

PREVISIONI, INNOVAZIONE E RICERCA SCIENTIFICA

LO SVILUPPO DELLE PREVISIONI DEL TEMPO È LEGATO A IMPORTANTI PROGRESSI SCIENTIFICI E HA STIMOLATO LO SVILUPPO TECNOLOGICO. L'AGENZIA ITALIAMETEO INCLUDE TRA I SUOI COMPITI LA RICERCA E L'INNOVAZIONE NEL SETTORE DELLE PREVISIONI METEOROLOGICHE E OCEANICHE A OGNI SCALA. QUESTO CI PORRÀ IN LINEA CON ALTRI PAESI AVANZATI.

La creazione della nuova agenzia ItaliaMeteo da parte della legge di bilancio 2018 è un significativo passaggio nella storia della meteorologia italiana. Il legislatore ha voluto dare all'Agenzia una serie di compiti in linea con il campo d'azione dei servizi degli altri paesi avanzati, dalle previsioni a breve a quelle a scala temporale più lunga. Anche l'area geografica include sia le aree regionali e nazionali che quelle globali, riconoscendo che la disponibilità di previsioni e informazioni meteo, climatiche e oceanografiche in diverse regioni del globo è importante per sostenere un'economia proiettata verso l'estero come quella del nostro paese. Inoltre, la legge riconosce il basilare contenuto tecnico-scientifico delle previsioni meteorologiche e oceaniche a ogni scala, includendo tra i compiti dell'Agenzia la ricerca e l'innovazione nel settore.

Gli interessi economici legati alla meteorologia sono enormi e ormai la disponibilità di previsioni meteo accurate, affidabili e tempestive deve essere concepita come una componente essenziale dell'infrastruttura di un paese avanzato, come i trasporti o la sanità. Spesso si sottovalutano le innovazioni su cui si basano le informazioni che alla fine finiscono nei diagrammi colorati che vediamo sui media. Lo sviluppo del moderno sistema di previsioni è stata una grande e affascinante storia scientifica e tecnologica, che ha portato alla creazione di uno dei pochi veri programmi mondiali di collaborazione internazionale di successo: l'Organizzazione mondiale della meteorologia. È stata anche una grande avventura culturale e scientifica, resa possibile da una ricerca scientifica che ha sollevato problemi culturali tra i più interessanti di questo secolo e che ha sviluppato interi campi di ricerca, come il calcolo scientifico, la stima e l'ottimizzazione dei dati, le telecomunicazioni e certe parti della matematica.



FOTO: WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION

Le equazioni dell'atmosfera rappresentano uno dei più difficili problemi di matematica applicata conosciuti. In termini tecnici si tratta di equazioni alle derivate parziali con una parte spaziale e una parte temporale. I campi atmosferici, come per esempio il vento, variano sia nel tempo che nello spazio. Nello stesso istante, il vento a Roma è diverso dal vento a Parigi, così come il vento alla superficie è diverso dal vento in alto. D'altra parte il vento di oggi a Madrid è diverso dal vento di domani a Madrid. L'evoluzione nello spazio e nel tempo è espressa nelle equazioni attraverso termini che mettono in relazione punti diversi dello spazio e istanti diversi nel tempo. L'equazione del vento, per esempio, contiene l'informazione che la differenza di pressione tra Roma e Parigi deve stare in una certa relazione con il vento

medio tra le due città. I termini temporali delle equazioni sono particolarmente interessanti perché esprimono una relazione tra i valori dei campi in istanti diversi.

Dal punto di vista matematico tali sistemi sono ben conosciuti, vengono chiamati problemi ai valori iniziali e sono caratterizzati dal fatto che la conoscenza dei campi in un solo istante determina completamente la loro evoluzione successiva. Questa conclusione e altre ancora possono essere raggiunte semplicemente dall'ispezione delle equazioni senza risolverle, ma risolverle in forma chiusa è un'altra storia. La loro soluzione generale in forma analitica, cioè per così dire con carta e matita, è apparsa subito impossibile in forza del loro carattere non lineare. La soluzione di un tale sistema di equazioni così complicata

può essere quindi trovata solo in modo approssimato, cercando di sostituire all'equazione esatta delle altre equazioni più facilmente risolvibili.

Una forma di approssimazione già ben nota all'inizio del secolo consiste nel lasciare tutti i termini delle equazioni nella loro forma più completa, ma nell'approssimare i complessi oggetti matematici nelle equazioni con delle differenze, rendendo le equazioni molto più malleabili, anche se abbiamo molti più calcoli da fare.

Il primo che ebbe la visione chiara che questa era la strada da percorrere fu Richardson, che nel 1925 tentò di sostituire le differenze in modo drastico. Le equazioni discretizzate, infatti, possono essere viste così:

$$T(t+dt) = T(t) + \text{un'enorme quantità di altri conti al tempo } (t)$$

Il calcolo ci mette in condizione di poter trovare il nuovo valore, per esempio, della temperatura a un intervallo dt nel futuro. Esistono ragioni molto pratiche (non ci sono *free lunches*) che impongono che dt sia molto piccolo, dell'ordine dei minuti. Una volta trovato il nuovo $T(t+dt)$ basta invertire le parti (un vero gioco delle parti) ponendo $T(t)=T(t+dt)$ ed ecco

che la stessa procedura ci darà $T(t+2dt)$ e così un passettino alla volta possiamo andare avanti, con qualche cautela, finché ci pare. Il procedimento è molto simile alla costruzione di una ferrovia, dove il treno può progredire ponendo le nuove traversine davanti a sé poco alla volta. Ogni giorno il treno avanza solo di cento metri, ma prima o poi, si può costruire tutta la Transiberiana.

Naturalmente, occorre avere le informazioni da cui partire. La rete osservazionale costituisce le fondamenta di tutto il sistema di previsioni numeriche. La natura turbolenta dell'atmosfera fa sì che anche per previsione a breve periodo, per esempio uno e due giorni, sia necessario avere a disposizione dati su aree molto vaste del globo. La rete osservativa, per quanto fitta e con il contributo determinante dei satelliti, non può essere dappertutto e quindi sofisticati sistemi sono stati creati per stimare lo stato istantaneo dell'atmosfera e dell'oceano, collettivamente conosciute come assimilazione dati.

Si vede quindi come lo sviluppo delle previsioni del tempo sia stato legato a importanti sviluppi scientifici nella conoscenza della dinamica dell'atmosfera e dell'oceano e abbia stimolato lo sviluppo

tecnologico di piattaforme di calcolo elettronico. I problemi emergenti dalle previsioni operative hanno stimolato nuovi campi d'indagine e hanno addirittura creato nuove discipline scientifiche, come l'assimilazione dati, e d'altro canto, le scoperte scientifiche hanno permesso lo straordinario sviluppo delle previsioni meteo e climatiche. Le attività operative costituiscono un banco di prova severo per le idee e i metodi sviluppati dalla ricerca e permettono la validazione e la conferma delle ipotesi scientifiche.

L'innovazione è invenzione seguita dall'adozione dell'invenzione, ma non ci sono invenzioni senza scoperte. Questo nesso tra scoperte, invenzione e innovazione è immediatamente evidente nel caso del rapporto tra ricerca e operazioni nel caso dell'atmosfera e dell'oceano. La creazione di ItaliaMeteo, che esplicitamente annovera tra i suoi compiti la ricerca e lo sviluppo tecnico-scientifico, permetterà lo sviluppo di questo fruttuoso dialogo anche nel nostro paese.

Antonio Navarra

Presidente del Centro euro-mediterraneo sui cambiamenti climatici (Cmcc)

GIORNATA MONDIALE DELLA METEOROLOGIA

WEATHER-READY, CLIMATE-SMART: I CAMBIAMENTI CLIMATICI RICHIEDONO UNA PARTICOLARE ATTENZIONE

Preparati per affrontare le condizioni meteo, attenti ai cambiamenti climatici, oculati nella gestione delle risorse idriche: sono questi i temi che l'Organizzazione mondiale della meteorologia (Wmo) ha posto al centro della Giornata mondiale della meteorologia, 23 marzo 2018.

La crescita costante della popolazione mondiale porta con sé un aumento dei rischi legati agli eventi meteorologici, come i cicloni tropicali, le forti piogge, le ondate di calore, i periodi di siccità. Il cambiamento climatico sta incrementando l'intensità e la frequenza degli eventi estremi, oltre a causare l'innalzamento del livello del mare e l'acidificazione degli oceani. L'urbanizzazione, con la crescente estensione delle megalopoli significa che più persone sono vulnerabili ed esposte ai pericoli. Ora più che mai, quindi, dobbiamo essere preparati e sviluppare una particolare attenzione nei confronti di meteo, clima e acqua o, nelle parole del Wmo, dobbiamo diventare "weather-ready, climate-smart and water-wise".

"Questo è necessario - afferma il segretario generale Wmo, Petteri Taalas - per supportare l'agenda internazionale sullo sviluppo sostenibile, la riduzione dei rischi da disastri ambientali e l'adattamento ai cambiamenti climatici". Una delle priorità evidenziate è quella di migliorare i sistemi di allertamento precoce (*early warning systems*) e le risposte coordinate agli eventi estremi. "La resilienza agli eventi meteo e climatici estremi dovrà essere sviluppata basandosi sugli avanzamenti della scienza e della tecnologia nel campo delle previsioni. La forte riduzione delle vittime dovute a eventi meteo estremi negli ultimi 30 anni è in gran parte attribuibile proprio al potenziamento dell'accuratezza delle previsioni e delle allerte meteorologiche e al miglioramento del coordinamento delle autorità chiamate a gestire le emergenze".

Maggiori informazioni su <https://public.wmo.int/en/resources/world-meteorological-day/wmd-2018>

