

EDITORIALE

di Daniela Cocchi

Il futuro di tutte le specie viventi è condizionato, seppure in maniere diverse, dall'evoluzione delle condizioni ambientali. Il cambiamento delle condizioni ambientali è in parte determinato da fattori indipendenti dai comportamenti umani e in parte dalle conseguenze dell'antropizzazione. La tragedia che, alla fine del 2004, ha colpito il sud dell'Asia è un esempio di come sconvolgenti modifiche ambientali non siano da attribuire unicamente ai comportamenti umani. Tuttavia, le alterazioni dell'ambiente dovute alle azioni umane costituiscono fattori continui di pressione che hanno cambiato radicalmente il pianeta. Molte di esse, anche se proposte allo scopo di migliorare le condizioni generali di vita, come le bonifiche, la costruzione di strade, la rivoluzione dei mezzi di trasporto, la produzione di farmaci, hanno portato, d'altro canto, a inconvenienti non trascurabili che possono essere sinteticamente riassunti in inquinamento di aria, acqua, suolo, alterazione degli ecosistemi e, in varia misura, in effetti negativi sulla salute. La comprensione dello stato dell'ambiente e le conseguenti decisioni per il miglioramento della situazione ambientale interessano diversi attori: i decisori pubblici, le organizzazioni ambientali, il mondo della produzione, la società in molte delle sue articolazioni.

L'interazione tra salute e ambiente è uno degli ambiti di studio più stimolanti nella sfida per l'evoluzione della specie umana, oltre che, più in generale, per lo sviluppo delle specie biologiche. Si tratta di un argomento molto complesso, fortemente interdisciplinare e di difficile analisi, anche perché i paradigmi delle varie discipline di riferimento si fondano su presupposti non omogenei tra loro. Coinvolge vari ambiti scientifici, che vanno dalla fisica, alla chimica, alla biologia, all'epidemiologia, alla meteorologia, i quali danno luogo congiuntamente ad un contesto che deve essere esplorato secondo molte dimensioni, seguendo impostazioni che per ciascuna direzione risentono della formazione specifica dei ricercatori. Gli argomenti potenzialmente coinvolti sono molto diversi, e spaziano attraverso una gamma molto ampia, dall'analisi dell'ambiente biologico naturale a quella dei livelli di inquinamento, a quella delle condizioni di salute e delle determinanti della mortalità. Si tratta di analisi basate su dati eterogenei, caratterizzati da errori di misura, e spesso raccolti per finalità diver-

se. Una buona strategia nello studio dell'interazione tra ambiente e salute consiste nel mantenere salde le impostazioni delle diverse discipline interessate, mettendo in relazione i diversi schemi interpretativi senza soffocarli vicendevolmente.

In questo quadro la modellazione statistica, che governa l'incertezza utilizzando gli strumenti del calcolo delle probabilità, può dare contributi notevoli.

I modelli statistici, infatti:

1. sono caratterizzati da elevata flessibilità e possono adattarsi ad un'ampia gamma di problemi;
2. consentono di proporre metodi di analisi appropriati per trattare congiuntamente dati eterogenei, che sono stati raccolti secondo finalità informative diverse;
3. permettono di scontare l'inappropriatezza dello strumento di misura.

La modellazione statistica costituisce un metodo di lavoro che può vincere la sfida implicitamente contenuta nella definizione del problema stesso. Essa costituisce infatti una chiave per instaurare la compatibilità delle informazioni disponibili e successivamente rafforzarla. Permette, inoltre, di trattare adeguatamente il problema delle diverse scale (spaziale o temporale) su cui i dati sono raccolti o, più in generale, del diverso supporto di definizione dei fenomeni. Questa difficoltà si presenta sovente: sono frequenti infatti i casi in cui si devono mettere in relazione dati puntuali con dati rappresentativi di un'area, oppure combinare dati dalla rappresentatività spaziale limitatissima con altri dati che rappresentano aree molto più estese.

I potenziali livelli di focalizzazione delle questioni, essendo molto diversi, non debbono essere confusi e debbono essere mantenuti distinti. Da un lato, infatti, si studiano le modifiche delle condizioni planetarie più generali, come l'evoluzione del clima, l'effetto della deforestazione, le grandi catastrofi, naturali o provocate dall'azione umana. D'altro canto interessa investigare anche in ambiti più specifici, come le situazioni delle aree urbane, relativamente ridotte rispetto alla globalità dell'ambito appena descritto. Ricevono la dovuta attenzione anche questioni settoriali dedicate a temi più circoscritti, come gli studi sul traffico o sullo smaltimento dei rifiuti, trattato sia da un punto di vista generale o, più specificamente, con riferimento ad aspetti specifici come i rifiuti farmaceutici o quelli ospedalieri.

Il problema è complesso; il modo di affrontarlo deve essere necessariamente multidisciplinare. Le cosiddette "scienze dure" offrono gli strumenti per le analisi sostanziali, mentre le scienze sociali, la filosofia e il diritto forniscono schemi interpretativi, modelli di riferimento, paradigmi per l'analisi. Un esempio è il concorso delle diverse discipline per arrivare a proporre norme di legge basate sul principio precauzionale, piuttosto che sull'idea di punizione o della proposta di rimedi dopo che fatti irreparabili

sono accaduti. L'esempio attualmente più importante di applicazione del principio precauzionale è il protocollo di Kyoto che, pur producendo un effetto verosimilmente non elevato sulla riduzione del riscaldamento globale, costituisce la base per proporre future politiche di riduzione delle emissioni più estese. L'adozione del protocollo comporta un costo valutabile come una certa frazione del prodotto mondiale, dovuto alle modifiche necessarie nella produzione dell'energia, a fronte di benefici difficilmente quantificabili, ad esempio, quelli in termini di preservazione della biodiversità. Gli ambiti toccati nella valutazione del principio precauzionale sono, in questo contesto, almeno quelli dell'economia, della teoria statistica delle decisioni e quello della psicologia, ricordando anche che non esiste una definizione univoca del principio stesso. Purtroppo il principio precauzionale, che riguarda il problema della scelta in condizioni di incertezza, viene quasi sempre discusso senza formalizzazione e senza fare riferimento alla teoria della scelta in condizioni di incertezza o alla teoria dell'utilità attesa. La questione è complicata dal fatto che le conseguenze negative di scelte alternative non sempre sono chiare e vengono al massimo interpretate cercando il bilanciamento delle loro probabilità, o della loro sensibilità e specificità, vista la difficoltà del conseguimento di prove conclusive, siano esse scientifiche o legali. L'obiettivo dovrebbe comunque essere quello scegliere l'azione che dà luogo al beneficio atteso più elevato, anche se si può ottenere in pratica una distorsione a favore della scelta di azioni che sono falsamente ottimistiche.

Come ulteriore esempio, molti studi si sono focalizzati sulle relazioni tra inquinamento ed effetti negativi sulla salute, in termini di mortalità e morbilità, tenendo conto delle variazioni nel clima e negli ecosistemi. In questo tipo di analisi, i modelli interpretativi debbono studiare relazioni tra sottomodelli di tipo fisico, chimico e comportamentale. Le differenze profonde nei paradigmi delle discipline che insieme concorrono a studiare la relazione tra ambiente e salute arrivano perfino a influenzare il modo in cui si definiscono le quantità da misurare, si stabiliscono le modalità di misurazione e si effettuano le rilevazioni. Anche la raccolta dei dati è, di norma, effettuata da istituzioni molto diverse tra loro, che hanno impostato regole operative indipendenti e non uniformi.

Come conseguenza, i dati ambientali variano enormemente rispetto alla scansione temporale, la densità nello spazio e le modalità nella rilevazione. Questa notevole eterogeneità si manifesta anche per i dati che riguardano gli effetti dell'alterazione ambientale sugli ecosistemi o sulla salute umana.

Le quantità che vengono utilizzate per investigare sulle relazioni tra ambiente e salute rappresentano spesso approssimazioni anche abbastanza grossolane delle realtà che intendono descrivere.

Si prendano, ad esempio, gli ingredienti degli studi più diffusi, seri e documentati che vengono svolti riguardo a tale relazione: gli studi multi-

centrici sulle relazioni tra inquinamento atmosferico e mortalità, o ricoveri ospedalieri, nei centri urbani. Questi studi hanno prodotto, in diversi paesi, risultati utili e interessanti. Tuttavia impiegano variabili che non misurano direttamente le quantità in gioco nei modelli e soffrono del problema della confrontabilità dei dati in quanto gli standard di rilevazione variano nei diversi centri. Inoltre, i dati di mortalità non tengono conto della storia dei diversi individui, e quindi sono affetti da fattori di confondimento, mentre le stazioni di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico nelle aree urbane forniscono una sorta di esposizione media e non individuale. Non si può inoltre trascurare il contributo confondente delle condizioni meteorologiche ai livelli di inquinamento e alle conseguenze sulla salute umana.

I problemi di interazione tra ambiente e salute coinvolgono molte dimensioni: si pensi all'analisi congiunta dei valori di concentrazione di diversi inquinanti assieme ai valori delle variabili ritenute rilevanti per descrivere lo stato di salute. Non è infrequente che, anche decidendo di utilizzare strumenti statistici potenti, sia necessaria una riduzione della dimensione dei dati, ad esempio calcolando valori sintetici di qualche tipo, come medie giornaliere o medie mobili su diverse ore, o valori medi calcolati rispetto allo spazio, che influenzano le analisi successive senza che i fondamenti delle decisioni prese vengano più ridiscussi. Nonostante l'adozione di assunzioni semplificatrici, i modelli vengono a volte costruiti utilizzando insiemi di dati che rimangono scarsamente omogenei. Per questa ragione, soluzioni vincenti dovrebbero utilizzare il contesto di modellazione più flessibile. Quanto più un modello è rigido, tanto più ha bisogno di assunzioni preliminari che non vengono ulteriormente poste in discussione, pur influenzando i risultati in modo non esplicito. Le modellazioni più flessibili sfruttano le potenzialità del calcolo delle probabilità e sono dunque fondate sulla statistica.

I modelli statistici che mettono in relazione dati eterogenei sono spesso costruiti in maniera gerarchica, utilizzando contemporaneamente sia variabili misurate a livello individuale sia variabili misurate a livello aggregato. Questi modelli possono tenere conto sia della gerarchia nella costruzione dei dati sia della gerarchia logica nella costruzione del problema.

La costruzione di modelli statistici che sfruttano il calcolo delle probabilità offre strumenti di analisi molto potenti, che si rivelano utili soprattutto perché sono in grado di governare e misurare l'incertezza associata alle conclusioni. Questa modellazione può proporre strutture maggiormente rigide là dove le informazioni sono di migliore qualità o la teoria delle discipline sostantive più forte. Propone invece soluzioni più flessibili dove le informazioni sono meno strutturate o la qualità dei dati inferiore. Tuttavia, la statistica è una disciplina di servizio e, quando viene utilizzata per comprendere e spiegare fenomeni reali, deve reggersi saldamente a due capisaldi che non sono direttamente governati dai suoi specialisti: il sistema di

produzione dei dati, unito alle sue caratteristiche, e il supporto fornito dallo schema interpretativo esterno, suggerito da una disciplina sostanziale, che propone i fondamenti delle relazioni principali da investigare.

Questo numero monografico raccoglie una serie di contributi su importanti aspetti fondazionali della relazione tra ambiente e salute, dalla bioetica alla epistemologia, al dibattito sul principio precauzionale. Alcuni tra i saggi presentati affrontano esempi stimolanti riguardo alla salute e la sua relazione con specifici momenti salienti: l'impiego dei mezzi a motore, la situazione di comunità emarginate, la gestione dei rifiuti sanitari, la mobilità sanitaria, il rapporto medico-paziente, gli alimenti funzionali.

La realizzazione dell'opera rappresenta uno spunto per una riflessione interdisciplinare, indirizzata in modo trasversale agli studiosi di tutte le discipline coinvolte nello studio delle relazioni tra ambiente e salute.