

## LA VITA: CATASTROFI E RINASCITE

Venerdì, 23 agosto 2002, ore 12.00

Relatori:

Prof. Peter Ward, Geological Sciences Faculty Università di Washington; Prof. Marco Bersanelli, Docente di Astrofisica all'Università degli Studi di Milano

Moderatore:

Marco Bersanelli, Docente di Astrofisica all'Università degli Studi di Milano

Moderatore: Buon giorno e benvenuti a questo incontro.

Anche quest'anno al Meeting il tema scientifico ha una rilevanza internazionale e vorrei sottolineare che quello di oggi non è un incontro estemporaneo, ma piuttosto la tappa di un lavoro che prosegue ormai da qualche anno, promosso dalla associazione scientifica Euresis in collaborazione con il Meeting, con vari centri culturali d'Italia, con l'Umana Dimora, con la rivista Emmeciquadro e in rapporto con molte università e istituti di ricerca in Italia. Si tratta di un lavoro che ha come scopo l'approfondire e il riproporre alcune tematiche scientifiche fondamentali, secondo una ipotesi semplice e unificante (fatto questo singolare nel panorama scientifico): il nesso esistente tra ogni aspetto della natura con l'io umano, con la persona umana. Infatti quanto più studiamo la natura dal punto di vista della scienza, tanto più ci rendiamo conto della impensabile ed incredibile varietà di elementi e di circostanze naturali sia a livello cosmico che a livello locale terrestre, sia microscopiche che macroscopiche, sia regolari che imprevedibili, che risultano essenziali alla vita, alla nostra stessa esistenza. In particolare i temi scientifici che abbiamo sviluppato negli ultimi anni - tanto per tracciare appunto le grandi linee di questo percorso che stiamo proponendo - hanno toccato due anni fa il tema dell'origine della vita nell'universo, lo scorso anno l'eccezionalità del pianeta terra e quest'anno l'origine dell'uomo. In questo percorso forse il frutto più interessante e più duraturo è costituito dall'incontro con delle persone, con le quali abbiamo collaborato; si tratta di scienziati sia a livello nazionale che a livello mondiale, uomini di scienza che ci aiutano a mettere a tema, a far percepire sia noi, che a nostra volta lavoriamo nel mondo della scienza, che a tutti, l'ampiezza e la ricchezza dell'avventura della ricerca scientifica e credo che anche quella di oggi sia una occasione bella in questo senso.

La ricerca scientifica è uno dei modi attraverso il quale la ragione umana entra in contatto con la realtà, conosce la realtà secondo tutta la potenza del metodo scientifico ma anche entro i limiti del metodo scientifico. Facendo questo lavoro siamo persuasi che l'esperienza scientifica come ogni tentativo serio di conoscenza abbia le sue radici profonde nelle domande ultime, nelle domande semplici ed inevitabili che costituiscono la persona umana, domande che ogni uomo si pone riguardo alla realtà della propria esistenza e del suo significato. Usando la provocazione del titolo del Meeting di questo anno, potremmo dire che la scienza è

un metodo per contemplare la bellezza. Ci rendiamo conto che la ricerca scientifica quando non è distrutta e deturpata dalla ideologia o dall'orgoglio consente di contemplare la bellezza della creazione secondo un angolo stretto, secondo un punto di vista che è parziale ma anche unico, un punto di vista prezioso e originale che non può essere sostituito da un altro modo di conoscere le cose e così scopriamo che l'esperienza scientifica, che è stata usata ideologicamente come tentativo di negare e di abolire la percezione del mistero, oggi, all'inizio del nuovo millennio, si presenta e si propone come un modo inaspettato, un punto di resistenza inaspettato proprio della percezione del mistero e veramente il titolo del Meeting di quest'anno è estremamente interessante e provocante per chi si occupa di ricerca. "Il sentimento delle cose, la contemplazione della bellezza" potrebbe essere preso come suggerimento per una valutazione, per un giudizio sul senso stesso della ricerca scientifica, su ciò che motiva il nostro lavoro di ricercatori. Chiunque svolga un lavoro di ricerca o studi materie scientifiche si rende conto che la ricerca è mossa da una curiosità messa in moto da un attrattiva che la realtà esercita su di noi, da qualcosa che ci colpisce. Si ricerca, ci si dà da fare per conoscere un fenomeno naturale, per esempio l'origine dell'universo, l'origine della vita, che in parte è la storia della nostra esistenza, perché in qualche modo siamo colpiti, incuriositi, commossi da quello che vediamo, siamo attratti dai fenomeni naturali nei quali cogliamo la promessa di un senso e di un ordine e quindi di una bellezza. Non ci lascia indifferenti la grandezza dell'universo e il presentimento di un ordine che lo tiene insieme, non siamo indifferenti al fatto stesso che noi esistiamo e neanche al come noi esistiamo, al come sia potuto accadere che noi siamo qui in questo cosmo, in questo particolare di un universo immenso. Siamo affascinati dal fatto che la vita esiste pur essendo così incredibilmente fragile e così complessa, e vogliamo saperne di più, vogliamo entrare in questa realtà che ci troviamo davanti agli occhi. C'è un istante, un momento in cui chi fa ricerca quotidianamente è dominato da una passività che è una meraviglia per ciò che esiste. Einstein, per esempio, osservava che nessuno si può sottrarre a un sentimento di riverente commozione contemplando la stupenda struttura della realtà. È certo che alla base di ogni lavoro scientifico un po' delicato si trova la convinzione, analoga al senso religioso, che il mondo è fondato sulla ragione e può essere compreso. Un altro grande fisico, Heisenberg, dopo aver scoperto alcune leggi fondamentali della meccanica quantistica, che sono leggi che governano l'infinitamente piccolo, ha paragonato questa sua avventura al raggiungimento della vetta di una montagna e ha scritto: "ora che il picco è proprio davanti a me, l'intero territorio dei rapporti interni della teoria atomica è improvvisamente e chiaramente disteso davanti ai miei occhi. Che questi rapporti mostrino in tutta la loro astrazione matematica un grado incredibile di semplicità è un dono che noi possiamo accettare con umiltà. Neppure Platone avrebbe potuto credere che fossero così belli questi rapporti! Infatti non possono essere inventati, essi esistono fino dalla creazione del mondo". Quindi volevo sottolineare che lo sguardo originale dello scienziato è realmente una esperienza di contemplazione della bellezza e la contemplazione di una realtà che esiste come dato, ma vorrei far osservare anche che il cammino della conoscenza scientifica, quando non è sopraffatto dal potere e dall'orgoglio, non solo

non distrugge, ma approfondisce la percezione del mistero. Al termine del cammino della ricerca, dopo aver ottenuto un risultato, siamo nella condizione di poter riammirare lo stesso panorama che ci aveva colpito inizialmente. È lo stesso fenomeno che si vedeva da fondovalle, ma ora da un punto di vista più vantaggioso, è come se fossimo abilitati ad apprezzare la bellezza di ciò che esiste in modo più profondo.

Il grande fisico Richard Feynmann ha scritto: “La stessa emozione, la stessa meraviglia e lo stesso mistero nascono continuamente ogni volta che guardiamo a un problema in modo profondo. A una maggiore conoscenza si accompagna un più insondabile e meraviglioso mistero che spinge a penetrare ancora più in profondità”. Quindi, ogni scoperta, mentre sembra quasi rubare qualcosa al mistero, in realtà sospinge il nostro sguardo su un orizzonte più vasto, più misterioso, più profondo. In sintesi possiamo dire che la conoscenza scientifica inizia con un atto di contemplazione e finisce con la scoperta di una bellezza più profonda. E così, cominciando a introdurre il tema di oggi, siamo attratti dal fenomeno della vita, della vita biologica e, studiando il passato della storia di questa vita sulla terra, scopriamo che probabilmente qualche milione di anni fa, ai tempi dei primi ominidi, le condizioni ambientali erano molto diverse da oggi e scopriamo che 65 milioni di anni fa è accaduto sul nostro pianeta qualcosa di catastrofico, qualcosa di enorme, che ha dato una svolta alle condizioni climatiche e anche all’evoluzione biologica. E che questo episodio di 65 milioni di anni fa non è che l’ultimo di una serie di fatti imprevedibili che negli ultimi 530 milioni di anni hanno determinato profondamente le tappe di questo cammino faticoso della vita che è giunto fino a noi oggi. Così ci rendiamo conto, attraverso l’indagine scientifica, che la nostra esistenza non è un fatto pacifico, ma è il frutto di un dramma enorme, immane, un dramma cosmico e terrestre, del quale, con la scienza, noi riusciamo a ricostruire solo qualche passaggio. Un dramma che ha conosciuto periodi di stabilità, ma anche momenti di crisi e a volte di crisi disperata, crisi che hanno portato diverse volte ripetutamente tutto il mondo vivente sull’orlo di un’estinzione totale, sull’orlo della fine. Ma proprio queste crisi probabilmente sono state via via chiave di volta per dei passi di emancipazione, di cammino verso una complessità maggiore, rendendo così possibili le premesse biologiche della comparsa dell’uomo. E evidentemente tutto questo, mentre da una parte ci aiuta a renderci conto di questo fenomeno che è la vita, dall’altra aumenta la percezione di un fascino per come è fatto il mondo. Ma si tratta di un fascino e di una bellezza i cui canoni sono sorprendenti, probabilmente diversi da quelli a cui siamo stati abituati parlando della bellezza della natura. L’ordine che rende possibile la vita e la nostra esistenza non si presenta come armonia statica, come qualcosa di assoluto e immobile, ma come qualcosa di contingente, come una storia sofferta, come il frutto di un intreccio delicato tra legge e casualità. La bellezza della natura non sta tanto in un suo essere idilliaca, è una bellezza che non si adatta bene agli spiriti sentimentali, alle poesie sdolciate. È una bellezza ruvida, la bellezza di una storia drammatica, particolare, una storia pericolosa, improbabile, forse unica. Una bellezza fatta di ordine ma anche di provvisorietà, fatta di leggi ma anche di eventi imprevedibili; è una bellezza preziosa e fragile che noi abbiamo il privilegio di

apprezzare, ma che ragionevolmente non durerà in eterno. Ma qui mi fermo, perché di questo ci parlerà il nostro grande ospite di oggi, Peter Ward. Peter Ward - siamo veramente grati della sua presenza - è uno dei maggiori studiosi di astrobiologia. L'astrobiologia è una scienza giovane, che indaga la possibilità dell'esistenza della vita in vari ambienti, non solo terrestri, e guarda all'esistenza della vita sulla terra nel suo contesto globale. Peter Ward ha ottenuto il PHD all'università di Toronto nel Canada, adesso è full professor di geologia, astronomia e zoologia alla University of Washington a Seattle. Dallo scorso anno Peter è uno dei responsabili di un nuovo istituto di astrobiologia della Nasa e ha ottenuto recentemente un importante finanziamento per proseguire i suoi studi che riguardano in particolare gli effetti della tettonica a zolle sulla stabilità del clima terrestre. Peter, in particolare, si è occupato a fondo delle proprietà del pianeta terra che rendono il nostro pianeta quel luogo eccezionale capace di accogliere la vita. E a questo tema, come forse qualcuno ricorderà, era stata dedicata la mostra dello scorso anno, ispirata proprio ad uno degli ultimi libri di Peter Ward, uno stupendo libro che s'intitola "Rare Earth", terra rara. Peter Ward è una delle massime autorità a livello mondiale riguardo al fenomeno delle estinzioni di massa, a cui la storia della vita è andata incontro. Ma, prima di cedergli la parola, vorrei aggiungere che Peter Ward è un grande appassionato di quello che studia, ha un'apertura che ci convince e che ci affascina. Per me come scienziato questo è un fatto fondamentale, perché la conoscenza è un fatto di amicizia e c'è una capacità di stupirsi di fronte a ciò che si studia nel proprio lavoro, nel cercare di capire come le cose sono state fatte, che certe persone dimostrano più di altre e Peter, anche se è solo la seconda volta che lo incontro, a mio avviso è una di queste persone, quindi lo ringrazio.

Peter Ward: Grazie a tutti per essere venuti, grazie per aver rinunciato alla spiaggia per venire a sentir parlare di scienza. Iniziamo con una storia, una storia che spero non vi metta a disagio: vado dal medico, a volte quando andiamo dal medico le cose sono buone, va tutto bene, ma per alcuni di noi che adesso si avvicinano a quella che viene spaventosamente chiamata la media età, un viaggio e una visita dal dottore assumono delle connotazioni completamente diverse. Quando si è bambini si va dal pediatra e il pediatra ci dice: "Sì, diventerai grande, sarai felice, avrai buona salute" e il medico è in grado di prevedere la nostra altezza, è in grado di prevedere come diverremo, la vita che avremo, ma per coloro fra noi che hanno ormai una certa età, la mezza età, e voi sapete fra il pubblico chi è che è di mezza età, che cosa dice il medico? Il medico dice: "Il colesterolo è troppo alto, pesate troppo, dovete smettere di fumare e anno dopo anno il medico tiene tutti questi dati, li tiene sottocchio e dice: "State invecchiando". Che cosa fa il dottore davanti a un paziente di mezza età? Il medico prevede quando avverrà la nostra morte. Per forza odio andare dal medico adesso. Il medico mi guarda e sta calcolando esattamente quando morirò e mi dice "Io so che morirai Peter, prima o poi". Ebbene, proviamo a trasporre questa verità evidente al pianeta terra. Ci sono dei medici che studiano la terra, proprio come noi uomini e donne di mezza età, e stanno prevedendo quando morirà la terra. Perché la terra ha un tempo finito proprio come me e come noi. Quello che vorrei fare oggi

insieme a voi, è fare delle previsioni rispetto a quando morirà la terra, perché in base a delle capacità che abbiamo sviluppato sappiamo quando questo potrebbe avvenire. (Inizia la proiezione di diapositive)

1) Noi viviamo in questo bellissimo pianeta, abbiamo l'atmosfera e moltissimi altri sistemi che ci consentono di rimanere in vita. Ebbene proprio come noi mangiamo, respiriamo l'aria, beviamo l'acqua e tutto questo ci mantiene in vita, così anche la terra ha dei sistemi che le consentono di rimanere in vita.

2) Guardiamo a quello che è l'aspetto più prezioso del nostro pianeta: la fauna e la flora che lo abitano. Questo è un grafico del numero di piante e di animali sulla terra. Risaliamo a 600 milioni di anni fa, vediamo che c'è un aumento. Nei giorni odierni abbiamo più specie di flora e fauna che mai nel passato della nostra storia. Come nell'infanzia ci sono malattie gravi e alcuni di noi muoiono, così vediamo, constatando il calo del numero delle specie sul pianeta, che anche la terra ha avuto le sue malattie e le sue crisi. Quando pensiamo, pertanto, alla storia del futuro vediamo due diverse possibilità per la fine del mondo. Si tratta di due possibilità che valgono anche per ciascuno di noi, per la nostra vita. La prima possibilità è una morte improvvisa, come può capitare a noi a causa di un incidente. La seconda possibilità è invece arrivare fino a tarda età e poi morire di vecchiaia. Lo stesso vale per la terra.

3) Guardiamo la storia della vita. Un altro modo di vedere la storia della vita è illustrato qui: questo è il tempo, questo è il numero di creature sul pianeta e vediamo che ci sono diverse crisi nella storia della vita. E noi dovremo considerare alcune di queste crisi, una delle quali è avvenuta 65 milioni di anni fa.

4) Vediamo innanzitutto quello che noi chiamiamo l'albero della vita. Questa è una rappresentazione fatta dagli esperti di genetica e queste sono tutte le categorie di vita presenti sulla terra oggi. Vediamo che l'albero consiste di tre grossi rami: i batteri, un secondo gruppo simile ai batteri chiamati archer e il gruppo di cui noi facciamo parte, il terzo. Ora, questo albero forse ci ha messo 3 miliardi e mezzo di anni per crescere e adesso ha una dimensione enorme, ma arriverà il tempo in cui la crescita si arresterà e l'albero comincerà a perdere i propri rami. La domanda è: questi rami vengono persi per un incidente, oppure vengono persi per vecchiaia?

5) Come arriverà la fine del pianeta? Sappiamo quello che è accaduto in passato, ed è in forza di ciò che noi possiamo prevedere che cosa accadrà in futuro. Gli incidenti dei quali dobbiamo preoccuparci per quanto riguarda il pianeta sono innanzitutto gli impatti legati all'arrivo di una cometa, di un asteroide, oppure l'esplosione di una supernova, o ancora un riscaldamento dell'atmosfera a causa dell'effetto serra, o anche il contrario, un effetto di glaciazione, per cui il clima si fa troppo freddo. E naturalmente poi c'è sempre l'incidente che noi potremmo causare, non è un incidente vero e proprio, c'è un altro termine che noi utilizziamo: il suicidio. Una guerra nucleare causata dall'uomo oppure una tecnologia che sfugge al controllo e che rovina completamente il nostro pianeta o anche la possibilità di una robotica: robot che alla fine arrivano ad uccidere l'uomo.

6) Vediamo alcuni degli incidenti che si sono verificati in passato, questo per capire che cosa potrebbe accadere in futuro. Noi sappiamo che nel cielo ci sono moltissime comete - il nostro sistema solare è circondato da un gigante anello di queste comete -

e queste comete, a volte, penetrano l'atmosfera. La collisione della terra con una cometa che arriva a velocità altissima, chiaramente sarebbe una catastrofe.

7) Partiamo da un posto molto famoso in Italia, con un italiano molto famoso ormai: Alessandro Montanari. Alessandro Montanari era uno studente della American Geology e a Gubbio, nel 1980, mentre studiava le stratificazioni geologiche, ha visto fra due strati una serie di microfossili - scheletri di fossili piccolissimi, microscopici, scheletri che compongono moltissime specie – e in un sottilissimo strato di argilla, al di sopra, ha notato la scomparsa di queste specie. Questo luogo è diventato famosissimo perché è stato qui che, per la prima volta, abbiamo avuto la prova che la terra era stata colpita da una cometa

8) La prova scientifica è stata ricavata da due possibilità: la prima è stata l'esame del radio, un elemento del gruppo del platino. Noi sappiamo quanto possa costare il platino ogni volta che compriamo una fede nuziale, perché è un metallo molto raro, ma il platino che proviene dallo spazio non è così raro, in effetti le comete e gli asteroidi sono pieni di platino. E a Gubbio, in questa località, è stato visto che c'era un'enorme concentrazione di platino e al contempo, c'era anche la scomparsa delle specie. L'aumento del platino e la scomparsa delle specie ha condotto Montanari e gli altri a suggerire che ci fosse stata una grossa distruzione di massa 65 milioni di anni fa, le cui vittime principali sono stati i dinosauri. Si può anche dire che senza questa estinzione di massa oggi voi ed io non saremmo qui, a questo Meeting, perché i mammiferi, al tempo dei dinosauri, erano soltanto dei piccoli ratti e non saremmo mai cresciuti se i dinosauri non si fossero estinti.

9) Noi sappiamo che la cometa è caduta qui, nella penisola dello Yucatan, e uno degli aspetti più drammatici di questo evento è stata la formazione di onde gigantesche, che sono arrivate fino al Texas. Alcuni di noi vorrebbero che succedesse ancora, ...dal momento che George Bush ha il suo ranch in Texas!

10) Ma non ci sono solo comete, non ci sono solo asteroidi, noi sappiamo che nello spazio ci sono altre prove di catastrofi.

11) Questo è lo spazio. Vediamo i resti di un'altra catastrofe cosmica, una supernova. Quando una stella esplose invia un'enorme energia nello spazio; noi sospettiamo che il raggio di esplosione di una supernova sia di 30 anni luce e entro 30 anni luce da qualsiasi esplosione di questo tipo, qualsiasi vita su qualsiasi pianeta sarebbe sterminata. Allora ritorniamo un attimo indietro nel tempo e vediamo queste crisi che si sono ripetute. Possiamo pensare che si tratti di malattie, malattie che hanno quasi ucciso il nostro pianeta, ma non ci sono riuscite. La cometa che ha provocato la fine dei dinosauri è mostrata qua. Ma 250 milioni di anni fa, c'è stata una catastrofe ancora più grave rispetto a quella che ha provocato l'estinzione dei dinosauri, che non è stata provocata da un asteroide.

12) Qui è dove lavoro, in Sudafrica, una regione desertica. Vedete queste pietre, queste pietre era una famiglia, una famiglia che è scomparsa. Il marito e la moglie avevano un'unica tomba e i due figli sono qui mostrati. Per coincidenza il cimitero di questa famiglia di boeri si trovava in un cimitero molto più grande, perché qui, in questo deserto, abbiamo trovato resti risalenti al periodo fra il Permiano e il Triassico e proprio come quel sottile strato ritrovato in Italia, che mostrava la fine dell'età dei

dinosauri e l'avvio dell'età dei mammiferi, qui possiamo vedere l'età che è passata fra il Paleozoico e il Mesozoico. L'età dei dinosauri comincia proprio qui, ma che cosa ha causato questa grossa catastrofe?

13) Sappiamo che tutti i continenti, 250 milioni di anni fa, formavano un grande supercontinente e, quando questo supercontinente si è diviso, il Sud America si è separato dall'Africa e l'America del Nord si è separata dall'Europa, al centro, dove questi continenti si allontanavano, si sono venuti a creare enormi vulcani, giganteschi. Flussi di lava hanno cominciato a spargersi sul terreno. Immaginatevi il Vesuvio e qualsiasi altro vulcano della regione europea, tutti che esplodono nello stesso momento e moltiplicate questa situazione milioni e milioni di volte. Non è la lava che uccide le cose, ma l'effetto nell'atmosfera: l'anidride carbonica rilasciata nell'atmosfera in volumi impensabili anche per noi, oggi, con la nostra attività industriale, provoca un aumento della temperatura terrestre in tempi rapidissimi. È soltanto negli ultimi anni che siamo riusciti a riconoscere che quando i continenti si avvicinano e poi si allontanano, quest'azione crea un'estinzione di massa.

14) Guardiamo alcuni degli animali che sono stati uccisi da questa estinzione di massa. Questo è il cranio di uno dei più grossi rettili vissuto 250 milioni di anni fa. "Jurassic Park" è il film su questi animali, ma questo è un gruppo che ci è completamente sconosciuto dal punto di vista culturale.

15) Questo è mio figlio, Patrik, vicino a un altro fossile di rettile e questo è tutto quanto ci rimane di 250 milioni di anni fa: solo questi scheletri. E sono scomparsi rapidamente, il 90% di tutta la vita sul pianeta è scomparsa.

16) Questa è un po' una raffigurazione di quello che poteva essere la situazione all'epoca: enormi vulcani, un sole caldissimo, deserti, assenza di acqua, e chi è sopravvissuto – e per fortuna ci sono stati dei sopravvissuti, altrimenti noi non saremmo qui oggi – i sopravvissuti vivevano nelle tane, sotto terra.

Ora, vi ho fatto vedere queste cose perché credo che tutti noi riconosciamo che la terra ancora una volta potrà essere colpita da asteroidi e comete, e la scienza dell'astrobiologia ci ha mostrato, una volta per tutte, che questo potrebbe accadere nel nostro futuro così come è accaduto nel nostro passato.

17) Dal momento che possiamo studiare la tettonica a placche, il modo in cui i continenti si spostano, adesso siamo in grado di prevedere quello che sarà il movimento dei continenti in futuro e la loro posizione. Andiamo avanti 150 milioni di anni nel nostro futuro. Vediamo il Nord America e il Sud America pressoché nella stessa posizione e poi abbiamo il Mediterraneo. L'Italia e tutto ciò che si trova nel Mediterraneo appare completamente distrutto; l'Antartico si sta spostando dalla posizione di estremo Sud, l'Europa e l'Africa si spostano ancora una volta verso il Nord America.

18) E vediamo qui che cosa accadrà fra 250 milioni di anni. Tutti i continenti ancora una volta appaiono uniti. A questo punto possiamo raffrontare la situazione di 250 milioni di anni fa con quello che sarà il futuro fra 250 milioni di anni. Questo è il ciclo cosiddetto del supercontinente, scoperto da un canadese, Wilson. Egli ha scoperto che i nostri continenti continuano ad avvicinarsi e ad allontanarsi ciclicamente e che la posizione dei continenti, così come la vediamo raffigurata, è

devastante, mortale per il nostro pianeta. Questa è una delle possibili fini del mondo che stiamo considerando. Io spero che ci saremo ancora fra 250 milioni di anni. Forse alcuni di voi saranno qua con me, ma con grande probabilità nessuno di noi ce la farà a sopravvivere altri 250 milioni di anni.

19) Vediamo allora questo mondo del futuro, perchè quando i continenti cominceranno ad allontanarsi di nuovo, ci sarà di nuovo il problema dei vulcani ed ancora una volta la minaccia dell'atmosfera. E probabilmente ancora una volta ci sarà una grossa estinzione di massa.

20) Ma c'è un altro modo in cui pensare alla fine del mondo: possiamo pensare alla fine del mondo in termini di modelli matematici, perché uno degli aspetti che abbiamo scoperto è che il sole sta aumentando di volume e produce sempre più energia nel tempo e, combinando l'aspetto della luminosità del sole con la quantità di anidride carbonica, possiamo fare delle previsioni accurate circa le temperature che il nostro pianeta avrà in futuro. Proprio come fa il medico quando ci visita, perché i medici utilizzano questi modelli matematici per fare delle previsioni e la previsione più importante è quella che noi chiamiamo la produttività biologica globale, ossia la capacità della terra di sostenere, di supportare la vita. Guardiamo allora alcuni di questi modelli matematici e vediamo che cosa ci predicono per il futuro.

21) Ecco uno dei modelli. Consideriamo la temperatura nel tempo: questo è oggi, questo è il passato e questo il futuro. Fra 250 milioni di anni le temperature saranno equivalenti su per giù a quelle odierne, ma subito dopo le temperature cominceranno ad aumentare rapidissimamente

22) Possiamo inoltre pensare, non soltanto alla temperatura, bensì a una misura della produttività. So che è un grafico complicato, forse potrà sembrare anche assurdo, ma vediamolo insieme passo per passo. Che cos'è la produttività? La produttività è una misura in virtù della quale gli animali e le piante assumono il carbonio e lo trasformano in carne, in materia vivente. Ad esempio se questa sera vado ad uno dei migliori ristoranti di Rimini, assumerò il carbonio e lo trasformerò in carne umana. Allora pensate al carbonio come ad un abbondante e gustosissimo pasto, e se siete produttivi ingrassate moltissimo. Vediamo la produttività nel tempo. Se ritorniamo indietro nel tempo osserviamo che, anche se oggi ci sono più specie sul pianeta, è molto probabile che allora ci fosse più vita. È un po' una contraddizione. Come è possibile che ci fosse più vita e meno specie? Cosa sono le specie se non una parte della vita? Ma il fatto è che la produttività, la quantità di vita sul pianeta è andata in calo. Tutte queste curve che vediamo, discendono rapidamente, calano rapidamente e questa è la prova migliore che la terra non è più giovane, che la vita sul pianeta non è più giovane. Questa è la prova del fatto che io vado dal medico e lui mi dice: "I tuoi anni migliori li hai ormai dietro le spalle". Non sono assolutamente d'accordo con quello che sta dicendo il medico, ma se guardiamo alla terra possiamo prevedere che, quando la produttività arriverà a zero, il pianeta morirà. E il nostro modello suggerisce che abbiamo ancora 250 milioni di anni. Abbiamo iniziato a discutere guardando alla vita animale e abbiamo detto che l'età della vita dell'animale - e noi facciamo parte del regno animale - è finita per metà.

Mi pare estremamente deprimente ciò di cui stiamo parlando, dovrei veramente far distribuire vino fra il pubblico per tirarci su di morale!

23) Guardiamo un po' più da lontano la nostra storia. Se pensiamo in termini di età del sole, noi sappiamo che il sole si è venuto a creare circa 14 milioni di anni fa e adesso siamo in questa nuova età degli animali e se torniamo ancora indietro nel tempo vediamo quella dei microbi e fra 250 milioni di anni, quando gli animali moriranno, avremo una seconda era dei microbi in questa zona pertanto molto stretta. Noi siamo qui e noi crediamo che questo possa accadere su tutti i pianeti ove c'è vita. I microbi si evolvono in animali più complessi, ma gli animali come anche gli esseri umani e i pianeti hanno una vita finita. Per la terra il problema peggiore sarà la temperatura, che oggi in media è circa 20 gradi centigradi. Infatti a 45 gradi c'è la morte degli animali sul pianeta, ma a 70 gradi centigradi accade qualcosa di ancora più terrificante: a 70 gradi centigradi perdiamo gli oceani e prevediamo che questi oceani andranno persi tra circa un miliardo di anni. Non è che gli oceani bolliranno, ma scompariranno dagli strati superiori dell'atmosfera e la vita sul pianeta, anche nelle forme di vita più semplici, scomparirà tra un miliardo di anni. A questo punto possiamo sviluppare una cronologia: avremo la fine dell'interglaciale, di cui parlerò, seguito dalla fine della vita delle piante, la fine degli animali, la perdita di tutti gli oceani, la fine di tutta la vita sulla terra e infine la terra consumata dal sole.

24) Quali sono le conseguenze? Innanzitutto la perdita di anidride carbonica ed è un po' un'ironia: noi stiamo avvelenando il nostro pianeta con il riscaldamento della superficie terrestre, e l'ironia sta nel fatto che c'è un pericolo ancora più grande nella perdita di anidride carbonica, un cambiamento dei tipi di piante e poi, quando i livelli arriveranno a dieci parti per milione, la perdita di tutte le piante. Avete mai fatto una dieta che si basa esclusivamente sulla carne? Vostra madre vi dice di mangiare sempre le verdure per buone ragioni!

25) I limiti del calore per la vita sono qui riportati: a queste temperature, diverse categorie scompaiono. I batteri sono gli ultimi ad andarsene. Con l'aumento della temperatura possiamo pertanto prevedere quella che sarà la sequenza secondo cui scompariranno le piante e gli animali nel nostro pianeta.

26) La fine della età degli animali è anch'essa in rapporto alle temperature. Ci aspettiamo enormi cambiamenti nell'evoluzione a secondo delle specie e vedremo quali saranno le ultime ad andarsene.

27) Vediamo quello che potrebbe essere la fine degli animali fra 500 milioni di anni. Ancora una volta il sole, enorme, piante che forse si sono adattate a vivere a temperature elevatissime, ma la cosa più interessante, l'aspetto più interessante è questo: ho chiesto ad un artista di fare questa immagine e di mettere l'impronta dell'uomo, con la nostra intelligenza, la nostra capacità di ricorrere alla tecnologia.

28) Allora abbiamo l'albero della vita, a questo punto cominciamo a tagliarne i rami, cominciamo a potarlo.

29) Ecco l'albero della vita, che abbiamo visto nella prima diapositiva. Con l'aumento della temperatura è questo il ramo che per primo scompare e gli altri rami, quelli più grossi, cioè noi uomini, cominciano ad assottigliarsi.

30) Ma questi animali che rimarranno per ultimi che aspetto avranno? Vediamo un po' quello che potrebbe essere l'evoluzione nel futuro. Consideriamo un po' quello che è il lascito geologico degli esseri umani, l'immondizia: erbacce animali e piante che sono il risultato della addomesticazione delle piante e degli animali da parte dell'uomo.

31) Un altro aspetto è il cessare del battito terrestre. L'aspetto della tettonica a zolle è fondamentale, è un po' come la circolazione nel nostro corpo, noi sappiamo che questo battito cala nel tempo e forse alla fine si arresterà. Con la cessazione della tettonica a zolle scompariranno le montagne, i bacini oceanici si arresteranno e il pianeta si trasformerà in enorme deserto.

32) E questa sarà probabilmente l'ultima forma di vita sul nostro pianeta, perché probabilmente vi dice quale è stata la prima forma sul pianeta: c'è una simmetria.

33) Questa è una immagine tratta dalle rocce, tratta a un chilometro di profondità. Sono rocce laviche e questi puntini rossi sono dei batteri che sono un po' i rifugiati delle ultime fasi della vita della terra. Allora il sole diventerà un gigante rosso, probabilmente vedete i picchi di luminosità del sole, avremo rapide espansioni del sole e il sole aumenterà di dimensioni e diventerà così grande da abbracciare e coinvolgere perfino Venere. E infine il sole si espanderà fino ad arrivare quasi ad un diametro di 180 milioni di miglia e la terra sarà trasformata in polvere nera.

34) Questa cartolina, cartolina dal pianeta terra, è tutto quello che rimarrà di noi.

35) Questo è un po' lontano nel futuro, non dovremmo neanche preoccuparcene, immagino. Concludiamo questa passeggiata ritornando un po' più vicino a casa. Sappiamo che in Europa e in Italia possiamo trovare i resti dei sedimenti di quello che sono stati i grandi mastodontici mammiferi vissuti migliaia di anni fa. Allora avremmo potuto vedere enormi elefanti in Europa, nel Nord America, in Sud America. Quindicimila anni fa il ghiaccio copriva gran parte dell'Europa e anche dell'America del Nord.

36) "Quale sarà allora il destino di New York? - mi sono chiesto - o di qualsiasi altra grande città?" Il destino più immediato sarà il riscaldamento del pianeta, perché noi esseri umani stiamo modificando l'atmosfera, ma il riscaldamento globale avrà breve vita e il destino su più lungo termine sarà l'era glaciale. Possiamo prevedere che fra migliaia di anni tornerà l'era glaciale, tornerà il ghiaccio e il nostro pianeta avrà diversi milioni di anni di ghiaccio davanti. Quindi nel nostro lontano futuro abbiamo il calore e nel nostro più lontano futuro ancora abbiamo il ghiaccio.

37) La complessità di questo grafico è evidente, volevo solo farvi notare le temperature nel tempo: fra centinaia di migliaia di anni avremo aumenti su lungo termine della temperatura, seguiti da cali improvvisi.

38) Vorrei concludere con alcune immagini. L'età dell'essere umano è stata un'età in cui noi abbiamo trasportato gli animali e le piante su tutto il pianeta e questo trasporto è di per sé una forma di estinzione di massa, in quanto noi sappiamo che ci sono state catastrofi in passato e sappiamo che queste catastrofi potrebbero ripresentarsi in futuro, ma presumo che il nostro pianeta morirà piuttosto di vecchiaia.

39) Ho scritto un libro che suggerisce che noi viviamo su un pianeta speciale, perché più penso al futuro dal punto di vista dell'astrobiologia, più comprendo che noi non

siamo soltanto su un pianeta speciale ma ci troviamo anche in un'era molto speciale e questo è un tempo molto limitato e dobbiamo riuscire ad apprezzarlo per quello che è. Il futuro e il passato sono ere di catastrofi e allora devo cercare di godermi l'oggi e la cena che mi verrà offerta questa stasera.

40) È l'evoluzione che guida il pianeta. Gli animali e le piante cambieranno in risposta a quanto sta accadendo, ma la terra, così come la vediamo, così come ce la godiamo nella sua condizione di oggi, non durerà per sempre. Grazie

Moderatore: Penso che quello che ci ha raccontato Peter abbia confermato la percezione, chiara a tutti, della eccezionalità del presente, dell'essere di ciascuno di noi e delle condizioni particolarissime che ci sono date perché questo sia possibile non soltanto nello spazio, ma nel tempo. Credo che uscendo in questi giorni, guardando gli alberi, guardando il sole, guardando la luna, guardando noi stessi possiamo ulteriormente apprezzare di essere grati di quello che vediamo e di quello che viviamo. Di questo ringraziamo della testimonianza che ci ha dato Peter. Grazie.