

ATMOSPHERA. REALTA E MITI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Presentazione della mostra

Martedì, 26 agosto 2008, ore 15.00

Partecipano:

Marco Bersanelli, Docente di Astrofisica all'Università degli studi di Milano; **Valter Maggi**, Docente di Geografia Fisica e Climatologia all'Università degli Studi di Milano-Bicocca; **Carlo Sozzi**, Ricercatore CNR

Moderatore:

Elio Sindoni, Direttore del Dipartimento di Scienze, dell'Ambiente e del Territorio all'Università degli Studi di Milano Bicocca

MODERATORE:

Buon pomeriggio! Grazie per essere venuti così numerosi per la presentazione della mostra scientifica di questo anno. L'Associazione Euresis, l'associazione per la promozione e lo sviluppo della cultura e del lavoro scientifico, ormai da più di 10 anni organizza per il Meeting una mostra scientifica.

L'argomento di questo anno è il clima, un argomento molto scottante che riempie troppo spesso le pagine dei giornali, per cui abbiamo voluto dare un taglio, come nostra abitudine, rigorosamente scientifico. Per questo i nostri collaboratori per preparare questa mostra e che poi abbiamo invitato a parlare nella presentazione di oggi e nella tavola rotonda che ci sarà giovedì in A1, sono tutte persone che hanno lavorato a fondo su questo argomento e quindi sono scienziati tutti molto seri. Allora, vorrei per non portar via tempo, presentarli.

La mostra è molto articolata, quindi quello che racconteremo oggi sono alcune parti, visioni di alcuni parti della mostra. La mostra, per dire in poche parole, parte dalle evidenze che sembrano dire che c'è una variazione del clima, poi si passa a dire cosa è successo nel passato, quali sono le grande civiltà che sono scomparse, che hanno subito i vizi del clima, e poi che cosa interferisce, che cosa produce cambiamento climatico in maniera naturale, quali sono i metodi che si usano per riuscire, la cosiddetta paleogeologia, a ricostruire il clima del passato, il significato del misurare la temperatura, quando si dice temperatura media sulla Terra che cosa vuol dire veramente e infine, che senso hanno i modelli che si fanno.

Allora, daremo soltanto alcuni flash di questa mostra, che è molto complessa e dico subito che è molto bella, è didattica, c'è anche una sezione più semplice per i bambini delle elementari. Ora, gli amici che ho invitato sono il prof. Marco Bersanelli, professore di Astrofisica all'Università degli Studi di Milano, che è fortemente impegnato in un grosso progetto, progetto Planck, che partirà l'anno prossimo e che darà nuova luce sull'origine dell'Universo; il prof. Valter Maggi, è professore di climatologia all'Università degli Studi di Milano Bicocca e passa in genere tre mesi all'anno al Polo Sud. Il professor Maggi ha avuto anche la gentilezza di portare in mostra, come vedrete, delle carote di ghiaccio, prese proprio al Polo Sud, forse una delle prime volte che vengono esposte. Infine,

abbiamo il prof. Carlo Sozzi, del Consiglio Nazionale delle Ricerche, che ha lavorato molto alla messa a punto di questa mostra e che si occupa di un problema che si può considerare fondamentale in futuro per l'ambiente, cioè si occupa di fusione nucleare. Quindi, lascio la parola all'amico Bersanelli.

MARCO BERSANELLI:

Grazie! La mia relazione sarà un breve cenno introduttivo alla mostra. Il tema, come ha detto Elio Sindoni, è fra i più discussi, sia a livello dei mass media, che di comunità scientifica, e non è solo questo il motivo per cui abbiamo pensato a questo tema, ma anche perché ci costringe, attraverso un fenomeno che è in qualche modo sentito come emergenza, ci costringe a mettere a fuoco quale sia il rapporto adeguato tra l'uomo e la natura in questo momento storico, all'inizio di questo secolo, di questo millennio se volete, dove le condizioni di questo rapporto sono fortemente influenzate dal percorso scientifico, tecnologico di cui l'uomo è stato protagonista.

Quindi è questo che all'interno e intorno al tema che abbiamo proposto ci interessa approfondire per noi stessi. Come sempre, cerchiamo di sfidare noi stessi, facendo queste cose e proponendole a tutti, rispetto al nostro lavoro riguardo alla ricerca che facciamo e ai temi cruciali che riguardano l'uomo contemporaneo. Da dove nasce il giudizio per un rapporto sano tra l'uomo e la natura? Già questo accenno che ho fatto fa capire che è lontanissimo da noi che questa mostra, che questi contenuti, costituiscano una sorta di verità definitiva sul grande tema del cambiamento climatico, anche perché questa pretesa sarebbe assolutamente irragionevole, come credo poi, chi mi seguirà, avrà modo di sottolineare e di far capire, come anche la mostra fa capire. Siamo davanti a un problema di una complessità straordinaria e a pranzo, parlando con Valter, per la prima volta, grazie a alcuni accenni che ha fatto, mi sono reso conto di qualcosa che realmente avvicina il mio campo di ricerca al suo, cioè la cosmologia e, diciamo così, la climatologia, che studia l'evoluzione del clima sulla Terra. Il nostro tentativo in questa mostra è far chiarezza sui fattori del problema, da un punto di vista scientifico innanzitutto, senza temere l'incompletezza della sintesi, che ancora manca su queste cose. Il tema riguarda appunto qualcosa che riguarda il presente del nostro pianeta, ma proviene da una lunga storia. La storia del nostro pianeta, del clima sulla Terra soltanto nei ultimi 300 anni, possiamo dire, ha convissuto con una presenza umana capace di incidere potenzialmente sull'andamento di questo clima. Questi 300 anni sono nulla in confronto allo spessore del tempo del nostro pianeta, ma anche rispetto alla presenza dell'uomo sulla Terra, è lo 0,1% del tempo in cui il uomo è stato abitante di questo pianeta. In questi ultimi 300 anni, nel corso dei quali l'uomo è stato, diciamo, soggetto di un uso della natura di un certo tipo, secondo una certa idea di progresso, secondo uno certo sviluppo della tecnologia, dell'industria, è stato soggetto di un intervento sulla natura con conseguenze non sempre facilmente prevedibili. Così per la prima volta siamo di fronte all'eventualità che l'attività umana contribuisca in modo parziale o dominante a modificare il clima terrestre. Il dibattito è acceso e anche esasperato e per questo ci interessa cercare di rispondere alle domande, alle domande di base: quali sono realmente i dati sperimentali principali e quali sono le incertezze, qual è il livello di affidabilità dei modelli che si usano per cercare di prevedere quello che potrebbe essere un

evoluzione nel futuro del clima terrestre e naturalmente qual è l'effettivo contributo umano? Perché appunto sappiamo che, nella lunga storia della clima della Terra, ben prima che l'uomo potesse, in qualche modo incidere su di esso, il clima terrestre ha subito dei cambiamenti importanti, addirittura drammatici. Abbiamo avuto le glaciazioni, grandi periodi di siccità. Il clima per sua natura ha una sua evoluzione, e quindi quello che vediamo oggi, come indizio di un incremento della temperatura, fino a che punto questo è un prodotto della presenza umana? E fino a che punto questo è un fatto incontrovertibile? Queste sono domande che restano aperte, e spesso e volentieri le risposte che si danno sono tutte determinate da interessi preconcepiuti o da posizioni ideologicamente concepite, anziché essere tese alla verità, al vero, a quello che ancora in modo imperfetto una certa osservazione dei dati potrebbe permetterci di chiarire. Quindi credo che da questa mostra si possa forse uscire se non altro con un'augmentata considerazione della delicatezza del mondo in cui viviamo, della bellezza del concerto di circostanze che rendono il nostro pianeta abitabile e di come è fragile, e di come è delicato, e di come è fine questo mondo che ci è dato di vivere e di abitare e quindi anche sentire tutta la responsabilità a cui siamo chiamati. Naturalmente la scienza ci permette di osservare e di leggere il dato naturale, ma non ci da essa stessa i criteri con cui giudicare ed eventualmente intervenire. Questo non è qualcosa che noi possiamo scrollarci di dosso solo perché non viene affrontato con il metodo scientifico, le domande che nascono da questo rapporto tra uomo e ragione coinvolgono la ragione secondo un'ampiezza più vasta di quello che la misurazione scientifica da sola o l'analisi riescono a darci. E Benedetto XVI, ma la chiesa devo dire in generale anche prima di lui, ma lui in particolare, ha ripetutamente sottolineato l'importanza epocale di questo aspetto. Ha detto ad esempio: "Non possiamo usare ed abusare del mondo e della materia come di semplice materiale del nostro fare e volere. Dobbiamo considerare la creazione come un dono affidato, non per la distruzione ma perché diventi giardino di Dio e così giardino dell'uomo". Mi pare che in questa osservazione c'è un punto di vista fondamentale, non è soltanto: state attenti a non sporcare per terra. Ma è di che cosa si tratta, da dove viene tutto questo? È un dono affidatoci, noi non siamo i creatori della Terra e dell'universo. Noi siamo stati messi nelle condizioni di poter vivere e di poter usare. Ma è da questa concezione, dal riconoscimento che questo è un dato, che può nascere un rapporto duraturo, positivo, da protagonisti, non da padroni presunti con la natura anche per il nostro secolo e il nostro presente.

VALTER MAGGI:

Buongiorno a tutti, intanto volevo ringraziare Elio Sindoni dell'invito e naturalmente l'organizzazione del Meeting per avermi dato questa opportunità di parlare qui. Quello che è stato detto fino adesso effettivamente è il punto cruciale. Noi climatologi, noi che studiamo il clima, non possiamo fare sperimentazioni, noi non possiamo prendere un pianeta, buttargli dentro Co₂ e vedere quello che succede, perché non esiste un altro pianeta. Noi siamo un po' come le pulci sul nostro cane: se muore il cane anche la pulce avrà i suoi problemi. Per cui cosa dobbiamo fare? Dobbiamo cercare di capire quello che succede o quello che potrebbe succedere utilizzando quello che abbiamo a disposizione. Normalmente il climatologo, o qualunque scienziato, ma in particolare il climatologo in questo caso, si pone delle

domande. Si diceva prima che la scienza è quella parte della cultura umana che serve non tanto per avere delle risposte ma per avere delle domande, e in effetti tutte le volte che scopriamo qualcosa, la cosa più interessante è la domanda che viene posta nuovamente. Il clima sta cambiando, è già cambiato in questi ultimi anni, si tratta di oscillazioni transitorie, casuali o nei limiti di quella che è la sua variabilità. Noi lavoriamo con sistemi naturali, i sistemi naturali non sono controllabili, lo sappiamo tutti. Oppure abbiamo a che fare con qualcosa di nuovo, che non avevamo mai visto prima? Per poter, diciamo, arrivare, tentare di dare risposte a queste domande, dobbiamo avere delle informazioni, che tipo di informazioni? Noi dovremmo riuscire a sapere con una certa precisione come funziona il sistema climatico senza l'uomo. Allora noi abbiamo una situazione più o meno di questo tipo; quelle che sono le variazioni della temperatura negli ultimi 200 anni, hanno un andamento più o meno di questo tipo: si vede che, più o meno a partire dall'inizio del 1900, si osserva una tendenza, un aumento di temperatura. Negli ultimi 100 anni circa abbiamo avuto un aumento intorno ai 0,8 gradi centigradi, 0,7 0,9 a seconda di chi fa i conti, però più o meno è questo quello che succede. Però sta di fatto che queste misure, in qualunque caso, sono misure che misurano lo stato, magari reale dell'atmosfera, ma è una situazione con l'influenza dell'uomo. La nostra atmosfera negli ultimi 200 anni è un'atmosfera dopata, dopata dall'uomo, per cui i dati che noi diamo a misurare sono i dati che sono, contengono, l'informazione uomo. Se vogliamo sapere come funziona il nostro sistema pianeta prima dell'intervento dell'uomo, dobbiamo andare alla ricerca di informazioni che fossero precedenti all'influenza dell'uomo sull'atmosfera, per cui dobbiamo andare un po' dietro nel tempo. Non è una bella rappresentazione, alla mostra vedrete delle immagini fantastiche, molto belle, (sono rimasto colpito anche io pur facendolo di mestiere), però in effetti questo è un nostro modo di ragionare, il sistema terra (il nostro è un sistema climatico) è un sistema che in generale è un sistema abbastanza semplice in verità: abbiamo il nostro pianeta nel nulla e un sole che ci sputa addosso la sua energia. Quindi l'energia che fa funzionare il nostro pianeta, inteso come un grande motore, è l'energia solare. Tutto quello che succede all'interno è il sistema climatico, tutto quello che succede sulla sua superficie, nell'ambito dell'atmosfera, cioè come questa energia viene distribuita all'interno del nostro pianeta, è il sistema climatico. E qui cominciano i problemi. Ho detto 0,7 0,9 gradi centigradi di aumento, dipende poi da dove; se noi facciamo i conti sull'Italia, l'Italia o diciamo le regioni diciamo centro mediterranee, in realtà la variazione è molto più elevata: si va da circa quasi 4° di temperatura media negli ultimi 100 anni, 150 anni circa. Quindi non solo abbiamo a che fare con una situazione che così ad occhio sembra tendente all'aumento, ma è anche una situazione che così ad occhio è abbastanza caotica, in alcuni punti il riscaldamento sembra essere maggiore. Quindi dobbiamo cercare in tutti i modi di capire. Un altro problema è quali sono i parametri che andiamo a prendere in considerazione. Tutti parlano di clima come se fosse meteorologia; noi sappiamo le previsioni tutte le sere al telegiornale, ci dicono: temperatura, previsioni, precipitazioni, velocità del vento, umidità, pressione. Bei parametri, in realtà il clima non è solo questi parametri, è anche questi parametri. Il clima è influenzato da tutto quello che c'è sul nostro pianeta, a partire da quello che abbiamo all'esterno del nostro pianeta, i parametri astronomici, quindi i rapporti tra il sole e la terra, fino ad arrivare a quello

che fa il nostro pianeta: si muove, quindi tettonica a placche a larga scala addirittura si arriva fino al vulcanismo. Però vi sono chiaramente gli altri parametri: quelli che sono oceanografici: gli oceani, l'atmosfera, la biosfera l'attività umana. Tutti questi entrano a far parte di quelli che vengono chiamati i forzanti cioè che muove il clima. E quindi abbiamo a che fare con una quantità di parametri su cui lavorare che è enorme, sicuramente più che sufficiente per chi lavora. Abbiamo detto che bisogna andare indietro nel tempo per poter studiare quello che era il clima precedente all'azione dell'uomo. Abbiamo solo un piccolo problema: il problema è il fatto che il termometro esiste da circa 400 anni circa, il barometro non ne ho la più pallida idea ma sicuramente poco meno, l'igrometro ancora meno, quindi abbiamo a che fare con una serie di dati sul nostro pianeta, misurati direttamente, che sono troppo corti, sono già all'interno del periodo, diciamo, di doping del nostro pianeta. Noi dobbiamo andare più indietro, e per andare più indietro siamo obbligati a cercare delle informazioni da qualche altra parte e quest'altra parte non son nient'altro che quelli che sono chiamati gli archivi naturali. Il nostro pianeta è pieno di archivi naturali, abbiamo tutti i fondali oceanici per esempio, nella mostra vedrete anche delle carote perforate in oceano. Ci sono anche le piante ad esempio, poi vi farò un esempio di un record fatto da piante. Sapete che gli anelli delle piante, le loro dimensioni, sono proporzionali, le loro dimensioni sono proporzionali a quanto la pianta sta bene; la pianta sta bene quando il clima è buono, viceversa l'anello è stretto e quindi abbiamo a che fare.... forse posso farvi anche vedere: questi sono anelli di piante. Poi ci sono ad esempio i pollini. I pollini raccontano la storia della vegetazione. La vegetazione è funzione del clima anch'essa ecc. ecc. ecc. ecc. Ci sono anche i ghiacci e le nevi. In effetti questi qui sono gli archivi che più direttamente forniscono informazioni sul clima, sull'atmosfera.

Tanto per cominciare vediamo cosa è successo negli ultimi 2000 anni. Un periodo di storia che più o meno a noi è congeniale, specialmente in Italia, visto che siamo una delle storie fondamentali europee. Da un punto di vista climatico questi sono dati che vengono dalla dendrocronologia, cioè dagli anelli delle piante. Da un punto di vista climatico, semplicemente usando il parametro temperatura, è stato possibile vedere quello che è successo negli ultimi 2000 anni. Come potete osservare, noi abbiamo un periodo piuttosto tranquillo intorno, diciamo, nei primi 800 anni, fino all'altezza del Medio Evo, poi quello che viene chiamato periodo caldo medioevale, un periodo piuttosto caldo, le temperature sono piuttosto elevate, poi una discesa verso quella che viene chiamata la piccola età glaciale, un periodo dove il raffreddamento nel nostro pianeta è stato quasi globale, tanto che tutti i ghiacciai alpini e quasi tutto il pianeta sono avanzati fino a raddoppiare il volume attuale che abbiamo sulle alpi. Poi dopo c'è il riscaldamento a cui si allaccia come vedete la curva in verde è.... quei dati strumentali che vi ho fatto vedere prima. Come vedete c'è stato questo aumento. Quindi già negli ultimi 2000 anni noi osserviamo che il clima non è qualcosa di stabile, è qualcosa che si muove. È qualcosa che già in periodi tra virgolette non sospetti, durante il Medio Evo quando l'uomo quindi non era in grado di influenzare la composizione chimica dell'atmosfera, aveva delle sue variazioni. Io parlerò di ghiaccio prevalentemente, perché è il mio mestiere, come ho già detto ci sono due carote di ghiaccio in mostra, il ghiaccio è un po' dappertutto sul nostro pianeta. Il nostro pianeta è l'unico

pianeta del sistema solare in cui abbiamo l'acqua in tutti e tre gli stati, quindi sia liquido che vapore che solido. Queste sono più o meno le coperture, il ghiaccio ce l'abbiamo più o meno dappertutto, da sottoterra fino in alto all'atmosfera. Per quanto riguarda invece i ghiacciai, quelli che sono di origine di caduta di neve, il 99.8%, sono raccolti nelle aree polari, in due posti, un posto si chiama Antartide l'altro posto si chiama Groenlandia. Soltanto lo 0,2% di tutto il ghiaccio continentale che c'è sul nostro pianeta si trova su tutti gli altri ghiacciai di tutte le catene montuose di tutto il pianeta. Quindi, come vedete, la concentrazione del ghiaccio è abbastanza asimmetrica, come si suol dire, quindi con una distribuzione molto particolare. Per poter studiare questo ghiaccio, noi dobbiamo andare a raccogliere i campioni. Per raccogliere i campioni c'è un solo sistema, che è quello di andare a raccogliergli nei ghiacciai, anche perché il ghiaccio in Antartide può raggiungere profondità fino oltre 4 chilometri, in Groenlandia supera i tre chilometri, per cui quello che dobbiamo fare è fare un buco di 2,3,4, chilometri, raccogliere e portare in superficie questo ghiaccio. Qui abbiamo una serie di perforazioni che a partire più o meno dagli anni '60 ad oggi hanno interessato la Groenlandia e l'Antartide. Io parlerò in modo particolare di queste perforazioni. Allora nevica, il ghiaccio si accumula, meccanismo abbastanza semplice: il congelamento conserva. In Antartide, quando si forma il cristallo di neve in atmosfera, congela la composizione chimica dell'atmosfera, questa cade sul ghiacciaio, si preserva perché le temperature lo permettono e col passare del tempo io ho l'accumulo di neve. Quindi noi abbiamo neve più recente con la composizione più recente, neve più antica che diventa ghiaccio con la composizione più antica. Non solo abbiamo ghiaccio ma all'interno vengono anche chiuse delle bolle di aria che contengono la composizione dei gas dell'atmosfera del passato. E quindi le carote di ghiaccio, i ghiacciai, sono gli unici noti archivi sul nostro pianeta che ci permettono di ricostruire con grande precisione la composizione chimica e fisica dei gas dell'atmosfera del passato e questo ci serve per poter capire qualcosa. Si lavora su grandi progetti, in Antartide si può anche andare per fare delle vacanze, chiaramente però per poter fare questo lavoro bisogna andare con dei grandi progetti, uno di questi grandi progetti di perforazione in Antartide, di cui l'Italia fa parte, è un progetto finanziato dall'Unione Europea, da più dieci nazioni. Nell'ambito del progetto dobbiamo non soltanto raccogliere i campioni ma anche studiarli. Di solito è molto meglio studiarli sul posto, anche perché chiaramente le condizioni climatiche permettono di lavorare senza grande difficoltà, per cui abbiamo anche organizzato una serie di laboratori con dei materiali che sono stati portati su. Perforazione. Dobbiamo perforare, ovviamente lavoriamo con tecniche speciali, non sono le solite tecniche da olio, si usa una sonda fatta apposta per questo lavoro. Qui in mezzo vedete la sonda da perforazione con il pezzo di ghiaccio al centro. Le Carote che hanno questo aspetto: sono dei cilindri bianchi, praticamente senza nessuna informazione sull'esterno, ragione per cui noi dobbiamo per forza studiare per capire che cosa c'è dentro. Le carote che vedrete alla mostra sono ottenute più o meno con le stesse tecniche di perforazione. Poi dopo ci sono tutti i laboratori che ci permettono di lavorare. Come vedete questi sono i laboratori, sono rivestiti in modo da poter mantenere il ghiaccio, la temperatura nei laboratori è intorno ai -20°. Cosa studiamo nel ghiaccio? Studiamo tutto o per lo meno ci proviamo. Sul ghiaccio noi siamo in grado di avere

informazioni su temperatura, precipitazioni, l'area sorgente dell'umidità, gli aerosol naturali e quelli prodotti dall'uomo chiaramente, provenienze, circolazione atmosferica, gas naturali e gas prodotti dall'uomo. Quindi noi cerchiamo di ottenere tutto. Inoltre, noi cerchiamo anche di avere informazioni sul tempo. Quando? Avete visto che la carota di ghiaccio non è nient'altro che un cilindro di colore bianco, quindi non è che ci siano grandi informazioni, bisogna analizzare, bisogna capire e poi dargli un tempo, dargli un'età, dargli una freccia del tempo che è quella che ci permette poi dopo di fare delle interpretazioni. Noi possiamo vedere anche le eruzioni vulcaniche, quelle più importanti, quelle esplosive. Come si fa a calcolare la temperatura? Come faccio a sapere qual è la temperatura del passato? Chiaramente non ho un termometro lì dentro. Me lo devo inventare il termometro. Ci sono delle tecniche che ci permettono di ricostruire le temperature. Si sa ad esempio che ci sono alcuni isotopi dell'ossigeno e isotopi dell'idrogeno i cui rapporti sono proporzionali alla temperatura di precipitazione. Allora immaginatevi dei climatologi che si trovano a dover costruire il modello, o comunque a dover capire come funziona il sistema climatico nel nostro pianeta quando, andando indietro nel tempo, ci troviamo di fronte a condizioni di questo tipo. Condizioni per le quali dici: signori, queste sono condizioni completamente diverse, il mio sistema climatico non è un sistema lineare, tranquillo, oggi aumenta questo quindi aumenta quell'altro. Nel passato vediamo che il sistema ha un comportamento particolarmente strano, anche all'interno di una serie di ciclicità che adesso andiamo a vedere. Quindi ci troviamo in una situazione, almeno per noi che studiamo queste cose, dove ogni giorno salta fuori qualcosa ma quello che ho scoperto è un'altra domanda che ti devi fare.

Come potete osservare, allora, a partire da 60.000 anni fino a circa, diciamo, quello che viene chiamato periodo pre-industriale, la variazione del CO₂ è di 1, al massimo 2 parti per milione e mezzo, per secolo. Scendiamo a prendere questo pezzo qui, prendiamo il grafico qui sotto, questi puntini qui, questi sono diciamo delle medie. Questi qua sono invece dei dati che avete un po' più dettagliati, questo è l'incremento che noi otteniamo. Attenzione, 1, 2, 2 e mezzo, 85, 100 parti per milione ogni secolo. Allora questa è la natura, questo qui è l'uomo.

Grazie per l'attenzione!

MODERATORE:

Grazie, grazie Valter. Carlo.

CARLO SOZZI:

Buon pomeriggio a tutti. Allora, il prof. Maggi ha già dato un quadro abbastanza complessivo della situazione. Adesso cercherò di passare attraverso i vari passi che la mostra che abbiamo preparato attraversa, e cominciando a vedere quali sono le evidenze che abbiamo oggi, diciamo, le evidenze sensibili, che possiamo misurare nel presente, del cambiamento climatico in atto. Quali sono le evidenze a disposizione? Oggi gli scienziati che si occupano del cambiamento climatico registrano dalle loro osservazioni e dalle loro analisi tre fatti:

- C'è nel passato del nostro pianeta una stretta correlazione tra temperatura media e concentrazione di biossido di carbonio, quale che ne sia la fonte.

- Il tasso di immissione di questo gas in atmosfera è oggi molto elevato rispetto al passato storicamente conosciuto.
- Inoltre la temperatura media del nostro pianeta è, negli ultimi decenni, in aumento. Buona parte di questi scienziati - non tutti - sono portati a pensare dalle loro analisi che le attività umane giocano un ruolo importante nel cambiamento in corso. Tutti, scienziati o no, sanno che il clima è cambiato molte volte sulla Terra, ben prima che l'uomo imparasse ad accendere il fuoco.

Slides 4-9

Il clima sta cambiando: le evidenze

- Scioglimento dei ghiacci
 - La massima estensione annuale di ghiacci e neve si è ridotta del 7% dalla metà del XX secolo nell'emisfero Nord.
 - A partire dal 1850, il periodo di congelamento annuale della superficie di fiumi e laghi si è ridotto di circa 12 giorni per secolo.
 - Il permafrost si sta riducendo alla velocità di 20-40 cm/anno.
 - I ghiacci artici si riducono di circa il 3% per decade.
 - L'estensione dei ghiacci antartici È costante o in lieve aumento.
- Temperatura degli oceani
 - La temperatura media degli oceani è aumentata di 0.1° dal 1963 al 2003
 - La temperatura media globale è in discesa dal 2003.
 - L'oceano Atlantico si è riscaldato a sud del 45° parallelo, così come il Mediterraneo ed il Mar del Giappone. Nord Atlantico, Nord Pacifico e Pacifico Equatoriale si sono raffreddati.
- Precipitazioni
 - Innevamento stagionale in riduzione in molte regioni dell'emisfero settentrionale
 - Le variazioni registrate per le precipitazioni sulla terraferma non sono statisticamente significative (dominate da variabilità locale).
 - Il bilancio di immissione di acqua dolce negli oceani si è modificato negli ultimi 40 anni, con una diminuzione della salinità alle alte latitudini ed un aumento nelle regioni tropicali e sub-tropicali.
- Livello degli oceani
 - Il livello medio globale degli oceani è aumentato di 1.8 mm/anno dal 1880.
 - I dati delle misure da satellite indicano un aumento di 3.1 mm/anno dal 1993 al 2003, in parziale contrasto con i dati delle stazioni marine del medesimo periodo.
 - L'innalzamento non è uniforme: Pacifico occidentale e Oceano Indiano orientale sono in crescita, Pacifico orientale e Oceano Indiano occidentale sono in decrescita.
 - Il livello del mare è cresciuto di circa 120 m dall'ultimo massimo glaciale 18000 anni fa, in media 6.6 mm/anno.

- Eventi estremi
 - Gli eventi estremi come precipitazioni particolarmente intense, o uragani sono troppo rari per fornire una base statistica sufficiente a trarre osservazioni chiare.
 - Tendenza all'aumento per le siccità, che investono regioni geografiche più ampie.
 - Generalizzato aumento delle temperature minime giornaliere negli ultimi 50 anni, non corrispondente ad un pari aumento delle temperature massime.
- Temperatura superficiale
 - La temperatura media globale dell'atmosfera al livello del mare è cresciuta di circa 0.7° nell'ultimo secolo.
- La tendenza su scala geografica locale (sub-continentale) è molto variabile.

Slide 10 (nascosta)

Osservare e prevedere

Il passo tra queste osservazioni e la previsione del clima del futuro prossimo venturo è tutt'altro che breve. I meccanismi che rendono il nostro pianeta abitabile e persino accogliente in gran parte della sua superficie sono molteplici e interagiscono tra loro in modo complicato. La scienza è solo all'inizio del suo cammino di comprensione in questo campo e, se è in grado di identificare molti di tali meccanismi, il peso delle loro influenze reciproche è largamente materia di ipotesi. Le previsioni del clima futuro (o l'analisi del clima del passato) sono, a tutt'oggi, una faccenda da laboratorio scientifico: si lancia il calcolo su un supercomputer, si vede, si aggiusta, si ripete, si cambia.

Slide 11

Il nocciolo della questione.

“La serie temporale della media globale della temperatura superficiale riflette l'influenza sia delle cause antropogeniche che di quelle interne al sistema climatico naturale. Un metodo utilizzato per identificare le cause antropogeniche è confrontare le osservazioni con i risultati delle simulazioni climatiche. Un approccio alternativo è quello di cercare di eliminare dai dati la variabilità legata a fenomeni naturali noti e poi interpretare ciò che rimane”.

(David W. J. Thompson et al., Nature, May 2008.)

Slide 12

Dati oggettivi e “sensazioni”.

“Vedete come stanno le cose. Viviamo in tempi brutti. Anche i nostri padri deplorarono di dover vivere brutti tempi, ed anche i padri dei nostri padri. A nessun uomo sono mai piaciuti i tempi in cui è dovuto vivere. Ma chi vive dopo rimpiange i tempi andati”.

(Sant'Agostino, Sermones)

Solo le misure di carattere oggettivo e di consolidato valore statistico hanno significato. Il singolo evento e le "sensazioni" sono generalmente fuorvianti.

I fattori del clima

Slide 13

Punti di vista /1

- "Una difficoltà è che fronti differenti adottano punti di vista estremi del problema: [per esempio] o il Sole è responsabile in modo dominante [dei cambiamenti climatici] oppure non conta per nulla. In realtà l'atmosfera terrestre, la sua superficie, gli oceani non subiscono passivamente gli effetti di una data forzante, sia essa la variabilità solare, il vulcanismo, o l'alterata concentrazione di gas serra. Piuttosto, l'intero sistema climatico risponde attraverso interconnessioni multiple e non lineari che possono amplificare o diminuire la causa forzante oppure anche modificare la natura e la consistenza della risposta. Per apprezzare [ad esempio] l'effetto del Sole, abbiamo bisogno di individuare il contributo dei feedbacks, delle variabilità naturali e delle altre forzanti.

(David Rind, NASA scientist – Science 2002)

Cosa determina il clima:

la radiazione solare

- L'attività solare non è perfettamente costante. Nel periodo compreso tra il 1645 e il 1715 le macchie solari erano praticamente scomparse: il minimo di Maunder corrisponde a un abbassamento medio delle temperature di circa 1° C. Durante la "Piccola Età Glaciale", dal 1450 al 1850.
- Forcing solare è dominante prima del 1800.
- gli effetti legati alle eruzioni vulcaniche acquistano importanza nel XIX secolo.
- Gli effetti antropogenici sembrano prevalere durante il XX secolo.
- Il solo forcing solare non è sufficiente a spiegare l'andamento del clima!!!

Slide

15

Le caratteristiche orbitali

- Inclinazione dell'asse terrestre con periodo 41000 anni.
- Eccentricità dell'orbita della Terra intorno al Sole (100000 a). La variazione annuale tra afelio e perielio è oggi pari al 3%, corrispondente al 6% dell'irraggiamento.
- Precessione degli equinozi (26000y).

Slide 16

Il modello di Milankovitch

- Precessione degli equinozi (26000y). Inasprimento delle stagioni nell'emisfero rivolto verso il Sole alla minima distanza da esso (emisfero sud attualmente).
- Inclinazione dell'asse terrestre con periodo 41000 anni tra 22.1° e 24.5°, oggi 23.45°. Il valore dell'inclinazione dell'asse determina l'intensità delle stagioni.

- Eccentricità dell'orbita della Terra intorno al Sole (100000y). La variazione annuale tra afelio e perielio è oggi pari al 3%, corrispondente al 6% dell'irraggiamento. Ciclicamente l'eccentricità dell'orbita varia, con una massima differenza di distanza del 14% che si traduce in un aumento nell'irraggiamento solare pari fino al 30%.

Slide 17

La composizione atmosferica e il "forcing" radiativo

- Alcuni effetti concorrono a modificare l'effettiva quantità di radiazione solare che investe e riscalda la Terra (in media 1368 W/m²), e la sua temperatura media risultante

$$C_0 (1-\alpha) \pi R^2 = \varepsilon \sigma T_{eq}^4 4 \pi R^2$$

dove:

C_0 = costante solare, cioè flusso di energia in arrivo, alla distanza dal Sole di circa 150.000.000 km (1368 W/m²)

α = albedo media della terra (albedo è la frazione di luce incidente che viene riflessa da un corpo celeste; è uguale a 1 se tutta la luce viene riflessa, uguale 0 se tutta viene assorbita; per la terra l'albedo media è pari a 0,37-0,39, con valori che variano per esempio dallo 0,9 della neve fresca allo 0,035 di un oceano).

ε = emissività di corpo grigio (0,98)

σ = costante di Stefan-Boltzman (5,67 10⁻⁸ W/m² K⁴)

T_{eq} = temperatura di equilibrio (K)

R = raggio della Terra

πR^2 = superficie del "disco" terrestre

$4\pi R^2$ = superficie terrestre

- Effetto serra
- Aerosol e polveri
 - Formazione delle nubi
- Albedo planetario 30% (riduzione 1%=raddoppio CO₂).
 - Vegetazione
 - Ghiacci
 - Nubi (70% dell'albedo totale)

IPCC AR4, a pag 114 del capitolo "Historical overview of climate change science", dove dice: "Le nuvole, che coprono il 60% della superficie terrestre, sono responsabili di fino ai due terzi dell'albedo planetario, che è pari a circa il 30%. Una diminuzione di solamente l'1% dell'albedo, che lo portasse dal 30% al 29% causerebbe un incremento della temperatura di equilibrio di corpo nero della terra di circa 1°C, un valore molto significativo, all'in circa equivalente all'effetto radiativo diretto prodotto da un raddoppio della concentrazione di CO₂ in atmosfera.

Il complesso bilancio fra radiazione solare entrante e radiazione infrarossa uscente è stato studiato a fondo negli ultimi vent'anni grazie ad alcuni satelliti artificiali appositamente lanciati dalla NASA, la quale all'inizio degli anni '90 portò a termine lo Earth Radiation Budget Experiment, una ricerca che ha notevolmente incrementato le conoscenze scientifiche sul ruolo dei vari tipi di nuvole. Nel

complesso le nuvole producono un effetto di raffreddamento, ma non tutti i tipi si comportano ugualmente. Ad esempio le nuvole alte e sfrangiate, quali i cirri, hanno un forte effetto di riscaldamento, ma sono poco diffuse. Le spesse nuvole stratificate a media altezza sono quelle che producono il massimo raffreddamento, anche se mediamente non coprono più del 7% della superficie terrestre.

Le nuvole di bassa quota, ed in particolare gli stratocumuli che arrivano a coprire in media quasi il 20% della superficie, e sono in particolare diffuse sopra gli oceani, sono quelle che producono il maggiore effetto complessivo di raffreddamento”.

Slide 18

Da dove viene il riscaldamento globale?

- Le emissioni di origine umana (25% del totale di CO₂, circa 5% dell'effetto serra complessivo) concorrono in piccola percentuale.
- Queste emissioni sono perlopiù legate alla produzione energetica, industriale e ai trasporti.

Slide 19

Punti di vista /2

- “Ciò che distingue l'uomo è la sua capacità di adattamento. Ha mostrato di saper vivere in condizioni estreme, e quando non ce l'ha fatta è stato proprio perché non ha saputo usare le proprie risorse per adattarsi ad una nuova situazione. Perché allora non utilizzare la nostra scienza e la nostra tecnologia per prepararci ad una nuova situazione anziché investire tutto per fermare un cambiamento che forse è inarrestabile, e forse solo in minima parte sotto il nostro controllo?” (*Chiara, fisico nucleare*)

Slide 20-21

Cosa determina il clima:

La circolazione atmosferica

- L'energia radiante che dal Sole giunge alla Terra viene “ridistribuita” dalla circolazione atmosferica e da quella degli oceani.
- A causa della differente inclinazione media dei raggi solari che vi giungono, nelle regioni a latitudini inferiori a 30° il bilancio tra energia assorbita ed energia riemessa è positivo (ossia vi è guadagno), mentre quelle situate a latitudini più alte accusano un deficit energetico.
- Poiché il sistema tende spontaneamente all'equilibrio termico, in conseguenza a tali disomogeneità si instaura un trasporto di calore dall'equatore verso i poli.
- Tale processo avviene principalmente per moti convettivi nell'atmosfera, (spostamenti di masse d'aria a differenti temperature e pressioni).
- Questi moti sono determinati, oltre che dalle differenze di temperatura e di pressione, anche dall'attrito con la superficie e dall'effetto della rotazione terrestre che produce una deviazione verso destra (N) o sinistra (S) rispetto alla differenza di pressione di 60° sul suolo e di 80° sul mare.

- Si determina così una mappa di venti e di “celle convettive” che ha variazioni stagionali, a causa della diversa capacità termica delle acque e della terraferma.
- La circolazione atmosferica subisce variazioni nell’arco di alcuni giorni e determina quindi l’andamento del tempo meteorologico.

La circolazione oceanica

L’oceano copre il 71% della superficie terrestre. Le correnti oceaniche giocano un ruolo fondamentale nella regolazione del clima sulla Terra trasportando il calore dai tropici alle alte latitudini. Inoltre le correnti abissali fredde sono le principali riserve di CO₂ della Terra: ne contengono circa 50 volte la quantità presente nell’atmosfera.

- La circolazione oceanica è caratterizzata da due tipi di correnti:
 - le correnti causate dall’azione del vento tangenziale alla superficie che trasferisce quantità di moto agli oceani (wind driven circulation o circolazione orizzontale).
 - le correnti termoaline provocate dal gradiente termico e salino (circolazione verticale).
- Individuabili 3 strati, causata dalla gravità: i fluidi più densi affondano e fluidi meno densi risalgono:
 - lo strato di mescolamento superficiale (mixed layer).
 - lo strato intermedio (intermediate layer), dove la densità dell’acqua aumenta rapidamente con la profondità a causa dei cambiamenti della temperatura (termoclino) e/o salinità (picnoclino).
 - lo strato profondo (deep layer).

Le variazioni caratteristiche della circolazione oceanica comprendono periodi di 100-1000 anni, e si ritiene abbiano un ruolo nel determinare i periodi glaciali.

Slide 22

Come si misura il clima globale: i dati

- Reti di misura e di elaborazione dei dati: (pressione, temperatura, umidità, vento, nubi, precipitazioni...).
- Sincrone in tutto il pianeta (intervalli 3-12 h).
- Risoluzione 50 km al suolo, 300 km in quota.
- Misure “dirette” da stazione fissa o da pallone aerostatico con strumenti “tradizionali”.
- Misure “indirette” (telerilevamento) da satelliti geostazionari (36000 km sull’equatore) e in orbita polare (800-900 km di quota).

Slide 23

Perché serve un modello climatico?

Un modello climatico è un complesso metodo di calcolo numerico costruito principalmente con lo scopo di prevedere l'evoluzione del clima globale e/o locale a partire dalla conoscenza delle variabili climatiche ad un certo istante. Le variabili climatiche sono quelle grandezze fisiche che descrivono il clima: ad esempio la temperatura dell'aria, le precipitazioni, la pressione atmosferica, l'intensità e la direzione del vento, la temperatura degli oceani e la direzione e velocità delle correnti.

I fattori che determinano il clima del nostro pianeta sono molteplici (figura).

Schema delle componenti del clima globale (in grassetto); processi ed interazioni tra le diverse componenti del clima (freccette sottili); e componenti soggette a possibili cambiamenti (freccette spesse)

I modelli climatici attuali tengono conto della dinamica fortemente accoppiata dell'atmosfera e degli oceani, fornendo così previsioni per le variabili tipiche di ogni sistema che tengono conto di ciò che accade nell'altro sottosistema. Gli altri fattori importanti elencati sopra vengono rappresentati in moduli interagenti ma con una evoluzione solo parzialmente accoppiata (ciclo del carbonio e dinamica degli aerosol). I modelli di questo tipo sono chiamati AOGCM (Atmosphere-Ocean General Circulation Model).

Ognuno degli aspetti elencati, quindi, è inserito nel modello climatico tramite un sistema di relazioni matematiche che descrivono l'evoluzione nel tempo e nello spazio delle variabili climatiche. I valori vengono calcolati su un campione di punti distribuiti più o meno uniformemente sulla superficie del pianeta, a diverse quote nell'atmosfera e a diverse profondità negli oceani.

Il calcolo delle variabili viene effettuato ad intervalli di tempo regolari, ottenendo così, in linea di principio, la predizione climatica sull'intero pianeta. Il modello climatico fa evolvere nel tempo i valori delle variabili climatiche a partire da certe condizioni iniziali, ovvero dai valori delle variabili climatiche al tempo iniziale del calcolo. Un fattore importante che concorre a determinare il risultato del calcolo del modello climatico è costituito dal valore attribuito ai cosiddetti termini forzanti. Questi rappresentano l'ingresso di energia al nostro pianeta, proveniente in massima parte dal Sole, ed anche tutti gli effetti fisici che hanno come conseguenza diretta la modifica del bilancio energetico complessivo. La percentuale di CO₂ in atmosfera è uno di questi termini forzanti.

Slide 24

I modelli climatici: punti critici

- Estremamente complessi, non lineari, comprendono diverse scale temporali, e feedback. Esempio della dinamica caotica in sistemi non autonomi (attrattori non statici).
- Non tutte le componenti del clima sono descritte con la stessa precisione ed affidabilità.
- Critici.

- il tuning dei meccanismi di feedback.
- e la schematizzazione degli scenari.

Slide 25

Sistemi dinamici non lineari. Piccole incertezze in ingresso producono grandi incertezze in uscita.

Le previsioni valgono solo in senso *statistico*.

Slide 26

Come funziona un modello previsionale

- *Definire un modello.*
 - *Formulare le principali equazioni che regolano la dinamica delle variabili climatiche.*
- *Fornire delle condizioni iniziali.*
 - *Assegnare il valore dei principali parametri che descrivono il clima (temperatura, pressione, umidità dell'aria, concentrazione di gas serra etc.) in un preciso istante.*
 - *A questo scopo una corretta misurazione di tali parametri è essenziale (il problema della misurazione e della comparazione di differenti metodi di misurazione è molto controverso).*
- *Fornire una previsione sull'evoluzione temporale delle forzanti.*
 - *Per descrivere l'evoluzione temporale dei parametri climatici ci serviamo delle equazioni che costituiscono il modello. Alcuni dei parametri sono controllati dallo sviluppo delle attività umane sul pianeta. È indispensabile dunque fare previsioni, indipendenti dal modello, su come evolveranno nel tempo questi fattori.*
 - *Un esempio di questa procedura sono gli "scenari di emissione" dell'IPCC nei quali vengono fatte previsioni a lungo termine sulle emissioni antropogeniche di gas serra.*

Slide 27

Scenari e previsioni

- A1: forte sviluppo economico con un picco di crescita demografica intorno alla metà del XXI secolo. Introduzione di nuove tecnologie basate su utilizzo intensivo di combustibili fossili (A1F), su risorse energetiche non fossili (A1T) o sull'utilizzo di entrambi (A1B).
- A2: descrive uno sviluppo economico e demografico eterogeneo.
- B1: prende in considerazione uno sviluppo demografico simile a quello illustrato in A1 con politiche globali di sviluppo sostenibile.
- B2: enfasi su uno sviluppo economico e sociale sostenibile dal pianeta, sia dal punto di vista demografico che economico.
- Previsione di aumento della temperatura media globale, considerando vari scenari di emissione.

- Alle previsioni di aumento della temperatura corrispondono previsioni di conseguenze di varia natura ed impatto su ecosistemi, sulla disponibilità di acqua potabile e sulla produzione agricola, sulla frequenza di eventi come inondazioni, siccità e ondate di calore.

Slide 28

Il problema dell'attendibilità

- Riproduzione di serie "storiche".
- Variazione dei dati e dei parametri e statistica dei risultati.

Il processo di validazione consiste essenzialmente nel determinare l'insieme statistico delle previsioni del modello sulla base di un certo insieme di condizioni al iniziali.

Un secondo aspetto della validazione riguarda la sensibilità del modello al cambiamento delle forzanti, ad esempio modificando in modo artificioso la percentuale di gas serra, o simulando la totale assenza di vegetazione ecc. Questo processo porta ad individuare quali possono essere i fattori in gioco più importanti nella determinazione del clima. Ovviamente questo tipo di previsioni risulta utile se la modifica dei termini forzanti produce previsioni climatiche che si discostano sensibilmente dalla "variabilità naturale" del modello climatico, cioè dalla sua dipendenza di carattere statistico dalle condizioni iniziali.

Un serio problema di carattere fondamentale che sorge quando si passa a simulare il clima dell'ultimo secolo è che i termini forzanti non sono affatto costanti nel tempo. In questo caso il sistema non si può più considerare in equilibrio, e non ci si potrà attendere una distribuzione statistica delle previsioni nella forma di un attrattore statico. Per ovviare a questa situazione è necessario quindi estendere ulteriormente lo studio statistico del modello stesso, tenendo conto appunto anche della variabilità delle forzanti. Questo processo, evidentemente estremamente dispendioso in termini di potenza di calcolo necessaria, è chiamata validazione evolutiva.

Nessuno dei modelli climatici attualmente formulati è in grado, una volta applicato a serie temporali di dati del presente o del passato, di fornire buone previsioni di tutte le variabili climatiche. Generalmente l'accordo è migliore per i valori medi della temperatura atmosferica, meno buono sulla previsione delle precipitazioni e non soddisfacente riguardo la previsione di eventi estremi.

Slide 29

Il problema dell'attendibilità /2

"Sono un po' preoccupato delle posizioni dell'IPCC circa la Co2. La base scientifica di tale scelta è ovvia: modelli climatici sofisticati stanno lavorando da vent'anni e più ed è ormai evidente che tali modelli non possono condurci a concordare su qualcosa di più che sul possibile legame fra gas serra e lieve aumento delle temperature medie globali osservato. Il numero di nodi che debbono essere sciolti nelle parametrizzazioni del bilancio radiativo è grande, [...]. Concordo con l'IPCC che è probabile il legame fra consumo di combustibili fossili e aumento delle temperature ma a questo punto il mio consenso finisce".

Hendrik Tennekes, Pennsylvania University

Slide 30

Punti di vista

- “Temo fortemente che purtroppo si prenda paradossalmente il problema dei cambiamenti climatici come un diversivo per non guardare più da vicino a quello che succede nel disastro ambientale planetario. Il nostro pianeta comincia a essere in vera sofferenza per un consumo di energia eccessivo, per un concetto di sviluppo che è quello degli economisti ma forse può non essere quello dell’umanità”. *(Franco, fisico dell’atmosfera)*
- “Abbiamo bisogno di un nuovo modello di sviluppo, quello che abbiamo non è sostenibile. Ci sarà bisogno di cambiare, forse di rinunciare a qualcosa. Ma come si può proporre un sacrificio a chi pensa di essere su questa Terra per qualche anno soltanto? Per poter fare un sacrificio occorre un legame con l’infinito”. *(Marco, imprenditore)*

Slide 31-32

L’uomo e il clima

È possibile prendere posizione quando la verità si cela dietro i limiti di ciò che scientificamente riusciamo a misurare e comprendere? Ha senso prendere una iniziativa senza avere il controllo completo delle cause, e nell’incertezza dell’esito? Del resto, non è questa una condizione che si ripropone continuamente nella vita della singola persona? Occorre riconoscere che il criterio d’azione non è la certezza scientifica, ma ciò che ognuno identifica come “buon senso”. La nostra conoscenza è e sarà sempre imperfetta, conseguenza ineliminabile del nostro essere limitati. Ma ciò non giustifica l’inazione. (Di fronte all’uomo malato e alla sua grave malattia, il medico analizza il più possibile la situazione, misura tutto quello che può misurare. A un certo punto medico e malato condividono il rischio della cura. Sapendo che la loro risorsa più importante è l’amore per la vita). I termini adeguati della questione che ci troviamo ad affrontare alle soglie del terzo millennio forse non sono “colpa” e “precauzione”, ma quelli di “responsabilità”, di “prudenza”, e di “temperanza”. Abbiamo ricevuto in eredità il pianeta sul quale viviamo, l’humana dimora, ci legano ad esso vincoli di sopravvivenza ma anche di stupore, ammirazione, e, per molti di noi, gratitudine. Che suggeriscono innanzitutto che maggior conoscenza sarà necessaria per venire a capo del problema, e maggior prudenza e temperanza nell’usare le risorse non ci renderanno meno liberi.

Fronteggiare l’imprevedibile

Ci sono indicazioni, non certezze, che il fattore delle attività umane, tra gli altri fattori, possa contribuire al cambiamento del clima. Non ci sono certezze che esso sia determinante. Non vi è alcuna certezza che il cambiamento in atto sia una minaccia senza precedenti nella storia del nostro pianeta. Questo non implica che non vi siano motivi di preoccupazione. Un cambiamento del clima planetario avrebbe conseguenze importanti, quale che ne sia la causa. E, per la verità, se c’è qualcosa di certo è proprio che il clima cambia periodicamente sulla Terra, indipendentemente dalla volontà e forse anche dalle azioni dei suoi abitanti. Certo, ridurre le emissioni non può far male. Governare l’influenza dell’uomo

sull'ambiente, anziché lasciare le cose al caso è un obiettivo da perseguire. Eliminare gli sprechi, specie se questo può liberare nuove risorse è giusto e doveroso. D'altra parte non si può nemmeno considerare il problema della limitazione delle emissioni di gas serra senza tenere conto dell'altro grande problema collegato, quello dell'approvvigionamento energetico di cui l'uomo ha bisogno quasi come del pane. (Si tratta di quella quota più o meno modesta di energia che consente a ciascuno di vivere con dignità, non si pensi alle luci di Las Vegas o agli yacht degli sceicchi arabi e che pure corrisponde ad una parte importante delle emissioni di gas serra). Un problema così complesso e così profondamente legato allo stile di vita dell'uomo moderno può essere adeguatamente affrontato in un clima di allarme nel quale soluzioni affrettate rischiano di essere peggiori del male che intendono evitare? Non può essere affrontato che tenendo conto di tutti i fattori in gioco. Incluso il limite della nostra conoscenza e della nostra capacità di azione. Prevedendo il prevedibile, ma consci che ad un certo punto ci si troverà di fronte all'imprevedibile.

Slide 33

Uomo e natura

“Non possiamo usare ed abusare del mondo e della materia come di semplice materiale del nostro fare e volere; Dobbiamo considerare la creazione come un dono affidatoci non per la distruzione, ma perché diventi il giardino di Dio e così un giardino dell'uomo”.

Papa Benedetto XVI

Forse il cambiamento climatico è un problema emergente ed urgente. Certamente è attuale ed ancora più urgente il problema del rapporto dell'uomo con la natura e con l'ambiente, e con la gestione delle risorse del nostro pianeta per il bene di tutti i suoi abitanti. Il tentativo di soluzione di questi problemi richiede la posizione umana indicata da Papa Benedetto XVI, senza la quale anche le prospettive di conoscenza aperte dalla scienza e gli strumenti più avanzati che la tecnologia può dare sono sterili ed inefficaci.

MODERATORE:

Grazie ai relatori. Per concludere vorrei dire che la mostra è molto bella, anche dal punto di vista dei nostri architetti che si son dati da fare, però è anche molto didattica, quindi ci sono anche dei mezzi che possono essere mandati nelle scuole, tra cui un bellissimo catalogo, un catalogo per i bambini, legato a “Piccole Tracce”, e anche un documentario che abbiamo realizzato noi e che verrà dato in omaggio a chi si iscriverà alla nostra associazione Euresis, che è un'associazione che da molti anni fa queste mostre scientifiche. Grazie ai relatori, grazie a voi per l'attenzione.