



I CAMBIAMENTI CLIMATICI

IL CASO DELLA PICCOLA ERA GLACIALE

FRANZ MAUELSHAGEN

Nella seconda metà del XX secolo si è assistito a un'esplosione di nuove prove e dati sulla storia del clima che hanno rimodulato sensibilmente la nostra prospettiva sulle forze da cui ha avuto origine la «piccola era glaciale», caratterizzata da clima freddo, che durò dal 1300 al 1900, prima dell'inizio del riscaldamento globale nel XX secolo. Recenti simulazioni suggeriscono che le coltri glaciali avrebbero probabilmente cominciato a crescere migliaia di anni fa se non fosse stato per gli standard insolitamente alti di CO₂ nell'atmosfera. Ciò avrebbe provocato un ritardo nell'avvio della glaciazione di 50.000 anni. Dall'alba dell'industrializzazione, i parametri di CO₂ sono aumentati ulteriormente, prolungando quel ritardo di altri 50.000 anni.

Nel 2014 il «Journal of Interdisciplinary History» ospitò una discussione sulla cosiddetta «piccola era glaciale», comunemente ritenuta, e largamente accettata, come un periodo di clima freddo che durò alcuni secoli (secondo la maggior parte delle cronologie dal 1300 al 1900), prima dell'inizio del riscaldamento globale nel XX secolo. Due storici dell'economia – senza comprovate competenze nel settore – hanno però diagnosticato un «tramonto della piccola era glaciale» ricorrendo a un bagaglio di analisi statistiche per metterne in dubbio la legittimità¹. Tuttavia, il loro contributo fu scartato perché essi avevano lavorato solo su una serie di ricostruzioni delle temperature europee tratte da documenti storici, escludendo dall'inizio ogni altro tipo d'indagine – basata su fenomeni naturali e che considerasse altre parti del mondo. Le carenze nella loro tesi erano fin troppo ovvie e facili da confutare, per cui la disputa si arenò rapidamente, mentre avrebbe potuto svilupparsi in un dibattito molto più proficuo², auspicato da tempo.

1. KELLY – Ó GRÁDA 2014, pp. 301-325.

2. BÜNTGEN – HELLMANN 2014, pp. 353-368; WHITE 2014, pp. 327-352.



Oggi molti studiosi della storia dei cambiamenti climatici avvenuti negli ultimi 2000 anni sono riluttanti a utilizzare termini convenzionali e, probabilmente, un po' datati, come «piccola era glaciale», «periodo caldo medievale» o «optimum climatico romano», per distinguere tra fasi un po' più fredde e un po' più calde durante l'Olocene, il periodo più recente della storia della Terra. Tuttavia, mentre quest'ultima è un'epoca definita secondo parametri geologici internazionalmente riconosciuti³, non esistono analoghi riferimenti ufficiali per i periodi di cambiamento climatico al suo interno.

Nell'intento di individuare uno schema nella congerie crescente dei dati sulle oscillazioni climatiche nel corso degli ultimi 11.700 anni, definizioni come «piccola era glaciale» rappresentano un tentativo di strutturazione del discorso sulla storia climatica della Terra, allo scopo di creare dei punti di riferimento nell'ambito del linguaggio che utilizziamo. A fronte di tale desiderio legittimo, diventa inevitabile sostenere questa terminologia con prove scientifiche. Il problema risiede nel fatto che i riferimenti per le definizioni sono cambiati, spesso in modo tacito, da quando furono introdotte per la prima volta espressioni come «piccola era glaciale». Alcune delle tradizioni scientifiche al cui interno esse avevano un senso sono state seppellite sotto strati di nuove conoscenze, e ciò spiega la reticenza, più o meno accentuata, di molti studiosi nei confronti di questi termini. La ricerca scientifica – e la sua discussione pubblica – ha ormai perso il contatto con quelle tradizioni. Per connettersi nuovamente a esse è fondamentale volgere lo sguardo indietro, alla storia delle idee scientifiche, nel nostro caso all'idea del cambiamento climatico, e ricominciare la discussione da lì.

Il primo dibattito sul tema cominciò a svilupparsi nel quadro della gestione ambientale coloniale del XVIII secolo, soprattutto in Nord America e nei Caraibi. In tale ambito i coloni e i funzionari coloniali in Francia, Spagna e Inghilterra ritenevano che le attività umane (deforestazione e siccità) avrebbero determinato un cambiamento delle stagioni più estreme nel clima nordamericano, rendendolo più salutare per gli europei. Tale confronto dialettico raggiunse il suo culmine nella seconda metà del XVIII secolo, quando gli 'uomini di lettere' di entrambe le sponde dell'Atlantico si fecero portatori di visioni opposte in ordine all'acclimatazione e ai suoi effetti sulle persone e sugli animali nelle colonie. Già verso la fine del XVII secolo i naturalisti e gli osservatori meteorologici in Nord America credevano di

3. WALKER ET AL. 2009, pp. 9-17.

aver raccolto prove sui cambiamenti delle temperature e delle precipitazioni in alcuni luoghi, attribuendoli ai loro sforzi di coltivazione di quella che ritenevano fosse una 'terra selvaggia'. Ma fu solo nella seconda metà del XVIII secolo, quando la climatologia cominciò ad affermarsi come disciplina scientifica, che le modifiche vennero definite espressamente come «cambiamenti climatici»⁴.

In sostanza, quando l'idea venne discussa per la prima volta durante l'Illuminismo, per cambiamento climatico s'intendeva quello *antropogenico*, ed esso divenne parte di un 'progetto coloniale'.

Il conte Georges-Louis Leclerc de Buffon (1707-1788), nella trattazione *Epoche della Natura*, arrivò persino a sostenere il potenziale controllo futuro dell'uomo sul clima. «Nulla sembra essere più difficile, per non dire impossibile, dell'opporsi al successivo raffreddamento della Terra e del riscaldamento della temperatura; eppure è un'impresa che l'uomo può compiere e che ha già compiuto» egli scrisse⁵. Buffon era convinto che la Terra stesse lentamente ma costantemente raffreddandosi e che la 'civiltà' avrebbe potuto fermare questa tendenza mediante il ripopolamento, il prosciugamento e la bonifica dell'intero pianeta. Più avanti vedremo come s'inquadra il suo ingenuo ottimismo nella prospettiva della scienza climatologica del XXI secolo, con i mezzi che proponeva Buffon, con la sua immaginazione visionaria della capacità dell'uomo di modificare il corso naturale del clima della Terra, con effetti duraturi anche sui tempi geologici. L'idea dei cambiamenti climatici è stata poi ripresa dagli storici e dai filosofi della storia. Johann Gottfried Herder (1744-1803), che attribuì al clima un ruolo chiave nell'interpretazione delle diversità culturali del mondo, ne parla nella sua opera *Idee per la filosofia della storia dell'umanità* (1784). Nella *Storia del declino e della caduta dell'Impero romano*, Edward Gibbon (1737-1794) descrive l'importanza dei cambiamenti climatici per le «migrazioni barbariche» verso i confini dell'Impero romano, ipotesi che è entusiasticamente abbracciata, oggi, dai nostri climatologi alla ricerca di prove storiche a sostegno della tesi secondo cui il riscaldamento globale porterà a un aumento delle migrazioni di massa. Nella sua descrizione delle antiche terre germaniche, Gibbon sostiene che «quell'Europa era molto più fredda di quella attuale». In Scandinavia la scomparsa del popolo che abitava la Groenlandia ha dato adito a speculazioni circa i cambiamenti climatici. Facendo riferimento ai documenti scritti, Fredrik V. von Ehrenheim (1793-1857) ha ipotizzato che il rapido raffreddamento

4. MAUELSHAGEN 2018.

5. BUFFON 1778, p. 240.

avvenuto nell'alto Medioevo facesse seguito a un periodo più caldo verificatosi intorno all'XI secolo, anticipando quella che poi sarebbe stata definita la transizione dal periodo caldo medievale alla piccola era glaciale. Queste idee furono, ovviamente, ampiamente dibattute. Autorevoli esponenti, quali François Arago (1786-1853), Joakim Frederik de Schouw (1789-1852) e Alexander von Humboldt (1769-1859), si mostrarono scettici, perché le prove erano comunque ambigue. Il dibattito storico sul clima raggiunse il punto di non ritorno quando la ricerca scientifica cominciò a esplorare le ere geologiche e glaciali. Una volta superate le resistenze iniziali alla teoria delle ere glaciali, i cambiamenti climatici entrarono con pieno diritto nella storia della Terra, che aveva incominciato a staccarsi dalla storia dell'uomo nel XVIII secolo. La teoria di Charles Darwin (1809-1882) sull'evoluzione della specie ha ulteriormente inasprito il divario.

Formatasi una disciplina accademica sotto l'egida dello storicismo, le testimonianze scritte divennero il dominio della 'storia', restringendo il raggio d'azione ad alcuni millenni, rispetto alle precedenti proporzioni bibliche. Il tempo geologico divenne così 'preistoria', soprattutto perché la conoscenza del remoto passato – cioè prima dell'invenzione della scrittura – si basava necessariamente su prove archeologiche o geologiche. In questo modo i cambiamenti climatici si affrancarono dalla storia scritta.

Nella seconda metà del XIX secolo le registrazioni meteorologiche sembravano mostrare solo oscillazioni casuali delle temperature e delle precipitazioni. Il quadro cambiò quando le medie globali, calcolate in un arco temporale di trent'anni, sulla base dei dati definiti dalla World Meteorological Organization, mostrarono una chiara tendenza verso il riscaldamento, alimentando così congetture sulle sue cause sin dal 1911. In quegli anni, anche se alquanto paradossalmente, i glaciologi stavano già svolgendo un'attività importante nel rilanciare l'idea dei cambiamenti climatici nella storia. I ghiacciai, infatti, avevano alimentato l'ipotesi di un'era glaciale durante la preistoria e avevano anche fornito le prove a sostegno di questa teoria, portando a una intensificazione degli studi sui ghiacciai. Sin dalla metà del XIX secolo, queste osservazioni avevano registrato un ritiro dei ghiacciai in molte località della Terra, indicandone così un riscaldamento. In ogni caso, sembrava abbastanza chiaro che i ghiacciai fossero molto sensibili alle oscillazioni relativamente a breve termine. Queste scoperte motivarono la creazione di un'associazione internazionale di glaciologia comparata, la *Commission internationale des Glaciers* (Cig). Fondata nel 1894, precedette la costituzione di orga-

nizzazioni nazionali che avrebbero fornito i dati per il raffronto internazionale. Più tardi, lo «Zeitschrift für Gletscherkunde» (Giornale di ricerca sui ghiacciai) divenne l'organo ufficiale della Cig. Il primo numero conteneva un'introduzione programmatica di Eduard Brückner (1862-1927), che illustrava l'ipotesi principale secondo cui le oscillazioni glaciali rispecchiavano le variazioni e i cambiamenti climatici avvenuti in tutti i tempi, sia durante la preistoria che nel tempo storico. I glaciologi svilupparono anche nuove abilità nel seguire i movimenti glaciali nel corso dei secoli. I raffronti confermarono che molti di questi movimenti si erano verificati più o meno simultaneamente in tutto il mondo. Nel 1939 i periodi di espansione glaciale osservati nel corso dell'Olocene portarono il geologo americano di origine olandese François E. Matthes (1874-1948) a coniare, per la prima volta, il termine «piccola era glaciale» che risultava del tutto ragionevole, nello specifico dibattito ottocentesco. Era un modo per riconoscere che i ghiacciai di oggi non erano semplicemente i resti del precedente periodo glaciale ma il prodotto, spesso, di periodi più freddi nel corso dell'Olocene, altrimenti conosciuta come un'era interglaciale e relativamente calda. La glaciologia – e soprattutto quella alpina in Europa – ha anche fornito le prove che portarono al ridimensionamento della 'piccola era' in periodo di espansione glaciale, che è durata all'incirca dalla seconda metà del XVI secolo al 1850. Tali contesti storici sono oggi quasi dimenticati. La seconda metà del XX secolo ha visto un'esplosione di nuove prove e dati sulla storia del clima. La paleoclimatologia e la climatologia storica hanno portato allo sviluppo e all'applicazione di nuovi metodi di quantificazione, permettendo la creazione d'insieme di dati integrati multi-proxy. In molti casi, i risultati ottenuti hanno messo in dubbio le precedenti ipotesi sulla storia del clima terrestre, rendendone necessaria la revisione. Nel caso della piccola era glaciale ciò ha indotto, ad esempio, lo spostamento della più accreditata data d'inizio dal 1550 al 1300 circa, come indicato nella maggior parte delle cronologie. La ricostruzione delle temperature da 500 a 1000 anni fa ha dimostrato l'assenza di un raffreddamento uniforme e costante, come già era stato rilevato nei dati glaciologici. Tuttavia, procedendo con risoluzione annuale, o anche minore, si sono evidenziati alti e bassi all'interno dei periodi più freddi della 'piccola era', che l'espansione glaciale aveva già ben rappresentato. I ghiacciai non erano abbastanza sensibili da permettere conclusioni circa la variabilità in intervalli di tempo così ristretti. Di con-



sequenza, la glaciologia è passata da un ruolo dominante, all'avanguardia nel dibattito sui cambiamenti climatici in epoca storica, a uno più marginale.

A ciò, nell'ambito degli studi sul clima, sottende una grande divergenza nelle scienze climatiche che si è fatta largo in seguito all'avanzamento, a partire dagli anni Sessanta, delle ipotesi sul riscaldamento globale e le sue cause antropogeniche basate sui dati raccolti dalle misurazioni delle concentrazioni di CO₂ nell'atmosfera, la prima delle quali fu effettuata presso il famoso osservatorio di Mauna Loa di Keeling (dal 1958).

Dopo circa un decennio si vide, incontrovertibilmente, che il CO₂ si stava effettivamente accumulando rapidamente nell'atmosfera. Ci vollero ancora alcuni anni prima che, nel 1988, con la Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici e l'istituzione di un Gruppo intergovernativo ad hoc, la questione dei mutamenti di origine antropogenica venisse percepita come la questione conclusiva nello studio del clima.

A partire da quel momento quasi ogni studio pubblicato si sarebbe sforzato di collegarne le conclusioni al recente riscaldamento globale.

In breve, l'analisi si è spostata dalla comprensione delle ere glaciali a quella dei cambiamenti climatici antropogenici.

Nell'epoca presente assumono una rilevanza senza precedenti, rispetto alle epoche storiche, per la comprensione delle cause della variabilità climatica; da una parte, la considerazione del riscaldamento globale come il passaggio più recente in una sequenza di alti e bassi nelle temperature terrestri dall'inizio dell'Olocene; dall'altra, la contestualizzazione del riscaldamento globale all'interno della storia del clima. Soprattutto, il nuovo panorama ha richiesto una distinzione chiara e quantificabile tra cause naturali e antropogeniche delle mutazioni climatiche, ai fini del modellamento e della simulazione del clima. L'attenzione su cause ed effetti ha modificato la nostra comprensione della piccola era glaciale. Per molto tempo, infatti, la variabilità solare è stata una spiegazione largamente accettata per i periodi freddi che hanno tormentato le società agrarie in tutto il mondo. Periodi prolungati di attività solare leggermente ridotta – quali i minimi di Spoerer, Maunder o Dalton – venivano generalmente riconosciuti come causa dei periodi freddi della piccola era glaciale. D'altra parte, attribuire tutta la colpa al sole è esattamente quello che ancora fanno i negazio-



nisti delle variazioni climatiche per cause antropogeniche, in questo futile e cinico tentativo di trattenere tutti i sostenitori a bordo di una nave che affonda. La climatologia è passata a modelli più complessi di causalità, riorientando anche la nostra prospettiva sulle forze che hanno determinato la piccola era glaciale. Oggi la maggior parte degli studi ne prendono in considerazione tre, approfondendo la loro coincidenza: modifiche di lungo termine dell'orbita terrestre, che provocano un livello d'irraggiamento solare ridotto in estate nell'emisfero settentrionale; periodi di attività solare leggermente ridimensionati; un aumento dell'attività vulcanica. Quest'ultimo fattore ha acquistato importanza dall'eruzione del Pinatubo del 15 giugno 1991, che segna uno spartiacque nella comprensione dell'interazione tra vulcanismo, atmosfera e irraggiamento solare. Recentemente, gli studi al riguardo hanno indicato l'eruzione del Samalas (Giava) nel 1259 come il momento d'inizio più appropriato della piccola era glaciale.

È anche stato proposto uno schema di forzanti naturali, simili a quelli predominanti nelle fasi fredde della piccola era glaciale, anche per il periodo 536-660 d.C.⁶

Il VI secolo da molto tempo è considerato una fase fredda. Secondo le ricostruzioni basate sugli anelli degli alberi, la caduta delle temperature estive si è protratta fino al VII secolo inoltrato. Anche in questo caso, nel periodo in esame un insieme di eruzioni vulcaniche è coinciso con un minimo dell'attività solare. Quindi, per analogia, sarebbe appropriato definirlo «piccola era glaciale della tarda antichità». Il futuro ci rivelerà se questa proposta resisterà alla prova del tempo. Tuttavia è interessante notare come il nome «piccola era glaciale» abbia trovato nuove applicazioni, anche se non più sulla base dello studio comparato dei ghiacciai, ma su schemi di fattori forzanti del clima. Tale spostamento paradigmatico, motivato dal desiderio di comprendere le forze che determinano il riscaldamento globale recente, sembra abbia dato nuova vita al termine coniato da François Matthes. Difficilmente, da solo, sarà sufficiente per dissipare i dubbi intorno alla rappresentazione dell'intero periodo dal 1300 (o 1259) al 1850, mentre le ricostruzioni delle temperature continuano a mostrare oscillazioni tra fasi più calde e più fredde al suo interno. Infatti, se la temperatura globale fosse il sistema aureo, per così

6. BÜNTGEN 2016, pp. 231-236.



dire, della periodizzazione, la piccola era glaciale si ridurrebbe, probabilmente, al solo periodo che va dal 1570-1580 al 1700 o 1850. Questo è quanto suggeriscono i raffronti recentemente eseguiti tra le ricostruzioni delle temperature per entrambi gli emisferi del pianeta⁷. Ironicamente, ciò si avvicina alla periodizzazione favorita negli anni Settanta e Ottanta, anche se quella era basata quasi esclusivamente sui dati climatici dell'Europa. Tuttavia, in quegli anni la differenza tra la piccola era glaciale e le medie del XX secolo era spesso stimata a 2 °C o più, mentre i dati globali recenti mostrano una differenza molto meno pronunciata. Comunque sia, un utilizzo più flessibile dell'applicazione del termine ci permetterebbe di salvare l'insieme delle teorie. In altre parole, piuttosto che parlare di una sola piccola era glaciale, ipotizzando una durata di diversi secoli dal basso Medioevo all'inizio del riscaldamento globale, potremmo distinguere una serie di piccole ere glaciali in varie epoche, una nel basso Medioevo e un'altra nella prima età moderna, ad esempio. Questo permetterebbe una periodizzazione più precisa, fondata sulla sovrapposizione tra ricostruzioni delle temperature e fattori forzanti. Sebbene la glaciologia non svolga più un ruolo dominante nello studio del clima del passato, non possiamo comunque ignorare le sue conclusioni e i dati da essa prodotti. Gli stessi dati sono migliorati, rispetto ai tempi iniziali della glaciologia, e sostengono ancora l'ipotesi di diversi periodi di espansione glaciale a partire dal massimo climatico del Medio-Olocene. Fu proprio questo che ispirò, all'inizio, l'introduzione del termine 'piccola era glaciale'. Inoltre, l'espressione ricorda la collocazione dell'Olocene nel contesto più ampio del Quaternario, che copre gli ultimi 2,6 milioni di anni circa della storia della Terra. Il Quaternario è un'era glaciale, e ciò vuol dire semplicemente che è caratterizzata da una certa copertura glaciale, mai presente in passato. Il Quaternario oscilla tra cicli cosiddetti glaciali (con maggiore copertura glaciale) e interglaciali (con minore copertura glaciale). L'Olocene si colloca tra i secondi, poiché il caldo relativo ha causato il restringimento della copertura glaciale, che però non è mai scomparsa del tutto. Ciò che rende l'Olocene insolito in questa situazione è la sua durata. Recenti simulazioni del modello climatico suggeriscono che le coltri glaciali avrebbero probabilmente cominciato a crescere rapidamente migliaia di anni fa se non fosse stato per gli standard insolitamente alti di CO₂ nell'atmosfera. I livelli pre-industriali erano di circa 280 ppm.

7. NEUKOM ET AL. 2014, pp. 362-367.

Nei cicli precedenti durante gli ultimi 800.000 anni, e con fattori forzanti orbitali, 240 ppm sarebbe stato un valore sufficientemente basso per avviare la glaciazione. Si tratta di appena 40 ppm in meno rispetto ai livelli pre-industriali, ma atti – secondo varie simulazioni – a provocare un ritardo nell'avvio della glaciazione di 50.000 anni. Dall'alba dell'industrializzazione i parametri di CO₂ sono aumentati drammaticamente, prolungando quel ritardo di altri 50.000 anni⁸. Queste simulazioni fanno sembrare profetica la visione di Buffon sulla civilizzazione che contrasta il raffreddamento della Terra. Riguardo alla piccola era glaciale sollevano ancora una volta domande circa le cause antropogeniche dei livelli insolitamente alti di CO₂ nel periodo pre-industriale: ipotesi possibili sono l'uso del territorio e l'espansione dell'agricoltura, a causa della sua commercializzazione, nella prima età moderna. Ciò ferma la necessità di ulteriori ricerche volte a confermarle o confutarle



8. GANOPOLSKI ET AL. 2016, pp. 200-203.

BIBLIOGRAFIA

- U. BÜNTGEN – L. HELLMANN, *The Little Ice Age in Scientific Perspective*, «Journal of Interdisciplinary History» 44 (2014) 2; S. WHITE, *The Real Little Ice Age*, «Journal of Interdisciplinary History» 44 (2014) 3; Response: M. KELLY – C. Ó GRÁDA, *Debating the Little Ice Age*, «Journal of Interdisciplinary History» 45 (2014) 1.
- U. BÜNTGEN, *Cooling and Societal Change During the Late Antique Little Ice Age from 536 to around 660 AD*, «Nature Geoscience» 9 (2016) 3.
- G.L. DE BUFFON, *Les époques de la nature*, Paris 1778.
- A. GANOPOLSKI ET AL., *Critical Insolation-CO₂ Relation for Diagnosing Past and Future Glacial Inception*, «Nature» 529 (2016) 7585.
- M. KELLY – C. Ó GRÁDA, *The Waning of the Little Ice Age: Climate Change in Early Modern Europe*, «Journal of Interdisciplinary History» 44 (2013) 3, pp. 301-325.
- F. MAUELSHAGEN, *Climate as a Scientific Paradigm – Early History of Climatology to 1800*, «The Palgrave Handbook of Climate History», Basingstoke 2018.
- R. NEUKOM ET AL., *Inter-Hemispheric Temperature Variability over the past Millennium*, «Nature Climate Change» 4 (2014) 5.
- M. WALKER ET AL., *Formal Definition and Dating of the Gssp (Global Stratotype Section and Point) for the Base of the Holocene Using the Greenland Ngrip Ice Core, and Selected Auxiliary Records*, «Journal of Quaternary Science» 24 (2009) 1.