CAOS CLIMATICO

L'obiettivo di questa scheda di approfondimento è quello di tentare di mettere in luce la complessità legata alla trattazione del tema senza avere la pretesa di esaurire l'argomento ma cercando di offrire una varietà di sguardi e di spunti riflessivi da cui eventualmente partire per sviluppare percorsi didattici interdisciplinari.

Il testo della scheda generale è suddiviso in due sezioni:

1) ***Una visione d'insieme***, il cui testo va affiancato alla mappa concettuale riportata in fondo. La mappa presenta colorazioni e forme distinte che stanno ad indicare differenti ma complementari punti di vista con cui trattare il tema, oltreché possibili collegamenti con altre tematiche/macroaree. I concetti variamente colorati indicati schematicamente nella mappa si ritrovano nel testo ad indicare l'intrecciarsi continuo delle differenti prospettive.

2) ***Alcuni spunti di riflessione didattica***, in cui possono essere offerti stimoli molto diversificati, da attività più o meno strutturate, a strumenti concettuali particolarmente rilevanti o riferimenti a testi, ecc., il cui senso è quello di promuovere la progettazione di percorsi interdisciplinari che valorizzino e integrino le diverse prospettive.

Una visione d'insieme

Evoluzione della percezione del cambiamento climatico

L'immaginario pubblico legato al fenomeno del riscaldamento globale si è evoluto nel tempo a seguito della continua e dinamica interazione tra informazioni ed esperienze provenienti da diversi contesti, da quello scientifico a quello politico, da quello economico a quello sociale. Dalla fine degli anni Novanta, un ruolo sempre più rilevante è stato assunto dai mezzi di informazione i quali hanno iniziato ad affrontare intensamente questa tematica.
Si parla spesso di "**cambiamento climatico**" ma sarebbe più corretto parlare di "**caos climatico**". La parola "cambiamento" spesso è relativa a un qualcosa che si modifica in meglio e non è questo il caso. Inoltre, si rischia di sottintendere che il clima stia cambiando soltanto adesso, mentre, in realtà, un cambiamento è sempre stato in atto. L'aumento globale della temperatura sarebbe, quindi, più correttamente associabile a una situazione di maggior "caos climatico".

C'è voluto un secolo per individuare e studiare questo fenomeno che, ancora oggi, presenta aspetti poco chiari e controversi. I primi studi risalgono alla fine dell'Ottocento quando il chimico svedese Svante Arrhenius (1859-1927) percepì che l'anidride carbonica prodotta dall'impiego dei combustibili fossili potesse alterare la temperatura dell'atmosfera. Tentò di realizzare anche delle stime di tali alterazioni che non sono risultate essere così diverse da quelle fornite oggi da mezzi molto più sofisticati[1]. Nel corso del Novecento, tuttavia, l'avvento di nuovi strumenti scientifici ha permesso di migliorare la comprensione dell'effetto serra e del ruolo svolto dai gas prodotti dall'uomo, pur conservando un notevole margine di incertezza. Solo dagli anni Ottanta inizia a diffondere un'idea maggiormente condivisa nella comunità scientifica relativa a un progressivo riscaldamento globale. Nel 1988 nasce la "commissione internazionale sui cambiamenti climatici", l'**IPCC** (International Panel on Climate Change) dal Programma Ambientale delle Nazioni Unite e dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale. Si tratta di un enorme gruppo di ricerca costituito da 2500 scienziati provenienti da 130 Paesi diversi. I dati ottenuti ed elaborati dall'IPCC sono stati messi in discussione nel tempo da una parte sempre più ridotta della comunità scientifica e della

[1] Sarevitz D., *How science makes environmental controversies worse*. Environmental Science & Policy (7) 2004, pag 385-403

società. Il grande pubblico è entrato definitivamente a contatto con l'argomento da quando, nel 1997, si è verificato un boom mediatico a seguito della firma del **Protocollo di Kyoto**.

Il **caos climatico** è, in qualche modo, anche un "caos mediatico". Le informazioni fornite dalla scienza sono state molto controverse anche se ormai esiste una buona concordanza sull'esistenza del fenomeno e sulla sua causa antropica. Gli scienziati "**negazionisti**" del riscaldamento globale hanno influenzato la percezione pubblica attraverso i loro libri[2] o quelli prodotti da altri autori[3]. In contrapposizione, diverse opere letterarie e cinematografiche di grande diffusione hanno promosso un immaginario catastrofico[4]. Bisogna, inoltre, considerare il ruolo svolto da vere e proprie campagne di disinformazione, come quella denunciata dalla Union of Concerned Scientists in un suo rapporto del 2007[5] nel quale si dimostra che la multinazionale del petrolio ExxonMobil ha elargito 16 milioni di dollari, dal 1998 al 2005, a 45 organizzazioni intente a confondere il pubblico sul riscaldamento globale. Il rapporto mette anche in evidenza come siano state impiegate le stesse strategie adottate qualche anno prima dall'industria del tabacco per disinformare l'opinione pubblica sugli effetti del fumo sulla salute umana.

Alcuni avvenimenti hanno particolarmente influenzato la percezione dell'importanza che il caos climatico ricopre. Nel 2004, in piena amministrazione Bush, viene reso noto un rapporto del Pentagono nel quale si afferma che il principale pericolo per la sicurezza nazionale non è più il terrorismo ma il caos climatico. Nel 2006, l'economista Sir Nicholas Stern, su richiesta del governo britannico, realizza e pubblica un rapporto dal quale risulta che la stima dei danni economici complessivi provocati dal riscaldamento globale ammonteranno dal 5 al 20% del PIL mondiale. I costi per prevenire il fenomeno, invece, rappresenterebbero circa l'1% del PIL mondiale. Questo rapporto rafforza, quindi, un immaginario che fa già parte del senso comune: costa meno prevenire che curare. Nel 2007, un avvenimento che ha ulteriormente posto al centro dell'attenzione

[2] Lomborg B., *L'ambientalista scettico*. Mondadori, Milano, 2003

[3] Si prenda come esempio il bestseller di Michael Crichton "Stato di paura" del 2004, in cui una delle cause principali del riscaldamento globale risulta essere rappresentata dagli eco-terroristi

[4] Un film fra tutti è "L'alba del giorno dopo" (The day after tomorrow) del 2004 del regista Roland Emmerich

[5] La Union of Concerned Scientists (http://www.ucsusa.org/) è un'organizzazione no-profit che muove i primi passi nel 1969 al MIT (Massachusetts Institute of Technology) di Boston e che oggi conta 250.000 membri tra cittadini e scienziati. Si occupa di ambiente e sicurezza mondiale.
Il rapporto citato è scaricabile all'indirizzo:
http://www.ucsusa.org/global_warming/science_and_impacts/global_warming_contrarians/exxonmobil-report-smoke.html

internazionale la questione climatica è stata l'assegnazione del premio Nobel per la pace ai ricercatori dell'IPCC e ad Al Gore per il loro impegno nel diffondere la conoscenza sul fenomeno. Esistono, inoltre, progetti ideati proprio con l'intento di elaborare e diffondere al grande pubblico e in particolare alle scuole, un immaginario legato al caos climatico. È il caso del progetto Cape Farewell[6] attraverso il quale da alcuni anni un gruppo costituito da scienziati, artisti ed educatori realizza un'esperienza di ricerca collettiva in luoghi particolarmente coinvolti dal riscaldamento globale, rendendo pubblico il materiale artistico, scientifico e didattico prodotto.

Il caos climatico: cause e conseguenze

Il **clima** è un **sistema complesso**, in continuo cambiamento. Atmosfera, oceani, vita vegetale e animale, depositi geologici sono strettamente interconnessi in una intricata rete di interazioni. La sensibilità del sistema a piccole variazioni di alcuni di questi parametri è elevata e, in gran parte, imprevedibile a causa dell'andamento non lineare (caotico) di questi fenomeni, ovvero il clima riserva sorprese se allontanato dal suo equilibrio attuale.

Cambiare il clima della Terra è come far salpare un enorme mercantile: occorre una smisurata quantità di energia per farlo muovere e inizialmente il suo avanzamento è pressoché impercettibile, ma una volta avviato a tutta velocità è molto difficile arrestarlo[7]. Seppur con inevitabili margini di incertezza e pressioni contrastanti dovute ai grandi interessi economici che entrano in gioco, oggi la comunità scientifica ritiene di aver un sufficiente numero di prove in grado di documentare un effettivo 'cambiamento' climatico in atto, o meglio, un allontanamento dall'equilibrio climatico che abbiamo sinora conosciuto. La principale evidenza scientifica di tale 'cambiamento' consiste nell'**innalzamento della temperatura media globale** dell'aria e degli oceani (0,74 °C dal 1906 al 2005[8]).

Ma da dove proviene la consistente quantità di energia capace di far *salpare l'enorme mercantile*? La risposta risiede nel fenomeno identificato come causa principale del cambiamento climatico, ossia il consistente **incremento della concentrazione di anidride carbonica e di altri gas serra**

[6] http://www.capefarewell.com/
[7] Flavin C. & Engelman R., *La tempesta perfetta.* In State of the World 2009. Milano: Ed. Ambiente, 2009.
[8] McKeown A. & Gardner G., *Il cambiamento climatico: riferimenti, guida e glossario*. In State of the World 2009. Milano: Ed. Ambiente, 2009

(es. metano e protossido d'azoto) in atmosfera rispetto ai livelli preindustriali – la sola CO_2 è incrementata del 37% circa, da 278 parti per milione nel 1750 a 384 parti per milione nel 2007[9]. Il fenomeno noto come **effetto serra**, per cui le molecole di differenti gas intrappolano energia termica nell'atmosfera terrestre mantenendola ad una temperatura sufficiente per supportare la vita, è un fenomeno ovviamente positivo, sino a quando l'**energia termica** intrappolata non diventa troppo elevata per mantenere lo stesso equilibrio climatico nel quale l'umanità, la natura e il resto della biosfera sono in grado di vivere.

A monte dell'innalzamento della temperatura media globale risiede, quindi, una **perturbazione del ciclo del carbonio**: da un lato, un aumento delle **emissioni di CO_2** in atmosfera dovuto alla combustione dei combustibili fossili intrappolati per milioni di anni nel sottosuolo – questi composti ricchi di carbonio durante la loro combustione lo liberano sottoforma di CO_2 – dall'altro lato, una sconsiderata riduzione delle foreste che, come ecosistemi ricchi di organismi fotosintetizzatori, hanno da sempre fornito un consistente servizio di **assorbimento di CO_2** utilizzata per costruire biomassa.

Se è vero che gli scienziati non sono in grado di mettere esattamente in relazione i livelli di concentrazione di gas serra con un preciso aumento di temperatura, poiché non è nota con esattezza la sensitività del sistema climatico – ossia il riscaldamento medio globale che segue nel lungo periodo al raddoppiamento della concentrazione di CO_2 rispetto ai livelli preindustriali – le **cause** di tale aumento di concentrazione vengono oggi riconosciute al 90% nelle attività antropiche[10]. Nell'ultimo secolo, infatti, è andata progressivamente intensificandosi la nostra dipendenza dai combustibili fossili: l'agricoltura e l'allevamento intensivo, l'industria estrattiva e quella produttiva, il mercato globale che implica lo spostamento continuo di merci da una parte all'altra del globo, dipendono oggi dall'energia ricavata dai combustibili fossili, sia nei paesi ricchi che hanno avviato questo trend, sia nei grandi paesi in via di industrializzazione come Cina e India. Allo stesso modo sono collegati alle attività antropiche anche l'aumento della concentrazione di metano – allevamento intensivo, smaltimenti di rifiuti in discariche, ecc. – e l'aumento del protossido d'azoto – uso dei fertilizzanti, processi industriali, ecc. Il contributo di questi due gas serra non è da trascurare nonostante siano presenti in atmosfera a concentrazioni ridotte: rispetto all'effetto serra provocato da una molecola di CO_2, quello provocato da una molecola di metano è 21 volte

[9] McKeown A. & Gardner G., 2009.
[10] Shiva V., *Ritorno alla terra, la fine dell'ecoimperialismo*. Fazi Editore, Roma, 2009

superiore, mentre quello di una molecola di protossido di azoto è circa 300 volte superiore. Bisogna, ad ogni modo, considerare che il tempo di vita in atmosfera di una molecola di anidride carbonica è di 50-200 anni, quello del protossido di azoto è di 120 anni e quello del metano è di 10-12 anni[11].

A partire dagli anni '80 la crescente attenzione al sistema climatico ha permesso il fiorire di numerose ricerche che hanno contribuito a descrivere i molteplici effetti non lineari del **caos climatico**. È questo un importante aspetto da sottolineare: non possiamo aspettarci un'unica conseguenza catastrofica ma piuttosto una molteplicità di effetti più o meno intensi e intimamente interconnessi fra loro attraverso un miscuglio di relazioni lineari, di feedback positivi o negativi.

Nei paragrafi che seguono si è cercato di illustrare sinteticamente l'intreccio delle **conseguenze** del caos climatico. Il primo ed intuibile effetto del riscaldamento globale consiste in un processo di fusione e conseguente **riduzione dei ghiacciai**, sia delle calotte polari sia delle catene montuose. La fusione dei primi ha già avviato un lento **innalzamento del livello del mare** – in media 1,8 mm l'anno dal 1961 al 2003[12] - che mette a repentaglio zone altamente popolate come i delta dei fiumi, città d'arte come Venezia e rinomate mete turistiche come le Maldive. Ecosistemi come quelli caratterizzati dalla presenza di barriere coralline potrebbero subire stravolgimenti irreversibili. La fusione dei ghiacciai delle catene montuose è direttamente coinvolta nel ridotto rifornimento di acqua di importantissimi fiumi quali, ad esempio, quelli himalayani come il Gange, dai quali dipendono vaste porzioni di territorio densamente popolate. È evidente che una penuria di **acqua** dolce ha ripercussioni sia sulla salute delle popolazioni che sulla buona resa delle attività agricole (collegamento con *scheda generale Acqua*). La riduzione della superficie di neve e ghiacci contribuisce, inoltre, alla riduzione dell'effetto riflettente di queste ultime: i raggi solari non più riflessi grazie al fenomeno dell'albedo contribuiranno così ad un ulteriore riscaldamento della superficie terrestre. Un ulteriore esempio di feedback positivo è legato alla scomparsa dello strato di permafrost che porterebbe al rilascio del gas metano intrappolato nel corso dei millenni, con un ulteriore incremento dell'effetto serra.

Il caos climatico non comporta solamente possibili eventi futuri sulle cui previsioni ci sono ancora margini di incertezza, ma è caratterizzato da fenomeni che già condizionano le nostre vite. Fra gli effetti che gli scienziati riconducono al caos climatico vi è un significativo incremento negli ultimi decenni dei cosiddetti "**avvenimenti estremi**". Fra i più recenti ricordiamo l'uragano Katrina che

[11] http://it.wikipedia.org
[12] Shiva V., 2009.

nell'agosto del 2005 ha distrutto la regione della Costa del Golfo degli Stati Uniti, il ciclone Sidr che nel novembre del 2007 ha colpito il Bangladesh a 260 Km/h o, ancora, il ciclone Nargis che nel maggio del 2008 ha devastato il Myanmar provocando 84.537 morti e 53.836 dispersi[13]. Fanno parte di questi eventi estremi le anomale ondate di caldo che mietono vittime anche nei paesi più ricchi (come nell'agosto del 2003 in Europa), le tempeste di neve che nel 2008 hanno colpito la Cina e, ancora, siccità prolungate in alcune zone, contrapposte a gravissime alluvioni in altre parte del globo. Questi effetti di destabilizzazione del sistema climatico hanno preoccupanti ripercussioni sulle attività agricole dell'intero pianeta, ma gli effetti più immediati si sentiranno in quelle zone in cui la maggior parte della popolazione dipende direttamente dal lavoro agricolo: ad esempio, in alcune aree dell'Uttar Predesh, in India, in cui l'80% della popolazione è composta da piccoli agricoltori indipendenti, la siccità prolungata ed estrema ha portato all'abbandono forzato dei campi[14].

Taluni **effetti** vengono detti **sottili** poiché, nonostante siano apparentemente distanti dalla problematica del caos climatico, risultano intimamente connessi ad esso. Possiamo allora parlare dell'**acidificazione degli oceani** dovuta al maggior quantitativo di CO_2 da questi assorbita (fenomeno che influisce, tra l'altro, sulla fissazione del carbonato di calcio da parte di alcuni organismi marini[15]) o della maggiore **diffusione di malattie veicolate da zanzare, roditori o altri agenti patogeni** (l'incremento delle aree a rischio malaria è considerato proprio uno dei principali effetti sottili dovuti al caos climatico). **Bisogna inoltre considerare che spesso gli eventi catastrofici sono causa o effetto di eventi sottili**. Un esempio può essere l'uragano Mitch che nel 1998 in America Centrale, provocò consistenti smottamenti rimuovendo terreni carichi di pesticidi, con conseguente boom di patologie oculari e dermatologiche[16]. Un ulteriore esempio riguarda la modificazione del grado di salinità degli oceani a seguito della maggior quantità di acqua dolce che gradualmente li raggiunge; tale fenomeno potrebbe compromettere, con delle tempistiche non prevedibili, l'efficacia della Corrente del Golfo con conseguente alterazione delle condizioni climatiche di Paesi come la Gran Bretagna e della Scandinavia[17].

---

[13] Shiva V., 2009.
[14] Shiva V., 2009.
[15] Flavin C. & Engelman R., *La tempesta perfetta.* In State of the World 2009. Ed. Ambiente, Milano, 2009
[16] Almendares J. & Epstein P. R., *Cambiamento climatico e salute.* In State of the World 2009. Ed. Ambiente, Milano, 2009
[17] Questa è la causa degli effetti catastrofici raccontati nel già citato film "L'alba del giorno dopo" (The day after tomorrow) del regista Roland Emmerich

Conseguenze economico-sociali del cambiamento climatico

La crisi climatica che stiamo attraversando si inserisce in uno scenario di disequilibrio più ampio, che comprende la **crisi energetica** e quella **alimentare** (collegamento con *scheda generale Alimentazione* e *scheda generale Energia*). La triade costituita dall'eccesso di gas serra in atmosfera, dal declino del petrolio a basso costo e dalla sempre maggiore difficoltà di accesso ai beni alimentari primari caratterizza la nostra era e ci impone una transizione verso nuove modalità di esistenza e di convivenza.

L'utilizzo industriale intensivo dei combustibili fossili, oggi sempre più dispendioso sia in termini economici sia in termini ecologici, ha determinato una **perturbazione nel ciclo del carbonio**: in poco più di duecento anni è stata immessa in atmosfera una porzione significativa[18] delle riserve di carbonio accumulate in ere geologiche, ovvero sulla scala dei milioni di anni, sotto forma di petrolio, carbone e gas naturale. Come abbiamo visto, la conseguenza principale consiste in un **aumento della temperatura media del nostro pianeta** ovvero, in termini fisici, in un incremento dell'energia cinetica media presente nel nostro sistema climatico. A ciò corrispondono non soltanto le conseguenze climatiche prettamente termiche quali la fusione delle riserve di ghiaccio sul pianeta ma anche, nel contempo, l'intensificazione dei cosiddetti eventi climatici estremi: uragani, inondazioni, siccità prolungate.

In tale scenario complesso, il caos climatico mette dunque naturalmente in discussione il sistema politico, economico e normativo della comunità industriale globalizzata, fondata sull'utilizzo dei combustibili fossili, e nel contempo minaccia, già oggi, l'esistenza stessa delle culture non dipendenti da questi ultimi.

La crescente intensità ed imprevedibilità del sistema climatico implica, in effetti, gravi conseguenze, sia nei paesi industrializzati sia nei cosiddetti paesi in via di sviluppo.

L'estrema **vulnerabilità** delle popolazioni del sud del mondo, già provate dalla crisi alimentare, dalla penuria di acqua potabile e dalla carenza di strutture igienico-sanitarie adeguate, ne diminuisce drasticamente la resilienza climatica, ovvero la capacità di adattamento alle sollecitazioni del clima. Sono proprio coloro che già si trovano in difficoltà grave, dunque, a subire gli effetti maggiori del caos climatico, sia in termini di destabilizzazione dei sistemi di sostentamento, sia in quelli del numero di vittime e di migrazioni forzate. Basti pensare che, negli ultimi cinque anni, più del 96%

[18] Poco meno della metà delle riserve totali secondo le stime più recenti.

dei decessi collegati ai disastri naturali si è verificato nei paesi in via di sviluppo. A tale percentuale si somma **l'aumento delle vittime di malattie endemiche tropicali** come la **malaria**, la quale si manifesta ad altitudini sino a pochi anni fa ritenute sicure e pertanto sedi di grandi insediamenti umani.

Il numero di **profughi ambientali**, per lo più provenienti dalle aree più povere del pianeta è anch'esso in continuo aumento e supera quello dei profughi di guerra. Secondo un recente rapporto[19] del *Center for International Earth Science Information Network* (CIESIN) della Columbia University di New York, le popolazioni che dipendono dal sistema acquifero dei ghiacciai himalayani sono esposte a inondazioni e smottamenti nel breve periodo, e a siccità e desertificazione nel lungo periodo. Le grandi megalopoli nelle zone costiere sui delta dei grandi fiumi, quali il Gange, il Mekong e il Nilo rischiano la migrazione forzata a causa dell'innalzamento dei mari: 23 milioni di persone circa nel caso dell'innalzamento di un metro e circa 34 milioni se il livello dal mare salisse di 2 metri. Per lo stesso motivo, gli abitanti degli arcipelaghi più bassi sul livello del mare, quali ad esempio le Maldive e le isole Tuvalu, potrebbero essere tra breve costretti ad abbandonare le proprie terre.

Agricoltori, popolazioni indigene e artigiani che vivono al di fuori dell'economia industriale globalizzata rischiano anche di perdere la propria identità culturale e sociale. Il caos climatico rende, in effetti, sempre più inefficace l'insieme delle conoscenze e pratiche locali delle culture fondate sull'auto-sussistenza, tramandate di generazione in generazione e profondamente radicate negli ecosistemi locali.

È il caso, ad esempio, degli Inuit (tema trattato nel documentario *"La terra degli Inuit si sta sciogliendo"*) e degli altri popoli indigeni del Circolo Polare Artico, i quali nel 2005 hanno denunciato gli Stati Uniti alla Commissione Inter-Americana sui Diritti Umani (Inter-American Commission on Human Rights) per danni climatici a causa della loro mancata adesione al **protocollo di Kyoto**. La denuncia è stata accolta soltanto nel 2007 ed è tutt'ora in corso la vertenza[20].

[19] Il rapporto è scaricabile dal sito http://www.ciesin.columbia.edu/documents/clim-migr-report-june09_final.pdf

[20] I popoli indigeni del Circolo Polare Artico, organizzati nell'Inuit Circumpolar Conference (ICC) hanno contribuito attivamente ad una valutazione di impatto ambientale da cambiamento climatico nel Circolo Polare Artico con le loro conoscenze locali sul territorio. Si veda a tal proposito l'Inuit Climate Impact Assessement, l'interessante intervista alla loro leader Sheila Watt-Cloutier, nel sito http://www.youtube.com/watch?v=xFIsrwrjHoY .

La crisi climatica presenta dunque una dinamica paradossale in termini di ripartizione dei rischi: sono infatti i popoli che meno dipendono dai combustibili fossili, e dunque i meno responsabili del fenomeno, a soffrirne le maggiori conseguenze.

Nel mondo industriale globalizzato, il crescente ed imprevedibile numero di eventi catastrofici sta determinando una crisi del **settore assicurativo**, oggi la più grande impresa globale in termini di fatturato. Basti pensare che nei soli Stati Uniti i danni da catastrofi naturali sono cresciuti dai 100 milioni di dollari all'anno negli anni 50, ai 6 miliardi di dollari negli anni 90. Nel 2004 si è registrato un totale di danni pari 145 miliardi di dollari con richieste di risarcimento pari a 45 miliardi. Nel 2005, l'anno dell'uragano Katrina, si è passati a 200 miliardi di perdite con oltre 70 miliardi di risarcimento. Oltre ai danni economici ad **infrastrutture e sistemi di allevamento ed agricoltura**, altri danni si manifestano nel mercato finanziario. Le grandi aziende assicurative infatti sono sempre più in difficoltà nel far fronte alle domande di risarcimento e si trovano costrette a mettere in vendita enormi quantità di titoli, creando squilibri finanziari su ampia scala. Il collasso complessivo del sistema assicurativo globale potrebbe in questo senso comportare un crollo economico finanziario di proporzioni inaudite.

L'impatto della crisi climatica sul sistema assicurativo si fa sentire non soltanto con l'aumento degli eventi estremi e della loro imprevedibilità, ma anche, contemporaneamente, con il moltiplicarsi dei risarcimenti legali, dovuti ad un aumento delle vertenze climatiche a carico delle multinazionali, tutte assicurate, citate in giudizio sia per mancata osservanza delle norme sulle emissioni, sia per danni climatici. Il concetto stesso di responsabilità giuridica è messo in discussione nel contesto della crisi climatica, poiché, data la complessità del problema, i nessi di causalità sono di difficile attribuzione. La compensazione dei danni climatici resta dunque una questione aperta di grande interesse[21].

[21] In un interessante articolo su Nature comparso nel 2004 (M. R. Allen e R. Lord, *The blame game*, Nature online, December 2004) si discute ad esempio la possibile attribuzione di responsabilità giuridica dei paesi con il maggior impatto sul clima, per le vittime della grande ondata di caldo che ha colpito l'Europa nel 2003 e che ha causato più di 35.000 vittime.

Quali soluzioni? Il dialogo internazionale in corso

Il primo trattato ambientale internazionale per gestire il riscaldamento globale nasce in occasione del Summit della Terra tenutosi a Rio de Janeiro nel 1992, sulla base delle evidenze scientifiche fornite dai ricercatori dell'**IPCC**. Si tratta della *Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici*, firmata da 154 Paesi, che non prevedeva vincoli legali all'emissione di gas serra. Nel 1994 tale trattato è entrato in vigore e, da quel momento, ogni anno i firmatari si sono incontrati nelle Conferenze delle Parti (COP, Conference of the Parties). La terza di queste conferenze si è tenuta in Giappone (a Kyoto) nel 1997 ed è diventata la più famosa perché, per la prima volta, è stato realizzato un Protocollo che pone dei limiti alla produzione di gas serra legalmente vincolanti. Molti sono stati i Paesi che lo hanno firmato, compresi gli Stati Uniti. Ma per entrare in vigore era necessario che il Protocollo venisse ratificato da almeno 55 dei firmatari e che l'insieme di queste nazioni producessero almeno il 55% dei gas serra globali. Questa condizione è stata raggiunta solo nel febbraio del 2005 a seguito della ratifica da parte della Russia. Gli Stati Uniti non hanno ancora aderito.

Il trattato prevede che le Nazioni aderenti complessivamente riducano del 5,4% le loro emissioni di gas serra rispetto ai valori del 1990, entro il 2012. Si tratta di un valore medio: paesi industrializzati come l'Unione Europea devono ridurre dell'8% (l'Italia del 6,5%), mentre riduzioni inferiori o addirittura nulle sono previste per paesi in via di sviluppo, anche se questi contribuiscono in misura non trascurabile all'effetto serra[22].

Per raggiungere l'obiettivo fissato dal **Protocollo di Kyoto**, oltre a puntare alla riduzione dei consumi di materia ed energia, strettamente correlati alla produzione di gas serra, una nazione può ricorrere a un sistema di meccanismi flessibili per l'acquisizione dei cosiddetti "**crediti di carbonio**".

Un primo meccanismo consiste nell'effettuare progetti per il trasferimento di tecnologie "pulite" o, comunque, progetti volti a ridurre le emissioni in paesi in via di sviluppo che non hanno obblighi di riduzione (*Clean Development Mechanism, CDM*). Un secondo meccanismo a disposizione consiste nel praticare lo stesso tipo di investimento in altri paesi con obblighi di riduzione, in particolare quelli con economia in transizione (*Joint Implementation, JI*). La differenza fra la quantità di gas serra emessa realmente e quella che sarebbe stata emessa senza la realizzazione del progetto

[22] Si pensi che per India e Cina non è previsto nessun obbligo di riduzione delle emissioni nonostante producano circa il 40% dei gas serra a livello mondiale.

(scenario di riferimento o baseline), è considerata "emissione evitata" ed è accreditata sotto forma di "crediti di carbonio".

È possibile, secondo un terzo meccanismo, acquistare tali crediti da nazioni che hanno ridotto le emissioni oltre l'obiettivo previsto (*Emission Trading, ET*). Utilizzando questo stratagemma basato sulla compravendita, un paese può non ridurre le proprie emissioni e soddisfare comunque il Protocollo di Kyoto.

Seguendo la stessa logica si sono sviluppati degli strumenti di "compensazione della CO_2" a disposizione delle imprese pubbliche e private. Vengono contabilizzate le emissioni di gas serra durante tutte le fasi di un certo progetto e tali emissioni saranno poi "compensate" attraverso l'acquisto di una certa area di foreste in grado di riassorbirle oppure attraverso iniziative che prevedono l'impiego di energie rinnovabili. Questo genere di strumenti, in realtà, **non** garantisce una reale riduzione degli impatti ambientali di un'impresa (e di un paese). L'intera filiera di un processo produttivo non è causa soltanto di emissioni di gas serra (sebbene la CO_2 rappresenti la maggior parte dei flussi di materia in uscita da un sistema), ma è anche causa di movimentazione di altri materiali in grado di provocare, più o meno direttamente, danni ambientali e sociali. Compensare la CO_2 emessa significa destinare una parte dei propri investimenti alla comunicazione ambientale (o al raggiungimento degli obiettivi del Protocollo di Kyoto). Non garantisce che ci sia stato un impegno reale da parte dell'azienda di ridurre il consumo di materia ed energia. In sostanza, in certi casi, la compensazione della CO_2 emessa può comunicare un'immagine mistificatoria, attraverso una sorta di "greenwashing"[23]. Può, inoltre, alimentare un immaginario collettivo basato sull'idea che possa esistere davvero un'attività antropica (produttiva) a **"impatto zero".**

Negli ultimissimi anni si stanno moltiplicando le iniziative nazionali e internazionali volte a gestire il caos climatico. La COP di Bali del 2007 ha posto le basi per un nuovo Protocollo in grado di sostituire e migliorare quello di Kyoto, a breve in scadenza. Nello stesso anno la Cina ha reso noto il suo primo piano d'azione contro i cambiamenti climatici e l'Australia, colpita da ondate di siccità, ha deciso di ratificare il Protocollo di Kyoto. Nel 2008, nuove iniziative sono state avviate da India e Brasile. La Commissione Europea ha formalizzato una proposta che prevede la riduzione di emissioni del 20% entro il 2020 (rispetto ai valori del 1990) e il G8 tenutosi in Giappone ha

[23] neologismo inglese che indica, appunto, la comunicazione di determinate virtù sostenibili che in realtà nascondono responsabilità nei confronti di impatti ambientali negativi.

prodotto un accordo per una riduzione mondiale del 50% entro il 2050. Il nuovo presidente degli Stati Uniti, Barack Obama, ha addirittura posto l'obiettivo di ridurre dell'80% le emissioni statunitensi entro il 2050.

Quali soluzioni? Strategie di limitazione e adattamento (ad alta e bassa potenza)

Nel giro di pochi anni, si è passati da una difficoltà a definire ed accettare l'esistenza del problema del cambiamento climatico globale, alla presa d'atto che una soluzione definitiva non esiste. Si tratta oggi di contenere i danni e di non innescare reazioni di *feed back* positivi che possano portare ad un drammatico e repentino collasso degli ecosistemi che ospitano la vita sul pianeta, compresa la nostra.

In effetti, la crisi climatica è attualmente affrontata nei termini di *limitazione* del fenomeno (la cosiddetta *mitigation* nella letteratura anglosassone) ed in quelli di adattamento (*adaptation*) al fenomeno stesso.

Sia la *limitazione* sia l'*adattamento* sono concepiti e realizzati attraverso due tipologie di strategie distinte. Le prime, cosiddette ad ***alta potenza***, propongono aggiustamenti minori allo *status quo* del sistema industriale globalizzato e si concentrano dunque su interventi normativi e tecnologici in grado di aumentare l'efficienza energetica e di sostituire l'utilizzo dei combustibili fossili senza diminuire sostanzialmente la quantità di energia e materia complessivamente utilizzate per sostenere il sistema. La privatizzazione dell'atmosfera attraverso la compravendita del diossido di carbonio e delle emissioni, proposta nei meccanismi del trattato di Kyoto e nel rapporto Stern[24], il riemergere dello sviluppo di tecnologie fondate sull'energia nucleare e le pianificazioni su ampia scala di centrali eoliche e solari rientrano in tale opzione di *limitazione* del problema. È questo lo scenario di ciò che viene spesso definito come "sviluppo sostenibile". In tale contesto, i paesi in via di sviluppo devono essere messi nella condizione di accelerare la loro transizione verso il sistema industriale, per limitare i danni da cambiamento climatico. Si tratta dunque, ad esempio, di aumentare la capacità di *adattamento* climatico di tali paesi e popolazioni estendendo l'utilizzo di sementi geneticamente modificate, in grado di resistere agli stress ambientali, o di diffondere, più in generale i metodi dell'agricoltura intensiva industriale debitamente 'ripuliti' il più possibile dalla

[24] Per maggiori dettagli si veda Vandana Shiva, *Ritorno alla Terra* Fazi Editore, Roma, 2009

dipendenza dagli idrocarburi (collegamento con *scheda generale Alimentazione* e *scheda generale Energia*).

Sempre nell'ambito delle soluzioni di *limitazione* ad **alta potenza** rientrano le cosiddette tecnologie di ingegneria del clima (*climate engeneering*) e di ingegneria planetaria (*geoengeneering*), attraverso le quali si propongono soluzioni per 'ripulire' l'atmosfera dalla CO_2 o per ridurre l'effetto serra. Si tratta di soluzioni che implicano ancora una volta l'essenziale mantenimento dello *status quo* senza affrontare il problema alla radice. Le maggiori controindicazioni di tali tecnologie sono i loro effetti a catena sugli ecosistemi locali e globali, e i loro costi e rischi non tanto di realizzazione, quanto di mantenimento a tempo indeterminato. Gli interventi diretti sull'atmosfera prevedono, ad esempio, l'utilizzo di aerosol sub-microscopici a base di solfato per riflettere la luce solare, al fine di raffreddare l'atmosfera, oppure la messa in orbita di migliaia di lenti della larghezza approssimativa di sessanta centimetri ognuna in grado di deflettere la luce solare, o ancora la 'cattura' alla fonte della CO_2 emessa dalla grandi industrie e la sua immissione in serbatoi sotterranei nella litosfera (la cosiddetta *carbon sequestration*). Un intervento sugli oceani, sperimentato negli Stati Uniti sotto il nome di progetto IRONEX, prevede la contaminazione delle acque con particelle di ferro in grado di accelerare lo sviluppo del fitoplacton, in grado di fissare la CO_2 per fotosintesi.

Le strategie a **bassa potenza** sono fondate invece sul mettere esplicitamente in discussione il sistema economico-produttivo nel suo complesso e propongono delle modalità di redistribuzione equa dei beni comuni globali, quali la terra coltivabile, l'acqua e l'atmosfera, e di diminuzione dello sfruttamento di tali risorse ad opera dell'occidente industrializzato, attraverso una maggiore consapevolezza, efficienza e decentralizzazione energetica. Si tratta dei cosiddetti piani di contrazione e convergenza - *contraction and convergence* - (collegamento con *scheda generale Energia*), e di ciò che Vandana Shiva definisce come "democrazia della Terra". In tale visione, *adattamento* e *limitazione* non possono che andare di pari passo. I cittadini del nord industrializzato sono chiamati ad una maggiore consapevolezza delle ricadute climatiche dei loro stili di vita, nei trasporti, nelle scelte di consumo alimentare e non, e nella gestione dell'energia nelle proprie abitazioni[25]. Nel contempo, le comunità *autopoietiche*[26], ovvero ancora fondate sull'auto-

[25] Una serie di progetti di sensibilizzazione e creazione di consapevolezza civica sulla questione del caos climatico, quali il progetto Ulysses e il software VGAS di simulazione degli effetti climatici degli stili di vita, sono stati realizzati dal centro di ricerca della Commissione Europea, *Joint Research Center* e implementati in modo partecipativo sotto forma di *focus group* in tutta Europa.

sussistenza e sull'auto-organizzazione, possono fungere in tale contesto da prezioso esempio per proporre dei modelli di decentralizzazione complessiva dei sistemi di sostentamento e di produzione. Non si tratta dunque di accelerare lo sviluppo *allopoietico* delle comunità locali, ovvero uno sviluppo alimentato ad alta potenza in modo centralizzato e non adattato agli ecosistemi coinvolti, ma al contrario, di favorire un recupero della capacità di produrre e condividere materia ed energia su scala locale, ed informazione e conoscenza su scala globale. Le migliori strategie di *limitazione* e *adattamento* al caos climatico consistono, in quest'ottica, nel preservare ed arricchire la biodiversità ecologica e culturale presente sul pianeta, arricchendola delle tecnologie a bassa potenza oggi a disposizione[27].

[26] Il termine *autopoietico* è stato coniato dal neuroscienziato cileno Humberto Maturana nel 1972 ed è ripreso da Vandana Shiva ad indicare un sistema in grado di autorinnovarsi ed autoorganizzarsi attraverso la creazione, la trasformazione e la distruzione continua dei suoi componenti. Gli ecosistemi del nostro pianeta possono essere considerati auto-poietici soltanto se si considera come componente interna al sistema anche l'energia solare.
[27] Quali ad esempio la produzione, diffusione e stoccaggio di energie rinnovabili su scala locale e decentralizzata.

Alcuni spunti di riflessione didattica

Come emerge da quanto detto precedentemente il clima è un sistema complesso, sia per quanto riguarda il suo naturale funzionamento sia per la non linearità e la non prevedibilità delle sue risposte alle perturbazioni provocate da attività antropiche.

Questa seconda parte consiste di alcuni spunti riflessivi volti a facilitare gli insegnanti nella costruzione di percorsi che tengano conto di questi due livelli di complessità, e che promuovano negli studenti uno sguardo critico rispetto a descrizioni del problema e possibili soluzioni eccessivamente parziali.

Il clima: un sistema complesso

Un primo passo nella costruzione di un percorso riferito al caos climatico potrebbe consistere nel cercare di mettere in evidenza la complessità intrinseca al fenomeno naturale del clima dettata dall'interazione tra le diverse componenti del pianeta (atmosfera, biosfera, idrosfera e litosfera).

In merito a questo suggeriamo di prestare attenzione ad alcuni aspetti qui sotto riportati:

- *Differenza tra clima e condizioni meteorologiche*

  Mentre il clima un è fenomeno globale, sebbene possa variare da zona a zona del globo, le condizioni climatiche costituiscono una serie di proprietà fisiche nel breve termine in un dato tempo e luogo.

  Potrebbe essere utile in tal senso ragionare quindi anche sui confini spaziali e temporali dei fenomeni. Alcune suggestioni:

  - Il vento, che è un importante fattore climatico, trasporta più di quanto immaginiamo, sia nutrienti sia sostanze nocive: es. polvere ricca di fosfati, proveniente dal deserto del Sahara, attraversa l'Atlantico giungendo in Brasile, dove rifornisce di questi nutrienti il suolo della foresta pluviale … Cina e stati dell'Asia centrale sono connessi agli Stati Uniti occidentali attraverso venti che oltrepassano l'Oceano Pacifico: è stato rilevato che il 10% dello smog lungo la costa occidentale degli Stati Uniti è costituito da inquinanti di origine asiatica!!!
  - Le correnti oceaniche giocano un ruolo importante nella ridistribuzione del calore ricevuto dal sole, per evidenziare questa loro capacità di trasporto si può ad esempio discutere sull'immenso vortice di plastica raccolta in giro per il mondo e ammassata nel Pacifico per mezzo delle correnti oceaniche (per approfondimenti fenomeno noto come *Pacific Trash Vortex*).

→ Documentario suggerito - *"No penguins land"* può rappresentare una suggestione per riflettere sulla differenza tra clima, condizioni meteorologiche, stagionalità, …

- *Relazione tra radiazione solare e clima*

  Che differenza c'è tra buco nell'ozono ed effetto serra? Entrambi i fenomeni sono connessi all'incidenza della radiazione solare sul nostro pianeta, ma non entrambi sono legati al caos climatico. Esplorare in che modo effetto serra e caos climatico sono in relazione.

- *Relazione tra cicli biogeochimici (con particolare attenzione a ciclo del carbonio e ciclo dell'acqua) e fenomeni climatici*

  Es.: gioco di simulazione – Il Ciclo del Carbonio. Immagina di essere un atomo di Carbonio: quali strade percorrerai a seconda delle circostanze? In quali e quanti processi potrai essere coinvolto? Quante e quali identità puoi assumere?

  → Suggerimento bibliografico: "*Il sistema periodico"* Levi P., Einaudi, 2005.

  → Suggerimento bibliografico: "*Metamorfosi di bios. Le molecole raccontano"* Pallante M., Editori Riuniti, 2003.

- *Relazione tra clima e popolazione umana*

  In che modo le caratteristiche climatiche condizionano gli abitanti delle diverse aree geografiche? (abitudini alimentari, modi di vestire, il colore della pelle,..)

  → Documentario suggerito - *"La terra degli Inuit si sta sciogliendo"*

Caos climatico e attività umana

Una volta approfondito il tema del clima dal punto di vista del suo "funzionamento", si può passare a riflettere su come le diverse azioni e stili di vita antropici possano influenzarne l'andamento.

In tal senso alcune punti di interesse potrebbero essere:

- *Ciclo del carbonio e azioni quotidiane*

  Riprendendo il ciclo biogeochimico del carbonio, si può passare ad individuare quali azioni antropiche (individuali e collettive) si inseriscono nel ciclo stesso. Questo porta a prendere consapevolezza della forte relazione fra azioni, utilizzo di combustibili fossili e concentrazione di CO_2 in atmosfera.
  Questo tipo di attività può essere utilizzato per ragionare anche in relazione agli altri tipi di gas serra e costruire quindi una visione d'insieme più ampia.

  → Documentari suggeriti - *"The great warming"* , *"Global WARming"*

- *Analisi del ciclo di vita del prodotto (Life Cycle Assesment)*

  Si può proseguire la riflessione in merito all'impatto delle attività antropiche utilizzando il concetto di ciclo di vita del prodotto. Un qualsiasi prodotto di consumo ha infatti a monte, un processo di estrazione di risorse, un processo di lavorazione, di trasporto e, a valle dell'utilizzo un processo di smaltimento. Tutte queste fasi di vita del prodotto implicano flussi di energia e

materia il cui impatto ambientale non dovrebbe essere trascurato. Questo concetto può essere utilizzato per arricchire e ampliare la visione della portata degli impatti, in termini di emissioni in atmosfera, delle attività precedentemente individuate.

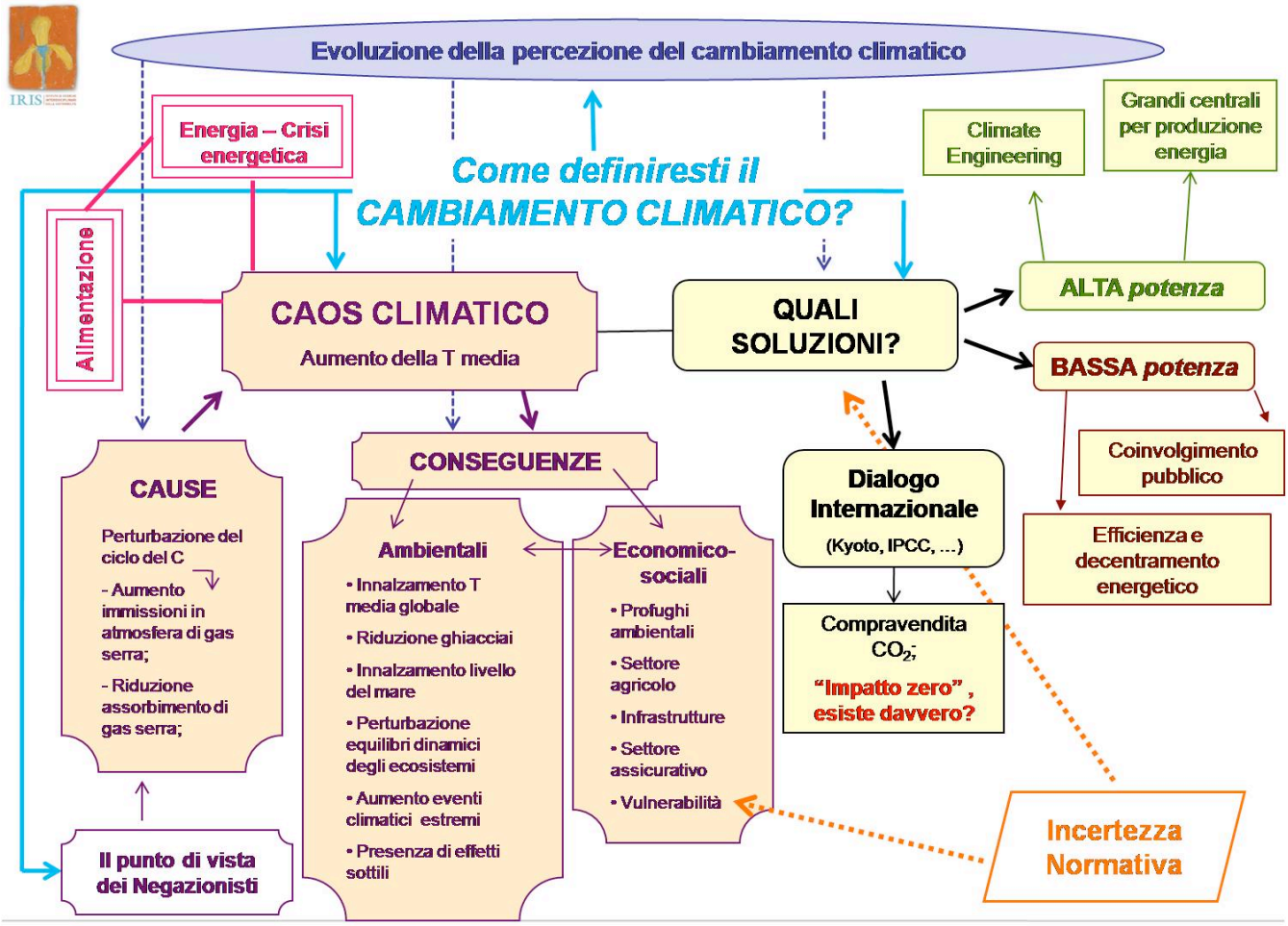
→ Documentario stimolo - Ragionare in termini di LCA può inoltre essere utile per sottolineare i limiti di alcune **soluzioni tecnologiche ad alta potenza** come quelle ad esempio illustrate nel documentario *"The great warming"*

- *Caos climatico ed effetti sulle popolazioni umane*

Che tipo di relazione esiste tra il caos climatico e il fenomeno dei *profughi ambientali*?

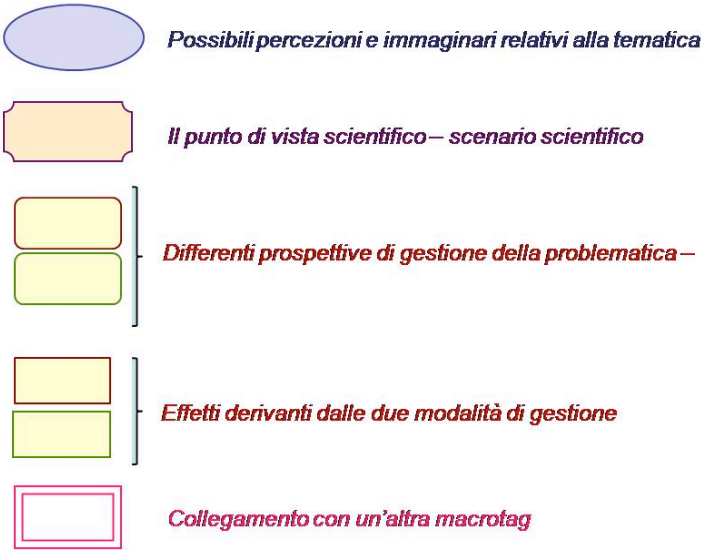
→ Documentari suggeriti - *"No penguins land"* , *"La terra degli Inuit si sta sciogliendo"*

SCHEDA REALIZZATA DA
IRIS - Istituto di Ricerche Interdisciplinari sulla sostenibilità - www.iris.unito.it
A cura di: Angelotti M., Benessia A., Guarnieri V., Marchetti D.



IRIS - Istituto di Ricerche Interdisciplinari sulla Sostenibilità - www.iris.unito.it

Legenda


Possibili percezioni e immaginari relativi alla tematica
Il punto di vista scientifico – scenario scientifico
Differenti prospettive di gestione della problematica –
Effetti derivanti dalle due modalità di gestione
Collegamento con un'altra macrotag

Suggerimenti bibliografici

AA.VV., *Un percorso interdisciplinare di conoscenza sull'acqua*, Litografia Geda, Nichelino (To), 2005, p.p 65-86

Allen M. R. e Lord R., *The blame game*, Nature online, December 2004

Almendares J. & Epstein P. R., *Cambiamento climatico e salute.* In State of the World 2009. Ed. Ambiente, Milano, 2009.

Dauncey G. & Mazza P., *Clima tempestoso.101 soluzioni per ridurre l'effetto serra*, Franco Muzzio Editore, Roma, 2003

Evans K., *Il clima furioso. Tutto quello che dovete sapere sui cambiamenti climatici*, ed. Arcana, 2007

Ferrara V., Farruggia A, *Clima: istruzioni per l'uso. I fenomeni, gli effetti, le strategia,* Ed. Ambiente, 2007

Flannery T., *I Signori del clima. Come l'uomo sta alterando gli equilibri del Pianeta,* Ed. Corbaccio, 2006

Flavin C. & Engelman R., *La tempesta perfetta*. In State of the World 2009. Ed. Ambiente, Milano, 2009

McKeown A. & Gardner G., *Il cambiamento climatico: riferimenti, guida e glossario.* In State of the World 2009. Ed. Ambiente, Milano, 2009

Sarevitz D., *How science makes environmental controversies worse*. Environmental Science & Policy (7) 2004, pag 385-403

Shiva V., *Ritorno alla terra, la fine dell'ecoimperialism*o. Fazi Editore, Roma, 2009.

Sitografia

www.ucsusa.org/global_warming/science_and_impacts/global_warming_contrarians/exxonmobil-report-smoke.html: sito da cui si può scaricare il rapporto della Union of Concerned Scientists sulla manipolazione dell'opinione pubblica sul tema del caos climatico da parte della Exxon mobile

www.capefarewell.com: sito del progetto Capefarewell che coinvolge scienziati, comunicatori, educatori e artisti allo scopo di creare e diffondere nuova conoscenza sul caos climatico

www.ciesin.columbia.edu/documents/clim-migr-report-june09_final.pdf

www.esteri.it/MAE/IT/Politica_Estera/Temi_Globali/Ambiente/20090406_MeccanismiKyoto.htm

www.fcrn.org.uk: sito ufficiale del Food Climate Research Network, centro di ricerca britannico i cui obiettivi sono capire come il sistema alimentare contribuisce alle emissioni di gas a effetto serra e promuovere la possibilità di una loro riduzione.