

## Ramona Magno

Se guardiamo le variazioni climatiche degli ultimi 500 milioni di anni ci rendiamo conto che è vero quello che dicono i negazionisti: il clima è sempre cambiato e ci sono stati dei periodi più caldi di oggi. In effetti nelle ere passate ci sono state temperature ben più alte di quelle attuali. Ma se analizziamo la scala temporale è evidente che ciò che cambia è la velocità di questi mutamenti. Negli ultimi 10mila anni c'è stata una stabilizzazione del clima che ha permesso la diffusione dell'essere umano su tutto il pianeta e l'avvento dell'agricoltura. Negli ultimi 2.000 anni circa, si osservano comunque oscillazioni: è visibile il periodo caldo medievale, seguito dalla piccola era glaciale tra il 1500 e il 1700, per giungere infine agli ultimi decenni, con un picco improvviso e immediato a partire dai primi del '900. Ma cos'ha di diverso rispetto alle epoche precedenti? L'asse temporale. Questa variazione sta avvenendo in un tempo molto più breve rispetto alle precedenti, quindi affermare che questo cambiamento è uguale ad altri del passato non è corretto ed è la vera differenza da contestare ai negazionisti, cioè la velocità del cambiamento.

Uno dei problemi del mondo mediatico e divulgativo è che si confonde il termine meteorologia con il termine climatologia. La meteorologia studia il tempo meteorologico a breve termine, quello che vivo adesso. Il clima, invece, è un fenomeno più ampio sia temporalmente che spazialmente, poiché riguarda il globo e cambia nel tempo, pur con fluttuazioni annuali. Infatti parliamo di trend climatici. Spesso i giornalisti non riescono a far passare questa differenza e c'è una confusione nella popolazione perché d'estate i media spingono sui record: "domani previsti 47 gradi, il record mai raggiunto negli ultimi x anni". Quindi c'è questa percezione distorta che è dovuta al fatto che si parla di meteorologia ma si fa riferimento al clima. Ecco quindi che la difficoltà di comunicare il problema siccità perché spesso si semplifica, spesso mi telefonano chiedendo subito i numeri, io dico: aspetta, fammi prima spiegare cos'è e cosa sta succedendo. Passo mezz'ora al telefono e poi il trafiletto sulla siccità è di due righe. Con i numeri! Bisogna, quindi, educare i media a ragionare in modo più approfondito. Non tutti sono così, ho avuto anche esperienze positive in cui si rendevano conto che non è la loro materia e quindi io cerco di dare una mano e si crea veramente un'interazione positiva fra noi i media e la società che poi legge alla fine il pezzo o lo ascolta.

Secondo l'Isac questa è stata l'ottava estate più calda in Italia dal 1800, le temperature di settembre mostrano anomalie fortissime in tutta l'Italia. Ma anche qui stiamo parlando di meteorologia, se prendiamo quest'estate e la inseriamo in una serie storica, allora parliamo di climatologia e ci accorgiamo che l'estate del 2023 è stata la più calda dal 1880. Ora, non analizziamo solo quest'estate, ma l'intero trend: dal 1880/90 in poi le temperature non fanno altro che aumentare; dal punto di vista di clima e cambiamento climatico c'è un forte trend in aumento. Qui si parla di clima. Altro esempio di confusione terminologica. L'estate del 2023 è stata appunto la più calda dal 1880 a livello globale. Negli USA l'estate più calda è stata il 1936, ma sarebbe una visione parziale di un anno e di una zona, nel resto del mondo quell'anno è stato tutto sommato fresco. Quindi la climatologia deve essere riferita a spazio e tempo molto più ampi, e questa è un po' una sfida per la mente umana che è abituata a ragionare su tempi brevi. Il problema che stiamo vivendo è globale e con una fortissima accelerazione negli ultimi decenni. Bisogna lavorare dal punto di vista comunicativo, sia con i media, che sono appunto i mediatori tra noi scienziati e il pubblico, sia con il pubblico stesso. Per quanto riguarda le variazioni di temperatura, si nota la presenza di una nuova media di temperature alte, con sempre meno giorni freddi e sempre più giorni caldi.

Anche guardando una carta climatica dell'Italia, un'immagine che i media riprendono spesso, sono evidenti le anomalie sempre più frequenti e sempre più intense. Quello che cambia sono anche gli eventi estremi, quelli che si stanno verificando non sono singoli, c'è una co-occorrenza di eventi. Uno studio del IPCC del marzo 2023 indicava come nella maggior parte dell'Europa si associassero eventi di ondate di calore con precipitazioni intense, oppure eventi estremi di siccità a sud e nell'Europa centrale addirittura tutti e tre caldo siccità e precipitazioni intense. Il cambiamento climatico sta accelerando ed è probabile che fra 2, 3 anni anche noi nel sud Europa ci troveremo ad avere tutti e tre i fenomeni in contemporanea, come abbiamo visto nell'ultimo anno.

Andando più al nocciolo delle mie competenze volevo parlare di siccità. Innanzitutto rispetto ad eventi estremi come alluvioni e tempeste di vento, la siccità è un fenomeno più subdolo, criptico e difficile da individuare, perché una riduzione delle piogge non è detto che porti ad una siccità. Quindi ha uno sviluppo molto più lento, mentre l'alluvione o la perturbazione arriva colpisce e va via. La siccità arriva in maniera lenta, può proseguire nei mesi e quindi in base a quanto dura ha diversi impatti, perché si sommano le problematiche.

I dati che riassumono delle precipitazioni del 2022 rilevano che è stato l'anno più siccitoso dal 1800, l'inverno ha avuto. La siccità, che ha colpito soprattutto il nord Italia, è partita a metà 2021 ed è diciamo durata fino ad aprile 2023. A maggio sappiamo che sono arrivate perturbazioni violente che hanno interessato alcune regioni e quindi tutti abbiamo pensato: la siccità è finita. Dipende, perché come dicevo è qualcosa che si somma nel tempo, dipende dalla scala temporale che analizziamo. Se andiamo a vedere gli ultimi tre mesi la situazione appare migliore perché in mesi sono comprese le precipitazioni nel nord, spesso a carattere temporalesco ed estremo, che quindi vanno ad aumentare le precipitazioni. Quindi se in capo ai 24 mesi comunque le risorse superficiali ora si trovano in una situazione abbastanza tranquilla, il problema sono le riserve sotterranee perché anche loro hanno sofferto non si sono ricaricate in questi due anni, si sono continuati a fare prelievi. Il problema delle risorse sotterranee è che hanno un tempo di ricarica molto più lunghi, che vanno da mesi ad anni. Quindi un deficit prolungato sui 24 mesi sta ancora impattando sulle risorse sotterranee.

Andando nello specifico questa siccità che stiamo vivendo verrà ricordata come una delle più gravi non solo per il deficit di pioggia. In passato abbiamo avuto spesso periodi di siccità, dal 2000 ad oggi abbiamo avuto: il 2003, il 2006-7, 2011-12, 2016-17 che hanno interessato diverse regioni. L'Emilia Romagna per esempio è stata particolarmente colpita nel 2011-12 e 2016-17. Il problema della siccità attuale iniziata nel 2021 è che c'è una co-occorrenza di problematiche che si sommano. Oltre alla scarsità di precipitazioni ci sono le temperature altissime. Addirittura nel 2022, su 12 mesi, 10 hanno registrato temperature superiori alla media. Le temperature alte dell'autunno e inverno hanno accelerato e anticipato i processi di evaporazione del suolo, quindi un apporto ancora minore di acqua nel sottosuolo oltre che da fiumi e laghi. Questo ha comportato anche una vegetazione in sofferenza già in inverno. Nel 2022 si sono verificati nel nord Italia incendi invernali di grosse dimensioni, una cosa che non capita spesso.

Ultimo fattore, credo forse il più impattante per quanto riguarda il nord Italia, è la neve. Abbiamo avuto due stagioni nevose praticamente scarse o nulle, il 2021-22 ha fatto registrare dal 50 al 70 % di neve in meno caduta sulle Alpi. Abbiamo avuto anche circa venti giorni in inverno col zero termico, cioè la quota alla quale si registra lo 0, oltre i 3000 metri. Vuol dire che dai 3000 in giù la neve non c'era, era acqua se c'era una precipitazione non era nevosa, quindi questo ha fatto ridurre ulteriormente il quantitativo di neve al suolo.

Il problema di non avere neve è che è una riserva importantissima perché in primavera fonde e va ad alimentare fiumi e laghi, ma anche e soprattutto le riserve sotterranee. Questa grave siccità ha interessato buona parte dell'Europa, perché le Alpi forniscono acqua non solo alla parte sud ma anche grandi fiumi del centro Europa come il Reno, il Danubio e il Rodano; nell'estate del 2022 c'erano grossi problemi per questi fiumi, che sono tra l'altro navigabili e utilizzati per il trasporto di merci. I livelli bassi bloccano anche l'economia.

Quali sono gli impatti del cambiamento climatico? Se guardiamo una mappa delle persone dislocate forzatamente a causa di eventi climatici estremi, si vede che nel 2022 abbiamo avuto 32 milioni di persone che sono state costrette a spostarsi all'interno del loro Stato per eventi climatici estremi: inondazioni, siccità, frane, temperature estreme, incendi e tempeste. Quindi una questione che non interessa solo una piccola zona del pianeta, nel 2022 questi eventi hanno coinvolto tutto il pianeta. Nel report dell'IPCC di marzo 2023 in base a diversi scenari che differiscono per l'aumento della temperatura media nei prossimi anni, si cerca di capire il livello di rischio nelle varie regioni d'Europa. Il sud Europa, per esempio, è zona ad alto rischio cioè fenomeni intensi e alta probabilità che questo accada, con un aumento di un grado e mezzo. Il mediterraneo è un hotspot climatico, vuol dire che qui questi eventi estremi sono molto più forti infatti noi il grado e mezzo l'abbiamo già raggiunto.

Quest'estate ci sono stati diversi decessi per colpi di calore, in Francia in particolare ci sono stati diversi decessi di lavoratori mentre raccoglievano l'uva in campo, con temperature di oltre 35 gradi a settembre.

Il ciclo dell'acqua è un ciclo chiuso quindi, in teoria, l'acqua è infinita. Ma quando diciamo che la risorsa idrica è in diminuzione intendiamo la risorsa acqua dolce che noi utilizziamo, e in questo caso c'è la riduzione dovuta ai cambiamenti climatici ma anche a pratiche non sostenibili. Questa riduzione, a seconda appunto di quanto è prolungata, può avere una serie di impatti di vario tipo. Il primo settore è ovviamente l'agricoltura. Dopo il 2022 i risicoltori del nord-ovest hanno perso diversi ettari di raccolto e molti hanno deciso quest'estate di non piantare il riso.

Poi c'è un'altra problematica, la salinizzazione. In Emilia Romagna il cuneo salino, cioè l'intrusione dell'acqua marina all'interno del delta del Po, è arrivato fino a 40 chilometri all'interno del fiume. Il delta del Po è più basso del livello del mare ma sono state fatte bonifiche e ci sono le pompe che mantengono il livello più basso per avere terreni fertili. Io sono andata sul delta a luglio e i campi di soia nelle zone limitrofe al fiume erano bruciati, non solo perché non si poteva irrigare ma perché se irrigavi lo facevi con acqua salata che brucia le piante per effetto dell'osmosi. Questo ingresso del cuneo salino non si limita al fiume ma anche al sottosuolo e quindi le radici delle piante vanno a pescare acqua salata. E quindi persi ettari di soia e mais, il mais è una delle colture più idrovore che ci siano quindi anche qui bisogna iniziare a ripensare come fare agricoltura. Il nord si è ritrovato in ginocchio perché non è abituato a questi eventi, tutta l'agricoltura è basata su una disponibilità d'acqua perenne data per scontata. Ci si inizia a rendere conto negli ultimi due anni che questa cosa sta cambiando e quindi non possono continuare a irrigare a pioggia o coltivare colture che richiedono una quantità d'acqua elevatissima, devono iniziare a ripensare a cosa c'è di alternativo a questa tipologia di coltura, come in Sicilia, dove si coltiva mango, papaia, il kiwi da decenni. Gli areali a causa dell'aumento delle temperature si spostano, o verso il nord e verso altitudini maggiori. Per questa problematica si crea il conflitto tra utenti, perché dell'acqua tutti ne hanno bisogno: agricoltura, energia, industria di ogni tipo e quando scarseggia iniziano i conflitti. L'anno scorso c'è stato un po' di attrito tra Veneto che aveva bisogno d'acqua per l'irrigazione e il Trentino che ne aveva bisogno per l'idroelettrico. Tali conflitti possono essere anche transnazionali, considerando che il Lago Maggiore si estende in parte anche in Svizzera.

Altra risorsa indispensabile per la vita è il suolo fertile che permette di far crescere le colture, i boschi, dà la vita. Il problema del cambiamento climatico e della siccità riguarda anche la perdita di fertilità del suolo, sempre combinati all'azione e alla cattiva gestione del suolo da parte dell'uomo. Quindi un'agricoltura intensiva, il disboscamento, l'impermeabilizzazione, l'espansione delle città, non fanno altro che sottrarre suolo fertile che è necessario per una maggiore infiltrazione dell'acqua nel sottosuolo. Se guardiamo la distribuzione della pericolosità idraulica ci accorgiamo che va di pari passo al consumo del suolo, in Emilia Romagna ad esempio è dovuta sia ad una pericolosità intrinseca del territorio dal punto di vista idrogeologico ma anche al fatto che è una delle regioni con il consumo di suolo e una impermeabilizzazione maggiore. Dagli anni 60 c'è stata una forte espansione delle aree boschive, oltre che delle aree urbane. Questa espansione, sicuramente positiva, è avvenuta soprattutto a spese dei terreni agricoli e dei pascoli. Una rinaturalizzazione non controllata può anche avere conseguenze negative, il bosco va gestito, perché poi possono aumentare problemi di incendi, di innesco di frane. Non è detto che l'agricoltura montana fosse una cosa negativa perché stabilizzava il territorio con i terrazzamenti, se fatta in maniera non intensiva è un arricchimento del suolo dal punto di vista della fertilità. L'agricoltura è spesso demonizzata ma dipende da come viene fatta, potrebbe anche essere un settore che può dare una mano a ridurre la CO<sub>2</sub> e stoccarla nel suolo aumentando l'humus, quindi la fertilità del terreno.

Le temperature alte fanno fondere la neve ma anche il permafrost, una riduzione del permafrost comporta che il suolo si scopre, il suolo assorbe calore mentre il ghiaccio riflette la luce quindi il calore. Ad agosto ad esempio per i ghiacciai alpini la quota dello 0 termico era stata anche per due settimane sopra i 5mila metri, vuol dire che sotto ho avuto fusione continua. Un ghiacciaio per formarsi ha bisogno anche di migliaia di anni, il ghiacciaio della Marmolada nell'ultimo secolo ha perso il 70% di superficie e il 90% in volume e si stima che entro il 2050 potrebbe scomparire del tutto. Per l'Appennino ci sono i dati dell'Abetone che mostrano che dal '69 al 2021 abbiamo avuto

anni molto nevosi altri meno però la tendenza è di evidente diminuzione e dal '69 a oggi abbiamo perso il 25% di altezza di neve durante la stagione invernale.

Altri impatti che si stanno verificando riguardano la durata delle stagioni vegetative, in uno studio del 2021 illustra come dal '52 al 2011 c'è un aumento importante della stagione vegetativa estiva e una riduzione di quella invernale. Le proiezioni future con lo scenario peggiore ci porteranno tra 2050 e 2100 ad avere una durata del ciclo vegetativo invernale ridottissima. Secondo alcune stime l'84% delle specie endemiche montane sono a rischio estinzione. Cosa comporta per l'allevamento e l'agricoltura quest'aumento della durata della fase vegetativa? All'inizio si potrebbe avere un effetto cosiddetto fertilizzante, perché più dura la stagione più la pianta può fotosintetizzare. Quindi all'inizio la pianta potrebbe aumentare la resa ma anche i rischi di eventi estremi in quella stagione: grandine, siccità, ondate di calore, quindi più si allunga la stagione vegetativa maggiore è la finestra di vulnerabilità della pianta. Inoltre aumenta il fabbisogno idrico, se aumenta la stagione estiva ho più bisogno di irrigare con spostamento degli areali. In un contesto di prato-pascolo può invece cambiare il mix di specie che lo compongono perché arrivano specie più adatte, ma non è detto che tali specie siano appetibili per l'allevamento.

C'è poi la mineralizzazione del suolo, un suolo più scoperto è più soggetto al caldo quindi alla mineralizzazione della sostanza organica con perdita di humus e fertilità, quindi il suolo si impoverisce. Per quanto riguarda i boschi la co-occorrenza di eventi estremi può scatenare delle reazioni a catena con effetti negativi sui servizi ecosistemici fondamentali del bosco come la capacità di sequestrare il carbonio, la capacità di infiltrazione dell'acqua, e la disponibilità di legname per vari usi. Un esempio è il caso del Bosco dell'Uccellina nel grossetano. Nel 2016-2017 la Toscana è stata colpita da una forte siccità, quindi il bosco di lecci, che prima era in perfetta salute, ha iniziato a presentare una moria di alberi a macchia di leopardo, forse dovuta al fatto che ci sono varietà di leccio differenti dal punto di vista genetico, che sopportano meglio o peggio la siccità. Capire questa cosa può ovviamente essere utile per fare un reimpianto, almeno so quale varietà può essere più resistente ed evitare questi eventi in futuro. Un altro caso molto noto è stata la tempesta di vento Vaia in Trentino che non solo ha devastato vastissime aree boschive ma ha aumentato la presenza e la diffusione del *Bostrico Tipografo*, un insetto che era già presente ma aveva una diffusione molto lenta. Con l'indebolimento della foresta questo insetto ha la possibilità di espandersi molto velocemente con l'aumento degli alberi morti. Quindi sono effetti che si cumulano, un evento estremo può causare a catena altre problematiche. Anche per questo dovremmo cambiare paradigma, perché noi gestiamo sempre l'emergenza dopo che si presenta mentre bisognerebbe gestire il rischio e pensare prima a cosa posso fare per ridurre gli impatti negativi, facendo interagire in modo più efficiente la governance nazionale e i singoli territori, rafforzando con interventi mirati la capacità di adattamento, investendo sulla conservazione e la gestione sostenibile della risorsa idrica, coinvolgendo le comunità, rafforzando partecipazione e comportamento-informato.