

l'Italia che ricerca

In queste pagine i ricercatori nel settore ambientale possono comunicare la loro esperienza professionale ai lettori di **Inquinamento**. Invia una mail a inquinamento@fieramilanoeditore.it, con dati anagrafici e riferimenti, gruppo di ricerca di appartenenza, argomento di studio.

Dinamica del clima e dei fluidi geofisici, interazione clima-biosfera, impatti del cambiamento climatico: sono i principali interessi di ricerca di Antonello Provenzale, primo ricercatore al Cnr e responsabile della Uos di Torino dell'Isac e della Commessa "Climatologia dinamica". Di seguito personale intervista con un esauriente aggiornamento.

Naturale e antropico

Provenzale racconta come il punto importante non sia discutere se un aumento di gas serra possa indurre un aumento di temperatura, ma piuttosto determinare quanto dell'aumento di temperatura osservato sia attribuibile alla maggiore concentrazione di gas serra e quanto invece dipenda da cause indipendenti. Il problema è infatti complicato dal fatto che sono in gioco anche altri fattori, sia in termini di forzanti esterne sia di meccanismi di variabilità interni al sistema climatico. Una forzante molto importante, il cui ruolo è stato messo in luce solo negli ultimi anni, è legata alle variazioni della concentrazione di aerosol (polveri fini) in atmosfera, in parte di origine naturale, ma prodotti anche, in grande quantità, dalle attività umane (per esempio, nei processi di combustione). Le polveri chiare tendono a raffreddare il clima, mentre le polveri scure (gli aerosol carboniosi) contribuiscono al riscaldamento globale, con un ruolo che si è scoper-

to essere quasi paragonabile all'effetto dei gas serra. Spesso vengono citate altre forzanti, di origine naturale, quali l'effetto della modulazione dei raggi cosmici, la presenza di polveri galattiche intercettate dall'orbita terrestre e la variabilità solare. In generale, le ricerche condotte negli ultimi anni hanno mostrato come questi effetti siano quasi sicuramente trascurabili, nel senso che non c'è nessuna evidenza che giochino un ruolo significativo. Le analisi e gli esperimenti non hanno identificato nessun trend secolare rilevante in questi parametri. Questo non vuol dire che "non ci siano", ma che quasi sicuramente non sono i principali responsabili dei trend di temperatura osservati.

Complessità poco lineari

Nel momento in cui un fenomeno è ben descritto, le retroazioni sono automaticamente incluse in quanto prodotti della dinamica del sistema in esame (ad esempio, la retroazione ghiaccio-albedo). Più difficile è descrivere componenti le cui equazioni sono note solo in maniera empirica o approssimata, come nel caso della biosfera. Un inaridimento del clima porta ad una diminuzione della vegetazione, con una conseguente minore evapotraspirazione e, in seguito a ciò, ad una possibile amplificazione dell'aridità. Tuttavia, in questi casi le equazioni che descrivono la risposta della vegetazione sono empiriche e note solo in modo molto approssimato.

■ Fabio Gea

IL CAMBIAMENTO CLIMATICO EVOLVE

la ricerca dei fattori che influiscono sul clima e lo modificano. Il clima cambia, e cambia il modo di studiarlo: il fenomeno valutato da diversi punti di vista.

La fusione del ghiaccio artico e il maggior apporto di acqua dolce nei mari artici sta apparentemente rallentando la circolazione "overturning", termoalina, dell'Atlantico, ma al momento si ritiene che non sia probabile un arresto del "nastro trasportatore" come invece ipotizzato in alcuni scenari (e film) catastrofici. Questo non vuol dire che sia escluso al 100%, ma semplicemente che non sembra sia un rischio concreto: si entra qui nel complesso problema dei "tipping points" o biforcazioni, cioè di quei repentini cambi di stato che sono poco prevedibili fino alla loro comparsa.

Gli hot-spot climatici

Le Alpi ne sono un esempio, come tutte le regioni esposte a climi "difficili", come l'Artico o le alte quote, o quelle caratterizzate da climi di transizione fra regimi diversi, come il Mediterraneo. Possono infatti risentire in modo amplificato dei cambiamenti climatici. Nel caso del Mediterraneo, ci si aspetta una tendenza verso condizioni più siccitose, con una maggiore probabilità di estati sul modello del 2003. Il problema diventa particolarmente importante nel caso di ecosistemi che già normalmente si trovano in condizioni difficili, come nel caso delle zone montuose d'alta quota o delle zone polari (vedi "Clima, cambiamenti globali e loro impatto sul territorio nazionale", edito dall'Isac-Cnr, www.isac.cnr.it).

Le ricerche del gruppo

Ultimamente Antonello Provenzale si è occupato di studiare le interazioni fra vegetazione e clima, con particolare attenzione alle cause delle siccità estive alle medie latitudini continentali. Il problema è stato affrontato con l'uso di modelli concettuali, semplici, per capire i meccanismi in gioco. Parallelamente a questo si è effettuata un'osservazione degli impatti della variabilità climatica sugli ecosistemi naturali, soprattutto in area alpina, mediante l'analisi dei dati di campo e lo sviluppo di modelli empirici da utilizzare in scenari di cambiamento climatico.

Al momento il gruppo è al lavoro sullo sviluppo di un modello climatico regionale per l'Artico (una regione chiave per la dinamica del clima e di grande interesse anche per questioni geopolitiche) e sta iniziando un progetto di modellistica climatica nella regione himalayana. Nel Mediterraneo è attiva una collaborazione con l'Enea per studiare specifici impatti del cambiamento climatico e validare, mediante metodi statistici e confronto con i dati, i risultati dei modelli climatici regionali.

Dai modelli globali ai modelli regionali empirici

I modelli globali oggi arrivano a risoluzioni dell'ordine degli 80 km e includono la dinamica dell'atmosfera, dell'oceano, dei ghiacci terrestri e marini, del suolo e della vegetazione, seppur con precisione ed affidabilità diverse. Nei modelli globali possono essere innestati dei modelli dinamici regionali, simili concettualmente a quelli globali, ma limitati ad un'area più circoscritta e capaci di arrivare ad una risoluzione dell'ordine di 20 km o meno. Tuttavia il risultato non è ancora sufficientemente dettagliato e nei modelli regionali dovrebbero essere poi innestati algoritmi di downscaling statistico che permettono di ottenere informazioni, in modo probabilistico, a scale molto più piccole. Alla fine della catena, sono poi necessari modelli empirici per rappresentare gli effetti al suolo, a partire dalle variabili meteorologiche ed idrologiche. A breve risulterà quindi essenziale l'intervento del geologo, del biologo, e di tutti quei tecnici e ricercatori che sono in grado di utilizzare le informazioni prodotte dai modelli per ottenere stime quantitative degli effetti indotti dalle variazioni climatiche.

La maggior parte degli organismi internazionali e degli enti di programmazione della ricerca oggi insistono sulla necessità di un lavoro interdisciplinare che colleghi non solo i diversi campi di ricerca,

ma anche i ricercatori e gli utilizzatori. Questo permetterebbe di sviluppare davvero il tema della "climatologia operativa", in cui di fianco alle questioni più accademiche si affrontano, cercando di risolverle, anche le questioni più concrete, legate ad esempio a problematiche di protezione civile, di disponibilità e pianificazione nell'uso delle risorse e di produzione di energia.

Prospettive, fra adattamento, mitigazione e scetticismo. In particolare, una strategia importante, discussa ampiamente in questi mesi, è la diminuzione delle emissioni di aerosol carboniosi. In questo caso, vi sarebbe in aggiunta un miglioramento della qualità dell'aria legato alla riduzione dell'inquinamento. Negli ultimi anni, gli ambiti della mitigazione climatica e della qualità dell'aria si sono legati sempre più, a causa soprattutto del ruolo cruciale giocato dalle "polveri sottili" in entrambe queste problematiche.

Dal punto di vista modellistico, le questioni più interessanti riguardano la comprensione e la rappresentazione di quei processi ancora incerti e lo sviluppo di modelli climatici regionali per lo studio degli effetti della variabilità climatica. Un problema particolarmente importante è la stima degli effetti del cambiamento climatico sulla disponibilità di risorse naturali e sui rischi idrogeologici e ambientali. Ad esempio, una neonata commissione italiana dell'aege (International Association for Engineering Geology) è dedicata proprio a questi temi.

A livello di processi di base, i principali dubbi riguardano i meccanismi di retroazione che coinvolgono le nubi e l'effetto termodinamico degli aerosol sulle nubi e sulla precipitazione. Inoltre si sa ancora abbastanza poco dell'effetto della biosfera, in particolare della vegetazione, terrestre e marina, e della complicata rete di retroazioni e interazioni che legano biosfera e clima. Un altro ambito di incertezza riguarda la dinamica della turbolenza, sia oceanica sia atmosferica, e la sua rappresentazione in modelli che per necessità computazionali non possono descrivere le piccole scale spaziali (da qualche metro a qualche chilometro) dove la turbolenza dispiega tutta la sua energia.

Infine, vi è ancora molta incertezza sulla modellistica climatica a scala regionale, che fornisce informazioni climatiche su aree limitate di spazio (per esempio, la regione alpina o l'Italia peninsulare) e che risulta invece essenziale per stimare i possibili impatti dei cambiamenti climatici. Oggi vi è molto lavoro proprio sulla modellistica climatica a scala regionale, anche in Italia, e vi sono diverse iniziative nazionali per ottenere modelli regionali sempre più affidabili. Conclude Provenzale distinguendo in due categorie di "scettici": vi sono alcuni, che in genere non hanno mai lavorato su questioni di dinamica del clima e non sono aggiornati sui risultati delle ricerche in corso, che cavalcano la tigre dello scetticismo usando argomenti spesso ingenui, superati o faziosi e che generano soltanto un rumore di fondo che non aiuta nessuno; diverso è per gli scettici che pongono domande serie, sollevano questioni spinose ed evidenziano i problemi concettuali, i quali giocano un ruolo cruciale, stimolando la ricerca e spingendo verso una più profonda comprensione delle molte questioni ancora aperte "... ma in questo senso, siamo tutti scettici, è nello spirito stesso della ricerca scientifica".