

Relazione sull'Incontro dell'8 marzo 2012  
su: "Influenza dell'uomo sul clima"  
(ricerca del Prof. Barbante).

L'incontro ha visto la partecipazione della maggior parte dei Professori distaccati e di componenti del Comitato direttivo. Il Professore distaccato Carlo Barbante (Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica, Università Ca'Foscari Venezia, e Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali - CNR, Venezia) ha svolto la relazione qui sotto riassunta sul tema: Quando l'uomo ha iniziato ad influenzare il clima del nostro pianeta?, dopo la quale è iniziato un dialogo sui temi toccati dalla relazione.

Riassunto della relazione:

«C'è molto del nostro passato nel nostro futuro». Da questa semplice affermazione prendono spunto non solo gli studi storici che vogliono cercare di dare delle spiegazioni obiettive alla crisi economica attuale e che cercano di prevederne l'andamento futuro, ma anche ricerche scientifiche che mirano alla ricostruzione del clima del nostro pianeta e a produrre modelli previsionali per i decenni a venire. Gli strumenti impiegati dagli storici e dagli scienziati che si occupano di ricostruire il clima del passato non sono poi così dissimili: i primi impiegano fonti documentali, mentre i secondi utilizzano archivi ambientali e climatici quali i sedimenti marini, lacustri e le carote di ghiaccio, come memorie storiche del clima e della composizione dell'atmosfera terrestre.

Grazie a questi preziosissimi archivi climatici è emerso come dall'inizio della rivoluzione industriale il tasso di crescita della concentrazione di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) e di metano (CH<sub>4</sub>) non abbia precedenti negli ultimi 800.000 anni e molto probabilmente anche in tutto il Quaternario (gli ultimi due milioni e seicentomila anni della storia del nostro pianeta). A partire dalla Rivoluzione Industriale, la concentrazione di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera è progressivamente aumentata: era di 280 parti per milione in volume (ppmv) alla metà dell'Ottocento, è oggi di oltre 380 parti per milione. E' ormai assodato che le attuali concentrazioni di anidride carbonica e il conseguente riscaldamento globale del pianeta siano imputabili alle emissioni antropiche di questo ed altri gas ad effetto serra, come il metano e l'ossido nitroso (N<sub>2</sub>O). Nonostante la bassa concentrazione, l'anidride carbonica e gli altri gas serra sono componenti fondamentali dell'atmosfera terrestre, poiché intrappolano la radiazione infrarossa della luce solare riflettendola nuovamente verso la superficie terrestre, impedendo alla Terra di raffreddarsi. Senza questa cortina di gas, la temperatura attuale media della Terra sarebbe di circa - 18 °C e non di + 14 °C.

Ma com'è cambiato il clima del passato, quando l'uomo non aveva i mezzi tecnologici per poter avere un'influenza nel pianeta paragonabile a quella dei giorni nostri? E quando realmente è iniziato l'impatto dell'uomo sul clima della terra? Solo con l'avvento dell'era industriale o già da molto tempo prima, quando l'uomo è passato progressivamente dall'essere cacciatore-raccogliitore ad agricoltore-allevatore?

Queste domande aspettano ancora una risposta precisa e sono oggetto di grande dibattito all'interno della comunità scientifica.

La storia della terra racconta di variazioni climatiche di eccezionali proporzioni verificatesi per cause naturali: epoche glaciali, separate da periodi interglaciali di minore durata e leggermente più caldi. L'analisi delle carote di ghiaccio dell'Antartide e della Groenlandia ci raccontano di variazioni repentine della temperatura media con innalzamenti di circa 10 °C, avvenute in soli quaranta anni. Fortunatamente questi episodi registrati nell'ultimo milione di anni, si sono verificati solamente durante i periodi glaciali e mai durante periodi di clima mite, come quello che stiamo vivendo. Questo ci fa ben sperare, ma in ogni caso dobbiamo capire perché questo è avvenuto.

Andando a decifrare la storia del clima dall'analisi delle carote di ghiaccio, ci rendiamo conto che il ghiaccio ha registrato un ritmo ciclico secondo il quale in un primo tempo si verifica un aumento di volume delle calotte polari, instaurando un'era glaciale della durata di circa 100.000 anni, poi il ghiaccio si ritira per un periodo che dura all'incirca 10.000 anni, dando vita questa volta ad un'era interglaciale, con temperature più miti. La più recente fase di glaciazione ebbe fine circa 18.000 anni fa, proiettando in circa seimila anni il clima del nostro pianeta alle condizioni tipiche del periodo interglaciale attuale, che i climatologi chiamano Olocene.

Tuttavia gli eventi estremi verificatesi in questi ultimi anni in molte parti del mondo hanno dirottato l'attenzione sui pericoli di modificazioni del clima per cause antropiche. Tali modificazioni, per la velocità con cui potrebbero avvenire, descrivono scenari molto preoccupanti per l'umanità. La comunità scientifica internazionale da oltre un decennio sta studiando con crescente interesse quei mutamenti climatici che sembrano deviare così clamorosamente dalle fluttuazioni ordinarie. È ormai diffusamente accettato che le recenti modificazioni prodotte dall'uomo abbiano portato a delle variazioni nel clima del nostro pianeta, ma questi fattori si vanno a sommare alle variazioni climatiche che avvengono per fenomeni naturali che vanno ben compresi e quantificati.

E' proprio per questo motivo che è importante conoscere bene quali sono i meccanismi che regolano il clima della terra nelle condizioni naturali. Sapere come reagisce il pianeta alle forzanti naturali ci aiuta a comprendere qual è la sua reazione di fronte a variazioni antropiche sia di piccola entità che di maggior rilievo. Si parla per questo di sensitività climatica.

La rivoluzione industriale, è ormai ampiamente riconosciuto, è la maggior responsabile del riscaldamento climatico in atto, a seguito dell'emissione in atmosfera di enormi quantità di gas a effetto serra che trattengono parte della radiazione riflessa dalla superficie terrestre riscaldando l'atmosfera del nostro pianeta. Ma alcune teorie recenti, ipotizzate da Bill Ruddiman, paleoclimatologo dell'Università della Virginia, negli Stati Uniti, affermano che l'impatto dell'uomo sul clima potrebbe essere iniziato ben prima della rivoluzione industriale, addirittura 5-7000 anni fa, quando il nostro pianeta era già uscito dall'ultima grande glaciazione ed il clima non era molto dissimile dall'attuale.

Quando infatti andiamo ad analizzare in dettaglio i profili delle ricostruzioni delle temperature degli ultimi ottocentomila anni e della concentrazione dei gas serra, ed in particolare del metano e dell'anidride carbonica, ottenuti dallo studio delle carote di ghiaccio dell'Antartide e confrontiamo tra di loro i periodi caldi interglaciali, ci accorgiamo che possiamo contare su almeno sette periodi di tempo in cui il clima del passato era confrontabile con quello attuale ed in cui anche la concentrazione dei gas serra era simile. Per tutti i periodi studiati,

con una sola eccezione che vedremo, la dinamica di variazione nella concentrazione dei gas serra in funzione del tempo indica che all'inizio di un periodo interglaciale la concentrazione di metano e anidride carbonica nell'aria si stabilizza attorno a valori tipici del periodo per circa due-tremila anni, per poi diminuire progressivamente, fino ad arrivare a valori caratteristici del periodo per poi precipitare a valori e tipici dei periodi glaciali. Questi andamenti sono anche ben riproducibili con i modelli climatici a scala globale, che tengono conto delle forzanti climatiche e delle risposte del sistema, mediante complessi algoritmi.

Quando andiamo a verificare che cos'è invece accaduto nel corso dell'Olocene e cioè del periodo climatico che stiamo vivendo da circa diecimila anni, notiamo che le concentrazioni atmosferiche di anidride carbonica e di metano hanno effettivamente iniziato a diminuire, come previsto dal confronto con i record dei precedenti periodi climatici, ma poi, all'incirca 7-5000 anni fa, il metano e l'anidride carbonica hanno invertito la tendenza, iniziando ad aumentare progressivamente fino ad impennarsi poi nel corso degli ultimi duecento anni, durante i quali la Rivoluzione Industriale ha avuto un ruolo determinante.

Bill Ruddiman ha ipotizzato che l'aumento di concentrazione di gas serra avvenuto nel corso delle ultime migliaia d'anni è la conseguenza delle prime attività antropiche: gli esseri umani proprio in quel periodo di tempo mutavano progressivamente le loro abitudini di cacciatori/raccoglitori e diventavano allevatori/agricoltori. La necessità di avere spazi aperti per la coltivazione ha spinto quindi i nostri antenati alla massiccia deforestazione attraverso la pratica degli incendi diffusi. Queste attività possono aver immesso in atmosfera enormi quantità di gas serra, iniziando quindi il riscaldamento globale già in epoca preistorica.

Nel mondo scientifico questa è conosciuta come la *Ruddiman Hypothesis*. Questo pensiero rivoluzionario sull'evoluzione del clima recente sta tenendo sotto scacco moltissimi climatologi che, affrontando il problema sotto punti di vista differenti, cercano di verificare se il sistema climatico sia effettivamente così sensibile a piccole variazioni della concentrazione di gas serra nell'atmosfera.

Se i sette milioni di umani che abitavano il nostro pianeta circa seimila anni fa sono stati in grado di innalzare la concentrazione di anidride carbonica nell'atmosfera di circa 20 ppmv avendo a disposizione solamente una limitata tecnologia ed il fuoco, che cosa saremmo in grado di provocare noi, alla soglia dei sette miliardi?

La storia della crescita della popolazione mondiale è stata molto travagliata nel corso dei millenni. Dopo alcuni "colli di bottiglia" nella nostra storia evolutiva, che hanno rischiato di compromettere seriamente lo sviluppo della specie *Homo Sapiens*, e grazie allo sviluppo dell'agricoltura e della pastorizia la popolazione mondiale ha continuato a crescere progressivamente e sempre più rapidamente. I centri di sviluppo dell'agricoltura sono stati molteplici ed la loro espansione è avvenuta in più luoghi della Terra, anche in modo indipendente, sfruttando specie localmente disponibili: in Mesopotamia, nella "mezzaluna fertile", circa 10.500 anni fa con la coltura del grano e dell'olivo, in Cina e in Indocina, circa 9.500 anni fa con la coltura del riso e del miglio, in Africa (nel Sahel ed in Etiopia) ed in Mesoamerica, circa 5.500 anni fa con la coltura del mais e dei legumi. E' stato tuttavia nel continente asiatico, che è disposto da Est verso Ovest lungo una stessa latitudine e che comprende una fascia di clima temperata, che la domesticazione di piante ed animali ha

avuto la maggior fortuna.

Per avere delle informazioni dirette della possibile influenza dell'uomo sul clima già in età preistorica, è necessario ricorrere allo studio di archivi ambientali e climatici che siano in grado di quantificare l'immissione in atmosfera dei gas serra prodotti dalla combustione delle foreste e verificarne il loro impatto sul clima del passato attraverso lo studio di parametri chimici e fisici che ci aiutano a ricostruire le temperature ed i tassi di precipitazione in periodi preistorici.

L'analisi della composizione isotopica del carbonio che costituisce le molecole di metano ci aiuta, ad esempio, a capire se il gas intrappolato nelle bolle d'aria delle carote di ghiaccio dell'Antartide e della Groenlandia provenga principalmente dalla decomposizione biologica oppure sia il risultato della combustione da biomassa e quindi imputabile ad una maggior attività di deforestazione avvenuta in epoca preistorica. Questi risultati non sono però sempre attendibili, a causa delle incertezze nelle determinazioni analitiche e nella possibilità di avere altre fonti di metano con la stessa "impronta" chimica.

Al Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica dell'Università Ca'Foscari Venezia e all'Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali del CNR di Venezia, si cercheranno invece di impiegare dei marker molecolari specifici che si producono solo ed esclusivamente durante i processi di combustione. Si prevede infatti di prelevare campioni di sedimenti di lago e di carote di ghiaccio provenienti dalle zone del Pianeta dove l'agricoltura si è sviluppata per prima. Si preleveranno ad esempio campioni di sedimenti lacustri del Lago Hovsgol, nella Mongolia Nord Occidentale, del Lago Peten Itza in Mesoamerica, oppure dei laghi Challa e Victoria, in Africa, che costituiranno un ottimo complemento ai campioni di neve e ghiaccio prelevati sulla piccola calotta glaciale che ancora sopravvive sulla cima del monte Kilimanjaro. Si preleveranno anche sedimenti di lago e campioni di ghiaccio dai monti Altai, nella Siberia Meridionale, dove già 40.000 anni fa, in piena era glaciale, abitava il misterioso ominino di Denisova, una terza specie di ominide che ha convissuto per un certo periodo di tempo con l'*Homo Sapiens* e con l'*Homo Neanderthalensis*. Se si riusciranno ad ottenere delle ricostruzioni attendibili degli incendi avvenuti nel passato, sarà anche possibile metterli in relazione con l'aumento delle concentrazioni dei gas serra databili a 7-5.000 anni fa ed eventualmente con possibili variazioni di temperatura che lo studio degli stessi archivi climatici forniranno.

Questa è una ricerca molto ambiziosa, che terrà occupati i ricercatori veneziani per i prossimi cinque anni ed ha come obiettivo quello di far luce su uno dei misteri ancora irrisolti della storia recente della Terra, fornendo informazioni formidabili sulla sensibilità climatica del nostro Pianeta e quindi sulla sua capacità di reagire alle enormi sollecitazioni che l'uomo, con la sua incessante attività, le sta imprimendo.

[fine della relazione del Prof. Barbante].

Tito Orlandi

15 maggio 2012