

## **SCIENZA: L'ESPERIENZA UMANA DELLA SCOPERTA**

Mercoledì 26 agosto 2009, ore: 17.00 **Auditorium B7**

Partecipano: **Yves Coppens**, Professor Emeritus at the Collège de France; **John Mather**, Premio Nobel per la Fisica 2006, Senior Astrophysicist at the Observational Cosmology Laboratory of NASA's Goddard Space Flight Center; **Charles Townes**, Premio Nobel per la Fisica 1964, Professor at the Space Sciences Laboratory of the University of California, Berkeley. Introduce **Marco Bersanelli**, Docente di Astrofisica all'Università degli Studi di Milano.

### **MARCO BERSANELLI:**

Benvenuti a questo incontro. Benvenuti a questa occasione veramente eccezionale, che abbiamo oggi, di riflettere sulla conoscenza dal punto di vista scientifico, da quel particolare angolo di osservazione della realtà che chiamiamo scienza. Ma come il titolo di questo incontro sottolinea, vogliamo riscoprire che anche questo aspetto della conoscenza umana è un'esperienza; e la scoperta, cioè l'impatto con la novità, è realmente un'esperienza umana che ha per protagonista la persona. Il chimico ungherese John Polanyi, premio Nobel 1986, ha osservato che il bambino non conosce la differenza tra il lavoro e il gioco: pensate a come sono seri i bambini quando giocano! Il bambino non conosce la differenza tra lavoro e gioco e in ciò assomiglia all'artista e allo scienziato. E Polanyi sottolinea che questo carattere di giocosità, nell'approccio dello scienziato, è essenziale al processo della scoperta. E' interessante perché dà le ragioni di questa affermazione, e dice: "Perché l'atto creativo per l'artista, e il suo equivalente per lo scienziato, cioè l'atto della scoperta, devono come il gioco superare le regole formali". La scoperta è l'evoluzione di qualcosa di nuovo che supera le regole formali e, dice Polanyi, "per l'artista e per lo scienziato non esistono manuali di istruzioni". Quindi, la scoperta scientifica non è l'esito dell'applicazione diligente di una regola prefissata, di un procedimento logico, non è soltanto questo. Certo, la capacità logica è uno dei fattori essenziali, necessari, come altri fattori: la genialità del singolo, la tenacia del ricercatore, la capacità di lavorare in gruppo. Molte volte, l'avanzamento tecnologico è alla base di nuove scoperte scientifiche. Spesso, quando l'impresa è di vaste dimensioni, sempre più frequentemente è fondamentale la capacità manageriale, il coordinamento di grandi progetti. Eppure, in nessun caso la scoperta scientifica è una pura conseguenza di tutti questi fattori. Per l'artista, per lo scienziato, non esistono manuali di istruzioni. Così oggi non siamo qui a parlare dell'astratto della scoperta scientifica, ma desideriamo renderci conto di più di che cosa si tratti, di che tipo di esperienza sia dall'interno, quale tipo di ampiezza della ragione implichi. E come vogliamo farlo? Beh, nell'unico modo possibile: attraverso la testimonianza di chi questa esperienza della scoperta l'ha vissuta e la vive in prima persona. E abbiamo la fortuna di poterlo fare ai massimi livelli possibili. Abbiamo qui tre autentici giganti della scienza contemporanei, che sono testimoni di questa avventura umana che è la conoscenza scientifica. E quindi adesso passo rapidamente a presentarli, dando solo qualche notizia che tratteggi la figura davvero imponente della loro esperienza professionale e umana. Qui alla mia sinistra, Yves Coppens, uno dei più grandi paleoantropologi di tutti i tempi. E' professore emerito presso il Collège de France ed è stato anche professore del Museo nazionale di Storia naturale di Parigi. Ha iniziato giovanissimo la sua passione per la preistoria, come mi raccontava oggi a tavola, si può dire un po' per gioco. Dal 1956 fino ad oggi, ha guidato importanti spedizioni in tutto il mondo: nel Ciad, nell'Etiopia, nel nord Africa, nel Sudafrica, in Mauritania, Indonesia, Filippine, Cina, Siberia, Mongolia, dove era soltanto poche settimane fa per condurre

un'importante ricerca. Nella sua carriera ha scoperto un migliaio di resti di ominidi e queste scoperte gli hanno consentito di formulare nuove spiegazioni sulla comparsa del genere *homo*, tre milioni di anni fa, e dell'australopiteco, fino a sette milioni di anni fa. Yves Coppens è stato anche direttore del museo dell'ONU di Parigi ed è Chairman di paleantropologia e preistoria presso il Collège de France dal 1980. Pensate, autore di qualcosa come mille articoli scientifici! Ha scritto numerosi libri, ha ricevuto una quantità di premi che non siamo in grado adesso di elencare. E' membro di varie e prestigiose accademie culturali e scientifiche in Francia, in Europa e nel mondo. Mi preme anche sottolineare un fatto, che Yves è qui di ritorno al Meeting dove ha partecipato a una delle prime edizioni, nel 1983. In quell'occasione curò al Meeting una delle prime mostre scientifiche sull'origine dell'uomo. Gli siamo molto grati per la sua presenza, oggi, qui con noi. A destra John Mather, premio Nobel per la fisica nel 2006. John è senior astrophysicist presso il Goddard Space Flight Center della NASA, in Maryland. Ha ricevuto il premio Nobel nel 2006 per le misure del fondo cosmico di microonde ottenute con il satellite Background Explorer. Ha diviso il premio con George Smoot, che è stato nostro ospite un paio di anni fa e che molti di voi ricordano. Non solo premio Nobel, ma una quantità di premi che non abbiamo la possibilità di elencare, con il ritmo di circa un premio all'anno, riceve lui. L'ultimo in ordine di tempo, il più recente, è il Robinson Prize, che ha ottenuto pochi mesi fa. E' uno degli scienziati più famosi negli Stati Uniti. Per dare un'idea della sua notorietà e della sua personalità, nel 2007 il *Time magazine* lo ha indicato come una delle cento persone più influenti al mondo. John Mather è attualmente Senior Project Scientist per il James Webb Space Telescope: vuole dire che è la persona chiave, dal punto di vista scientifico, della progettazione e dello sviluppo di quello che sarà il nuovo telescopio spaziale, la nuova generazione di telescopio spaziale, dopo lo Hubble Space Telescope. Il lancio di questo nuovo telescopio è previsto nel 2014. John Mather è anche professore di fisica alla University of Maryland, al college Park. Grazie, John. E infine, alla mia destra, Charles Townes. E' vincitore del premio Nobel per la fisica nel 1964: avevo quattro anni quando lui vinceva il premio Nobel. Lo ha ricevuto per i suoi lavori fondamentali sui laser, di cui poi ci dirà. E' tuttora professore presso la University of California, a Berkeley. Ha lavorato all'inizio al Bell Telephone Laboratories, poi, dagli anni Venti, è stato professore di fisica in molte delle più prestigiose università americane, alla Columbia University, al MIT, all'Enrico Fermi International School of Physics. Charles Townes ha guidato numerosi comitati negli Stati Uniti su spazio e difesa, è stato anche leader dell'Advisory Committee per il primo sbarco umano sulla luna, l'Apollo 11, di cui ricorre il quarantesimo anniversario. Charles Townes ha anche lavorato profondamente su rapporto tra scienza e fede, è stato letteralmente uno dei primi scienziati di grande livello ad esprimersi in profondità su questi temi. Ha pubblicato diversi articoli e libri, ha raccontato della propria esperienza scientifica, secondo tutto lo spessore dell'umanità che questa ricerca comporta, in particolare in un libro che si intitola in modo significativo *How the Laser Happened*, "Come il laser è accaduto. Le avventure di uno scienziato". Per questo suo approccio ampio, multidisciplinare, nel 2005 ha vinto il premio Templeton. Charles Townes, insieme a Madre Teresa di Calcutta, sono le uniche due persone al mondo che hanno vinto sia il premio Nobel che il premio Templeton. Grati della loro presenza, adesso li interroghiamo. Questo incontro si svolgerà con una loro risposta a due domande che porrò. Risponderanno a turno, raccontandosi. Ciascuno di voi è stato protagonista, evidentemente, di scoperte scientifiche di fondamentale importanza, in campi molto diversi tra di loro: Yves Coppens, con la scoperta dei resti fossili di Lucy, per esempio, l'ominide che ha gettato nuova luce sugli albori del genere umano, ma non soltanto questo, come lui ci racconterà. John Mather, con la misura di precisione delle caratteristiche della prima luce dell'universo, il fondo di microonde: sulle sue tracce si trova oggi a lavorare anche il sottoscritto. Charles Townes, con la scoperta di un meccanismo

fondamentale nell'emissione della luce, che ha portato alla scoperta del laser e che ha applicazioni tecnologiche a livello planetario che riguardano tutti noi, anche se forse non ce ne rendiamo conto, o ce ne rendiamo conto solo parzialmente. Comunque, la prima domanda che io rivolgo loro è questa: raccontateci in sintesi qual è il contenuto della vostra scoperta, che cosa è accaduto, come è accaduto, quali sono stati i fattori principali che l'hanno resa possibile. Ci sono state delle situazioni anche personali che hanno fatto la differenza per voi? Che percezioni avete avuto, nell'imbattervi in questa novità? E il mondo intorno a voi, la comunità scientifica, come ha accolto questo evento? E il pubblico, come l'ha accolto? La parola a Yves Coppens.

**YVES COPPENS:**

Grazie, veramente grazie. Grazie a Marco Bersanelli che mi chiede di parlarvi di Lucy e di farlo in inglese se ho capito bene. Lucy è uno scheletro, una parte di uno scheletro, un ominide che ha 3,2 milioni di anni e che è stato ritrovato nell'Etiopia orientale, nella zona di Afar, in una zona chiamata Hadar. Nel '74 è stato trovato da parte di una spedizione internazionale a cui io avevo il privilegio di partecipare. Poi nel '78 Lucy è stata nominata *Astralopithecus afarensis*, il nome formale a cui io ho partecipato, glielo ho attribuito anche io. Quindi mi fa molto piacere parlarvi di Lucy perché sono uno dei suoi padri e uno dei suoi padrini. Però la scoperta di Lucy in realtà è stata una successione di avvenimenti. Praticamente è stato un evento in successione. Sono state tante le cose accadute, personalmente io sono stato coinvolto in moltissime spedizioni prima di quella. Avevo già scoperto moltissimi altri ominidi e avevo partecipato alla scoperta di altre cose ad Hadar, sempre nello stesso sito di Lucy, nel '73, quindi l'anno prima della scoperta di Lucy. Quindi la scoperta di reperti ominidi, nel '74, in un altro quello di Lucy, che si chiama LA188, questa non è stata una sorpresa. Io sapevo che ci sarebbe stata la scoperta. Questa scoperta comunque molto è stata interessante, ma aspettata, era una cosa che ci si aspettava. Siamo stati molto contenti il giorno in cui abbiamo trovato le prime due ossa di Lucy, però abbiamo poi previsto per il giorno dopo di tornare in quel sito e di guardarci attorno perché il giorno dopo. Infatti abbiamo ritrovato altre ossa di ominidi per cui siamo stati ancora più contenti, però non era ancora un superavvenimento. Comunque poi dopo alcune giornate, e dopo aver setacciato un enorme quantità di sabbia, e dopo aver raccolto una grandissima quantità di reperti ossei abbiamo ritenuto che forse tutte quelle ossa appartenevano ad un unico scheletro. Perché erano ossa dello stesso colore, della stessa densità ossea, dello stesso calibro e anche perché non avevamo trovato due tibie sinistre o due omeri destri, tre teschi o quattro mandibole. Quindi questa possibilità, questa probabilità stava diventando sempre maggiore e sempre migliore, se posso dire, proprio grazie agli avvenimenti scientifici. Alla fine abbiamo avuto ed individuato 52 ossa di un individuo di 3,2 milioni di anni e questo ci ha consentito di misurare anche la dimensione di questo individuo, estrapolarne il peso, circa 25 kg, e ci ha consentito anche di descriverne le articolazioni, comprenderne l'apparato locomotore e anche in parte il comportamento, per deduzione, utilizzando il metodo dell'anatomia comparativa e metodi biomeccanici. Quindi il tutto stava diventando un avvenimento sempre più importante, sempre più cospicuo. Poi la scoperta del vaccino, dell'emivaccino in realtà, metà ne abbiamo trovato che ci ha permesso di risalire al sesso di questa persona, probabilmente era una donna. Una femmina e questo ovviamente è stata una informazione importantissima, questo è diventato qualche cosa di aneddotico, ma anche di emozionante, quindi un nuovo avvenimento, ogni giorno qualcosa di nuovo. Quindi vedete questa catena di avvenimenti in successione, qualcosa di scientifico, qualcosa di emotivo e ovviamente stava diventando un evento simbolico per tutto il mondo. Poi un giorno quando stavamo facendo la marcatura delle ossa, una attività un po' in realtà noiosa, stavamo ascoltando anche un disco dei Beatles, lo conoscerete "Lucy in the sky with diamonds", -che adesso vi canto,

no, scusate, è una battuta. No, non saprei cantare-. Comunque abbiamo ritenuto che il soprannome di Lucy potrebbe appunto essere qualcosa di più bello di un LA288, per questa persona, per questo ominide, perché c'era anche la personalità di Lucy ormai, non c'erano solo le ossa, c'era qualcosa in più. Forse perché questo precursore di donna, era una donna piccolina, ed era vecchia a livello geologico, giovane a livello personale ed era ovviamente un antenato dell'uomo con un soprannome conosciuto, appunto Lucy, è diventata problematica, un simbolo della nostra ricerca sulle nostre origini, sull'evoluzione dell'uomo, per cui noi scopritori di Lucy siamo stati a nostra volta un po' sorpresi dal successo, da quanto fosse diventata famosa. E' importante sapere, va detto, che oggi come oggi tanti nuovi ominidi sono stati scoperti geologicamente anche più vecchi di Lucy, questo significa quanto meno che Lucy alla fine non è poi così tanto vecchia, perché le ossa erano fuse, anche per come abbiamo trovato i denti tutti cariati, danneggiati, abbiamo deciso che Lucy avrà avuto all'incirca una ventina di anni. Attenzione che 20 anni oggi è una splendida età di gioventù, ma all'epoca 20 anni era la vecchiaia veramente avanzata, era vecchissima, poi a causa del suo prognatismo, questa proiezione del volto in avanti, a causa di questi grossi molari che abbiamo trovato, a causa dell'età geologica così vicina all'epoca che avevamo calcolato, quindi il primo omo, Lucy è stato percepito come un antenato. Poi in Sud Africa a Selsontein è stato trovato un altro ominide, più o meno della stessa epoca, alla luce di questo però Lucy non è lo scheletro più completo dei preumani che sia mai stato trovato. Quindi Lucy e ancora rimane piccolina come dimensioni, non tanto vecchia a livello geologico, non tanto giovane a livello personale, non è probabilmente neanche il nostro antenato, non è nemmeno del tutto completa, però rimane emblematica della ricerca del mio settore e immagino che resterà tale, resterà il nostro simile per ancora tanto, tanto, tanto tempo, per non dire per sempre. Non dimenticate che lei appunto che lei era stata un avvenimento in successione, tanti eventi scientifici e ancora adesso è un avvenimento emotivo, qualche cosa di fantastico e di emblematico. Brava Lucy.

**MARCO BERSANELLI:**

John Mather.

**JOHN MATHER:**

Io sto lavorando alle origini dell'uomo ma in maniera un pochino diversa. Quando ero bambino ho chiesto a mio padre "come ci siamo arrivati in questo mondo?". Non mi ha dato una risposta, quindi come astronomo da adulto, adesso faccio parte del gruppo di migliaia di persone che al mondo stanno cercando di rileggere il libro dell'Universo. Stanno cercando avvenimenti del passato per capire come sia venuto a creare l'Universo e come le galassie, le stelle, i pianeti sono venuti ad esistere insieme all'uomo. Come i geologi, gli storici e gli archeologi, dobbiamo guardare a ritroso, dobbiamo vedere il passato per capire il nostro presente. La scoperta che ha reso famoso il nostro gruppo è stata una misurazione precisa cioè quella del calore del Big Bang. Si dice che il Big Bang si sia verificato 13,5 miliardi di anni fa, era tanto caldo, tanto denso, e conteneva tutte le cose che potevamo vedere nell'Universo. Anche se secondo certi calcoli il diametro allora era soltanto di 10 cm. Le grosse misurazioni sono state fatte proprio per capire se tutte questa teoria così fantastica poteva aver un fondo di verità. Lo abbiamo misurato attentamente e riteniamo che questa verità ci sia. Vorrei raccontarvi un pochettino la storia di questa scoperta. Le scoperte risalgono effettivamente alla scoperta dei primi strumenti astronomici e questo anno celebriamo proprio il quattrocentesimo dell'uso da parte del telescopio di Galileo, quindi ci sono tante celebrazioni tra l'altro quest'anno proprio per questo evento. Farei un salto in avanti fino al 1905, quando Albert Einstein ha fatto una scoperta teorica, ci ha spiegato la relatività e questo è stato uno shock completo per tutto il

mondo della scienza, ha detto che spazio e tempo non sono separati sono qualcosa di unito. Poi nel 1916 ci ha dato una sorpresa ancora maggiore, la teoria della gravità per tutto l'Universo, che funziona insieme alla relatività e prevede che la gravità praticamente in tutto l'Universo funziona insieme a spazio e tempo, quindi ci ha dato l'equazione per calcolare l'espansione dell'Universo, però dice anche che tutti sanno che l'Universo non è in espansione, e ha spiegato anche nella sua equazione come mai non c'è questa espansione dell'Universo. Tuttavia nel 1922 un giovane russo scienziato e matematico, sulla base dell'equazione di Einstein ha calcolato che invece il mondo doveva espandersi e ha cercato di spiegare questo concetto a tutto il mondo. Einstein ha detto "no! E' sbagliato". Nel '27 i calcoli sono stati ripetuti da Jeff Withscauder che ha calcolato invece che l'Universo probabilmente è cominciato con un atomo primigenio. George Le Metre ha fatto tutti questi calcoli, ha scritto a Einstein per illustrargli la sua teoria. Ha questo punto Einstein dice: "no, non sei un bravo scienziato. Tutti sanno che l'Universo non si sta espandendo". Due anni dopo Hubble usando, appunto, il telescopio da 2,4 metri in California, ha proprio scoperto che di fatto l'Universo è in espansione. E' lo stesso anno che noi ricordiamo come l'anno del crollo economico mondiale, però dal punto di vista scientifico c'è stata un'enorme scoperta. Hubble ha dimostrato che le galassie si stanno allontanando ad una velocità proporzionale alla distanza. Un pochino dopo, nel '46 sono nato io e ho cominciato a pensare alla scienza già da piccolino, perché mio papà mi raccontava delle storie di cellule, di cromosomi. I miei genitori ci leggevano delle biografie di Galileo e di altri scienziati e quindi ho cominciato a sviluppare un interesse per la scienza che pensavo essere interessante ma anche un pochettino pericolosa. Alcuni anni dopo, sempre con dei calcoli, è stato scoperto che le stelle esplodono e possono creare gli elementi chimici della vita. Quindi negli anni '50 ancora non si sapeva che siamo fatti costituiti da stelle esplose, però adesso lo sappiamo sulla base di teorie e diverse misurazioni che sono state effettuate a riguardo. Nel '65, alcuni anni dopo, si è scoperto, appunto, che la radiazione del calore e primigenia del Big Bang poteva essere misurata e questa è una radiazione di un microwatt per metro quadrato. In effetti non abbiamo i giusti strumenti per poterla vedere da qui. La scoperta di questa radiazione ha portato al Premio Nobel poco dopo e poi è venuto il tempo, per me, di studiare la scienza a livello professionale, quindi ho lavorato a un progetto per il fondo cosmico di microonde. Subito è stato un insuccesso, poi la NASA invece ha chiesto delle proposte per una nuova missione satellitare, ho detto ai miei amici "Perché non proponiamo questa missione per misurare il fondo cosmico di microonde". Per fortuna la NASA ha selezionato questa proposta. Il satellite è stato lanciato nel '89, la proposta era stata fatta nel '65. Praticamente abbiamo fatto un annuncio di una grossa scoperta secondo cui le previsioni del Big Bang erano in linea con le nostre misurazioni. Ho ricevuto proprio una standing ovation in quell'occasione, tutti erano contenti, tutti erano sorpresi per via della perfezione dello spettro che siamo stati in grado di dimostrare. Quindi, con questa occasione posso appunto indicarvi la diversa esperienza dello scienziato dal resto del mondo, perché io questo risultato me lo attendevo. Non è stato assolutamente una sorpresa, sapevo come funzionava l'Universo, però era solo questione di scoprirlo. I miei colleghi, gli altri scienziati, il resto del mondo avevano visto tante altre misurazioni che avevano dimostrato il contrario e di fatto l'Universo, secondo loro, appunto non era incominciato con un Big Bang ma con altre teorie. C'è stato un senso di sollievo secondo molti perché appunto è arrivata per molti una risposta agrazue alla mia scoperta. Questa è stata la prima grande scoperta del nostro progetto. La seconda è stata ancora più sorprendente. L'Universo non è esattamente uniforme, anche nella grossa esplosione il Big Bang aveva parti più calde e parti più fredde infatti. Le parti fredde e calde non differivano tanto, c'erano differenze di 10 parti per milione. Però pensiamo dato che no c'era uniformità nel Big Bang, se appunto il Big Bang non fosse stato così disuniforme non avremmo potuto esistere, quindi grazie a

queste parti più calde e più fredde noi possiamo esistere. Questa scoperta era anche essa molto diversa dalle aspettative della gente. Quando ho iniziato il progetto non sapevamo cosa sarebbe successo, abbiamo deciso di misurare quello che era successo nell'Universo. Quando era stato lanciato il progetto c'erano sì delle previsioni su quello che avremmo scoperto, ma nessuno sapeva che sarebbe stato vero. Adesso possiamo spiegare l'esistenza delle galassie, di gruppi di galassie, delle stelle, dei pianeti, sulla base proprio di quello che è successo durante il Big Bang. Mi ha chiesto anche che cosa ha reso possibile queste scoperte. Ci sono alcuni fatti che secondo me vale la pena un attimo di menzionare. Primo, c'è tanta fortuna, tanta casualità nelle scoperte. Poi ci sono persone particolari che insegnano a fare certe cose, che danno delle opportunità alla gente, però forse è stata anche una persona che il mio primo progetto non abbia funzionato bene perché così io ho potuto pensarci meglio e perfezionarlo per l'applicazione allo spazio. Un'altra cosa importante è stata appunto la tecnologia spaziale. E' stata disponibile 4,5 anni dopo l'atterraggio sulla Luna, la NASA si è interessata a progetti scientifici. Anche questa è stata una coincidenza fortuita ma fortunata per me. Avevo già scelto, appunto, dove lavorare, cioè con la NASA, c'erano tanti ingegneri, scienziati che lavoravano alla NASA e che sapevano come aiutarmi a fare queste misurazioni, quindi grazie a questa straordinaria sequenza concatenata di eventi siamo riusciti a mettere insieme un team che potesse fare le misurazioni del Big Bang e appunto spiegare l'esistenza dell'uomo a partire da 13,5 miliardi di anni fa quando c'è stata questa grossa esplosione.

#### **CHARLES TOWNES:**

Io vi voglio raccontare la mia esperienza e l'invenzione del laser. Io lavoravo su dei laboratori telefonici, in realtà, mi occupavo di Fisica, poi si è avvicinata la Seconda Guerra Mondiale, quindi mi hanno dato un incarico di costruire un sistema di radar, più o meno lungo un cm. Questa è la gamma che mi era stato detto di costruire. Quindi sono diventato un ingegnere. Ho dovuto studiare tanto di ingegneria e dopo aver fatto quello abbiamo trovato che quelle lunghezze di onda venivano assorbite da vapore e acqua nell'atmosfera e quindi non andavano bene. Poi mi sono reso conto che forse potevamo studiare l'acqua e altre molecole dove queste microonde o queste onde perché vengono assorbite. Quindi in laboratorio ho cominciato a studiare utilizzando degli oscillatori con una lunghezza di onda di un cm utilizzando l'acqua e quello mi ha dato importanti informazioni sull'acqua e la sua struttura nucleare, la produzione di ammoniaca, ho visto il nucleo dell'ammoniaca e dell'azoto, quindi tanto lavoro interessante. Ero alla Columbia University, volevo veramente fare il Fisico, volevo però occuparmi di lunghezza d'onda. Comunque questi oscillatori radio all'epoca, questi radiooscillatori elettronici non riuscivano ad andare al di sotto di 3 mm, pochissimo, un terzo della lunghezza che avevo. Volevo abbassare la lunghezza d'onda perché le molecole e gli atomi continuavano ad essere assorbite quindi volevo un oscillatore molto puro, con una buona frequenza, in modo da poterlo sintonizzare e studiare lo spettro al di sotto di un millimetro, praticamente nella zona di infrarossi. Io con i miei studenti ci abbiamo lavorato moltissimo ma nessuno ce la ha fatta e poi sono stato nominato Presidente di un Comitato Nazionale per cercare di scoprire come possiamo tenere degli oscillatori e degli amplificatori più brevi di mezzo cm. Questo comitato nazionale, come Presidente ho viaggiato, ho studiato e l'ultimo questo comitato si è riunito a Washington, io mi sono alzato presto la mattina dicendo "caspita non abbiamo ancora la risposta, non abbiamo scoperto niente". Quindi non volevo fare brutta figura, ci ho pensato, ci ho pensato, ho provato tutto, ho provato quella strada, ho provato quell'altra, non ha funzionato niente, poi improvvisamente ho avuto una rivelazione, un'illuminazione e ho visto come fare le cose, "ho lavorato fino ad ora con molecole e atomi ma le molecole e gli atomi hanno un livello di energia così e poi uno più alto, quello

più basso, arrivano le onde oscillando, queste onde vengono assorbite a quel livello però se c'è modo di aggirare il punto dove si scontrano si può liberare energia, ritornare in basso e generare energia". Ho scoperto che c'è praticamente il problema della termodinamica, energie più alte, energie più basse, le molecole e gli atomi vengono assorbite. Ho pensato: "possiamo fare sì che certe molecole siano più in alto che in basso, poi quando arriva l'onda riusciamo ad ottenere un'amplificazione". Ho pensato: "benissimo", ho preso degli appunti su un pezzo di carta, era tutto ancora molto approssimativo, molto poco chiaro, comunque ho cercato di fare lavorare ancora i miei studenti, avevo ancora Jam Gordon tra i miei collaboratori che poi ha scritto anche un libro, che ci ha lavorato moltissimo. Io ovviamente ho cercato di rimenare nella lunghezza al di sotto del cm con le molecole di ammonio, ci abbiamo lavorato per altri due anni, poi il Presidente del dipartimento è venuto al mio laboratorio. Lui aveva già avuto il Nobel, anche un altro che lo aveva già avuto sono venuti e mi hanno detto: "Fermati, non ce la farai, non funzionerà. Tu stai sprecando soldi pubblici, non ce la farai mai". Mi hanno dissuasato. Però una cosa importante per l'Università è che in Università non si può licenziare solo perché sembra stupido, per fortuna, almeno quando uno diventa Professore ha questo privilegio. Io ho detto: "No, no ce la voglio fare, credo di avere ancora una possibilità, basta concentrarsi". Due mesi dopo Jam Gordon e i suoi studenti e altri sono venuti da me nella mia classe: "Ce l'abbiamo fatta, abbiamo scoperto. Funziona, funziona, abbiamo le oscillazioni giuste, stiamo amplificando onde utilizzando le molecole". Improvvisamente poi tutto è diventato molto interessante, tutti gli studiosi volevano parlare con me, si è scatenata tutta una ricerca sugli amplificatori, eccetera. E' stato un settore di cui tutti volevano occuparsi, però c'era sempre il problema delle onde corte, io volevo arrivare a lavorare con quelle corte, la gamma più breve, nessuno sapeva come farlo, io volevo arrivare a lavorare con onde talmente corte nella zona degli infrarossi. Io facevo i miei conti, stavo lì, mi concentravo, prendevo appunti, riflettevo, riflettevo, scrivevo le teorie su quante mi servivano, come farcela, e poi ho detto: "Ah! Attenzione forse possiamo arrivare nella gamma giusta, proprio negli infrarossi". Mille volte più brevi a cui avevo pensato la prima volta. Mi sono consultato con un altro laboratorio, tra l'altro dove c'era anche un mio parente, gli ho parlato e lui mi ha detto: "Sì, interessante lavorare con te", quindi lui ha lavorato con me, mi ha dato anche degli spunti, delle idee per utilizzare due specchi paralleli tra i quali si muovevano le molecole, sempre allo stesso livello tra i due specchi paralleli, avanti indietro, avanti indietro, e poi alcune attraversavano lo specchio e diventavano un fascio laser, uscivano dallo specchio. Ora, è stato interessante vedere, ho chiesto a questo mio parente di provarlo anche in un suo laboratorio, e poi lui mi ha chiamato sì il laboratorio quello dei brevetti, dei giuristi e hanno detto: "Si rifiutano di brevettare questa scoperta. Non va bene, o va bene forse solo per i telefoni. Quindi non va bene per il brevetto". Io ho detto: "No, in quel laboratorio non capiscono, devono andare a parlarci io per convincerli". Lui mi ha detto: "Ma se riusciamo a convincerli che le applicazioni sono tante per le comunicazioni e anche altre magari ce la facciamo". Quindi il maser ottico e le comunicazioni. Quindi l'amplificazione delle microonde tramite stimolazione delle emissioni di radiazioni, si stimolano le molecole e si fanno radiazioni tramite amplificazioni. Invece il laser prevede la luce, c'è il ruolo della luce. Quindi maser e laser sono molto simili ma utilizzano un principio diverso. Comunque alla fine abbiamo avuto il brevetto, c'è stato molto successo, tutti hanno voluto occuparsene, abbiamo scritto tanti paper su come fare funzionare le cose, le varie applicazioni, tutti se ne sono voluti occupare. Le applicazioni industriali, l'industria si è subito dimostrata molto interessata, ci sono stati studenti dell'Università che hanno cominciato a fare ricerca e così il laser è arrivato all'industria. Poi devo anche dire che dopo che c'è stato il primo che funzionava, c'era una certa oscillazione, io ho parlato con un famoso fisico Neal Sbor e James Sfonnoiman e ho detto loro: "Guardate c'è questa povera frequenza che viene dalle

molecole”, e lui mi ha detto: “Ma non è possibile, non è possibile spiegaci il perché”, io ho detto: “Ma veramente funziona, non hanno mai creduto. No, no funziona credetemi funziona. Non capite”. Comunque eravamo a un party, siamo andato a bere un altro bicchiere poi sono tornato indietro e mi hanno detto,: “No, no hai ragione può funzionare, può funzionare. Avevi ragione tu, raccontaci”. Questo era l’inizio. Ovviamente il laser adesso genera miliardi di dollari per l’industria tutti gli anni. Miliardi e miliardi in tutto il mondo, nelle tante applicazioni serve per un sacco di cose. Nelle applicazioni biologiche, ha già prodotto 12 Premi Nobel, applicazioni scientifiche, comunicazioni, di tutto. Questo vi dimostra come certe cose inaspettate si verificano, sono un avvenimento e una scienza molto basica si dimostra invece molto significativa, con un grande impatto sull’industria. Io ho speso circa 50.000 dollari per costruire il primo laser, adesso però si generano miliardi di dollari in tutto il mondo, incredibile se pensate.

### **MARCO BERSANELLI:**

Grazie a Charles e a tutti loro, la seconda e ultima domanda di questo giro riguarda proprio il tema del Meeting di quest’anno: la conoscenza è sempre un avvenimento. Sarebbe interessante sentire ancora da voi in che senso nel campo scientifico ogni scoperta può essere descritta come un evento, come una novità. Già lo abbiamo visto, non soltanto compreso, ma quasi visto, nella passione con cui ci hanno raccontato della loro esperienza. Ma anche quando la scoperta è il risultato di un cammino lungo e mirato verso un obiettivo, magari per decenni, in qualche modo anticipato da una ipotesi, quando si arriva a scoprire qualcosa, a verificare che qualcosa corrisponde a quello che ci si aspettava, ecco, c’è qualcosa di nuovo. In che cosa consiste questa novità?

### **YVES COPPENS:**

Allora per rispondere a questa seconda domanda vi voglio parlare brevemente di un altro avvenimento, un avvenimento scientifico, completamente inaspettato, che penso che sia tra l’altro la mia scoperta principale. Io lo ho chiamato l’avvenimento “(H)omo”, con l’”acca” tra parentesi se volete, e tenete presente questa “acca” tra parentesi. Il fiume Omo, e questo omo è senza l’acca, è il nome di un fiume. E’ un fiume di circa 1.000 km che scorre in Etiopia e che va grosso modo da Nord a Sud. Dall’altipiano Etiopie, quindi in quota, siamo sui 3.000 metri di altitudine, scorre verso il lago Turcana che invece è in Kenia ad un’altitudine di circa 400 metri sul livello del mare. Avevamo organizzato una spedizione nella parte inferiore di questo fiume Omo, nella parte Sud-Occidentale dell’Etiopia. Questo accadeva nel ’67 ed abbiamo lavorato lì dal ’67 al ’76. Questo vuol dire grosso modo 10 anni di lavoro. Fin dall’inizio del nostro lavoro siamo stati molto colpiti dalla densità del sedimento che avevamo trovato in quel fiume, più di un km di sedimento di densità, 1,2 per l’esattezza di materiale accumulato, quindi sabbia, argille, ghiaie, ceneri, di tutto nel sedimento. Grazie ad un sistema di datazione temporale che abbiamo fatto a livello vulcanico, abbiamo scoperto che questo deposito aveva un po’ più di 3 milioni di anni sul fondo, un po’ meno di 2 milioni di anni in superficie. Questo deposito sedimentario era anche pieno di vertebrati fossili, pieno di ossa, ed io personalmente ho raccolto e studiato 50 tonnellate di queste ossa. Quindi la prima cosa importante di cui ci siamo resi conto è stato che questo accumulo di materiali, questo km di sedimento rappresentava veramente una successione stratificata che documentava veramente quello che era accaduto almeno lì, in quel posto lì, più o meno 2-3 milioni di anni fa. Si è subito visto, subito dal primo momento che gli animali non erano gli stessi lungo questa sequenza di strati. Il primo risultato, primo avvenimento, c’erano stati dei cambiamenti da 3 a 2 milioni di anni, quindi tanti cambiamenti. Questo significava che il clima, l’ambiente da sempre cambiava. Dopo aver guardato attentamente agli animali, a come erano composti, agli ecosistemi nei quali vivevano. Si è subito dimostrato chiaro che questi cambiamenti climatici e anche queste



crisi climatiche verificatesi due, tre milioni di anni fa avevano portato dei passaggi da epoche umide a epoche secche. Seconda scoperta e secondo avvenimento, stavo vivendo una siccità, ero dentro la siccità, quindi visto c'era la siccità ho cominciato a studiare, passo dopo passo, tutti i gruppi di animali della mia raccolta, della mia collezione: gli elefanti, cavalli, maiali, rinoceronti che stavano cambiando la loro dentizione aumentando le dimensioni dei denti per riuscire a mangiare erbe sempre più dure, a masticare meglio perché le foreste, le savane stavano diminuendo come consistenza, soprattutto la savana aperta e la steppa, stavano diventando l'unico ambiente disponibile per nutrirsi, quindi sempre meno foglie tenere e sempre più erbe dure. Le foreste e i cespugli fitti, diciamo, stavano diminuendo e invece c'erano sempre più radure dove si poteva correre, ovviamente i primati, le scimmie stavano diminuendo anche queste come numero, i micromammiferi anche in diminuzione e si spostavano dalle foreste alle zone cespugliose dense verso la steppa, la savana arida e zone semidesertiche. Le piante, le foreste fossili, i pollini dimostravano anche esse la presenza di questa drammatica siccità. La cosa importante è che a questi livelli avevamo degli ominidi, moltissimi ominidi. Io ho raccolto parecchie centinaia di ossa e denti appartenenti agli ominidi dell'epoca. Quindi quale era stato il loro comportamento per contrastare questi problemi climatici, se ne erano andati, si erano spostati, si sono estinti, sono morti? Non so, me lo ero chiesto, invece secondo me si erano adattati a questa nuova situazione. Avevano avuto una reazione adattiva. Dai cosiddetti pre-umani come Lucy, da questi discendono due nuovi tipi di ominidi che sembrano come delle risposte alla crisi, se volete, due modi diversi di farcela in questo adattamento ai cambiamenti climatici, ai paesaggi, alla natura, alla vegetazione che stavano cambiando e quindi cambiavano anche gli elementi disponibili. Il primo ominide è quello che noi abbiamo definito l'*Australopithecus robustus*, è un preumano che riusciva a vivere in questo paesaggio semidesertico molto secco e che aveva una risposta fisica adatta, quindi più corpulento più grande come dimensioni, apparato masticatorio molto più robusto e un cranio con una sovrastruttura molto, molto forte. Tutti questi dispositivi servivano per riuscire a masticare, alimenti vegetariani molto duri, piante fibrose, frutti duri, gli unici vegetali che rimanevano a disposizione proprio in queste epoche di siccità. Invece la seconda risposta adattiva, quindi il secondo nuovo ominide, era anche la primissima specie del genere *Homo*, era semplicemente l'uomo, lo saprete che cosa è l'uomo?! Vi rendete conto? Quindi un preumano in questo paesaggio arido e secco aveva trovato, diciamo, una risposta intellettuale, una risposta adattiva. L'uomo aveva mantenuto un corpo gracile, fragile, però aveva sviluppato un cervello molto maggiore come dimensioni rispetto ai suoi antenati preumani, guardate lui. Questo *Homo* a causa della diminuzione della vegetazione a disposizione, ha dovuto adottare una dieta onnivora. La carne sempre di più diventava parte delle sue abitudini alimentari e soprattutto la sua struttura masticatoria era cambiata e divenuta ben più forte. Sempre più carne quindi nella dieta, sempre più carne vuol dire tante proteine animali che vengono introitate, benissimo per l'encefalo e vuol dire anche tanta caccia, tanto spostamento, tante corse per rincorrere gli animali e tanto più cervello da utilizzare per il pensiero, o forse più pensieri nel cervello, come volete. Più cervello vuol dire più curiosità, vuol dire più coscienza, quindi pensare a degli strumenti, vuol dire inventare, inventare la cultura e la cultura vuol dire approcci diversi alla vita, quindi processi cognitivi, vuol dire intelligenza, attività intellettuale, etica, estetica, spiritualità. Io ho pubblicato questa scoperta nel '75. Quindi per l'uomo, 2 milioni di anni fa, è stato un avvenimento fantastico quello che si è verificato e per me nel '75 è stato anche per me una soddisfazione fantastica. Grazie.

**JOHN MATHER:**

Io credo che effettivamente non ci sia nulla di più entusiasmante che i nostri antenati, proprio. Però vorrei un attimino parlarvi anche di un'altra cosa cioè come diventano

possibili anche i progetti astronomici di proporzioni gigantesche e come si possono organizzare gli scienziati per ottenere questi risultati. Nel '74, quando è stato proposto il satellite da parte nostra c'erano comitati di astronomi in tutti gli Stati Uniti che hanno cominciato a pensare alle grosse sfide. Alcuni dei comitati dicevano "bisogna misurare questa radiazione cosmica di fondo perché è molto, molto importante", altri comitati invece dicevano "no, non è tanto importante perché non vale la pena misurarla, non vi darà nessuna informazione aggiuntiva, tutti conoscono il Big Bang, lasciate perdere, non serve". Abbiamo incominciato il nostro progetto quindi in un momento in cui non si sapeva se avremmo scoperto qualche cosa o meno. Nel corso del progetto, mentre appunto il progetto veniva approvato dalla NASA, sono state fatte tante previsioni teoriche di diverso tipo. Si diceva "è impossibile misurare", "è difficile misurare", ognuno diceva la sua. Non sapevamo quanto avremmo dovuto lavorare, non sapevamo appunto che cosa c'era da scoprire nell'Universo e quindi forse sarebbe stata solo una questione di fortuna se riuscivamo a misurare quello che intendevamo misurare. Infine, quando oramai eravamo vicini al lancio del progetto, gli astronomi avevano imparato già a calcolare le cose che secondo noi dovevamo misurare. Quindi quando è stato lanciato il progetto già erano state fatte delle previsioni teoriche, alcune più giuste alcune meno. Ad ogni modo questo che cosa ci fa vedere? Ci fa vedere che quando sta per essere fatta una misurazione di grossa portata, anche se si possono fare dei calcoli teorici, tanti li fanno proprio per scrivere a priori in modo che una volta fatta la scoperta qualcuno possa dire che avevano ragione. Quindi questo fa parte di un progetto, cioè di come si può avviare un grosso progetto. Poi bisogna parlare anche della tecnologia. "La tecnologia" ci siamo chiesti, "è pronta per questo progetto?". Sapevamo per esempio che non avevamo ancora tutto pronto per i rilevatori. La NASA ci ha detto "magari dobbiamo ritardare il progetto", "dobbiamo prima sviluppare dei rilevatori migliori", e ce la abbiamo anche cavata a sviluppare dei rilevatori migliori alla fine. I rilevatori migliori che avevamo realizzato, non erano poi eccellenti per fare le scoperte che volevamo fare: però comunque siamo riusciti a trovare le cose che poi hanno reso famoso il progetto. Adesso vorrei invece parlare un pochettino della percezione di una scoperta come avvenimento. La scoperta di per se è una scoperta che si verifica separatamente ma in maniera anche concomitante in tante persone. Nel senso che quando c'è un gruppo che cerca di fare una scoperta alcuni possono avere una idea prima degli altri. Questo è successo, per esempio, anche quando si sono scoperte le parti fredde e le parti calde del Big Bang. Uno scienziato del nostro team era più bravo a fare i calcoli al computer, quindi un estate se ne arriva e dice "io credo di avere trovato le parti calde e le parti fredde del Big Bang", il resto degli scienziati ha detto "Interessante però se sbagli? Se la misurazione non la hai fatta bene?". A quel punto abbiamo pensato a tantissimi altri calcoli da fare e tutto il gruppo di scienziati avrebbe dovuto ripetere i calcoli per vedere se i risultati erano giusti o meno. Il gruppo di scienziati però vuole avere ragione in toto, in senso che vuole avere una unanimità nel suo interno perché se per caso un risultato è sbagliato tutti si sentono imbarazzati e fanno brutta figura per sempre, quindi questo non ce lo si può permettere. Abbiamo passato mesi e mesi a controllare i risultati. Alla fine siamo riusciti ad annunciarli, eravamo pronti per annunciarli. Già erano circolate delle voci però allora nel mondo scientifico circa il fatto che sarebbe arrivata una scoperta però ancora volevamo essere attenti, andarci con i piedi di piombo. I risultati quando sono stati annunciati alla fine, sono stati accettati come veri da tutti gli astronomi del mondo. Le teorie promosse e sostenute venivano finalmente confermate, sono stati pubblicati tantissimi articoli scientifici, appunto, relativamente alle parti fredde e calde del Big Bang. Questo tanto per dirvi che l'avvenimento che chiamiamo scoperta è dinamico, dura per settimane, mesi, alle volte richiede decenni di preparazione, mentre si prepara tutto l'apparato, gli strumenti teorici che poi renderanno possibile la scoperta vera e propria. E' anche diversa la scoperta a seconda delle prospettive individuali, cioè per esempio: coloro

che fanno le misurazioni sono molto diversi da coloro che fanno i calcoli o da coloro che riferiscono i risultati. Io sento che questo sia tipico di ciascun avvenimento, anche chi è venuto qui a Rimini al Meeting, ha delle aspettative, delle esperienze diverse, quindi non c'è un avvenimento unico, c'è tutta una serie di connotazioni nell'avvenimento e anche nell'avvenimento che cerchiamo di chiamare scoperta. Adesso vorrei parlarvi un pochino del futuro, di quello che ci aspetta. La NASA è occupata a realizzare l'Hubble Space Telescope, si chiamerà James Web Space Telescope. E' un telescopio che viene utilizzato come l'Hubble da piccoli gruppi di astronomi che hanno bisogno di tempo per osservare i loro obiettivi preferiti nello spazio e sperano che con questo potranno fare delle scoperte. Si tratta di una organizzazione, di un processo organizzativo completamente diverso dove migliaia di ingegneri e tecnici realizzano uno strumento sorprendente e in migliaia di altri astronomi, che non lo hanno costruito, useranno il telescopio per le proprie scoperte. E' possibile che ci sia magari un altro Premio Nobel in seguito allo sviluppo di questo telescopio, però è impossibile dire come e a chi. Verrà lanciato nel 2014 e chi tra voi è astronomo avrà la possibilità di presentare delle proposte per osservare gli obiettivi preferiti tramite questo telescopio, e potrete diventare anche un Premio Nobel perché qualche scoperta interessante sicuramente arriverà. Quindi buona fortuna a tutti.

### **CHARLES TOWNES:**

Le scoperte si verificano in tanti modi però sicuramente prevedono un lavoro tenace, tanto interesse, e vorrei raccontarvi un paio di cose che ho visto personalmente. Cose dove la rivelazione è avvenuta abbastanza in maniera casuale. Nel caso del laser lo cercavo e lo ho scoperto, non stata una rivelazione, però ci sono stati alcuni casi di scoperta fortuita. Ero al Bel Labor Easer una volta e Walt Bretton, che stava studiando allora l'ossido sul carbonio, anzi l'ossido del Rame sul Rame, aveva misurato la resistenza dell'ossido sul rame, ha trovato un effetto abbastanza strano, effetto che inizialmente non aveva capito bene. E' andato da John Barden, che al Bel Labs è un Fisico teorico e ha detto "perché c'è questo effetto, perché succede questo dell'ossido sul carbonio". Il collega ha guardato e ha detto "C'è una amplificazione, un effetto amplificazione". Era molto interessato alla questione anche un altro collega, quindi tutti e tre insieme hanno inventato il transistor. Ci sono volute poi altre ricerche per approfondire il tema ma è successo tutto casualmente. Rowal Pencses, un mio ex studente, lo ho incoraggiato a considerare la presenza dell'Idrogeno nello spazio interstellare. Ha usato un amplificatore meiser, molto potente, e insieme a Bob Wilson ha lavorato per cercare appunto la presenza dell'Idrogeno e ha trovato qualcosa di strano, cioè la presenza di radiazioni che sembravano venire da tante direzioni, abbastanza costanti e hanno scoperto il Big Bang, l'origine dell'Universo, di tutte le cose, quindi cercando cercando l'Idrogeno hanno scoperto l'origine dell'Universo. Questo ci sorprende, le rivelazioni sono sorprendenti e rivoluzionano le nostre idee alle volte, i nostri concetti che tante volte la gente è scettica, non ci vuole credere. Ho già parlato del fatto, per esempio, che Warner e Onainer, non volevano credermi quando ho messo in funzione il meiser, tanti erano scettici delle mie scoperte, nel caso del Big Bang si capiva che appunto c'era un'origine dell'Universo però Einstein diceva "no, è stupido pensare a un'origine dell'Universo, è assolutamente stupito". Alla fine le evidenze, le prove lo hanno convinto. Come è iniziato l'Universo? Appunto non si sa, ci sono delle rivelazioni, delle rivelazioni che in molti casi cambiano le nostre idee, possono verificarsi casualmente, però alle volte la casualità può essere il risultato dell'esame attento delle cose. Se si esaminano attentamente le cose si può trovare qualcosa che anche non si cerca intenzionalmente, per esempio nelle onde blu Shot, nel nostro caso le abbiamo cercate, cercate, cercate e improvvisamente ho avuto una rivelazione, un'idea straordinaria, però da dove vengano queste rivelazioni? Chi lo sa, forse dalla creazione stessa. Le cose nuove, le idee nuove sono cose che inizialmente la gente è restia ad

accettare, anche gli scienziati sono fissi nelle loro posizioni, alle volte è difficile per loro cambiare opinione, dobbiamo essere pronti ad essere aperti, avere una mente aperta, cambiare le nostre idee, ad accettare cose nuove, capirne il significato, comprenderle appieno. Vorrei anche sottolineare un'altra cosa, è importante la scoperta però per diversi campi, non solo per il campo specifico della scoperta, i laser sono stati scoperti perché io ero esperto di meccanica quantica, di ingegneria e ho messo insieme le mie conoscenze in questi due campi. Le scoperte e in generale emergono dall'interazione di diversi soggetti e di diversi campi, interagiscono le persone, interagiscono gli scienziati continuano a esplorare per scoprire sempre di più. Che cosa ancora dovrà essere scoperto non lo sappiamo, è questa la questione, che quello che è nuovo è nuovo e non lo possiamo sapere anticipatamente, sono proprio curioso di quello che riuscirete a fare voi giovani nei prossimi venti anni, farete cose che adesso si pensa siano impensabili. Ci sono tante cose che si pensano impossibili. Uno scienziato britannico, per esempio, alla fine del XIX secolo ha detto che non fosse possibile, per esempio, viaggiare se non con la mongolfiera, e invece poi, malgrado fossero state fatte degli annunci pubblici su questo fatto, sappiamo che dopo i fratelli Right hanno permesso di volare. Tutte le nuove rivelazioni sono qualcosa a cui la gente inizialmente non crede, però io penso che dobbiamo essere più aperti nel nostro pensiero, dobbiamo essere pronti all'esplorazione perché l'esplorazione alla fine ripaga. Grazie.

#### **MARCO BERSANELLI:**

Nel ringraziare i nostri ospiti, credo non si possa non cogliere, dopo quello che abbiamo sentito, come la conoscenza sia sempre un avvenimento. La sua comunicazione è sempre una testimonianza perché, anche nel campo scientifico, la conoscenza è l'incontro di un soggetto, di un uomo, di una comunità, di un essere umano, con un oggetto, è un incontro: e questo viene testimoniato proprio da chi lo vive, da chi ce ne comunica, in tutta la sua appassionante dinamica. Mi colpisce ogni volta sentire come sia così evidente che il metodo di questo cammino di conoscenza è l'esperienza, sottomettere continuamente quello che noi pensiamo della realtà al dato della realtà, sottomettere la ragione all'esperienza, con apertura, liberandosi dai preconcetti che tante volte ci ingabbiano. Da questo punto di vista, credo che la conoscenza scientifica educata possa illuminare un modo sano di usare la ragione che vale anche per altri aspetti. Non si può fare un passo senza sottomettere la ragione all'esperienza. Anche Einstein ha dovuto piegarsi al dato osservativo, anche se contrastava con la sua idea, lo abbiamo sentito adesso. Concludendo, davvero colpisce rileggere le parole che Benedetto XVI ha rivolto a questa edizione del Meeting, pochi giorni fa, quando diceva: "La conoscenza" e guardate come è vero per la conoscenza scientifica, dopo quello che abbiamo ascoltato oggi "non può essere descritta come la registrazione di uno spettatore distaccato. Anzi, il coinvolgimento con l'oggetto conosciuto da parte del soggetto conoscente è *conditio sine qua non* della conoscenza stessa". Accogliere il soggetto, la disponibilità dell'ascolto, questa apertura che caratterizza il soggetto conoscente come vero amante della verità: perché qui abbiamo ascoltato la testimonianza di amanti della verità. Questa disponibilità si può descrivere come una sorta di simpatia per l'oggetto. Questa simpatia, credo, è ciò a cui tanti di noi sono stati educati e a ciò a cui continuamente vogliamo essere educati per poter cogliere la realtà fino al suo significato. Grazie.