa tutto quello che è al di fuori dell'atmosfera: una dimensione infinita. Come astronauta, io per tre volte, a bordo di un razzo, l'equivalente della nostra macchina, sono uscito al di fuori dell'atmosfera e sono arrivato a bordo di questo oggetto, la Stazione Spaziale Internazionale. Un oggetto iniziato a costruire nel 1998; quindici anni è stato il tempo che abbiamo impiegato per completarlo. È una collaborazione tra NASA, Russia, Europa, Canada e Giappone. L'Italia ha un ruolo importante all'interno dell'Agenzia Spaziale Europea come terzo contributore e inoltre abbiamo un rapporto privilegiato con la NASA, attraverso progetti bilaterali. L'industria italiana ha costruito circa il 50% dei moduli pressurizzati della Stazione Spaziale Internazionale per arrivare a bordo della Stazione, che orbita a quattrocento chilometri, e per orizzontarci, andando verso l'alto, cento chilometri al limite della nostra atmosfera. Quindi, le distanze fisiche sono non incredibilmente importanti. Non è un problema percorrere cento chilometri in macchina, neppure quattrocento. Il problema per l'astronauta è che andiamo contro la forza di gravità ed è per questo che abbiamo bisogno di sistemi complessi come i razzi. In fotografia, vedete la versione russa, la navetta Soyuz, un razzo alto cinquantacinque metri. Ho volato per due volte, nel 2002 e nel 2005, a bordo della navetta Soyuz. Una preparazione che dura circa un anno. Dal momento in cui la preparazione è completata e saliamo a bordo del razzo, il tempo necessario per passare dalla superficie terrestre all'orbita, che sono circa duecento chilometri, sono otto minuti e cinquanta secondi. In otto minuti e cinquanta secondi passiamo da 0 a 27000 km. all'ora, che è la velocità orbitale: sono 8 km al secondo, ogni battito di ciglio facciamo 8 km. Per volare sopra l'Italia, è poco meno di un minuto. Questa è una foto dell'interno della Soyuz che porta tre astronauti o cosmonauti: nella tradizione russa distinguiamo tra l'astronauta americano e il cosmonauta russo. La Soyuz è una capsula molto stretta: vedete in foto il portellone, l'oblò per entrarci dentro, al centro il comandante, a sinistra l'ingegnere di bordo, a destra lo scienziato. E questa invece è stata l'altra opportunità che ho avuto, nel 2011: ho volato a bordo dello Shuttle in un anno che in realtà ha anche caratterizzato la fine del programma spaziale americano. Dopo il 2011, tutti gli Shuttle rimasti sono stati messi in un museo. E' stato un momento storico, un momento importante, un momento di transizione, un momento traumatico. Ero al Johnson Space

Center al completamento alla chiusura del programma: veramente un terremoto, tanti dei lavoratori del Johnson sono stati licenziati, è stato un momento traumatico che però ha consentito al mondo americano di proporsi per il nuovo. Qual è il nuovo? Lo Shuttle era gestito dalla NASA, il nuovo è gestito da iniziative private. Parlavo prima dello Steve Jobs del mondo aerospaziale, di privati, giovani, entusiasti, di personaggi con una visione che incredibilmente stanno riuscendo a fare l'impossibile. Perché è praticamente impossibile che ci sia una start-up, una iniziativa di un singolo, di una persona, che riesca a riprodurre un programma complesso dello Shuttle. Ecco, l'impossibile negli Stati Uniti oggi sta diventando realtà: e quello che è un fenomeno americano sicuramente diventerà presto un fenomeno internazionale, anzi tutto europeo. Lo spazio sta diventando ed è già l'opportunità. L'immagine dello Shuttle dall'interno - ricordate prima la Soyuz, 3 + 3 cosmonauti? - è molto stretta, assomiglia molto a un aeroplano, sia come forma fisica sia come abitacolo interno. In effetti, c'è una differenza fondamentale tra Shuttle e Soyuz, la Soyuz è una capsula, lo Shuttle con le ali assomiglia molto a un aeroplano, è il progenitore degli aeroplani che diventeranno spazio piani. Quindi, due saranno nel futuro le configurazioni: le capsule continueranno ad avere la loro importanza per esplorare Luna e Marte perché sono più semplici, più robuste, certamente non comode. Vi assicuro che se potessimo andare assieme a bordo della Soyuz e tornare a terra, la maggior parte di voi direbbe: grazie, è stato bellissimo ma basta. Il rientro a bordo della Soyuz giustamente è stato definito così da Scott Kelly, un astronauta americano che tra l'altro in questo momento è nello spazio, sta battendo il record americano di permanenza, rimarrà per un anno: "Beh, più o meno sono tornato a terra però mi sentivo come se fossi in un barile in fiamme che cade dalle cascate del Niagara". Effettivamente, quando ho volato la prima volta a bordo della Soyuz nel 2002, nel rientro a terra, a un certo punto, durante i 30 minuti necessari, ci sono delle fasi particolari: a 100 km la ras di linea, parola russa che significa separazione dei moduli, poi la capsula incomincia a intercettare l'atmosfera, infine si apre il paracadute. L'apertura del paracadute della capsula, che è una tonnellata e mezzo, è un momento estremamente traumatico, lo ricordo adesso e non dimenticherò mai quello stato di confusione. Come pilota sono abituato a mantenere il controllo della situazione, là sei letteralmente come in lavatrice. A un certo punto, vedendo che la rotazione non stava rallentando, ho cercato gli occhi del comandante sperando in qualche conforto. L'ho visto terrorizzato e a quel punto mi sono rilassato pensando che era finita lì, che non saremmo rientrati a terra. Quello che deve accadere alla Soyuz è che, partendo da 27 mila km all'ora deve rallentare e nella parte finale il paracadute permette l'atterraggio che loro identificano come morbido. Con l'apertura del paracadute, voi capite che sei letteralmente appeso a un filo. Sai che, se il paracadute non si apre bene o comunque se ci sono problemi, non la racconti. E attraverso quei secondi ero sicuro di non tornare. Dopo di che, il paracadute si è stabilizzato, al momento del contatto a terra - il famoso atterraggio morbido - c'è stata assolutamente un'esplosione talmente forte che, quando ho riaperto gli occhi, pensavo fosse un miracolo. Infatti ero certo che non avrei più volato, poi ci ho ripensato e nel 2005 ho volato ancora. Però, in effetti mi sto contraddicendo perché ho prima anticipato che lo spazio diventerà il naturale ambiente di lavoro: ovviamente, dopo il racconto del rientro con la Soyuz voi penserete che c'è qualche cosa che non va nella mia logica. Invece no. In realtà, il rientro a bordo dello Shuttle è l'opposto, lo Shuttle è una macchina molto più delicata, molto più fragile. Purtroppo ricordo il tragico incidente del primo febbraio 2003, ma il rientro a bordo dello Shuttle è migliore di un atterraggio con un aeroplano. Quindi, a chi fosse interessato allo spazio, dico: non vi preoccupate, semplicemente scegliete un aeroplano piuttosto che una capsula. Il tempo è tiranno, ho veramente poco per condividere con voi alcuni frammenti, quindi andrò veloce.

Ci tengo a sottolineare che AMS, Alpha Magnetic Spectrometer è il più grande esperimento mai portato a bordo della stazione. Dopo il pensionamento dello Shuttle che mai più volerà, è un “cacciatore di stelle”, un cacciatore di materia, di anti materia, è uno degli strumenti più importanti che abbiamo oggi nello spazio per capire da dove veniamo e chi siamo come universo. Una immagine, un flash. Siamo andati nello spazio a bordo della Soyuz, o comunque a bordo dello Shuttle, secondo le preferenze. Ora ci troviamo all'interno di questa struttura, la Stazione Spaziale Internazionale, che galleggia a 400 km. Abbiamo la nostra giornata regolata rigidamente dal Centro di Controllo che ci dice cosa e quando fare. Occasionalmente, abbiamo frammenti di tempo libero durante i quali riusciamo a guardare fuori. Siamo letteralmente catturati, occhi e cuore, dalla bellezza della vista del pianeta Terra: è una trasmissione di energia, la vista del pianeta dallo spazio, l'effetto tridimensionale non è riproducibile. Lo vedete su Internet, in televisione, l'effetto tridimensionale è assolutamente unico, è incredibilmente forte sia per gli occhi sia per il cuore e ti rimane dentro come immagine di energia forte, di speranza. Qui vedete, al centro della foto, un modulo che rappresenta simbolicamente quello che prima raccontavo del nostro importante contributo e della presenza italiana: questo modulo si chiama PMM, è uno dei tanti costruito dalla nostra industria. E questo è l'elemento più spettacolare che esista sulla stazione, si chiama cupola, è una finestra tridimensionale anch'essa costruita in Italia. Ecco qua un'altra foto a cui tengo, purtroppo non posso condividere con voi l'effetto tridimensionale, ho bisogno della vostra immaginazione. Qui siete con me a 400 km., guardate fuori in questo tridimensionale buttarsi all'interno della forza dell'energia del pianeta azzurro: vedete, sopra le Alpi, la coda dello Shuttle e un pezzo del modulo italiano. La Stazione Spaziale Internazionale: a cosa serve, qual è la sua particolarità? Questa foto dell'interno della stazione della parte americana mostra come la cosa che caratterizza la vita a bordo della stazione spaziale sia la microgravità, parola tecnica che può essere intuibilmente compresa ipotizzando un mondo senza gravità. La gravità è talmente all'interno della nostra dinamica quotidiana che è difficile pensare di spegnere la gravità, se avessimo un interruttore, è difficile anche immaginarlo. Immaginiamolo insieme, è quello che l'astronauta costantemente prova. Nel momento in cui io arrivo in microgravità, spengo la gravità e il mio cervello, i miei occhi, il mio corpo perdono sincronizzazione. Quello che vedo e quello che sento non concordano più, io galleggio, se lascio un oggetto, l'oggetto galleggia e io stesso galleggio. Se mi guardo attorno, quello che vedo e quello che sento non hanno più correlazione. Se qui fossimo in microgravità, potrei essere in posizione come sono adesso, oppure sottosopra, oppure in orizzontale, potrei essere sul soffitto oppure sulla parete. Facile da capirlo ma difficile da immaginarsi in quella situazione. Non è positivo il modo in cui la psicofisiologia umana reagisce, l'uomo non è fatto per la microgravità. Quindi, quando vedete o sentite astronauti dichiarare che l'esperienza spaziale è la cosa più bella della loro vita, mentono, perché la microgravità non è fisiologicamente una condizione umana: ci si può adattare, ci si può abituare, ci si può impegnare per essere comunque efficienti ma l'uomo non è fatto per vivere in microgravità. E questo vale anche per l'idea di turismo spaziale che, in questo senso, non credo avrà mai fortuna, nonostante la microgravità sia una opportunità proprio per essere così poco familiare all'organismo. Soprattutto la ricerca medica ha l'opportunità di avere astronauti, persone tutto sommato in condizione fisica buona se non perfetta, che vengono esposti per lunghi periodi in una condizione di disagio. La microgravità è certamente per la ricerca medica una delle grandi opportunità che potrebbero rendere merito del costo dell'investimento della stazione spaziale. Tanto per menzionare uno dei tanti filoni e settori della ricerca che possono beneficiare di poter osservare gli stessi fenomeni fisici che esistono sulla terra ma senza una variabile fondamentale che è la gravità. E' una opportunità fondamentale per procedere in tutti i settori della ricerca. Questa è una foto

che mi piace ricordare del 2011. A bordo della stazione spaziale, per la prima volta ci sono due italiani, Paolo Nespoli e Roberto Vittori: quel tricolore ha fatto un viaggio veramente speciale, è decollato con me dal Kennedy Space Center in Florida, negli Stati Uniti a bordo dello Shuttle, è arrivato sulla stazione spaziale e abbiamo fatto questa storica foto con Paolo, dopo di che, rientrato a terra con Nespoli a bordo della Soyuz, è stato riconsegnato al Presidente della Repubblica italiana. Un altro momento che voglio condividere con voi e che rende abbastanza unica, se non veramente unica, la SDS34, la mia ultima missione, è che per la prima volta abbiamo avuto un contatto in video conferenza con il Santo Padre Papa Benedetto XVI. Vedete, questa è una foto del Centro di Controllo di Houston, con tre megaschermi. Sulla sinistra vedete il Santo Padre, al centro noi 12 dell'equipaggio: al tempo, eravamo 6 della missione di lunga durata di Paolo Nespoli e 6 della mia missione di Shuttle. Se dalla regia possiamo un attimo abbassare le luci, il tema è "la nostalgia delle stelle", quindi non potevo, in questa rapida carrellata, nel tentativo di portarvi una testimonianza, non soffermarmi un attimo su una delle cose che personalmente ho vissuto come uno dei momenti più belli e forti dell'esperienza spaziale, e cioè il tentativo di catturare questa sconfinata distesa di stelle come visibile dalla stazione spaziale. Non è stata una cosa semplice, in primis perché la cosa più forte, più visibile, appunto, è la Terra. Quindi, trovare un'angolazione per potersi immergere in questa sconfinata distesa di stelle non è stato facile. Soprattutto non è stato facile catturare tramite una macchina fotografica quello che vedevo. Ha richiesto tempo, e debbo dire che la mia missione è stata la prima a tentare di fare una cosa del genere, perché la sensibilità delle macchine fotografiche per catturare il cielo stellato è stata resa disponibile soltanto di recente. Quelle che vedete sono foto reali, non trattate con photoshop, sono frutto di una serie di tentativi fatti e di molti insuccessi, di ore passate a cercare di catturare, viaggiando a 27.000 km all'ora, un cielo stellato. Questo è il cielo stellato, vedete lo Shuttle? Fate caso alla Terra, nella parte alta, le luci sono deformate e la deformazione deriva appunto dalla velocità a cui stiamo andando. Perciò, cercare di catturare in maniera stabile le stelle non era facile: ovviamente la superficie terrestre scorreva sotto di noi e questo è l'effetto della velocità. Questo è un altro tentativo, osservate questi incredibili, bellissimi e assolutamente reali colori di come l'atmosfera viene vista dalla stazione spaziale. Notate il bagno di stelle in questa foto: non sono perfettamente a fuoco. Questo è un altro angolo di paradiso, un altro frammento dove potremmo passare ore a guardare, contemplare, immergerci in questo bagno: appunto, la nostalgia delle stelle. E questa è l'ultima ultima foto di una chiarezza così grande, così bella che sembra falsa. Vorrei mentire dicendo che l'ho fatta io ma non l'ho fatta io, l'ha fatta un mio collega, è presa dal modulo giapponese, è assolutamente un'opera d'arte. E' quello che ti lascia dentro la nostalgia delle stelle. Grazie dell'opportunità che mi avete dato di condividere con voi.

DUCCIO MACCHETTO:

Scusate il piccolo ritardo, anche io voglio ringraziare sia gli organizzatori del Meeting che, in modo particolare, Marco Bersanelli che, per ben tre volte, ha pensato che non era una cattiva idea invitarmi a parlarvi di quella che è stata la mia passione durante tutta la vita. Naturalmente voi vedete queste immagini del telescopio Hubble, e però dobbiamo incominciare a pensare perché andiamo a vedere o a cercare queste stelle. Nella *Divina Commedia*, Dante Alighieri racconta che Ulisse parla ai suoi marinai per convincerli a seguirlo nel folle volo alla scoperta del mondo. Ulisse dice: "Considerate la vostra semenza: fatti non foste a viver come bruti ma per seguir virtute e canoscenza". Cioè, noi non siamo fatti per vivere una vita ordinaria, tranquilla, normale, quella di tutti i giorni, ma siamo fatti per conoscere di più, per sapere e seguire la virtù. Il concetto di com'era fatto l'universo, per migliaia di anni, era basato sulla filosofia o sull'interpretazione molto

letterale di testi biblici e non sull'osservazione sperimentale, anche perché per tanto tempo non avevamo praticamente nessun altro strumento che non fosse l'occhio umano. E il risultato era che, siccome siamo abbastanza egocentrici ed egoisti, mettevamo la terra al centro di tutto, e noi al centro della terra (siamo la cosa più unica e importante dell'universo). Il Sole e gli altri pianeti, in queste rappresentazioni, giravano attorno alla Terra. Questa è una immagine del 1300: è il planetario di Tolomeo, la cosmologia tolemaica. Anche questa mette la Terra al centro di tutto, il Sole gira attorno alla Terra e così pure i pianeti, anche se dovevano fare delle orbite molto particolari per poter girare attorno alla Terra, cosa che avrebbe comunque dovuto destare qualche dubbio. In questa immagine di Raffaello, nella Stanza delle Segnature del Vaticano, laddove i papi firmavano i documenti più importanti, ancora una volta la Terra è al centro di tutto, ci sono gli angeli che guardano l'universo al di fuori e le stelle sono in una sfera fissa, che in qualche modello, non più all'epoca di Raffaello, era pure fatta di cristallo. Però poco dopo per fortuna è arrivato questo signore, poco più di quattrocento anni fa, Galileo Galilei, che ha usato il cannocchiale molto intelligentemente, non solo per guardare orizzontalmente ma anche per guardare il cielo. Non solo questo fatto di guardare il cielo ma anche la metodologia che Galileo ha introdotto nella fisica, nell'osservazione, ha cambiato completamente il nostro modo di percepire e di cercare di studiare sia la fisica sia tutto l'universo. E Galileo diceva: «Grandissima mi par l'inezia di coloro che vorrebbero che Iddio avesse fatto l'universo più proporzionato alla piccola capacità del lor discorso». Io lo leggo e interpreto nel modo seguente: non possiamo partire dai nostri pregiudizi, noi scienziati dobbiamo osservare e cercare di spiegare quello che osserviamo. Possiamo avere delle idee, dobbiamo avere delle idee, dobbiamo avere delle teorie, ma se la realtà si confronta con la teoria, quella che è sbagliata è la teoria, non la realtà. Questo ha cambiato veramente il modo di agire, di pensare, da lì in avanti. Il modello che è venuto fuori a quell'epoca era un modello teorico e poi, sostanzialmente confrontato dalle osservazioni di Galileo, il modello copernicano, dove adesso il Sole è al centro dell'universo, la Terra gira attorno al Sole, la Luna attorno alla Terra, però tutti i pianeti girano attorno al Sole: questo è l'universo dell'epoca. Sappiamo al giorno d'oggi che non è proprio così. Il Sole non è al centro di niente, è al centro del nostro sistema planetario, però come primo passo è stato fondamentale. Socrate diceva, parecchie migliaia di anni fa: "L'uomo deve uscire fuori dalla terra, al disopra dell'atmosfera e anche più in là, perché solo così potrà capire del tutto il mondo dove abita". Questo è vero per l'astronomia. Per studiare l'universo, dobbiamo uscire dalla Terra e usare diversi tipi di telescopi. Perché? Perché l'atmosfera, che ci permette di vivere, assorbe la maggior parte delle radiazioni che ci arrivano dalle stelle delle galassie. I raggi gamma, i raggi X, gli ultravioletti sono assorbiti dall'atmosfera, abbiamo una piccola finestra visuale vicino, abbiamo le finestre nelle onde radio, ma tutto il resto è assorbito. Non solo: l'atmosfera distorce anche l'immagine. Se vogliamo vedere un'immagine nitida e precisa, come abbiamo visto nelle fotografie di Roberto poco fa, dobbiamo uscire dall'atmosfera, perché nell'atmosfera o dentro la Terra quelle immagini non saranno mai così pulite e precise. Naturalmente devo parlare del telescopio Hubble. Sono 25 anni che l'abbiamo lanciato, il 24 aprile del 1990, e non è una cosa enorme: 21 metri di lunghezza, pesa 11 tonnellate, ha un diametro dello specchio di 2,40 metri. E anche questa è una collaborazione tra la NASA e l'Agenzia Aerospaziale Europea. Pur non essendo la cosa più grande che c'è, il telescopio più grande che esista, è unico perché con queste dimensioni, dal di fuori dell'atmosfera, fa delle cose che telescopi quattro, cinque volte più grandi come diametro, a terra non riescono a fare. Anche questo è stato lanciato con la navetta. Prende praticamente tutto lo spazio disponibile dentro la navetta, lo spazio che non è usato dagli astronauti, naturalmente. E, una volta nello spazio, viene rilasciato da questo braccio che gli

astronauti manipolano dal dentro della navetta. Qua vediamo il telescopio poco prima di essere sganciato. Questa è un'illustrazione: il telescopio gira attorno alla Terra alla stessa velocità della stazione spaziale. Ci mette circa un'ora e mezza per fare il giro della Terra e durante questo periodo è puntato in una certa direzione dello spazio. Le batterie, quando siamo nella parte del Sole, si caricano attraverso i pannelli solari, e l'informazione è trasmessa a terra da particolari antenne che sono a bordo. Gli astronauti hanno avuto un ruolo fondamentale in questa missione, perché ormai non facciamo più missioni di riparazione. Sono stati lì per il lancio, hanno messo il telescopio in orbita e poi durante ben cinque missioni di riparazione e di aggiornamento sono andati nello spazio a migliorare e portare gli strumenti necessari. Ogni volta c'era una navetta a disposizione: qui vedete uno degli astronauti. E quella che vedete in fondo è l'Australia, che si sta avvicinando al telescopio. Entrambi gli altri astronauti sono sul braccio in questo momento. Si avvicinano al telescopio e in fondo c'è il Sudafrica. Questa, invece, è un'immagine del telescopio di Galileo: in primo piano, una replica fatta con molta precisione a Firenze, che è stata portata a bordo di una delle ultime missioni dello Shuttle. E in fondo vedete un pezzo del telescopio spaziale Hubble. Altra immagine: astronauti al lavoro. Questi astronauti, in genere, erano sempre sette nelle missioni, due piloti e quattro astronauti che si turnavano, due giorni una coppia, due giorni l'altra, per lavorare nello spazio durante otto, nove ore, cosa che è abbastanza difficile da fare. Sicuramente Roberto vi potrà raccontare. Vedete che senza gli astronauti non avremmo potuto mantenere in funzionamento questo telescopio. Gli astronauti portavano gli strumenti a bordo, nuovi strumenti, cambiavano cose che non funzionavano, giroscopi, pannelli solari. Avevano questi particolari aggeggi che servivano per riparare (cosa che non era stata prevista) i pezzi che non funzionavano nell'Hubble, portavano altri pezzi per mantenere sempre aggiornato il telescopio. Questa immagine per noi astronomi è importante. Vedete la costa del Cile sulla sinistra, e verso il nord la costa del Perù: lì sotto, dove c'è il telescopio Hubble, che si vede appena, ci sono in questo momento i più grossi telescopi a terra del mondo. Per cui, è una combinazione di osservazione dallo spazio e da terra essenziale per capire l'universo. E qual è la storia dell'universo? Brevemente, a circa 13,8 miliardi di anni da quando è stato formato, si espande, dando vita in continuazione allo spazio e al tempo. Questo è un concetto che è difficile da capire: non c'era lo spazio, non c'era il tempo. Qualcuno, quello che sta in alto, ha deciso: "Facciamo questo universo". E da allora l'universo forma costantemente lo spazio e il tempo. Da quando abbiamo cominciato questa riunione, lo spazio è più grande, l'universo è più grande, così come è più grande il tempo che è passato. Bisogna pensarci un po'. Durante i primi circa 380 mila anni, l'universo era opaco perché era molto denso, e la radiazione di qualsiasi cosa era assorbita immediatamente. Dopo 380 mila anni, l'universo di colpo diventa trasparente e meno denso. Adesso possiamo osservare quella radiazione, come vedremo tra un momento. Le galassie e le stelle che formano le galassie si sono formate circa 800 mila anni dopo il Big Bang. Ci sono tre ingredienti fondamentali nell'universo: la massa totale, la velocità o la forza di espansione e l'energia totale. E come facciamo? Dobbiamo misurare questi tre parametri per sapere cosa succederà all'universo. Se c'è abbastanza materia e abbastanza massa, la massa frena l'espansione, visto che la massa ha la gravità. In uno dei modelli, l'universo potrebbe fermarsi e ricadere su stesso; nell'altro modello, se non c'è abbastanza massa o se la forza di espansione è troppo grande, l'universo continua ad espandersi all'infinito. Questa è un'immagine presa da un telescopio del quale Marco Bersanelli è stato uno dei grandi fautori, grandi scienziati: è un'immagine dell'universo fatta 380 mila anni dopo il Big Bang. Riusciamo a fare un'immagine di tutto l'universo per come era fatto allora: perché lo possiamo fare? Perché, che guardiamo di qua o di là, stiamo guardando quel passato. Non possiamo vedere come eravamo noi nel passato, possiamo vedere com'era l'universo in quel

momento. La differenza tra un punto giallo e un punto blu è circa una parte su 10 mila. Questa è una mappa o della temperatura o della densità dell'universo (all'epoca, erano la stessa cosa): solo una parte su 10 mila dell'universo è diversa dall'altra. Ma al giorno d'oggi sappiamo che l'universo non è così, ci sono grandi spazi e grandi concentrazioni. Cos'è successo? È successo non solo che l'universo si espande (e queste sono simulazioni numeriche), ma c'è la gravità. E cosa fa la gravità? Attrae. Se c'è un punto più denso, la materia che gli sta vicino tende a cadere verso quel punto anche se, chiaramente, non parliamo di punti. L'universo è piuttosto una spugna come struttura: nelle parti più dense della spugna, la materia continua a cadere. In alto a destra voi vedete il tempo in centinaia di milioni di anni. Stiamo arrivando al primo miliardo di anni dopo il Big Bang. Come vi ho detto, l'universo ha quasi 14 miliardi di anni. E vediamo che queste condensazioni diventano sempre più importanti, sempre più grandi a misura che trascorre il tempo. Questi punti luminosi che vedete hanno più o meno le dimensioni di una galassia, cioè 150 miliardi di stelle. Ci sono decine o migliaia di galassie. A quell'epoca probabilmente erano un pochino più piccole, adesso questi processi diventano sempre più grandi e più importanti. Come facciamo a misurare la massa? Non è facile, però Einstein cent'anni fa ha scritto la teoria della relatività generale e ha spiegato che, se cede la materia, la materia deforma lo spazio. Se noi siamo qua in basso, dove c'è la Terra, e c'è qualche galassia davanti a noi, questa galassia deforma lo spazio che le sta intorno. Se c'è un oggetto luminoso nel punto A, noi dalla Terra pensiamo che sia in quest'altra posizione, B. Se possiamo misurare la distanza, sappiamo esattamente qual è la massa di questo oggetto che sta in mezzo. Le cose poi non sono così facili, però non abbiamo mai un solo punto, abbiamo un gruppo di galassie che sono le cose gialle che vediamo qua. Vediamo quelle cose blu: sono le immagini deformate di una galassia che sta circa 5 volte più lontano delle galassie che stanno davanti, a circa 7 miliardi di anni luce da noi. Misurando questa deformazione e la quantità di materia che c'è nelle galassie, che possiamo determinare in modo approssimativo, vediamo che la materia oscura, la materia che non possiamo vedere (la chiamiamo oscura perché non emette luce) è circa 10 volte superiore a quella luminosa. Dovunque andiamo a vedere, troviamo la stessa storia, dove ci sono questi ammassi e queste deformazioni di lenti gravitazionali, la materia oscura è sempre dieci volte superiore. Altro esempio. Noi sappiamo più o meno quante galassie ci sono nell'universo (lo sapremo in un altro momento), possiamo determinare in modo approssimativo quanta luce c'è, quanta materia normale, quella della quale siamo fatti noi, e quanta materia oscura. Il risultato è sempre 10 volte superiore. L'altra cosa che dobbiamo fare è misurare la velocità di espansione. È facile misurare la velocità di una galassia che si allontana, il famoso effetto Doppler: se c'è un oggetto che emette luce, una certa lunghezza d'onda, quando si allontana da noi quella luce diventa sempre più rossa. Misurando la differenza tra la luce che dovrebbe emettere e quella che osserviamo, sappiamo la velocità. Quello che non sappiamo è a che distanza si trova. Dobbiamo trovare un metodo, non abbiamo un metro che possiamo trasferire facilmente. Uno dei metri più importanti sono le supernovae. Le supernovae sono stelle che esplodono: c'è un certo tipo di *supernova* che, quando esplode, ha una curva di luce. Comincia cioè con un'intensità bassa, arriva a un'intensità massima e poi decade. Quando arriva all'intensità a picco, tutte le supernovae di quel tipo hanno la stessa intensità intrinseca. Se riesco a vedere quella supernova a picco, so a che distanza si trova la supernova e perciò la distanza della galassia che le sta vicino. È facile farlo da terra, con le galassie che stanno vicino a noi; con quelle lontane è molto più difficile. Abbiamo bisogno di usare il telescopio Hubble perché, quando stanno a questa distanza, assolutamente non possiamo vedere come sono. Con il telescopio Hubble, nei pannelli in alto ci sono immagini delle galassie prima dell'esplosione della supernova, in basso la supernova che si è osservata, e ci sono

alcuni esempi. Sono galassie che stanno a circa 7 miliardi di anni luce da noi e la cui brillantezza è circa 100 milioni di volte più debole di quello che potremmo vedere ad occhio nudo. Misurando una serie di galassie, sia vicino che più lontano, cosa possiamo fare? Determinare come si muove l'universo. E quello che si è osservato è che, dopo il Big Bang, l'universo si espande. Ma è una espansione che si rallenta perché è abbastanza densa e la quantità di materia ancora la rallenta. Dopo un certo punto, l'espansione incomincia e continua ad accelerare. Siamo riusciti a vedere che non solo l'universo si stava espandendo con una velocità costante ma anche un universo che si espande con velocità sempre crescente. Per cui, dei tre modelli possibili, quello a sinistra, che incomincia naturalmente in due dimensioni soltanto, si espande e poi decelera: non funziona. L'altro modello, un universo dove si espande e decelera lentamente, ma rimane sempre con una velocità costante, non funziona. Il modello che funziona e per il quale hanno dato il premio Nobel a ben tre ricercatori che hanno usato il telescopio Hubble, è questo modello che decelera: l'universo decelera, poi si espande e si espande con una velocità sempre maggiore, è un universo accelerato. C'è una molla nell'universo, c'è un'energia che noi non conosciamo. Cos'è che fa accelerare questo universo? L'energia oscura, la chiamiamo oscura perché non sappiamo cos'è, Dark Energy o qualcos'altro. Però il piccolo problema è che abbiamo cento teorie. Avere cento teorie è come non averne nessuna: devi trovare dati sperimentali che eliminino il 99% di queste teorie e poi fermarti su quella giusta. E l'altro problema è che il 73% di tutta l'energia dell'universo è fatta di energia oscura. Allora, il futuro dell'universo dipende da com'è la forma di questa energia oscura. Se l'energia oscura è di un certo modello, cioè è costante in tutte le direzioni, va bene, l'universo continua a espandersi. Se invece l'energia cambia segno, diventa un'attrazione, l'universo può ricadere su se stesso. Se d'altra parte questa energia è diversa in quella direzione piuttosto che nell'altra (fino ad adesso sembra che sia sempre uguale, però non sappiamo), se va in diverse direzioni, l'universo in futuro si romperà, avrà pezzi che accelerano a velocità diverse e rimarranno incomunicabili tra loro. Allora, questa è una vera nuova rivoluzione galileiana: il 73% dell'universo è fatto di energia oscura, il 23% di materia oscura (anche questa non sappiamo cos'è, abbiamo un sacco di teorie) e il 4% siamo noi. I nostri atomi, le nostre galassie, le nostre stelle sono il 4%. Per cui, non solo non siamo il centro ma non c'è un centro. Contiamo poco, contiamo per il 4%, perlomeno dal punto di vista della materia, dell'energia. Quest'immagine è quella più profonda mai scattata con il telescopio Hubble e con qualsiasi telescopio. Se mettete il vostro braccio a questa distanza, con un chicco di riso tra le dita, questa è l'area del cielo coperta dall'immagine. E ci sono 15 mila galassie, le potete contare con tranquillità. Se fate così in tutta la sfera celeste, vuol dire che nell'universo ci sono almeno 150 miliardi di galassie: qua non le vediamo necessariamente tutte, non siamo arrivati al fondo. L'universo ha 150 miliardi di galassie almeno e queste galassie, quelle più lontane che hanno forme strane (non sembrano le galassie del giorno d'oggi, semplicemente perché l'universo in passato era più denso), derivano dal fatto che una sbatteva contro l'altra producendo queste forme diverse, queste morfologie irregolari. Qui ci sono oggetti rossi: sono le galassie a 13 miliardi di anni luce. Quei puntini rossi sono veramente galassie che hanno 800 milioni di anni dopo il Big Bang. Vediamo qua immagini dell'Hubble, sono galassie che si stanno scontrando l'una con l'altra, più vicine a noi. Il processo di formazione delle galassie significa che le galassie continuano a interagire in tutta la storia dell'universo. Questa è la galassia Pinguino: sono tutte immagini di galassie in collisione. Siccome devo parlare anche delle stelle, dirò solo due parole. Le stelle si formano a partire dalla condensazione materiale di gas e polvere per azione della gravità. La gravità è essenziale per tutto l'universo ma anche per scale più ridotte. La massa è attratta dalla gravità, le stelle nascono, evolvono e muoiono. Quelle più massive esplodono come

supernove e spargono questo materiale arricchito al loro interno. Per formare gli elementi con i quali siamo fatti noi essere umani, ci vogliono generazioni di stelle che riciclano questo materiale, per cui siamo veramente polvere di stelle. Quando la materia viene attratta dalla gravità cade su stessa: al centro è più densa, la temperatura aumenta e quando arriva a circa 10 milioni di gradi, con densità molto elevate, si innescano le reazioni nucleari, dove due atomi di idrogeno si fondono e formano dell'elio. Questo emette una luce. La luce fa sì che il materiale che sta cadendo verso il centro venga frenato, per lo meno in questo asse perpendicolare al moto di rotazione che c'è sempre. Gli oggetti che si vedono in queste immagini dell'Hubble sono dove la distanza è il diametro del nostro sistema solare, 200 volte la distanza tra la Terra e il Sole. Vedete che queste stelle hanno dischi che vediamo di taglio: non vediamo la stella nel centro ma il centro sta illuminando il materiale che ancora cade. Poi ci sono questi getti che sono il prodotto della luce che sta spingendo il materiale che cade sulla stella. Sono immagini dell'Hubble prese in tempi diversi, che fanno vedere come la stella che sta a sinistra sta spingendo il materiale verso l'esterno. Gli oggetti sono lunghi parecchie migliaia di anni luce. Le stelle si formano dal gas. Questa è la costellazione di Orione. La cosa interessante è che quando si formano le stelle, la materia che sta cadendo, come vi ho fatto vedere, viene spinta fuori dalla luce. Però ci sono dischi che rimangono in queste stelle. Voi vedete nelle immagini questo dischetto: è più o meno della dimensioni del nostro sistema solare. Se facciamo il conto di quante stelle nella costellazione di Orione hanno questi dischi, sono circa la metà delle stelle. Se avessimo la pazienza di aspettare 10 milioni di anni, questi dischi darebbero origine a dei pianeti. Siccome siamo un po' impazienti, noi non li vedremo. Facciamo questa statistica, vuol dire che nelle stelle in formazione nell'universo, più o meno la metà avranno i dischi: non è detto che avranno pianeti e nemmeno che questi pianeti avranno la vita, però... Queste sono immagini prese a due lunghezze d'onda ad infrarosso, dove si vedono più stelle. La luce infrarossa penetra la polvere e noi possiamo osservare attraverso la polvere: è importante per l'osservazione che faremo in futuro. Sono tutte immagini di stelle nella fase finale della loro vita. Sono molto artistiche, belle e vere. Non c'è niente di artificiale in queste immagini. E per finire, dobbiamo parlare dei pianeti incominciando da quelli extraterrestri. Una decina di anni fa conoscevamo pochi pianeti extrasolari, i sistemi fuori dal sistema solare. Oggi, grazie a telescopi tipo il Kepler e i telescopi da terra, grazie a metodi nuovi per osservarli, ne conosciamo più di 5 mila e tutti quelli osservati ruotano a stelle relativamente vicino a noi. Il metodo di osservazione in genere è osservare quei pianeti che passano davanti alla loro stella e ne assorbono la luce: da questa diminuzione di intensità possiamo determinare sia la distanza del pianeta dalla sua stella, sia le dimensioni, sia, più o meno, la massa. Di tutti questi 5 mila, ce ne sono poco più di una dozzina che hanno caratteristiche più o meno interessanti dal punto di vista delle loro dimensioni. Qua c'è Giove, la Terra, Marte e Nettuno. Sulla sinistra, vedete 12 pianeti intorno ad altre stelle che hanno dimensioni ragionevoli e in più si trovano in quello che chiamiamo la zona abitabile. E' quella zona intorno ad una stella che non è né troppo calda né troppo fredda. Se sei troppo vicina alla stella, fa caldo, bruci, l'atmosfera evapora. Se sei troppo lontano, l'atmosfera può congelarsi. Quella zona intermedia dove stanno la nostra Terra, Marte e Venere, è la zona dove possiamo sperare di trovare in futuro le caratteristiche necessarie per avere almeno un'atmosfera o dell'acqua e, chissà, la vita. Per ora i pianeti più interessanti sono questi, soprattutto quello che sta in alto, perché è un pianeta che sta attorno ad una stella come il nostro Sole, gli altri stanno attorno a stelle diverse, più fredde, più vecchie. Questo pianeta che vediamo illustrato non è un'immagine. Sulla destra sta a 1.400 anni luce da noi ed ha una massa che più o meno è del 50% superiore alla nostra Terra. Dei pianeti del nostro sistema solare, sappiamo che non c'è

vita, fa troppo freddo, anche se ci sono le lune di Saturno che potrebbero ospitare la vita. Marte sappiamo che ha l'acqua, ed è interessante perché là dove c'è l'acqua c'è qualche possibilità di vita. Ma non è una garanzia. Questa è una serie di immagini prese da sonde che stanno attorno a Marte, che sono state messe tutte insieme come in un filmato per farci vedere qual è la superficie di Marte. Sappiamo che le sonde che sono andate su Marte non hanno trovato niente di caratteristico che ci indichi che c'è la vita. Questa è l'acqua in un cratere, il ghiaccio al bordo. Questi sono canali scavati dall'acqua chissà quando. Non sappiamo dire quando perché l'atmosfera di Marte è molto tenue, l'erosione poca e non sappiamo datare il fenomeno. Di tutti questi pianeti, l'unico dove siamo sicuri che c'è la vita, anche se non troppo intelligente, è questo qua. Voglio lasciarvi un pensiero che dice: "Voglio sapere come Dio ha creato l'universo, non mi interessano i modelli fisici, voglio solo conoscere il suo pensiero, tutto il resto sono dettagli". Albert Einstein. Grazie.

MARCO BERSANELLI:

Proporrei che per concludere questo incontro ci diamo ancora qualche minuto e chiediamo ai nostri due ospiti alcune cose. Con risposte brevi. Che cosa consiglieresti ad un ragazzo qui presente che è affascinato da queste cose, se volesse seguire le vostre orme? Roberto.

ROBERTO VITTORI:

Spero che sia una delle cose che rimane a tanti ragazzi che vedo in sala: una passione, un intuito. Guardare al futuro attraverso l'opportunità che lo spazio offre. Questo è un consiglio che assolutamente mi sentirei di condividere. Lo spazio è il futuro, è la loro opportunità, è la nostra opportunità.

MARCO BERSANELLI:

Duccio.

DUCCIO MACCHETTO:

Molto brevemente: se volete fare astrofisica, non la fate. Se proprio insistete, sappiate che bisogna fare tutto, qualsiasi professione, con passione. Dovete avere una passione, dovete volere veramente fare quello che avete deciso di fare. Sarà difficile: la vita non è mai semplice, non è mai dritta, ci sono sempre degli inconvenienti. Dovete avere la forza e l'energia per superare tutti i momenti difficili che incontrerete.

MARCO BERSANELLI:

Abbiamo visto la Terra dallo spazio, sia con gli occhi di Roberto, con le sue bellissime fotografie, sia indirettamente. In modi diversi nei due interventi abbiamo colto quanto il nostro pianeta si mostri piccolo e isolato. Qual è la nostra responsabilità?

ROBERTO VITTORI:

Se avessi la possibilità di portarvi a bordo della Stazione Spaziale Internazionale, guardando fuori vedremmo il pianeta azzurro, bellissimo. Questo è un messaggio forte. Ma al contempo, l'altra cosa che rimane visivamente evidente è la fragilità dell'atmosfera, questa risorsa preziosissima che è il motivo per cui la vita può esistere sul pianeta Terra. Quindi, il messaggio che portiamo dentro, dopo aver vissuto l'esperienza del guardare la Terra da di fuori, è che l'ecosistema terrestre è grande ma le risorse non sono infinite. Dobbiamo sbrigarci a capire come fare ad evitare il costante, quotidiano degrado delle risorse preziose, principalmente aria e acqua. Una delle cose che possiamo e dobbiamo

fare è sbrigarci ad imparare prima possibile ad utilizzare le risorse infinite al di fuori dell'atmosfera. Quindi, investire nello spazio e nell'aerospazio, non esclusivamente per la ricerca che è comunque molto importante, ma per la sopravvivenza stessa del nostro pianeta.

MARCO BERSANELLI:

Duccio.

DUCCIO MACCHETTO:

Quando vedo l'immagine della Terra presa da Roberto e da altri, quello che non vedo sono le divisioni politiche. Io vedo dei Paesi, vedo della terra, non vedo gli esseri umani, so che ci sono ed è quello che vorrei veramente vedere, cioè una Terra unica con o senza divisioni. Sarà difficile. Ma io penso che se veramente c'è vita nell'universo, in qualche modo questa vita si rivela a noi. Cosa facciamo? Andiamo ad ammazzarli o aspettiamo che vengano loro ad ammazzare noi? Quale sarebbe la nostra risposta? Se ci stiamo ammazzando sulla terra, come faremo il giorno che arriveranno? Io non lo vedrò, in qualche modo sappiamo che ci sono questi altri esseri. Dobbiamo risolvere i nostri problemi sulla Terra per essere pronti poi ad affrontare il resto dell'universo.

MARCO BERSANELLI:

Si guarda lontano. Domanda sul futuro, visto che siamo alla fine del Meeting. Secondo voi, nel vostro rispettivo campo, l'esplorazione spaziale e l'osservazione dell'universo, nei prossimi 10 anni, quale sarà il prossimo passo importante? La stessa domanda per i prossimi 30 anni.

ROBERTO VITTORI:

Guardando al futuro del settore aerospaziale in 10 anni, quello che possiamo fare è trasformare aeroplani in spazio piani, che significa rendere più facile l'accesso allo spazio, alle risorse extra atmosferiche. In 30 anni, invece, possiamo ipotizzare di colonizzare Marte.

MARCO BERSANELLI:

Saranno i giovani qua presenti a fare la verifica. Duccio.

DUCCIO MACCHETTO:

Nei prossimi 10 anni sarà sicuramente in funzione il prossimo telescopio spaziale che stiamo costruendo, anche questo in collaborazione tra NASA e Agenzia Spaziale Europea. Ci permetterà di osservare questi pianeti che abbiamo visto con più dettagli, e altri pianeti per cercare evidenza di atmosfera. Non dico di vita, quello sarà un grosso passo avanti. L'altro grosso passo avanti nei prossimi 10 anni sarà incominciare a limitare, se non scoprire del tutto, quale sia questa forza oscura, questa energia oscura che rappresenta il 73% dell'universo.

MARCO BERSANELLI:

Grazie, Duccio. Un'ultima domanda per entrambi. Duccio ha cominciato il suo intervento proponendo un verso di Dante Alighieri. Per Dante, le stelle sono state chiaramente un segno privilegiato per indicare il destino, per indicare l'infinito, il mistero ultimo della realtà. Sappiamo anche che la parola *desiderio*, nella sua etimologia, ha proprio dentro questa

nostalgia delle stelle. Ecco la mia ultima domanda a voi due. Per voi che in modi diversi avete conosciuto le stelle da vicino, questa conoscenza ha aumentato oppure diminuito il senso del mistero?

ROBERTO VITTORI:

Questa domanda è troppo difficile. Per rispondere mi alzo. Riprendo con lo spirito della testimonianza di prima e vi racconto letteralmente una cosa che ho vissuto, la missione spaziale. Un pochino ho condiviso qualche frammento assolutamente unico, una serie di paure, emozioni, sensazioni. Nell'ultima missione esisteva la cupola, ne ho parlato prima. E' una finestra tridimensionale. Prima dell'arrivo della cupola, a bordo della stazione, per guardare fuori, l'astronauta aveva un oblò, una finestra piatta. Poi l'Italia ha costruito questa finestra tridimensionale, immaginate, proprio una cupola fatta di vetro dove voi potete galleggiare all'interno e guardare sotto. Nell'ultima missione, nel 2011, io passavo le ore a galleggiare là dentro durante la notte, quando in realtà l'equipaggio dormiva, per cercare di catturare la bellezza della Terra dallo spazio con una macchina fotografica. Alcune cose mi sono rimaste dentro. Per esempio, nell'attesa della luce, soprattutto quando si passava sopra l'oceano, c'era una sensazione di disagio per questo abisso che vedevi sotto e ti sentivi come galleggiare su questo abisso. Ad un certo punto arrivava il giorno, ma il giorno è differente dal giorno terrestre. Se noi questa sera ci mettiamo seduti ad aspettare l'alba, l'alba è un processo lento. Quando siamo invece a bordo della stazione spaziale, quando la prospettiva è nello spazio, è rapidissimo. Ogni 90 minuti passiamo attraverso un'alba e un tramonto. L'alba di per sé è veramente immediata. Voi percepite il sole che sta arrivando, un secondo dopo i raggi del sole letteralmente ti bruciano gli occhi: è un interruttore. L'altra cosa è che dallo spazio, cosa che non accade sulla Terra, tu vedi la linea di demarcazione tra giorno e notte. Una volta mi hanno inviato a Milano ad una conferenza sul dibattito tra religione e scienza e c'era mons. Ravasi che commentava la *Genesi*: "Ad un certo punto le tenebre coprivano la faccia dell'abisso e lo spirito di Dio aleggiava sulla superficie delle acque". Non avrei mai potuto trovare parole migliori per descrivere quella sensazione provata a bordo della stazione. "Dio disse: «sia luce» e luce fu". Se io sono sulla Terra, queste parole non le userei mai, perché non c'è questa sensazione di rapidità. A bordo della stazione, guardando dal di fuori verso il pianeta, è la cosa che ti colpisce, è veramente un interruttore. "«Sia luce» e la luce fu. Poi vide che la luce era buona e separò la luce dalle tenebre". In realtà, mons. Ravasi commentò che dall'ebraico la parola che traduce buona traduce anche bella. Era quella la chiave, la bellezza della vista della Terra dallo spazio e quella linea di demarcazione che nessuno sulla Terra descriverebbe mai come linea di demarcazione. Da una prospettiva al di fuori del pianeta, invece, appare così. Coincidenze?

MARCO BERSANELLI:

Vai, Duccio.

DUCCIO MACCHETTO:

Risponderò molto brevemente perché il senso del mistero non può mai finire. La conoscenza dell'universo si approfondisce mentre più osserviamo, più studiamo. Però c'è anche una mancanza e la mancanza è che sappiamo che non potremo mai comprendere il significato dell'universo durante la nostra vita. Lo comprenderemo dopo che abbiamo visto Dio, se ci va bene e se siamo assistiti dalla carità di Dio. Se Dio ci vuole bene e ci fa comprendere il come e il perché ha fatto questo universo. Allora la nostra gioia è quella di comprendere una parte del creato e la nostalgia è sapere che non riusciremo mai a conoscere tutto il creato.

MARCO BERSANELLI:

Io non ho niente da aggiungere, perché credo che le testimonianze che abbiamo sentito da Roberto e da Duccio ci facciano dire solo una cosa: "Tu sei un bene per me".