

RIFLESSIONE SUI CAMBIAMENTI CLIMATICI TRA SCIENZA, FILOSOFIA E POLITICA

Vincenzo Artale

Riassunto

Questo breve lavoro vuole spingere il lettore, anche non specialista del settore, a riflettere sulle problematiche relative ai cambiamenti climatici, non solo come un complesso problema fisico, ma anche come un complesso, problema sociale, economico e filosofico. L'autore intende spingere il lettore in un campo ancora poco esplorato tra incertezza e necessità di progettare un futuro che salvaguardi la natura umana e l'ambiente che ci circonda. In questo contesto si discute come la tecnologia, declinata nel senso più ampio, può essere favorevole a produrre nuove prospettive all'umanità mai esplorate in precedenza. Si discute la difficoltà di realizzare concretamente questo obiettivo, tentando di rendere il lettore consapevole delle difficoltà del problema scientifico che abbiamo di fronte e delle difficoltà di accettazione delle future regole di convivenza, che dovranno essere necessariamente basate su nuovi paradigmi di comportamento di tutti gli attori che recitano sul palcoscenico dell'umana società.

Parole chiave: *Cambiamento climatico, Tecnologia, Comportamento umano*

Keywords: *Climate Change, Technology, Human behavior*

Parte 1: La complessità del sistema climatico

Il sistema climatico fu definito, in un documento prodotto dal Global Atmospheric Research Programme (GARP) del World Meteorological Organization nel 1975, come “*un sistema composto da: atmosfera, idrosfera, criosfera, litosfera e biosfera*”; successivamente nel 1992, la Framework Convention on Climate Change delle Nazioni Unite (FCCC) definisce il sistema climatico come “*l'insieme dell'atmosfera, dell'idrosfera, della biosfera e della geosfera, e le interazioni tra di esse*”.

Queste due definizioni sono simili, a meno di una semplice parola: “interazioni”. L'impatto di questo termine ha innescato un processo tecnologico e scientifico cruciale per la comunità scientifica climatologica, la quale si è resa conto che per comprendere la variabilità climatica occorre rappresentare, in modo interattivo, tutte le componenti del sistema climatico nello stesso contesto metodologico. Per cui il modello numerico climatico, da considerare alla stregua di un laboratorio sperimentale, dalla fine degli anni '70 in poi non sarà più un semplice modello atmosferico, ma una enorme e via via sempre di più complicata macchina numerica (*General Circulation Model*). Questi GCM tentano di considerare, in modo sempre più approfondito e dettagliato, le interazioni non-lineari tra tutte le componenti del sistema climatico e i processi che li guidano, oltre ovviamente a risolvere più in dettaglio le loro scale spaziali e temporali.

Per cui, per affrontare il problema dei cambia-

menti climatici, è necessario essere pienamente consapevoli che si tratta di un “problema di fisica molto complicato”: per quanto possa sembrare paradossale, oggi abbiamo una migliore comprensione del nucleo atomico che non di un centimetro cubo di atmosfera turbolenta.

Il concetto di Cambiamento Climatico non si deve confondere con quello di variabilità climatica o ancor peggio con le previsioni meteorologiche. Per *variabilità climatica* s'intende la fluttuazione di una specifica grandezza climatica (ad esempio la temperatura media della superficie terrestre) intorno al suo valore medio, ottenuto dalle rilevazioni di lungo termine del parametro climatico considerato (in genere per un tempo maggiore di trenta anni). Più specificatamente, le fluttuazioni sono legate alle variazioni anno per anno (inter-annuali e stagionali) e alle oscillazioni decennali, che si sovrappongono al valore medio della grandezza. La variabilità climatica viene definita come lo spostamento *dalla* media, mentre il *cambiamento climatico* si definisce statisticamente come lo spostamento *della* media. Attualmente abbiamo osservato uno spostamento medio della temperatura della terra di circa 0.7 °C.

Il sistema climatico non è, pertanto, un sistema deterministico ma, al contrario, è un sistema caotico e fortemente dipendente dalle condizioni iniziali: è sufficiente anche una piccola incertezza o una lieve perturbazione alle condizioni di partenza per far sì che il comportamento del sistema climatico tenda a divergere in modo irregolare, secondo quello che il

famoso meteorologo Edward Norton Lorenz definì “effetto farfalla”. La profonda alterazione dell’attuale stabilità del sistema climatico non è dovuta necessariamente ad ampie perturbazioni, ma anche disturbi di entità relativamente lieve hanno la potenzialità di raggiungere i “punti deboli” (*tipping points*) del sistema e, pertanto, incidere direttamente nella sua complessa dinamica.

Più in dettaglio il sistema climatico terrestre è costituito, oltre che dal sole che gli fornisce l’energia, dall’atmosfera, dall’oceano, dalla criosfera (i ghiacci) e dalla biosfera (il mondo vivente). Il clima terrestre è determinato dagli scambi termodinamici interni e dagli scambi di acqua all’interno di questi settori. L’atmosfera e l’oceano sono i principali responsabili del trasporto e della distribuzione del calore sulla terra. Si stima che il trasporto di calore dalle regioni tropicali verso i poli si distribuisca in parti uguali tra l’oceano e l’atmosfera. Per esempio nell’Oceano Atlantico il calore immagazzinato negli strati superficiali delle zone tropicali è trasportato verso nord attraverso grandi correnti oceaniche (e.g. la Corrente del Golfo), il cui principale effetto è di mitigare il clima dell’Europa Occidentale. Queste correnti durante il loro percorso verso nord non cessano mai d’interagire con l’atmosfera, attraverso scambi di massa e di calore. Lo stesso fenomeno si produce nell’Oceano Pacifico, ma con un trasporto di calore sud-nord (meridionale) meno efficiente, il calore arriva a latitudini minori, tanto da produrre in media una differenza di circa 4°C in meno, rispetto alla regione più settentrionale del Nord Atlantico. I processi d’interazione tra l’oceano e l’atmosfera sono estremamente complessi. In media l’atmosfera fornisce all’oceano il 43% della sua energia interna, il resto proviene direttamente dal sole (35%) e dagli scambi con i continenti (22%). In seguito, il calore assorbito dall’oceano è acquisito e ridistribuito orizzontalmente e verticalmente all’interno delle diverse masse d’acque oceaniche ed infine restituito all’atmosfera. I tempi di risposta alle perturbazioni esterne del sistema oceanico sono circa due ordini di grandezza maggiori di quelli atmosferici. La Corrente del Golfo, sempre attraverso misure sperimentali, che purtroppo sono state eseguite in modo sistematico solo negli ultimi cinquanta anni, ha mostrato una notevole variabilità dal 1950 in poi, parte di questa variabilità si può spiegare con la variabilità e l’avvezione dei “gyres” (vortici oceanici) subtropicali. Alcuni suggeriscono che questa variabilità può essere associata alla variabilità climatica in generale, ed un indicatore climatico molto potente specialmente per l’area del Nord Atlantico, ma funziona bene anche per il Mediterraneo, è il NAO (North Atlantic Oscillation Index). Tuttavia questo meccanismo ha dei punti cri-

tici (*tipping points*), sorpassati i quali la circolazione termoalina incomincia ad oscillare tra diversi stati d’equilibrio, tra cui è compreso quello compatibile con un suo eventuale blocco.

Il riscaldamento superficiale, che si sta osservando negli ultimi venti anni e causa lo scioglimento dei ghiacci, non solo quelli marini del Polo Nord, ma anche terrestri in particolare quelli della Groenlandia, può innescare questo tipo di oscillazioni (del tipo di Hopf)¹.

Infatti, l’immissione di acqua dolce proveniente dallo scioglimento dei ghiacciai comporterà un indebolimento dei complessi meccanismi che sono alla base del trasporto di calore dall’Equatore alle alte latitudini (50°-60° N), attualmente solo accennati, come si desume dalla letteratura scientifica recente. In particolare, è possibile che questa immissione di acqua dolce condizioni fortemente i processi di convezione nel Labrador Sea e nei mari della Groenlandia e dell’Islanda, che si possono considerare come il “volano” dell’intera circolazione oceanica. A tale proposito vale la pena di ricordare che, nel lungo periodo, tra i vari comparti del sistema climatico, l’oceano è quello più decisivo per definire il tipo di clima che si instaura. Non a caso Broecker (1997), in un suo famoso articolo su *Science*, definì l’insieme di questi processi il “tallone d’Achille” del sistema climatico terrestre e, all’interno di questa problematica, anche il nostro piccolo mar Mediterraneo gioca un ruolo “positivo” di contrasto in quanto, tramite lo Stretto di Gibilterra, immette alla profondità di circa 1000 metri un’acqua relativamente calda e salata che contrasta l’effetto di indebolimento della circolazione termoalina dovuto allo scioglimento dei ghiacci polari (Artale et al., 2006).

Se la circolazione termoalina si bloccasse completamente, nelle aree del Nord Atlantico la temperatura si abbasserebbe di più di 10°C. Cosa che, infatti, è già successo nel passato, come si può constatare dalle analisi sui sedimenti oceanici e dalle carote di ghiaccio in Groenlandia, dalle quali si è evidenziato che la circolazione termoalina si è interrotta bruscamente diverse volte a causa di flussi anomali d’acqua dolce provocando dei lunghi periodi freddi, in Europa Nord Occidentale, per centinaia d’anni (*Heinrich events*). L’ultimo di questi eventi è accaduto circa 12000 anni fa (cfr i numerosi articoli di Broecker sull’argomento).

Lo studio di questi eventi, pur non dando nessuna indicazione certa sul clima futuro, è importante perché ci dà la consapevolezza che eventi catastrofici nella circolazione oceanica con fortissimi impatti sulla variabilità climatica globale possono avvenire indipendentemente da fattori antropici, ossia possono essere considerati come delle instabilità non-lineari insite al sistema climatico, come discusso sopra.

Tuttavia il riscaldamento globale, dovuto per esempio ai gas-serra, può contribuire ad aumentare sia la temperatura superficiale dell'oceano che la piovosità alle alte latitudini ed entrambi i fattori danno un contributo negativo sulla densità superficiale, riducendo così il motore della circolazione termoalina (Bindoff et al., 2007).

Se la temperatura superficiale, recando la 'firma' quasi istantanea delle interazioni con l'atmosfera, è per sua natura soggetta ad una grande variabilità, l'analisi della variabilità del contenuto di calore e di sale nell'intero volume della massa d'acqua fornisce sicuramente un indice climatico più adatto a monitorare eventuali variazioni su tempi lunghi. Possiamo definire l'andamento spaziale e temporale di questo indice come uno dei segnali più robusti ai fini climatici. Ed è abbastanza robusto il calcolo che stabilisce che l'accumulo di calore nei primi 700 m dell'oceano globale, ossia la parte più direttamente connessa con i processi atmosferici, è in costante aumento (Bindoff et al., 2007).

Parliamo più in dettaglio del nostro mare.

Il Mediterraneo mostra un trend positivo in temperatura e salinità per i primi 700 m, a cui sono sovrapposte numerose oscillazioni positive e negative, ossia fasi di riscaldamento/raffreddamento e salinificazione/desalinificazione. Il quadro generale che ne consegue mostra che, nel corso del XX secolo, le acque intermedie e profonde nel Mediterraneo Occidentale hanno subito un riscaldamento ed aumento della salinità che può essere diviso in tre diverse fasi. Infatti, l'iniziale tasso di crescita osservato nei primi anni del secolo subisce un incremento intorno al 1960, passando da circa $0.5 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}/\text{anno}$ a $2-4 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}/\text{anno}$ per la temperatura e da circa $0.5 \cdot 10^{-3} \text{ psu}/\text{anno}$ a $1-2 \cdot 10^{-3} \text{ psu}/\text{anno}$ per la salinità. Parallelamente, il tasso di crescita di temperatura e salinità per le acque intermedie risulta essere comparabile e leggermente superiore. Dopo il 1990 tali tassi di crescita aumentano di più di un ordine di grandezza e le acque profonde nel Mar Tirreno e nel Mar Ligure mostrano un aumento della temperatura e della salinità pari a qualche centesimo di grado e psu per anno. Tale improvviso aumento è dovuto alla produzione di acque di fondo con caratteristiche fisiche completamente diverse, provenienti dal Mar Egeo invece che dal Mar Adriatico, così come era avvenuto normalmente almeno negli ultimi 50 anni, quindi i cambiamenti climatici legati all'apporto umano non dovrebbero aver dato nessun contributo.

I dati analizzati sopra pongono immediatamente una domanda: quello che stiamo osservando è da interpretare come l'inizio di un cambiamento climatico, con un forte contributo umano, che in questo secolo potrebbe essere ben più robusto spostando la media

da 1 fino a $5 \text{ }^\circ\text{C}$ secondo gli scenari peggiori o può essere ascrivibile invece all'interno della variabilità climatica che sempre è stata osservata da milioni di anni? Molti propendono per la prima ipotesi e pochi lo interpretano, ridimensionando molto il contributo umano, come una fluttuazione del sistema climatico.

Ma tutti riconoscono che almeno negli ultimi 50 anni, da quando si hanno serie strumentali spazialmente ben distribuite, è in atto un riscaldamento del pianeta, con sovrapposte notevoli fluttuazioni positive/negative che possono durare anche alcuni anni: per esempio durante intense eruzioni vulcaniche si osservano fluttuazioni negative intorno a $1-2 \text{ }^\circ\text{C}$ e con una durata di alcuni anni. Inoltre nulla fa presupporre che tale tendenza al riscaldamento tenda a diminuire, anche se dal 2001 (circa) si è osservato uno *hiatus*, ossia una sosta dei trend superficiali di temperatura, ma l'accumulo di calore negli strati profondi non fa che aumentare.

Tutti riconoscono che, come conseguenza di tali variazioni molti aspetti della nostra vita stanno cambiando, per esempio un aumento del rischio di subire eventi naturali drammatici come le alluvioni o l'estremo opposto come periodi siccitosi, incendi incontrollabili (in Russia nel 2010, in California quest'anno ed in anni precedenti), la diffusione di malattie o di cambiare la bellezza e varietà della natura che ci circonda, riducendone la biodiversità, con un evidente enorme danno economico principalmente nei settori dell'energia, trasporto, agricoltura e turismo.

Per cui si pone il problema di adattarsi attuando azioni di mitigazione, il che significa sviluppare piani di azioni integrate al fine di sviluppare la capacità di resistenza del sistema naturale ai cambiamenti climatici presenti e futuri (resilienza).

L'adattamento si deve sviluppare a scala regionale e locale, coinvolgendo tutti i livelli decisionali, da quello municipale a quello delle organizzazioni internazionali. Le problematiche relative all'adattamento pongono delle sfide enormi, ma allo stesso tempo affascinanti; un Grand Challenge scientifico e politico.

Il problema è apparentemente semplice nella sua enunciazione: si parte da una necessità, ossia che nessun essere umano può o vuole rinunciare allo sviluppo ed al progresso delle sue condizioni umane e che questo è un diritto di tutta l'umanità che deve essere acquisito concretamente da tutti i popoli, dall'Africa all'India, Cina e tutti gli altri Paesi in via di sviluppo, inclusi anche i Paesi con un notevole tasso di industrializzazione.

Da questa imprescindibilmente ne deriva un'altra: necessità di fare in modo che tale acquisizione di diritti sia duratura e non avvenga a scapito dell'ambiente, di non distruggere ciò per cui ha senso vivere. In tal

senso si viene ad instaurare una relazione a due vie tra sviluppo e cambiamenti climatici. Da una parte l'incremento incessante del PIL globale, ma ricordiamo con una sua distribuzione globale senza robuste regole condivise a livello internazionale, che solo apparentemente sembrano rendere più ricca la moltitudine globale e dall'altra la sempre maggiore vulnerabilità del pianeta ai cambiamenti climatici.

Invece sarebbero auspicabili iniziative coerenti e condivise che mettano insieme lo sviluppo tecnologico, gli investimenti finanziari e il commercio globale con la povertà, la salvaguardia dell'ambiente e i diritti umani, per evitare come sta accadendo in alcune regioni dell'Africa, una seconda e ancor più tragica colonizzazione di questo continente in forte espansione e più in generale l'accaparramento incondizionato delle risorse naturali del pianeta (non rinnovabili in tempi brevi).

Le politiche sociali e di governance condivise, possono avere un profondo impatto sulla limitazione delle emissioni di gas serra (e di tutti i gas inquinanti) o sul rapporto costi benefici delle azioni di mitigazione necessarie e in generale sul benessere politico e sociale della moltitudine umana. È necessario considerare il cambiamento climatico e le politiche di adattamento/mitigazione come una opportunità per l'intera umanità, e ciò può avvenire solo attraverso un cambio drastico dei paradigmi su cui è basato l'attuale sviluppo tecnologico.

Una prima conclusione può essere tratta: i cambiamenti climatici, esistono, sono dimostrati da una ampia letteratura e dalla nostra esperienza quotidiana. Sopra si sono dati solo alcuni cenni sulla complessa tematica dei Cambiamenti Climatici, d'altronde non è l'obiettivo di questo lavoro approfondire tutti gli aspetti scientifici, per questo rimandiamo alla letteratura scientifica di settore e alla bibliografia. Però, due elementi sono emersi prepotentemente: "complessità" ed "incertezza", tra di loro fortemente connessi. Elementi che la scienza del clima condivide con tante altre scienze, per esempio come quella della vita e dell'economia. Gli scienziati che si occupano di clima stanno perseguendo con rigore obiettivi scientifici ampi e complessi in un settore fondamentale per il futuro dell'umanità, obiettivi che mirano a comprendere i segreti della variabilità climatica che tutti noi osserviamo e di cui rimane traccia in tutto l'ambiente che ci circonda. Nei fatti il paesaggio che "viviamo" tutti i giorni è stato modellato, generato, modificato dal clima che cambia per una sua natura intrinseca che spesso ci appare incomprensibile proprio perché "impredicibile e caotico". Pertanto il "problema climatico" non può essere considerato come il punto cruciale dello sviluppo umano, quello in cui si decide il percorso dell'umanità nei prossimi decenni, o per-

lomeno questo non è il solo. È invece una delle tante complesse problematiche con cui "l'umanità" si deve confrontare. È sbagliato quindi porre solo il clima al centro di un programma politico, investendo solo su questo per il proprio destino politico: è demagogico e fuorviante come verità scientifica. Tuttavia attribuire la responsabilità dei cambiamenti climatici alle attività umane è, nella attuale situazione, un non-problema: perché l'uomo si è completamente intrecciato con il sistema climatico, perché è partecipe nel determinarne i destini, seguendo Aldo Schiavone in "Storia e Destino", non si deve procedere più per conflitti, ma per sintesi tra natura umana e sviluppo tecnologico. Su questo non possono esistere più delle ambiguità. La moltitudine umana, che occupa il pianeta, deve avere ora consapevolezza delle proprie azioni e agire collettivamente per poter continuare ad abitare il pianeta. Il problema dei Cambiamenti Climatici impone scelte globali, per cui l'adattamento è un settore transfrontaliero, è una questione che richiede una completa integrazione di politiche settoriali a livello globale e nazionale, perché è fondamentale la riduzione a lungo termine della vulnerabilità degli ecosistemi e del paesaggio, cruciali per diversi settori economici (pesca, agricoltura, etc.) ed evitare "pericolose" modifiche irreversibili al sistema climatico. Le buone pratiche di adattamento dovrebbero essere appropriate e proporzionate alle necessità regionali, con piani di azione a lungo termine, cercando di accelerare lo sviluppo tecnologico in modo che sia anche conveniente economicamente; questo si può ottenere collegando le politiche di adattamento a quelle di mitigazione. Un lavoro sostanziale è necessario per meglio valutare i costi di adattamento per sostenere un ulteriore processo decisionale integrato.

Riguardo alla mitigazione, i vari *report* dell'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), danno autorevoli informazioni su tutti gli aspetti delle tecnologie e le politiche socio-economiche, tra cui le misure efficaci per controllare le emissioni di gas a effetto serra (GHG) e una comprensione completa sulle future emissioni di GHG e loro *driver*, mettendo a disposizione diverse opzioni di mitigazione, i potenziali di mitigazione e i costi associati, i quali sono particolarmente importanti per sostenere i negoziati sulle riduzioni future delle emissioni di GHG a livello globale. Si ricorda anche, indipendentemente dalla scala di mitigazione ed adattamento, che queste misure nei prossimi dieci o venti anni sono necessarie a causa dell'inerzia nel sistema climatico. Infatti i Cambiamenti Climatici stanno già oggi causando, con aumenti di temperatura inferiori a 1° C, elevati problemi allo sviluppo economico e sociale in molti paesi in via di sviluppo e non solo.

Parte 2: Analisi dei soggetti attivi oggi sulla questione dei cambiamenti climatici e del perché il dibattito sui cambiamenti climatici è così acceso e divisivo

Per rispondere alla domanda sul perché il dibattito sui Cambiamenti Climatici è così acceso, a mio avviso occorre fare una premessa storica su alcuni principi socio-filosofici del mondo occidentale, in quanto il cambiamento climatico mette a dura prova proprio le basi su cui è cresciuta ed evoluta la nostra società. E vedrete che, alla fine, dopo questa premessa tutto vi sembrerà più chiaro.

Viviamo un periodo storico in cui si tende a svaloriare la scienza (si prenda ad esempio il recente dibattito sui vaccini) e quindi anche chi ci lavora: lo scienziato. Lo scienziato è ormai considerato un soggetto sociale inadeguato, forse perché è ancora troppo impregnato della cultura del XX secolo ed è poco propenso ad abbracciare la “modernità” del XXI secolo. Emergono domande cruciali quali le seguenti, a cui occorre dare delle risposte.

- Questa figura ingombrante è ancora necessaria? O è forse inadeguata alle esigenze sempre più opprimenti della globalizzazione?
- Quanto il rischio della sua sopravvivenza come libera espressione del pensiero umano può essere considerato un sintomo recente delle debolezze della democrazia, debolezze amplificate dalla crisi economica e dalla globalizzazione?
- In poche parole la domanda ultima è: quali sono le figure dominanti di questo periodo storico, lo scienziato è una di queste?

Ed ancora vi invito a riflettere sulla seguente questione, a prima vista ovvia. Cosa si può nascondere dietro le apparentemente innocue affermazioni, ormai usuali, tanto da apparire nei luoghi comuni, tipo: *“la ricerca deve sostenere la crescita e le attività industriali e produttive”*?

Nasce il dubbio che qui si celi la volontà di ingabbiare la creazione della conoscenza, creazione troppo libera, per la sua stessa natura, da schemi e costrizioni di qualunque genere, una creazione che tuttavia ci regala, molto spesso quasi involontariamente, straordinarie scoperte e rotture di paradigmi. Questo unico indirizzo viene “imposto”, porto ad esempio l’H2020 che ha visto la maggior parte dei finanziamenti concentrati su pochi mega-progetti, dando poco spazio alla creatività di gruppi di ricercatori meno supportati. Forse, questo pensiero unico è legato ad una tendenza ad imporre, non come un tempo con la abiura o la galera ma più semplicemente con i soldi, una figura “moderna” di scienziato, una figura imposta soprattutto facendo leva sul generare una sorta di senso di colpa per

il fatto di non essere utili alla società e quindi la paura di essere considerati dei parassiti, portando come diretta conseguenza ad una “pulsione di annullamento”.

Questo approccio ha, curiosamente, un impatto straordinario, che piace molto a chi detiene il potere soprattutto economico, obbliga tutti a stare sulla stessa strada, sullo stesso cammino, costringe a condividere lo stesso progetto politico, ad adattarsi al conformismo, all’a-criticismo, realizzando una omologazione ideologica (economica) su grande scala (fenomeno iniziato da lungo tempo, vedi la Trilaterale del 1973, costituita da circa 300 membri provenienti da Europa, Giappone e Stati Uniti. Tra le cose interessanti che a suo tempo emersero, quello che più mi interessa è il concetto di “affaticamento” dei governi occidentali nel sostenere le politiche sociali, massimo esempio il welfare”).

Allora mi domando: esiste veramente un concreto rischio, in questo nostro modello di società moderna, senza che noi stessi ce ne rendiamo conto, di elementi di fascismo e di autoritarismo diffuso, di pensiero unico ed omogeneo, addirittura a livello globale? E questo non solo nello specifico settore “scientifico”, infatti se allarghiamo la nostra analisi anche a ciò che sta avvenendo nel nostro Paese, includendo anche l’apparato educativo nel suo complesso, ecco che il panorama si tinge di ombre sempre più inquietanti, che lasciano pochi dubbi su quanto questa società omologata alla produzione di soldi, PIL etc., paradossalmente finisca per marginalizzare sempre più intellettuali, scienziati, critici, considerati appunto eretici, così come tutti gli esseri umani che non sono interessati a diventare esclusivamente soggetti economici (homo oeconomicus), ma desiderosi di valorizzare la propria natura umana. Tutto questo è giustificato da varie emergenze, da quella economica alla migrazione. Imponendo un continuo stato di eccezione. Ed il cambiamento climatico sviluppa quasi naturalmente un intreccio forte tra crisi economica e migrazione, intesa anche come convivenza tra modi di esistere molto differenti tra loro. La moltitudine umana, stressata dalla questione della migrazione e dalla richiesta di sicurezza per arginarla, è capace di sopportare in futuro anche lo stress legato ai Cambiamenti Climatici, che richiedono piani di adattamento e mitigazione globali ancora più impegnativi? Una via di uscita dalle emergenze climatiche impone scelte profonde, un cambio forte di paradigma che stravolge anche la nostra vita quotidiana, i cui comportamenti risiedono su elementi fondamentali anche di tipo giuridico.

In tale ambito è utile approfondire il concetto di stato di eccezione (Agamben, 2003): “Il sistema giuridico dell’Occidente si presenta come una struttura doppia, formata da due elementi eterogenei e, tutta-

via coordinati: uno normativo e giuridico in senso stretto, che possiamo iscrivere per comodità sotto la rubrica *potestas* (è una manifestazione di un potere socialmente riconosciuto), e uno anomico e metagiuridico, che possiamo chiamare col nome *auctoritas* (è una manifestazione di un sapere riconosciuto socialmente). Lo stato di eccezione è il dispositivo che deve, in ultima istanza, articolare e tenere insieme i due aspetti della macchina giuridico-politica, istituendo una soglia di indecidibilità fra anomia e *nomos*, fra vita e diritto, fra *auctoritas* e *potestas*, una contrapposizione tra senato e popolo nella Roma repubblicana o nella Europa medievale tra potere spirituale e potere temporale. In genere questo sistema può funzionare, ma, quando tendono a coincidere in una stessa persona, quando lo stato di eccezione, in cui essi si legano e si indeterminano, diventa la regola, allora il sistema giuridico-politico si trasforma in una macchina letale. La finzione che governa questo *arcanum imperii* per eccellenza del nostro tempo. Ciò che l'arca del potere contiene al suo centro è lo stato d'eccezione ma questo è essenzialmente uno spazio vuoto, in cui una azione umana senza rapporto col diritto ha di fronte una norma senza rapporto con la vita. Ciò non significa che la macchina, col suo centro vuoto, non sia efficace; al contrario, quel che si vuole mostrare è precisamente che essa ha continuato a funzionare quasi senza interruzione a partire dalla prima guerra mondiale, attraverso fascismo e nazionalsocialismo, fino ai nostri giorni. Lo stato di eccezione ha anzi raggiunto oggi il suo massimo dispiegamento planetario." Il discorso di Agamben prende le mosse analizzando la figura dell' "*Homo sacer*" (Uomo Sacro: a questo proposito ricordo che l'aggettivo Sacro deriva da una parola indoeuropea che significa "separato") che viene definito nel II secolo dopo Cristo dal grammatico latino Festo "*colui che il popolo ha giudicato per un delitto; e non è lecito sacrificarlo, ma chi lo uccide, non sarà condannato per omicidio*". Si tratta, quindi, di una vita umana che si può uccidere ma che non è sacrificabile, che trascende tanto l'ordinamento del diritto umano quanto le norme del diritto divino. Se qui sacro è il vivente giudicato come assassino, allora nel momento in cui la vita viene dichiarata sacra in sé, ciò equivale a dichiararla colpevole. Da ciò si evince la violenza conaturata del diritto: la nuda vita è portatrice del bando sovrano, ovvero del nesso tra violenza e diritto perché è in quanto tale colpevole. Si tratta della "nuda vita", secondo l'enigmatica espressione adottata da Walter Benjamin in "Per la critica della violenza". L'*homo sacer* è la figura originaria della vita presa nel bando sovrano. Il potere sovrano in quanto produzione di un corpo bio-politico è produzione di *homines sacri*, consacrazione del vivente, è quel processo che rende

la vita propriamente sacra, cioè uccidibile e non sacrificabile. Questo discorso è ripreso da Agamben anche nel suo lavoro più recente: "Stato di eccezione". La vita, infatti diviene sacra solamente nell'eccezionalità propria del diritto. Ma, come è ben verificabile oggi (basti pensare alla politica degli Stati Uniti o quella della Turchia in cui si tollera l'eliminazione dell'*intelligenza* pur di frenare l'immigrazione e lo *status quo*). L'eccezione tende ad estendersi nel tempo fino a diventare la regola; quello che dovrebbe essere uno stato d'emergenza (e quindi di eccezione) temporaneo, diventa lo stato normale delle cose. Agamben segnala anche il particolare rapporto che effettivamente sussiste tra *homo sacer* e sovrano: "*sovrano è colui rispetto al quale tutti gli uomini sono potenzialmente homines sacri e homo sacer è colui rispetto al quale tutti gli uomini agiscono come sovrani*".

Ecco che la figura di scienziato che può sussistere oggi non è più quella figura privilegiata a cui la storia ci ha abituato, ma la includerei tra tutte quelle figure enigmatiche che vivono e prosperano in quella terra di tolleranza le cui dimensioni cambiano molto con i tempi: l'*HOMO SACER* di cui parla Agamben? Da qui la difficoltà di tenere il punto, la propria dignità di uomo libero quando la storia ci costringe a vivere tempi particolari e complessi come quelli di oggi. I Cambiamenti Climatici sono, come abbiamo dimostrato, troppo intrecciati con le scelte di potere e quindi sono per loro natura divisivi e la libertà dello scienziato che ci lavora rischia che la sua autonomia possa essere sacrificata a causa di uno stato di eccezione permanente.

Occorre ora sottolineare un altro elemento, che rafforza quanto detto in precedenza, ed è il concetto di "incertezza" con cui il problema dei cambiamenti climatici deve convivere. Pertanto lo scienziato che si occupa di clima è difficilmente inquadrabile in un pensiero unico predefinito, in quanto deve convivere con l'impossibilità di dare risposte precise. Questo non ci può sorprendere, la fisica moderna mostra molti esempi in cui il concetto di incertezza entra in ballo pesantemente, mettendo in imbarazzo persino Einstein, è molto nota la sua famosa frase riguardo la meccanica quantistica: "*Dio non gioca a dadi con l'universo*" (nota: L'affermazione di Einstein non ha a che vedere con la religione, come invece alcuni credono di intendere. La cosa avvenne infatti così: in fase di formulazione del principio di Heisenberg, Albert Einstein, convinto che ogni fenomeno fosse deterministico purché fosse possibile conoscere tutte le condizioni iniziali ed ogni forza coinvolta, se ne uscì con la famosa frase: "*Dio non gioca a dadi con l'universo*". A questa asserzione, Niels Bohr rispose: "*Einstein, smettila di dire a Dio cosa deve fare*". La dose

fu ulteriormente rincarata da Richard Feynman che aggiunse. “*Dio non solo gioca a dadi con l’Universo, ma li getta anche dove non li possiamo vedere*”. Alla fine sembra proprio che Einstein avesse torto. Gran parte delle teorie fisiche attuali, non ultime le ipotesi cosmologiche più recenti, si basano sull’accettazione del criterio che molti fenomeni fisici, per esempio un rubinetto che gocciola, sono indeterministici e possono essere espressi solo in termini di probabilità). Il concetto di probabilità, è stato ampiamente applicato nella meccanica quantistica (vedi principio di indeterminazione di Heisenberg), nei sistemi dinamici e modelli caotici, come ad esempio gli studi di Poincaré (1854-1912) alla fine del XIX secolo e Lorenz (1993), che sono alla base di concetti fondamentali per le previsioni meteorologiche (vedi concetto di predicibilità di I e II tipo) o nei fondamenti della teoria della turbolenza di Kolmogorov negli anni ’40 (per maggiori dettagli vedi l’articolo del suo allievo Yaglom, 1994).

Convivere con l’incertezza non significa non prendere decisioni. Qui si apre, come abbiamo tentato di descrivere precedentemente una questione etica e sociale molto complessa, legata a mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici. Occorre progettare un mondo nuovo, una moltitudine umana basata su nuove regole. A questo proposito è illuminante la frase di Agamben (2011), che rappresenta davvero uno sguardo laico sul monachesimo e in particolare sul suo aspetto cruciale, cioè la regola e la comunità che la adotta: “*In questione, nelle regole monastiche, è, dunque, una trasformazione che sembra investire il modo stesso in cui si concepisce l’azione umana, che dal piano della prassi e dell’agire si sposta a quello della forma di vita e del vivere. Questa dis-locazione dell’etica e della politica dalla sfera dell’azione a quella della forma di vita costituisce il lascito più arduo del monachesimo, che la modernità non è riuscita a delibare. Come intendere, infatti questa figura di un vivere e di una vita, che, affermandosi come formadi-vita, non si lascia, però, ricondurre né al diritto né alla morale, né a un precetto né a un consiglio, né a una virtù né a una scienza, né al lavoro né alla contemplazione e che, tuttavia, si dà esplicitamente come canone di una perfetta comunità? (Qualunque sia la risposta che si dà a questa domanda, è certo che il paradigma dell’azione umana che in essa è in questione ha esteso progressivamente la sua efficacia ben al di là del monachesimo e della liturgia ecclesiastica in senso stretto, penetrando nella sfera profana e influenzando durevolmente tanto l’etica che la politica occidentale...*”.

La novità fondamentale della regola è posta dal rispostamento – pratico e operativo – del rapporto tra azione e norma all’interno di una comunità libera-

mente formata che si oppone all’anarchia e all’assenza di regole. Quasi fosse una nuova *polis*, o emergesse dallo «stato di natura», il monastero è il luogo dove la regola – che, per quanto ispirata, è comunque scritta dagli esseri umani – sgorga da una «forma di vita» (quella apostolica) prima ancora che da un principio; il monastero è un luogo dove si sta insieme e dove si vive in un certo modo. Un indizio interessante, ad esempio, si trova nella terminologia dell’*habitatio*, da cui discende l’abitare, inteso come residenza e stabilità, l’abito come veste uniforme e l’abito come abitudine, modo di vita regolare. (Tra l’altro, nota Agamben, “è solo dopo che il monachesimo ebbe trasformato la veste in un habitus, rendendola indiscernibile da un modo di vita, che la Chiesa (a partire dal concilio di Macon, 581) dà inizio al processo che porterà alla chiara differenziazione tra abito clericale e *abito secolare*”.

In conclusione, si può criticare la modernità, la globalizzazione, l’uso della tecnologia contro la natura umana, il “nuovo scienziato” emergente senza apparire conservatore? c’è ancora spazio per “dire di no” senza fare la fine dei “12” e senza essere sacrificati? (Giorgio Boatti, 2010).

Il problema dei cambiamenti climatici è un problema enorme e non solo da un punto di vista della fisica, ma è diventato un problema filosofico, sociale e politico. Pertanto sia lo scienziato sia il cittadino comune è necessario che assumano un atteggiamento aperto e non settoriale, consapevoli della sfida complessa e profonda da affrontare.

Abbiamo infine tentato di dimostrare che, al di là dei ragionevoli dubbi ed incertezze, altresì strutturali alla questione climatica, ci sono delle strade nuove che la moltitudine umana deve intraprendere, senza nessuna “incertezza”, riguardanti nuove “forme di vita” che implicano principalmente la sostituzione del paradigma del possesso con quello della condivisione.

Riferimenti bibliografici

1. Agamben G. (2003), *Stato di eccezione*, Homo sacer II, 1, Bollati Boringhieri.
2. Agamben G. (2011), *Altissima povertà, regole monastiche e forme di vita*, Homo sacer IV, 1, Neri Pozza.
3. Artale V., and Coauthors (2006), *The Atlantic and Mediterranean Sea as connected systems*, Mediterranean Climate variability, P. Lionello, P. Malanotte-Rizzoli and R. Boscolo, Eds., Elsevier, 283-323.
4. Bindoff N., J. Willebrand, V. Artale, A. Cazenave, J. Gregory, S. Gulev, K. Hanawa, C. Le Quere, S. Levitus, Y. Nojiri, C. K. Shum, L. Talley, A. Unnikrishnan (2007), *Observations: oceanic climate change and sea level*, Climate Change 2007: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate

Change, S. Solomon, Ed., Cambridge Univ. Press, New York, 2007.4.

5. Boatti G. (2010), *Preferirei di no, le storie dei dodici professori che si opposero a Mussolini*, Einaudi.
6. Broecker W.S. (1997), *Thermohaline circulation, the Achilles heel of our climate system: Will man-made CO₂ upset the current balance?*, Science 278 (5343), 1582-1588.
7. Lorenz E. (1993), *The essence of chaos*, University of Washington Press.
8. Poincaré J.H. (1989), *La Scienza e l'ipotesi*, Ed. Dedalo.
9. Schiavone A. (2007), *Storia e destino*, Einaudi, Collana: Vele, 109 p.
10. Yaglom A. M. (1994), *A. N. Kolmogorov as a fluid mechanician and founder of a school of turbulence research*, Annu. Rev. Fluid Mech., 26, 1, 22.

Note

¹ Le biforcazioni di Hopf, avvengono quando il sistema (dinamico) incomincia a perdere la sua stabilità ed oscilla nervosamente senza rompersi: è la fase di transizione tra un ciclo limite ed un altro, tipicamente queste fasi avvengono nell'inter-glaciale dove si manifestano forti instabilità del sistema climatico (DANSGAARD-OESCHGER (D/O) eventi caldi, o eventi freddi come gli HERICH EVENTS) con un ciclicità intorno ai mille anni.

VINCENZO ARTALE

Laurea in Fisica presso l'Università di Roma "La Sapienza" in data 29/3/1979, discutendo una tesi in modellistica oceanografica, ha svolto attività di ricerca all'estero, negli Stati Uniti (NCAR) ed in Francia (Università di Grenoble). Svolge attività di ricerca in Enea dal 1984, in ambito geofluidodinamico ed in particolare nello studio

della variabilità climatica, con un particolare interesse per la modellistica oceanografica globale e a scala di bacino (Mediterraneo), per il calcolo avanzato, l'implementazione di codici numerici su macchine parallele e vettoriali; studio della circolazione termalina dell'oceano, della sua variabilità, stabilità e processi oceanografici connessi, attraverso lo sviluppo di modelli analitici e numerici; studio di fenomeni di diffusione e trasporto in fluidi geofisici attraverso lo sviluppo di modelli analitici e numerici e confronto con dati osservati da satellite e in situ, in particolare per applicazioni oceanografiche in fluidi stratificati (e.g. stretti di mare, onde interne e solitoni); sviluppo di metodi statistici per l'analisi di dati idrologici e langrangiani. Ha assunto in Enea, per molti anni, incarichi di responsabilità di strutture scientifiche anche complesse. Ha assunto numerosi incarichi internazionali, per esempio come Lead Author IPCC-AR4, Nobel per la Pace 2007) o Chairman e/o responsabile scientifico di progetti internazionali in particolare finanziati dalla comunità europea o nazionali. Svolge attività di referee delle principali riviste internazionali in ambito climatico e geofisico incluso Nature o in ambito nazionale come valutatore ANVUR-VQR, è autore di numerose pubblicazioni su riviste internazionali e capitoli di Libri, editor di numeri speciali di riviste internazionali e di un libro sui cambiamenti climatici. È invitato frequentemente a far parte di commissione di valutazione di personale scientifico a livello nazionale ed internazionali. È stato advisor di studenti di dottorato, assegni di ricerca o di laureandi in discipline scientifiche, tiene regolarmente corsi di oceanografia e cambiamenti climatici presso l'Università di Roma3 e Tor Vergata.

Contatti:

ENEA C.R. Frascati - Via Enrico Fermi, 45
00044 Frascati (Rome), Italy
cell: +39 3209224133 phone: +39 06 94005639
<http://www.enea.it/> <http://utmea.enea.it/people/artale/>