Imbrogli di guerra

Scienziate e scienziati contro la guerra

Contributi al Seminario sulla guerra nei Balcani

Istituto per le Applicazioni del Calcolo — Consiglio Nazionale delle Ricerche

Roma, 21 giugno 1999

a cura di Franco Marenco

Novembre 1999

Imbrogli di guerra
Scienziate e scienziati contro la guerra

Un libro per coloro che vogliono approfondire, fuori dai clamori e al riparo da interferenze mediatiche, cause e conseguenze del recente conflitto e di cui consigliamo vivamente l'adozione nelle università e nelle scuole superiori.

Raccoglie contributi e interventi che "Scienziate e scienziati contro la guerra" hanno prodotto in un seminario sul conflitto nei Balcani, tenutosi a Roma il 21 giugno 1999. Sono testi ricchi di grafici e tabelle, meditati e documentati, che analizzano un vasto spettro di temi e di àmbiti a partire da metodologie scientifiche diverse, attenti a riferire soprattutto, ma non solo, sulle conseguenze del recente conflitto sulla popolazione e sull'ambiente.

Sono testi scientifici che non vogliono ignorare le connessioni economiche tra università, ricerca ed industria bellica, e che affrontano, di nuovo, la responsabilità della scienza e degli scienziati nei confronti del Pianeta e della sua popolazione. In un contesto culturale di profonda crisi, laddove molti intellettuali sono spiazzati dagli eventi, altri làtitano, ed altri ancora si vendono al miglior offerente, qualcuno s'interroga...

Le autrici e gli autori: A. Di Fazio, V.F. Polcaro, S. Salerno, L. Triolo, V. Caffarelli, W. Bocola, P. Cagnetti, V. Gennaro, G. Grandoni, A. Signorini N. Pacilio, C. Pona, A. Baracca, R. La Valle e altri, F. Grimaldi, A. Drago, E. Donini, M. Emmer, A. Martocchia: docenti appartenenti a Dipartimenti di varie Università italiane (Napoli, Roma, Firenze, Torino, Trieste); ricercatori del CNR, dell'ENEA, degli Osservatori astronomici, del Ministero dell'Ambiente, dell'Istituto Nazionale per la ricerca sul Cancro di Genova; studenti della Scuola Internazionale per gli Studi Avanzati di Trieste.

Via delle Canapiglie 112 — 00169 Roma
http://www.eco-cooperazione.it/odradek/
odradek@tiscalinet.it

ISBN 88–86973–21–7

Indice

Prefazione

Spesso, avvenimenti che ci fanno mettere in gioco le parti più profonde della nostra coscienza sembrano allontanarci dal nostro quotidiano, renderlo quasi accessorio rispetto ad altro agire che sentiamo più urgente ed opportuno. La guerra è sicuramente uno di questi, ed in particolare lo è stata la guerra contro la Jugoslavia che ha visto direttamente coinvolto il nostro paese a fianco degli altri stati membri della NATO.

Nell'aprile del 1999, quando da ormai un mese la NATO bombardava la Federazione Jugoslava e noi tutti eravamo vittime di un bombardamento mediatico senza precedenti, un gruppo di ricercatrici e ricercatori lanciò un appello al mondo della ricerca: *"Questa guerra non è una guerra giusta perché è dettata da interessi economici, politici, militari che nulla hanno a che vedere con ragioni umanitarie. A questa guerra dobbiamo opporre la ricerca del dialogo, della tolleranza e dell'accettazione dell'altro"*, si diceva nell'appello, che raccolse molte adesioni e diede il via al comitato "scienziate e scienziati contro la guerra".

Le conseguenze di oltre due mesi di bombardamenti cominciano ora ad essere evidenti. Sono state usate armi bandite da tutte le convenzioni, come l'uranio impoverito e le bombe a grappolo. I danni ambientali rischiano addirittura di mettere in crisi la possibilità di nutrirsi da parte delle popolazioni jugoslave, mentre chi mangerà i frutti della terra lo farà sapendo di avvelenarsi lentamente con cloruro di vinile monomero, bifenili policlorurati, uranio, metalli pesanti e quant'altro. Si sono volute colpire le strutture del paese in modo da distruggerne l'economia e sospenderne la ripresa per decenni. Il diritto internazionale è stato stracciato, la NATO si è fatta sberleffi dell'ONU, delle varie convenzioni di Ginevra e del suo stesso trattato. I paesi membri dell'Alleanza hanno fatto a pezzi le loro costituzioni. Le nostre società hanno subito un imbarbarimento nei rapporti tra le persone: a settembre 1999 circolarono dei filmati che testimoniano i risultati disastrosi della "missione Arcobaleno", in termini di corruzione, istigazione all'illegalità, sfruttamento sessuale delle donne profughe. Durante i bombardamenti della primavera tutto ciò era completamente oscurato dal mito dell'intervento "umanitario", motivato con la necessità di riportare la "pace" in Kosovo.

A giugno il comitato ha organizzato una prima giornata di lavoro per mettere a confronto informazioni, dati e riflessioni sulla guerra. È stato un tentativo di portare nel quotidiano del nostro lavoro le nostre azioni contro la guerra e per la costruzione della pace, oggi in Jugoslavia, ma domani in tutti gli altri luoghi ove la soluzione di conflitti dalle diverse origini sembra, senza scampo, affidata solo al potere degli eserciti e delle armi. È stato un tentativo di capire come le scienze, ed in particolare le donne e gli uomini che svolgono un'attività scientifica, con i loro saperi e il loro metodo di ricerca e di lavoro possono avere un ruolo nel processo di costruzione della pace.

Le proposte emerse dalla giornata di lavoro sono state molteplici e riguardano sia il nostro contributo di esperti da sottoporre alla società civile, che le nostre riflessioni riguardo ai meccanismi di decisione in ambito scientifico. Nel primo ambito ci proponiamo di organizzare dibattiti tematici nelle università sugli argomenti trattati, di mettere a disposizione le nostre competenze in incontri pubblici organizzati da altri gruppi, di organizzare conferenze stampa per diffondere i risultati delle nostre ricerche, di sviluppare azioni di ricerca e/o solidarietà in Serbia/Kosovo o altre zone di guerra, di porre all'attenzione del pubblico l'uso (e l'abuso) della scienza e della tecnica a fini bellici e di dominio da parte dei paesi occidentali, primo fra tutti gli Stati Uniti. In un ambito più interno al mondo della ricerca (ma aperto al contributo di chiunque si renda disponibile a questo lavoro) sono emerse le proposte di costituire gruppi di studio tematici (sul ruolo della scienza e contro il riduzionismo scientifico, sui cambiamenti climatici e i conflitti futuri), di creare contatti con ricercatrici e ricercatori jugoslavi, di proporre l'istituzione di dottorati di ricerca di Tecnologie di Pace, di costruire un Progetto Finalizzato "Scienza per la pace e la solidarietà tra i popoli", di trovare le vie perché i nostri Enti supportino le ricerche connesse con la guerra e la pace e supportino centri di ricerca jugoslavi, di prendere contatto con possibili gruppi omologhi all'estero e in Italia (ad esempio l'Unione Scienziati per il Disarmo).

Alcuni di questi progetti hanno cominciato a prendere forma (sono stati avviati contatti durante un viaggio in Jugoslavia, cominciano ad arrivare inviti a partecipare a dibattiti sulla guerra). Intanto questo libro, che raccoglie gli atti della giornata, è un nostro primo contributo che mettiamo a disposizione di chiunque vuole cercare di capire le tracce lasciate da quella devastante guerra.

Ringraziamo Odradek per la disponibilità a pubblicarlo, le autrici e gli autori che hanno fornito il loro contributo. Un ringraziamento particolare va a Franco Marenco, che ha curato la raccolta dei lavori.

Lo sforzo è collettivo, il filo conduttore è l'impegno delle scienziate e degli scienziati nella ricerca della pace, le idee espresse da autrici ed autori sono, ovviamente, personali.

Scienziate e scienziati contro la guerra[1]

[1]scienzaepace@iac.rm.cnr.it

Introduzione

La guerra ha ripreso il suo posto in Europa, dopo la parentesi di Yalta. *"La guerra combattuta nei Balcani introduce un nuovo scenario in cui sono rimessi in gioco i rapporti tra i grandi poteri mondiali e lo stesso ordine giuridico internazionale"*, ci fa notare Raniero La Valle. Luigi Cortesi scrive su Giano:[1] *"non è un buon inizio del Duemila quello che vede la distruzione sistematica, ai limiti del sadismo attribuito ai nazisti, di una grande capitale europea"*. Lo scenario che si va delineando, dalla Guerra del Golfo in poi, non è affatto rassicurante e l'attacco alla Jugoslavia è tutt'altro che un fatto isolato. Andrea Martocchia denuncia le *"operazioni militari che ad esempio il nostro paese conduce, ormai a ripetizione da anni, contro i dittatori ed i barbari di turno"*. Il *"benessere nazionale dei cittadini occidentali è lo scopo dichiarato spudoratamente del nuovo modello di difesa"*, ci ricorda Antonino Drago, mentre Angelo Baracca ci mette in guardia per il futuro: *"il bilancio degli USA per la difesa sta crescendo in maniera preoccupante"* e *"la Russia si sente umiliata, assediata, aggredita"*; inoltre denuncia gli *"innegabili crimini contro l'umanità, e distruzioni di massa, commessi dai vincitori"*. Dobbiamo stare tutt'altro che allegri: la guerra balcanica è solo l'ultima, in termini cronologici, di una spaventosa escalation, e un domani la violenza di cui sono stati vittima gli Jugoslavi potrebbe riversarsi contro qualsiasi altro popolo d'Europa, anche della parte occidentale e ricca in cui viviamo. Alberto Di Fazio osserva che *"la gravità delle crisi ambientali globali, soprattutto quella energetica e quella climatica — così intimamente connesse — deve far riflettere sugli scenari di conflitto che diventeranno via via più probabili e che potranno portare prima o poi al confronto con il blocco asiatico e con l'Islam. È probabile che l'Europa non abbia in realtà questo obiettivo, ma in tal caso il distacco dagli USA deve avvenire per tempo"*. La lotta per il controllo delle risorse del Pianeta è già iniziata, e nelle sedi diplomatiche si svolgono, nell'assenza di informazioni per il pubblico, aspre negoziazioni sul 'diritto di inquinare'.

Nello scenario balcanico destano grave preoccupazione, oltre ai numerosi morti e feriti direttamente dalle bombe, i danni irrimediabili che sono stati causati all'ambiente ed alla salute pubblica con l'immissione nell'aria e nei fiumi di pericolosi cancerogeni in grandi concentrazioni. Lucio Triolo *et al.* ci avvertono: *"nelle regioni colpite dai bombardamenti della NATO si sono configurati rilevanti rischi di danni cronici irreversibili per gli ecosistemi e per le popolazioni, le cui attuazioni si manifesteranno purtroppo nei prossimi anni, dando tragica continuità alle azioni militari dei tre mesi di guerra"*. Oltre all'inquinamento chimico propriamente detto, bisogna tenere conto anche di quello radioattivo, derivante dall'uso di armi contenenti uranio impoverito, sostanza che *"provoca il cancro quando penetra nell'organismo e la sua tossicità chimica causa danni ai reni"*. Pacilio e

[1] *Giano. Pace, ambiente e problemi globali* n. 31, gennaio–aprile 1999.

Pona ci rammentano che *"la pericolosità dell'uranio impoverito è nota all'esercito statunitense da oltre 20 anni, ma pur tuttavia questo materiale, che viene classificato all'inizio del ciclo produttivo come 'scorie nucleari', quando è trasformato in proiettile diventa, secondo gli USA, un 'armamento convenzionale' "*. E osservano che *"l'uso di queste armi è contrario a tutti i principi e le convenzioni internazionali firmate da tutti i paesi nel corso del XX secolo"*. A ciò si sommano le sofferenze della popolazione, ben descritte da Silvana Salerno, dovute alla combinazione di guerra ed embargo, con conseguenze oltre che sulla salute fisica, anche su quella mentale e sociale: *"l'obiettivo della guerra è proprio quello di distruggere la salute sociale della popolazione, costruita in anni di convivenza, alterando le relazioni sociali e determinando effetti sulla salute che non possono comportare vincitori né vinti"*. Essa aggiunge: *"gli effetti a lungo termine delle armi usate nelle guerre rappresentano talora dei veri e propri laboratori sperimentali dove scienziati senza etica espongono anche propri connazionali a studi specifici per l'affinamento delle tecniche distruttive"*.

A recepire questa situazione, nel nostro paese ritroviamo una società estremamente frantumata, senza punti di riferimento fidati, impossibilitata ad accedere ad informazioni indipendenti, ed incapace di azioni autonome su larga scala. La televisione impera, e un potere totalitario è nelle mani di un'informazione banalizzata e fuorviante. Il legame fra le persone è stato reciso: ciascuno è solo di fronte alle istituzioni ufficiali e alle notizie che vengono diffuse. Come ci ricorda Fulvio Grimaldi: *"sul luogo di un avvenimento le grandi agenzie, i grandi network e i grandi giornali arrivano con un apparato, con una potenza economica e con una potenza numerica talmente importanti, e con mezzi finanziari talmente forti, da escludere qualsiasi possibilità che qualcun altro si possa inserire con una minima efficacia"*. Tutte le energie del pensiero vengono dedicate *"a cercare ciò che divide anziché a valorizzare ciò che unisce"*. Elisabetta Donini ci ricorda come *"a cominciare dalla guerra del Golfo si è affermato il linguaggio della guerra 'pulita', condotta a forza di 'interventi chirurgici' e 'bombe intelligenti' "*. Antonino Drago denuncia *"l'uso capzioso delle parole"* e Andrea Martocchia ne conclude che *"siamo precipitati nella società della propaganda"*. Francesco Polcaro richiama un articolo del Generale Carlo Jean, che spiega come la *"guerra delle informazioni"* sia contemplata come un'importante opzione militare: *"da un lato fare apparire il nemico come una banda di criminali guidati da un dittatore che opprime il suo stesso popolo e dall'altro far credere che dalla guerra i soldati del proprio esercito non corrano rischi di sorta e che anche la gente comune della nazione attaccata riporterà pochi danni in cambio dell'enorme dono della libertà"*. Terribile è l'impotenza degli insegnanti e degli educatori di fronte allo strapotere del 'pensiero unico', testimoniata da Michele Emmer e che la dice lunga sulla nostra nuova 'libertà': *"Noi, insegnanti, educatori, non riuscivamo a trovare un ruolo, non riuscivamo a discutere, a confrontare le idee, anche per la mancanza di interesse per questi temi da parte degli altri docenti e anche della grande massa degli studenti"*.

Questo conflitto ha evidenziato anche la profonda crisi in cui versa il movimento pacifista, forte negli anni Ottanta e fino alla Guerra del Golfo. Il pacifismo risente del clima culturale complessivo, e la critica alla guerra si perde a volte in giochi semantici (ad esempio sul significato stesso di 'guerra' e 'pace'), mentre talune organizzazioni 'per la pace', a detta di molti, non sanno essere veramente 'contro la guerra'. Esse vengono accusate di un opportunismo che si traduce nell'essere equidistanti ad oltranza e di non saper distinguere fra i popoli balcanici, aggrediti, e gli Alleati, loro aggressori. Gli approfondimenti e l'analisi rigorosa suscitano avversione, in quanto rischiano di essere troppo schierati e caratterizzati politicamente: si preferisce invece rincorrere il 'politically correct'. D'altra parte, paradossalmente, 'pacifisti' (ma con l'elmetto) sono anche i settori del governo che manda gli aerei, come pure i transnazionali pannelliani, che giustificano l'uso della forza proprio in quanto si dicono contrari ad ogni guerra e 'nonviolenti'. Essi ritengono di essere investiti della missione di combattere contro 'le forze del male', come in una guerra santa. Però, questa guerra è fatta di micidiali bombe, sganciate dalle maggiori potenze nucleari, da una forza armata formidabile, da un'alleanza invincibile, contro un paese di circa 10 milioni di abitanti già in preda a gravi difficoltà economiche.

In questo contesto, Elisabetta Donini ci fa notare che la scienza viene percepita come portatrice di morte: *"Oggi il portato scientifico che va permeando le mentalità diffuse è quello delle 'realtà virtuali' e dell'universo della simulazione"* e *"la scienza fornisce le strutture logiche essenziali in base alle quali le guerre vengono fatte apparire non solo moralmente lecite, ma razionalmente irrinunciabili"*. Più freddo il commento di Drago: *"Negli anni '80 si stimava in 600.000 il numero degli scientifici dedicati alla ricerca militare sui 2 milioni e più del totale. La presenza massiccia di questi scienziati cambia radicalmente l'immagine ingenua della scienza, come impresa dedicata al benessere dell'umanità"*.

Ma diamo uno sguardo a questo mondo scientifico che si affaccia alle soglie del 2000: esso, ancora più della società nel suo insieme, è caratterizzato da un'estrema frammentazione, coltivata alimentando in parallelo il precariato[2] e le ambizioni individuali dei ricercatori di ruolo (rappresentate dalla carriera, dall'erogazione dei fondi per poter portare avanti i propri progetti, e sempre di più dall'idea di potersi sentire tutti manager, facendo di ciascuno un 'capo–progetto'). Un ruolo decisivo viene inoltre svolto dall'estrema specializzazione, alimentata con curriculum formativi compartimentati e appositi corsi di dottorato. Su questo piano, è degna di nota la denuncia di Andrea Martocchia nei confronti della sacralizzazione degli 'esperti' e della *"rigida strutturazione per competenze e per feudi del lavoro intellettuale"*, mentre Elisabetta Donini mette l'accento sulle *"contraddizioni più stridenti tra il respiro universale che i risultati scientifici e tecnologici dovrebbero rivestire e l'appropriazione particolaristica di cui sono invece fatti oggetto, tra laboratori esclusivi, brevetti, segreti industriali, know how inaccessibili e così via"*. Essa prosegue ricordandoci come *"per esorcizzare il ruolo avuto nella corsa all'arma più micidiale, la comunità scientifica ha messo in campo vari strumenti per rilegittimarsi e deresponsabilizzarsi in nome della purezza della ricerca fondamentale, disinteressata e innocente, lasciando ad altri soggetti il compito di occuparsi delle applicazioni"*.

Al seminario interdisciplinare del 21 giugno una cinquantina di scienziate e scienziati, che neppure si conoscevano e provenienti da diverse città italiane, hanno discusso del loro orrore per il delitto che si stava compiendo nel nome delle libertà occidentali e della scienza: il risultato è il lavoro riportato in questo libro. L'auspicio è quello del ritorno di un tempo in cui il lavoro svolto collettivamente e quello di utilità sociale possano riprendere il posto che loro spetta, e in cui gli scienziati tornino a riconoscere e a considerare la responsabilità del loro ruolo nel contesto più ampio dell'intera comunità. E che la società tutta intera, oggi piegata 'sotto il giogo della democrazia', sappia riprendersi la dignità

[2]Sull'aspetto dello sfruttamento dei giovani nel contesto della ricerca scientifica, si veda ad esempio Troy Shinbrot, *Nature* n. 399, 10/6/1999, p. 521; un paese dove l'arte della precarizzazione è davvero raffinata è l'Italia: per i dettagli si consulti ad esempio il sito dell'APART, http://altern.org/apart/.

che le spetta e ritornare ad essere protagonista della propria storia. Facendo in questo modo vacillare l'Impero e fermandone l'escalation di avventure militari.

Franco Marenco[3]
borsista dell'Agenzia Spaziale Italiana, Roma

[3]marenco@g24ux.phys.uniroma1.it

Le connessioni fra la guerra dei Balcani e la crisi energetica prossima ventura

Alberto Di Fazio[1]

Osservatorio Astronomico di Roma
Global Dynamics Institute, Roma

1 Introduzione

Da ogni fonte di informazione ed analisi, dagli organi di informazione pubblici e privati, e da quasi tutti i partiti politici si sono sentite — e si sentono tuttora — analisi molto "parziali" sui motivi della ormai più che decennale crisi della ex–Jugoslavia e ora della generalizzata crisi dei Balcani, culminata nell'aggressione da parte della NATO. Tutto questo è assolutamente analogo alle "analisi" e motivazioni offerte al pubblico sulla guerra del Golfo e sull'interminabile crisi con l'Iraq. Altrettanto parziale è l'informazione sulle motivazioni propinateci per il mantenimento della NATO dopo la fine della guerra fredda e sul redirezionamento dei suoi obiettivi. Per non parlare della miriade di analisi che continuano tuttora ad esserci propinate dai *media*, e che sono fasulle, distorte o parziali, a proposito della caduta dell'Unione Sovietica e delle dinamiche politiche, economiche e militari dell'attuale Federazione Russa. Si potrebbe continuare a lungo con questa lista di analisi "orientate" sulle crisi militari ed economiche globali, ma intendo qui fornire un quadro *più ampio* e profondo dei motivi scatenanti di questi conflitti, delle linee strategiche dei blocchi — palesi e non — che vi sono schierati, e in particolare intendo fornire una valutazione inedita — a livello pubblico — delle reali motivazioni degli scenari che si affacciano all'orizzonte. In particolare, esiste un insieme di robuste condizioni al contorno che se si vuole comprendere cosa sta accadendo non possono essere ignorate: esse segnano, influenzano ed orientano praticamente ogni conflitto, proiettando nell'immediato futuro una minaccia di instabilità e guerre. Mi riferisco alle crisi ambientali globali, e in particolare alla crisi energetica prossima ventura e alla crisi climatica, ma anche ad altre. Inizio con l'elencare le crisi globali, insieme agli schieramenti economici, negoziali e militari ad esse connessi. Nonostante il fatto che queste crisi sono fra loro interconnesse, la classificazione tiene conto di *diversi* problemi e minacce per l'Umanità. L'ordine in cui le riporto è

[1] difazio@oarhp1.rm.astro.it

quello che viene riconosciuto dalle competenti organizzazioni delle Nazioni Unite: World Meteorological Organization (WMO), United Nations Environment Programme (UNEP), United Nations Population Fund (UNFPA), Food and Agriculture Organization (FAO), World Health Organization (WHO), International Fund for Agriculture and Development (IFAD), eccetera. Questo ordine di importanza viene a sua volta suggerito da diverse organizzazioni scientifiche di settore, coordinate dall'International Council of Scientific Unions (ICSU):[2]

1. crisi climatica
2. crisi energetica
3. deforestazione
4. crisi idrica
5. crisi demografica
6. desertificazione
7. perdita della biodiversità
8. crisi agricola: erosione e riduzione progressive della superficie arabile
9. progressivo e rapido calo delle riserve ittiche.

Non abbiamo ovviamente elencato tutte le crisi ambientali globali, ma quelle più rilevanti per il presente contributo al lavoro delle *scienziate e scienziati contro la guerra*. Non forniremo qui che una sintetica descrizione dei punti più importanti.

Situazione

A livello negoziale: Vi sono Convenzioni Quadro (veri e propri trattati sulle modalità di negoziazione in sede ONU) solo per la crisi climatica, la deforestazione, la desertificazione — quest'ultima firmata a Roma nell'autunno 1997 — e la biodiversità. Nell'ambito delle Convenzioni Quadro (Framework Conventions) operano le Conferences of the Parties (COP), veri e propri parlamenti mondiali in cui si prendono le decisioni operative (trattati, provvedimenti economici, controlli e sanzioni). Molto famosa è la United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), la cui terza conferenza delle parti (COP3) ha adottato il Protocollo di Kyoto a dicembre 1997: il primo esempio nella Storia in cui il mondo scientifico ha forzatamente indotto l'attivazione di un trattato legalmente vincolante, per un problema ecologico globale le cui soluzioni non sono

[2]L'ICSU comprende e coordina tutte le unioni scientifiche di settore (come ad esempio l'International Union of Pure and Applied Physics, l'International Astronomical Union, l'International Union of Biological Sciences, l'International Mathematical Union, l'International Union of Pure and Applied Chemistry, ecc.). Comprende 95 corpi multidisciplinari, 25 Unioni Scientifiche di singola disciplina, e 28 società scientifiche internazionali associate.

ottenibili tramite meri *shifts* tecnologici.[3] Sono in negoziazione i meccanismi economici, quelli di controllo e il sistema di sanzioni. Nonostante l'estrema gravità, *non sono ancora neanche contemplate* Convenzioni Quadro — né negoziazioni — sulla crisi energetica, sulla crisi demografica e sulla crisi idrica. La convenzione sulla deforestazione invece non ha ancora un vero e proprio organo decisionale–negoziale.

I quattro schieramenti che si fronteggiano al tavolo negoziale sono i seguenti:

- il *G77&China*: il gruppo maggioritario, costituito da circa 140 paesi su 180; esso rappresenta circa l'85% dell'Umanità, è guidato in maniera universalmente riconosciuta dalla Cina, e comprende il sottogruppo dell'Africa, l'India, i paesi dell'OPEC, la quasi totalità dei paesi sudamericani e tutti quelli asiatici meno il Giappone e la Corea del Sud;[4]

- l'*Unione Europea* (UE);

- La *Federazione Russa* e il resto dei *paesi della Comunità di Stati Indipendenti* (ex–Unione Sovietica meno i tre piccoli stati Baltici);

- lo "Umbrella Group" o *JUSCANNZ* (dalle iniziali di Japan, United States, Canada, New Zealand); comprende anche l'Australia. In pratica questo schieramento porta avanti gli interessi statunitensi.

A livello economico: Gli interessi sono grosso modo divisi tra paesi in via di sviluppo (PVS) e paesi industrializzati. Ogni tipo di crisi coinvolge una quota delle risorse del Pianeta: ad esempio: (i) la quota nazionale di energia sotto forma di combustibili fossili utilizzabile per unità di tempo senza impedire la riduzione di emissioni di anidride carbonica e di altri gas di serra; (ii) la quota di petrolio e gas naturale utilizzabile nel quadro dello scarseggiamento del tasso di estrazione, senza minacciare il fabbisogno vitale di altri paesi e/o blocchi militari; (iii) il tasso massimo di deforestazione da applicare a scopi agricoli e commerciali senza superare il tasso di ricrescita e quindi le capacità di assorbimento di anidride carbonica e la capacità di regolare il tasso di umidità; (iv) il flusso di acqua necessario alle attività industriali, metropolitane ed agricole senza però intaccare la quota dei paesi confinanti e che condividono gli stessi bacini idrografici; (v) il tasso di crescita demografica massimo tollerabile senza aggravare gli altri fattori di crisi.

Per determinate crisi, le soluzioni sono inconciliabili con la crescita economica, e quindi *incompatibili con il vigente sistema di mercato.* Ciò schiera una serie di organizzazioni intergovernative occidentali contro l'applicazione delle soluzioni.

Diamo un breve elenco degli schieramenti economici:

[3] L'altro — e famoso — trattato globale, quello di Montreal, mette al bando la produzione di certe sostanze usate dall'industria (i CFC o clorofluorocarburi), che sono responsabili della distruzione dell'ozono stratosferico. Il trattato si occupa di un problema in cui l'industria ha fatto grandi resistenze. Tuttavia essa ha poi ceduto perché era possibile svolgere le stesse attività usando altre sostanze (gli HFC o idrofluorocarburi). Nel caso del trattato di Kyoto, invece, non è sostanzialmente possibile ridurre le emissioni di anidride carbonica nelle quantità scientificamente dimostrate necessarie senza in definitiva ridurre prima la crescita (la derivata del prodotto industriale) e in seguito il prodotto industriale mondiale stesso.

[4] Non fa parte del G77&China neanche Taiwan, ma qui non è conteggiata perché e non è nemmeno riconosciuta dalle Nazioni Unite.

- G7 (Russia a parte: il G8 è solo formale nelle decisioni sostanziali);
- Organization of Economic Cooperation and Development (OECD o OCSE);
- Oil Producing and Exporting Countries (OPEC);
- Alliance of the South–East Asian Nations (ASEAN);
- Fondo Monetario Internazionale (FMI): è un organo delle Nazioni Unite, ma in realtà si fa portavoce di Washington, Wall Street, e in misura molto minore dell'Inghilterra e del Giappone;
- North America Free Trade Act (NAFTA);
- International Energy Agency (IEA);
- United Nations organization for Cooperation Trade and Development, United Nations Industrial Development Organization, Banca Mondiale.

A livello militare: Esistono una serie di potenze, patti ed alleanze varie che, come vedremo, giocano un ruolo fondamentale nell'ambito del dominio delle risorse e — in definitiva — della "gestione" delle crisi sopraelencate. Alcune, e in particolare quelle imperniate intorno agli Stati Uniti d'America, sono costruite per imporre una *dominanza* per tendere a risolvere i problemi in modo da garantire la sopravvivenza di una parte del cosiddetto Occidente a discapito del resto dell'Umanità.

Elenchiamo brevemente gli schieramenti ed alleanze più importanti:

- Stati Uniti;
- NATO;
- Alleanza fra Federazione Russa, Cina, e India;
- Alleanza fra Stati Uniti, Giappone, Corea, e — anche se non ufficialmente — Taiwan.

L'Unione Europea non possiede — come è noto — un proprio dispositivo militare, anche se le sue posizioni ed interessi strategici e a medio termine **non coincidono** con quelli degli Stati Uniti (e anzi sono ad essi contrapposti). Quest'ultimo fatto è confermato dal fatto che le posizioni negoziali dell'UE sono praticamente sempre in conflitto con quelle del JUSCANNZ negli scontri sui trattati sulle grandi crisi ambientali. È da segnalare il trattato militare per il secolo a venire stipulato dalla Cina e dalla Federazione Russa nel 1997, al quale si è aggiunta l'India meno di un anno fa. Inoltre il progettato sistema missilistico integrato degli Stati Uniti e della Corea, con l'istallazione di missili anche a Taiwan, costituisce una minaccia per la Cina e per l'alleanza "Asiatica" sopra descritta, oltre che una minaccia di destabilizzazione nucleare per tutto il mondo.

Prima di vedere che ruolo hanno queste alleanze, che minacce per la pace esse rappresentano, e infine come esse giocano nel conflitto dei Balcani, esaminiamo i dati, la natura e la rilevanza delle crisi globali sopra descritte. Nel descrivere i dati trascurerò dapprima i cenni storico–scientifici, che tratterò in seguito. Mi limiterò qui invece a desrivere i dati e i processi su cui è stato raggiunto *consensus* scientifico nella comunità scientifica internazionale (rappresentata dall'ICSU).

2 Le grandi crisi ambientali

2.1 Crisi climatica

a) I dati:

L'uomo ottiene circa il 95% dell'energia ossidando atomi di carbonio presenti sotto la forma di legami chimici C–H e C–C, cioè bruciando combustibili fossili: idrocarburi, gas naturale e carbone. Il *necessario* prodotto finale di questi processi è l'emissione in atmosfera di anidride carbonica (CO_2) in quantità direttamente proporzionale alla potenza totale usata. Questa modalità di generazione dell'energia non è rinnovabile e non è sostenibile. Centinaia di milioni di anni fa, grandi masse di clorofilla hanno cominciato a rimuovere dall'atmosfera il carbonio presente nella forma ossidata (CO_2), per riporlo nei propri tessuti sotto la forma ridotta (legami C–C e C–H). In questo modo veniva immagazzinata l'energia solare, come è chiaro dalla seguente reazione generica (a meno dei coefficienti stechiometrici):

$$CO_2 + \text{clorofilla} + \text{energia luminosa} + H_2O \rightarrow \text{composto con legami C–H} + \text{clorofilla} + O_2.$$

La clorofilla agisce da catalizzatore, mentre la luce assorbita fornisce l'energia necessaria. Una frazione considerevole del manto clorofilliano è morto nel corso degli ultimi 200 milioni di anni, putrefacendosi e trasformandosi in petrolio, gas naturale e carbone (dove quest'ultimo presenta legami C–C). Per produrre energia, l'uomo riossida il carbonio (bruciando i combustibili fossili, sfruttando la differenza di energia tra i legami C–H e C–O) e di conseguenza emette anidride carbonica. L'insostenibilità del processo umano di generazione dell'energia sta nel fatto che — per ordini di grandezza — essa è stata immagazzinata nel corso di più di 200 milioni di anni, mentre noi la stiamo consumando in soli 140, anzi essenzialmente negli ultimi 60 ! La velocità del consumo è 3 milioni di volte maggiore di quella della produzione naturale.

Bisogna ricordare che l'equilibrio termoradiativo dell'atmosfera è regolato dalla concentrazione dei cosiddetti *gas di serra*, molecole che hanno grandi coefficienti di assorbimento della radiazione infrarossa. Tra le molecole naturali ritroviamo essenzialmente l'acqua (H_2O), l'anidride carbonica (CO_2) e il metano (CH_4). Mentre l'equilibrio radiativo che si avrebbe in assenza dell'atmosfera assegnerebbe alla superficie del nostro pianeta una temperatura media[5] di circa –20 °C, la presenza dei gas di serra garantisce una temperatura di circa +15 °C. Questo è quello che si chiama *effetto serra naturale*.

Il problema è che dall'inizio della rivoluzione industriale, per soddisfare il fabbisogno di energia l'uomo è entrato in un regime di consumo di combustibili fossili esponenziale, con conseguenti emissioni di quantità crescenti di anidride carbonica. La curva è un esponenziale con un tempo di raddoppiamento di 29 anni circa (vedi figura 2). Ciò è servito ad alimentare la crescita economica (vedi figura 1), altra variabile esponenziale, ma con un tempo di raddoppio più rapido (dovuto al miglioramento tecnologico delle efficienze di bruciamento). Il *prodotto industriale mondiale* (WIP), rappresentato nella figura 1, è la generalizzazione a livello mondiale del PIL, solo che in termini "reali"

[5]Si intende media su tutto l'anno e su tutte le latitudini, su terre emerse ed oceani, e al livello del mare.

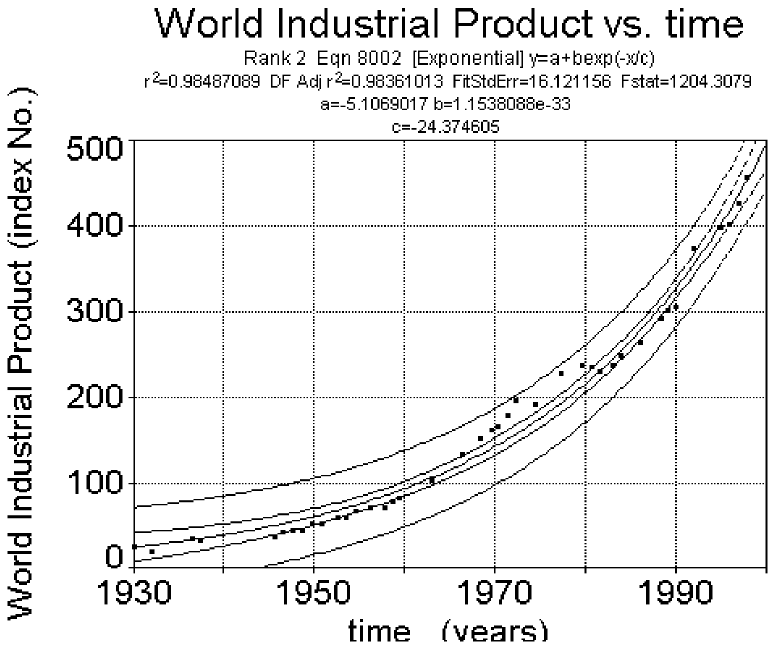


Figura 1. Il prodotto industriale mondiale (equivalente al PIL deflazionato, ossia espresso in "equivalente fisico"). L'unità di misura è un indice posto a 100 nell'anno di riferimento 1963. Per ottenere, con buona approssimazione il valore in dollari del 1990, occorre moltiplicare per 212,1 miliardi. Il tempo di raddoppio è circa 17 anni. Fonte: Banca Mondiale, Global Dynamics Institute.

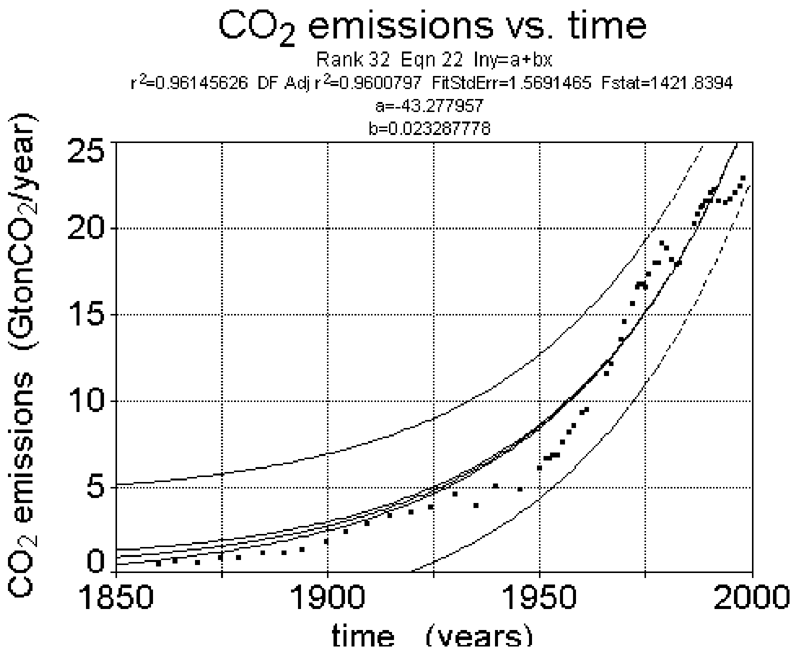


Figura 2. Le emissioni di CO_2 (massa della CO_2; per ottenere l'equivalente il valore equivalente in miliardi di tonnellate di carbonio occorre moltiplicare per $12/44 \cong 0,2727$). Tempo di raddoppio: circa 29 anni. Fonte: Carbon Dioxide Information and Analysis Center, Global Dynamics Institute.

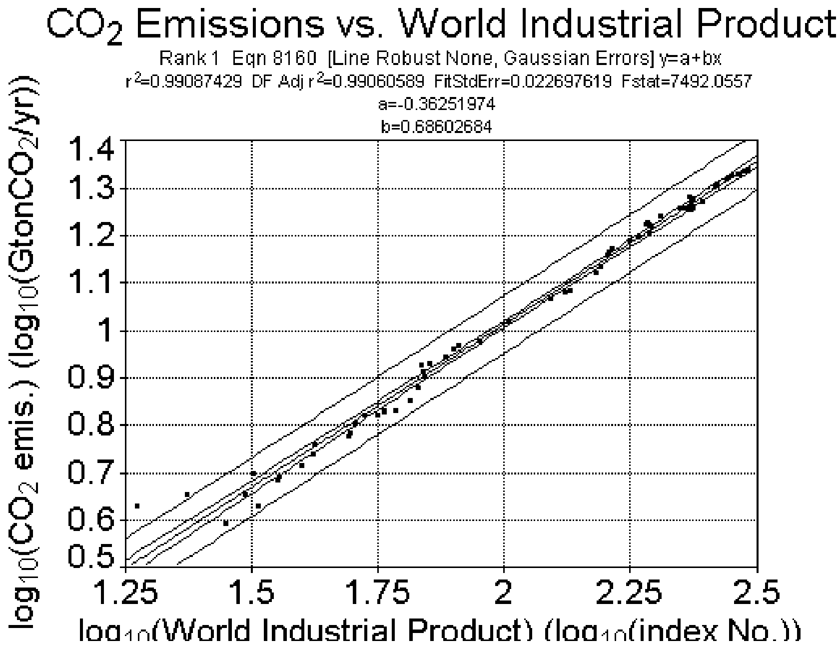


Figura 3. L'impressionante correlazione fra emissioni globali di CO_2 e prodotto industriale mondiale. Il coefficiente di correlazione risultante è $r \cong 0,995$. Fonte: Carbon Dioxide Information and Analysis Center, Banca Mondiale, Global Dynamics Institute.

(deflazionati, rapportati nella figura al dollaro 1963, e in termini di equivalenti fisici e non puramente monetari). Il fatto è che per ogni unità di WIP prodotto è necessaria a parità di efficienza una ben determinata quantità di energia e quindi occorre bruciare una data quantità di combustibili fossili, con emissione di una ben determinata quantità di CO_2. L'efficienza è *finora* costantemente aumentata, e questo è il motivo per cui il tempo di raddoppiamento delle emissioni è più lento di quello del prodotto industriale, cioè della crescita economica. Detto aumento di efficienza, però, è ovviamente limitato dal Secondo Principio della Termodinamica, visto che l'efficienza di cui parliamo (energia prodotta per unità di emissioni di anidride carbonica) non è soltanto proporzionale all'efficienza economica (dollari di prodotto industriale per unità di emissioni di anidride carbonica) ma anche al rendimento termodinamico di qualsiasi macchinario che converte l'energia chimica del combustibile in energia termica e in definitiva in energia meccanica utilizzabile. In termini pratici, siamo oggi ad un'efficienza termodinamica media del 25% circa, e possiamo crescere — ottimisticamente — fino ad un valore del 75–80% al massimo.

Per concludere questa digressione sull'efficienza, con l'attuale tendenza di miglioramento tecnologico "possiamo crescere" un altro paio di decenni al massimo, prima di arrivare al limite imposto dal Secondo Principio. Dopodiché le emissioni cominceranno a salire con lo stesso tempo di raddoppiamento del WIP. Usando i dati forniti dalla Banca Mondiale e del Carbon Dioxide Information and Analysis Center (CDIAC) di Boulder, Colorado, si può vedere in figura 3 l'impressionante correlazione esistente tra la crescita economica degli ultimi 150 anni e le emissioni (coefficiente di correlazione $r \cong 0,995$). Dati analoghi di correlazione esistono per gli altri gas serra, in particolare il metano.

La conseguenza dell'aumento esponenziale delle emissioni di anidride carbonica in atmosfera è un drammatico aumento della concentrazione complessiva , come si può vedere nelle figure 4 e 5, su due diverse scale temporali (dati del Carbon Dioxide Information and Analysis Center; dell'Intergovernmental Panel on Climate Change;[6] del National Geophysical Data Center;[7] e dello United Kingdom Meteorological Office).[8] In figura 4 possiamo vedere le fluttuazioni naturali che i dati ci mostrano per i mille anni prima del 1850, e la rapida crescita esponenziale successiva. La figura 5 è il dettaglio dell'era industriale in cui stiamo vivendo.

Il valore di concentrazione *naturale* di CO_2 , quello che garantiva il benefico effetto serra naturale, era di circa 280 ppmv (parti per milione in volume). In 150 anni — ma essenzialmente negli ultimi 70 — abbiamo portato la concentrazione di anidride carbonica a poco meno di 364 ppmv (fine 1998), pari ad un aumento del 30% circa. Aumentiamo con un tempo di raddoppiamento di 27 anni, che fatalmente scenderà a soli 17 anni in meno di un paio di decadi a causa della descritta saturazione dell'efficienza. Un'accelerazione tecnologica della Cina, dell'India e di altri importanti paesi in via di sviluppo[9] diminuirà ancora il tempo in capo al quale potrà verificarsi la saturazione.

Una brevissima digressione generale: al lettore attento non sfugga il legame di tutto ciò con il problema dell'energia. A questo scopo, si ricordi che stiamo parlando di "problemi" causati dal processo di generazione di energia, che avviene al 95% bruciando combustibili fossili. Torneremo ovviamente su questo e sulle conseguenze economiche e militari. Starà al lettore stesso di trarre eventualmente quelle politiche generali.

Andiamo avanti con i dati: cos'è successo alla temperatura media superficiale dell'atmosfera del nostro pianeta in questi 150 anni ? Questo si può vedere dalla figura 6 (fonte: UK Met Office e National Geophysical Data Center), che mostra l'andamento della temperatura media superficiale dal 1860 ad oggi. È evidente il *trend* in crescita, a parte oscillazioni cicliche e stocastiche. In conseguenza di tale aumento di temperatura (circa 0,6 °C in un secolo) si è riscontrato un aumento del livello medio del mare di 25 cm (nel Mediterraneo circa 11 cm, a causa della prevalenza dell'evaporazione in questo bacino chiuso).

Le figure 7 e 8 illustrano l'andamento della temperatura e della concentrazione di anidride carbonica misurato con i dati paleoclimatici, ottenuti analizzando le bollicine d'aria intrappolate nel ghiaccio del carotaggio di Vostok.[10] Il grafico riporta i dati relativi ad un intervallo di 220 mila anni prima di oggi. Risulta evidente la forte correlazione tra l'andamento della CO_2 e la temperatura. Si vede inoltre che la concentrazione atmosferica di anidride carbonica ha oscillato tra circa 180 ppmv e 300 ppmv. Da dati più dettagliati per i passati 10 mila anni si vede che il valore della *concentrazione preindustriale*, 280 ppmv, era ormai stabile da molte migliaia di anni (in figura 4 le oscillazioni prima del 1800).

[6]IPCC: l'organismo scientifico — coordinato a livello accademico dall'ICSU — e fondato dall'UNEP e dalla WMO nel 1988 su mandato del Segretario Generale e dell'Assemblea Generale delle Nazioni Unite. Coordina tutte le attività scientifiche sul *climate change* a livello mondiale.

[7]Il NGDC è della NOAA (National Atmospheric and Oceanic Administration, organo scientifico del governo degli Stati Uniti).

[8]Uno degli istituti scientifici leader nel *climate change science process*.

[9]Accelerazione tecnologica ed economica che sta avvenendo proprio in questi anni.

[10]Vostok: stazione scientifica dell'URSS prima e ora della Federazione Russa, nell'interno dell'Est Antartica, a circa 1.200 km dal mare e quasi altrettanti dal polo Sud, giacente su uno spessore di più di 3.500 metri di ghiaccio. È attualmente disponibile il *data set* dell'intero carotaggio, recentemente mostrato su *Nature*, riguardante 420 mila anni, e riportante altri 2 pseudo–cicli di circa 100 mila anni, in tutto simili ai due mostrati qui.

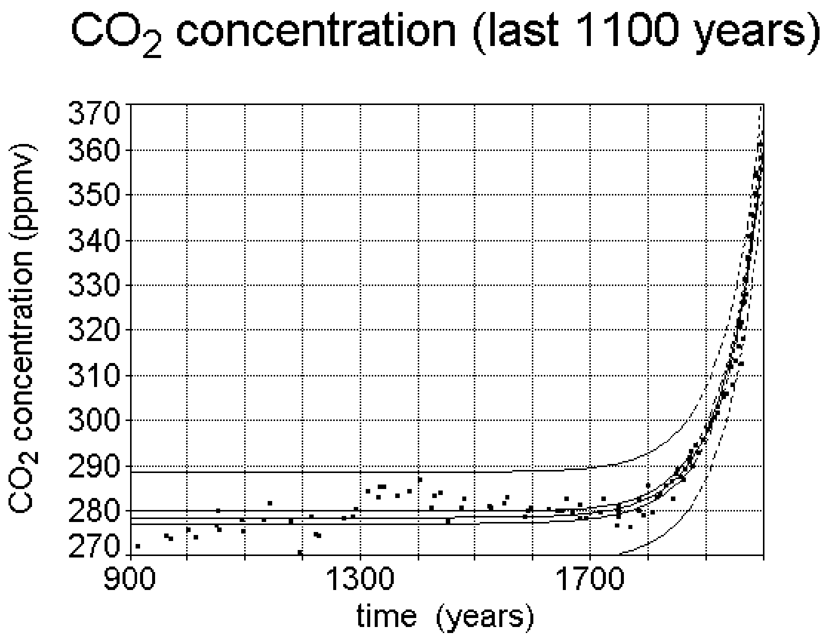


Figura 4. Le variazioni naturali della CO_2 e l'aumento di origine antropogenica dopo l'avvento della Rivoluzione Industriale nel 1880. Oltre alla curva del *best–fit* sono riportate anche quelle relative ad un livello di confidenza del 99% (linee interne) e ad un livello di previsione del 99% (linee esterne). Fonte: IPCC (1995), Carbon Dioxide Information and Analysis Center.

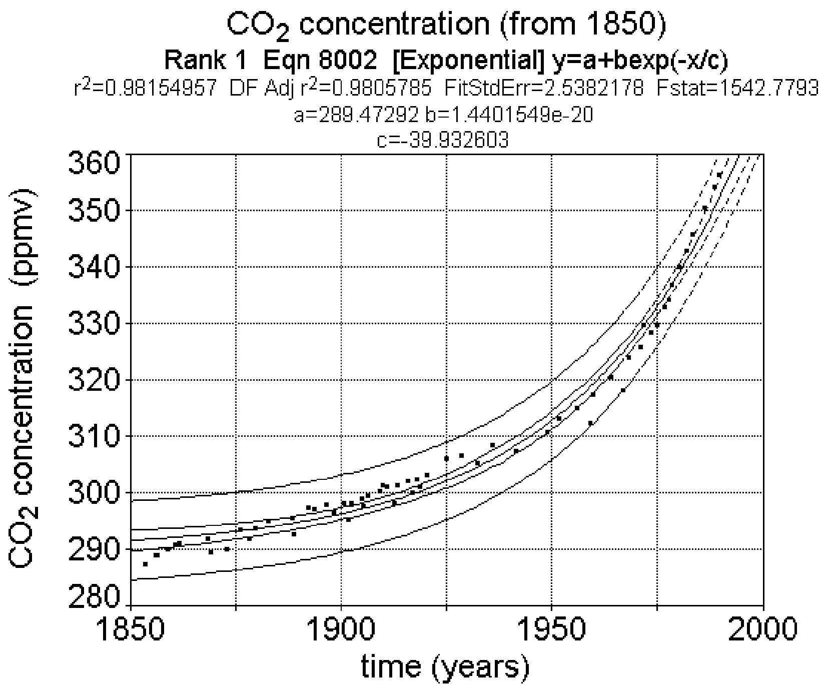


Figura 5. Ingrandimento del grafico riportato nella figura 4 per il periodo 1850–2000: crescita esponenziale dopo la Rivoluzione Industriale. Si osservi il tempo di raddoppio molto breve (27 anni). Coefficiente di correlazione: $r^2 \cong 0,98$. Fonte: IPCC, Carbon Dioxide Information and Analysis Center, Global Dynamics Institute (1997).

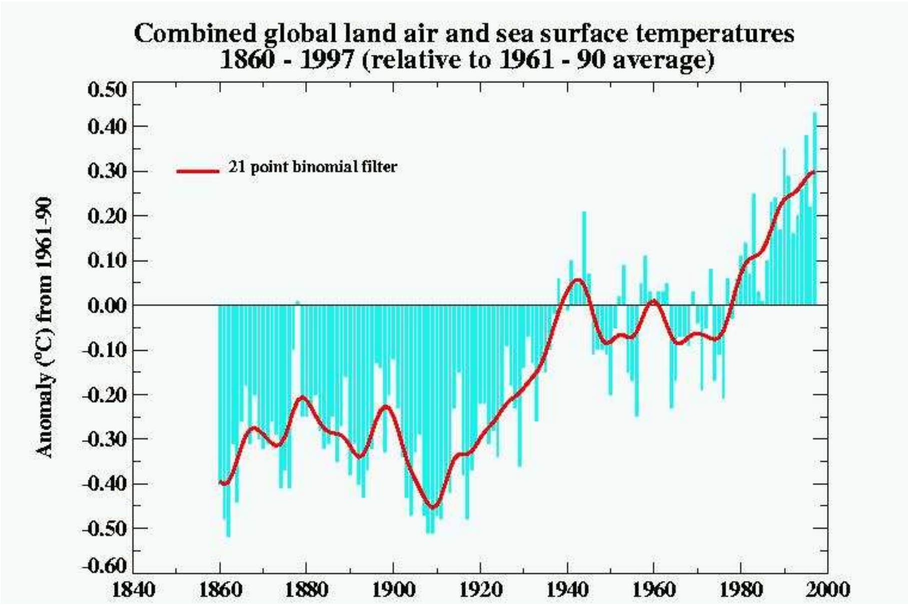


Figura 6. Anomalia della temperatura dopo il 1860. Fonte: IPCC, United Kingdom Meteorological Office.

Se riportassimo in figura 7 l'aumento antropogenico di anidride carbonica degli ultimi 100 anni, otterremmo una retta verticale fino a 363 ppmv. E la tendenza *business–as–usual*[11] **prevede il raddoppio (560 ppmv) del valore preindustriale** entro 35 anni (anzi, solo 20 se la saturazione dell'efficienza avverrà prima). Entro la fine del secolo venturo la tendenza *business–as–usual* ci farà arrivare **a più di un quadruplicamento** (vedi figura 9). In altre parole, in cent'anni circa avremo prodotto una variazione della concentrazione atmosferica di anidride carbonica 3 volte maggiore della massima variazione registrata in poco meno di mezzo milione di anni. Guardando la fortissima correlazione tra temperatura media e concentrazione di gas serra è impossibile non aspettarsi un effetto serra di origine antropogenica di vaste proporzioni,[12] conclusione alla quale si arriva anche senza girare pesanti modelli numerici idrodinamico–radiativi.

Ogni anno emettiamo complessivamente circa 6,3 miliardi di tonnellate di carbonio, pari a 23 miliardi di tonnellate di anidride carbonica, a cui si devono aggiungere circa 5,5 miliardi di tonnellate di CO_2 dovute alla deforestazione.[13] Più dei tre quarti della CO_2 emessa vengono assorbiti dal biota clorofilliano nelle foreste e negli oceani.[14] Il lettore ha

[11] *Business–as–usual* significa mantenendo l'attuale *trend*, cioè senza prendere alcuna misura economico–politica atta a ridurre le emissioni e in definitiva ad arrestare la crescita economica, cosicché le variabili continuano ad evolvere sugli attuali esponenziali.

[12] *Enhanced greenhouse effect*, da contrapporre al *natural greenhouse effect*. Spesso ci si riferisce all'effetto serra antropogenico.

[13] Al tasso attuale di deforestazione, non ci saranno più foreste tropicali tra 30 anni. Se, invece di estrapolare linearmente, si tiene conto del *trend* esponenziale della deforestazione, le foreste tropicali spariranno in poco meno di 20 anni. Le foreste temperate contano molto meno: il tasso di assorbimento di CO_2 è proporzionale alla quantità di clorofilla, quantità che è di gran lunga maggiore nelle foreste tropicali (a parità di superficie).

[14] Gli assorbitori di gas serra sono chiamati *sinks* (anche per la caratteristica funzione di sorgente negativa nelle equazioni differenziali di continuità per i gas serra). Una frazione non trascurabile di CO_2

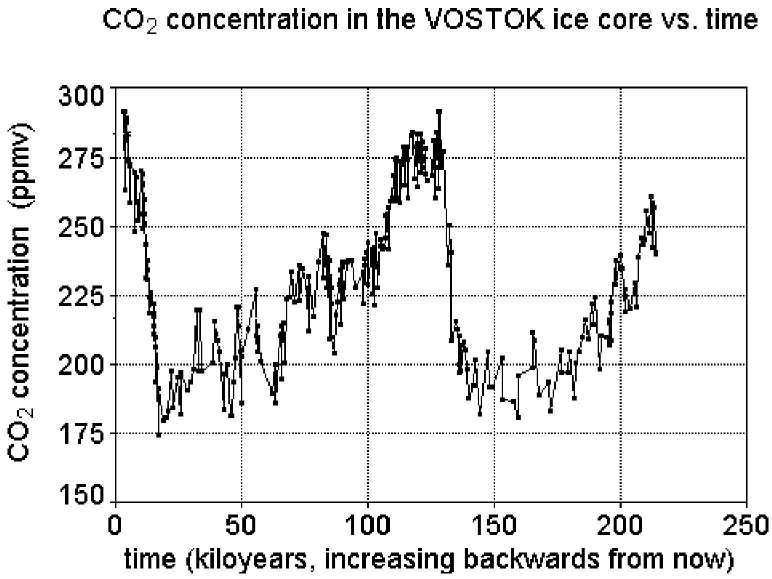


Figura 7. Concentrazione della CO_2 negli ultimi 220.000 anni, dai dati di Vostok. Fonte: National Geophysical Data Center (NOAA Palaeoclimatology Program), National Snow and Ice Data Center (USA).

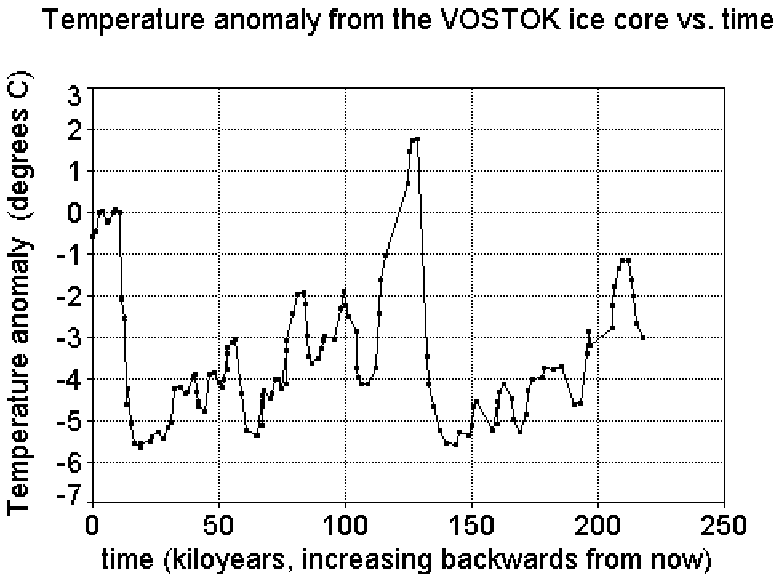


Figura 8. Come per la figura 7, ma per l'anomalia di temperatura. Fonte : come la figura 7.

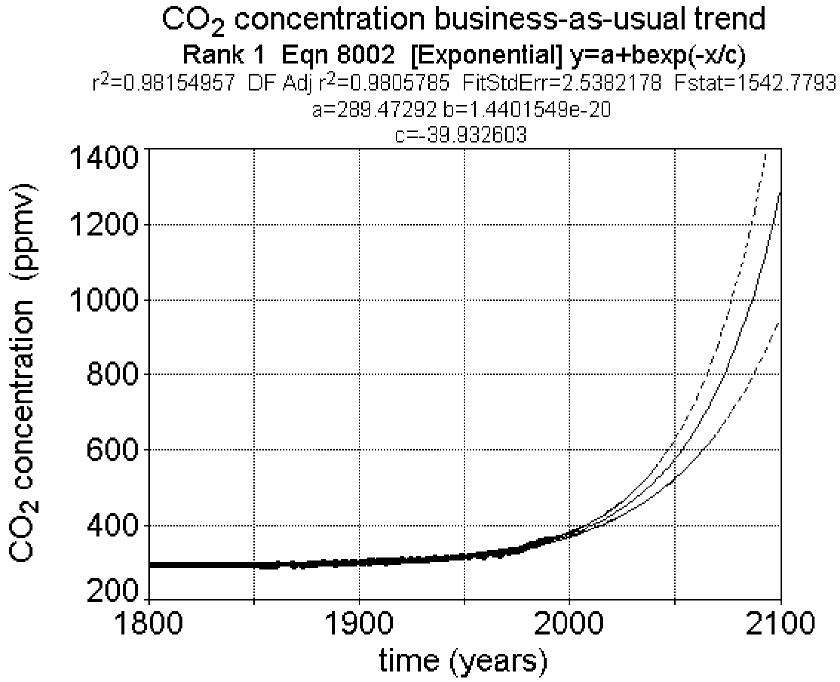


Figura 9. Evoluzione temporale della concentrazione della CO_2: i dati misurati arrivano fino al 1997, e l'estrapolazione fino al 2100 è una semplice evoluzione *business–as–usual* dei dati. Best estimate: poco meno di 1.300 ppmv, valore superiore a quello previsto implicitamente per lo scenario IPCC IS92e. Fonte: come la figura 5.

a questo punto compreso che — quando verranno meno gli assorbitori forestali e ci sarà una *sink failure* delle alghe negli oceani — l'immissione netta in atmosfera diventerà più che quadrupla, e ciò senza contare l'aumento dovuto alla crescita economica. Crescita che politici ed economisti fanno a gara a dichiarare "irrinunciabile".[15] È chiara la forte interazione fra la crisi climatica e la deforestazione.

Questi sono i dati. Il lettore si chiederà: cosa succederà all'equilibrio termoradiativo dell'atmosfera in presenza di violente alterazioni antropogeniche della concentrazione dei gas di serra ? Si pensi che il Pianeta da più di 35–50 milioni di anni non vede concentrazioni di anidride carbonica grandi come quella che si prevede fra vent'anni.[16]

Anche altri gas di serra sono in vistosa crescita: metano, clorofluorocarburi (che sono anche responsabili della progressiva distruzione dello strato di ozono stratosferico), idrofluorocarburi (loro sostituti salva–ozono), e protossido di azoto (N_2O). I clorofluorocarburi e gli idrofluorocarburi sono un milione di volte meno abbondanti dell'anidride carbonica, ma contribuiscono all'effetto serra totale per il 20%, contro il 55% dell'anidride carbonica, il 17% del metano e l'8% del protossido d'azoto. Ciò è dovuto al fatto che la sezione d'urto dei clorofluorocarburi è dell'ordine di un milione di volte più grande di quella della CO_2.

---

viene assorbita per processi inorganici, essenzialmente per trasformazione in carbonato e precipitazione sul fondo.

[15]E che probabilmente è proprio a *fondamento* dell'attualmente vigente sistema economico.

[16]I *record* di dati sui sedimenti calcarei ci permettono di guardare indietro fino a circa 200–300 milioni di anni, a seconda del *data set* (fondo marino, sedimenti a terra, ecc.) anche se con minor dettaglio dei carotaggi di ghiaccio.

Per il metano, questo fattore è quasi uguale a mille. Anche il vapor d'acqua è un potente gas serra, ma **non è il vapor d'acqua a "dominare" la scena**. Bisogna osservare infatti che è l'aumento della temperatura che fa aumentare l'evaporazione dai mari, e quindi l'immissione di vapore nell'atmosfera, cosa che aumenta a sua volta l'effetto serra (retroazione positiva). Quanto al tempo di permanenza nell'atmosfera, quello della CO_2 è di circa 200 anni, a fronte di pochi giorni per il vapor d'acqua. Il metano permane per periodi da anni a decenni, e alcuni clorofluorocarburi hanno periodi di permanenza dell'ordine di decine di migliaia anni.

Una vecchia polemica — superata da prima della metà degli anni Ottanta — era basata sul fatto che la copertura nuvolosa, in aumento per l'aumento del vapor d'acqua dovuto al riscaldamento globale,[17] avrebbe "prima o poi" regolato automaticamente il problema termico, arrestando il riscaldamento con l'aumento dell'albedo (riflettività verso lo spazio esterno all'atmosfera). Quest'obiezione era molto ingenua e qualitativa: è infatti da determinare quanto "prima" e quanto "poi". Prima ancora che i modelli potessero dimostrare anche numericamente che l'effetto in questione non fermava il riscaldamento prima di almeno 10 °C, era evidente l'erroneità dell'argomentazione: già vent'anni fa si poteva dedurre che sarebbe stato necessario un riscaldamento superiore a qualche grado. Per confutare ulteriormente questa vecchia polemica — che riporto per il lettore che la avesse eventualmente sentita, anche se scientificamente non è più in discussione da oltre 15 anni — basta valutare i dati di temperatura riportati in figura 10, ottenuti dai sedimenti per i pregressi circa 200 milioni di anni (analisi del rapporto O^{18}/O^{16}).

Essendo la temperatura stata per circa 100 milioni di anni più calda di oltre 7 °C rispetto ad ora (e per decine di milioni intorno a 9 °C), se ne deduce che il feed—back negativo "autoregolante" dell'albedo delle nubi non scatta in quell'intervallo di temperature. Invece la crisi climatica avviene con soltanto 1,5 °C in più dell'attuale temperatura.

Guardando le formule riportate in appendice, si vede che anche un aumento della

[17] *Global warming*, altro termine per indicare l'effetto serra.

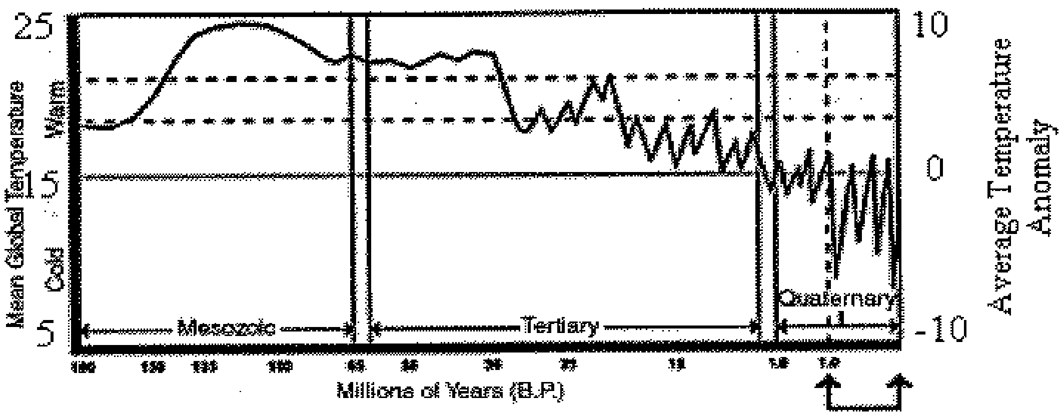


Figura 10. Temperature paleoclimatiche globali negli ultimi 180 milioni di anni, su tre diverse scale temporali. I dati di Vostok coprono approssimativamente l'ultima metà dell'intervallo di 1 milione di anni individuato dalle frecce (400.000 anni). Fonte: IUCC, Carbon Dioxide Information and Analysis Center, National Geophysical Data Center.

radianza solare potrebbe dare l'effetto di riscaldamento. Il fatto è che il Sole — la cui irradianza possiamo ricostruire con buona approssimazione fin dal 1600 — ha avuto sì variazioni di irradianza, ma al massimo tra 1.375,6 e 1.376,5 Watt/m^2 — meno cioè dell'1 per mille. I gas serra invece sono variati — negli ultimi cento anni — del 30% per mano umana ! Per giunta, un famoso articolo su *Nature* apparso lo scorso anno (1998) ha fatto vedere i coefficienti di correlazione correnti — a finestra di 200 anni — della temperatura con la radianza solare e con la concentrazione di anidride carbonica, oltre che con l'indice di polvere in atmosfera. L'analisi ha dimostrato che la correlazione con la variazione di irradianza solare domina fino al 1800 circa, mentre dal 1850 in poi è la correlazione con l'anidride carbonica a dominare.

b) Previsioni e modelli:

Veniamo dunque alle previsioni sulle conseguenze delle tendenze attuali. Per fare questo, in più di 40 anni di lavoro teorico, numerico e fluidodinamico la comunità scientifica ha approntato dei programmi evolutivi complessi, basati sull'idrodinamica a tre dimensioni, sul ciclo del carbonio nella biosfera e nella geosfera, e sulla fisica radiativa. Tali modelli vengono chiamati General Circulation Models (GCM). Le versioni più recenti tengono conto anche dell'accoppiamento atmosfera–oceano. Per dare un'idea dello sforzo scientifico in atto, possiamo ricordare che il governo degli Stati Uniti eroga circa 6,5 miliardi di dollari l'anno (dato del 1998). La Germania eroga circa 3 miliardi di marchi all'anno sui *climate change studies*, e la Gran Bretagna circa un miliardo di sterline all'anno. La NASA riceve più fondi per i modelli climatici del Goddard Institute for Space Studies[18] — 1,5 miliardi di dollari — che per il resto delle sue attività spaziali civili. Per il californiano Jet Propulsion Laboratory il calcolo di modelli climatici è il più importante e finanziato *key project*. Nel mondo siamo 30 mila ricercatori a lavorare sul cambiamento climatico, di cui circa 14 mila sono nordamericani (censimento 1997).

Descriviamo brevemente un GCM. Si tratta del meglio della produzione numerica oggi esistente per la fluidodinamica, accoppiata con un insieme di sottomodelli complessi, interagenti e non–lineari. Anche i computers *one–off* dei due laboratori militari statunitensi, il Lawrence Livermore Radiation Laboratory e il Los Alamos Laboratory, sono impegnati con i loro computers *top–line*. La struttura di un GCM è composta da diversi moduli contenenti centinaia di sottoprogrammi. Le equazioni differenziali da trattare sono diverse decine, a seconda del grado di approssimazione nella trattazione delle reazioni in fase gassosa e dei cicli dell'acqua e del carbonio. Essenzialmente esistono: due grossi moduli che integrano le equazioni della circolazione atmosferica e oceanica; un modulo per il calcolo della radiazione; un modulo per i *sinks* di gas serra; un modulo per il ciclo del carbonio e uno per quello dell'acqua (contenente i processi di evaporazione, e formazione delle nubi, i flussi di acqua terra→oceano, le precipitazioni, con sottomoduli per il ghiaccio flottante e a terra, per la copertura nevosa, eccetera); un modulo per le reazioni chimiche in fase gassosa; uno per la trattazione dell'accoppiamento del biota tramite i *sinks*; un modulo per le sorgenti di gas serra; uno per il particolato in aerosol, e tanti altri che qui non menzioniamo. Esistono circa una trentina di diversi GCM prodotti da diversi laboratori, università ed istituti, ma essenzialmente sono derivazioni che "degenerano" in

[18]GISS: istituto della NASA, autore di uno dei 4 modelli leader a livello mondiale. Il lavoro viene svolto in collaborazione con la Columbia University.

5 o 6 tipi di programma. Elenchiamo i più importanti e famosi istituti coinvolti (non sono in ordine di importanza, anche perché sarebbe difficile stabilirlo): il Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (della NOAA), il prestigioso centro di Bracknell (UK Met Office), il Goddard Institute for Space Studies (della NASA), il Bureau for Meteorological Research australiano, l'università di Pechino, il National Center for Atmospheric Research (sito a Boulder, Colorado), e lo European Centre for Medium–range Weather Forecatsts sito a Reading. Altri modelli sono quello di Pasadena–JPL e quello indiano.

Daremo prima un breve cenno alle previsioni così come sono oggi, aggiornate all'ultimo Assessment Report della sessione plenaria dell'International Panel on Climate Change (IPCC), tenutasi a Roma nel dicembre del 1995. Daremo poi un cenno storico sull'IPCC, sul ruolo delle Nazioni Unite, e sulle previsioni del Club di Roma riguardanti l'effetto serra e le altre crisi globali.[19] L'apparente inversione logica ha lo scopo di non distrarre il lettore dal contenuto scientifico delle proiezioni, approvato all'unanimità dalla comunità scientifica mondiale, guidata dall'ICSU, nell'XI Sessione Plenaria dell'IPCC. Il dare i cenni storici subito dopo permetterà di seguire l'impatto dell'enorme processo scientifico sul *climate change*, nonché di comprendere il ruolo di governi e poteri economici.

Nel Second Assessment Report (SAR),[20] l'IPCC, offre due tipi diversi di previsione: una serie di previsioni *transienti* e una previsione *all'equilibrio*, come ora spieghiamo. Nel primo caso, si presentano diversi scenari circa l'evoluzione delle emissioni nel prossimo secolo e si calcolano le previsioni, indicando una *best estimate*, un minimo e un massimo (con livello di confidenza statistica del 95%). Gli scenari sono caratterizzati dall'essere *business–as–usual*, ossia si suppone che i governi non facciano alcun intervento per combattere l'effetto serra, mentre si ipotizzano diversi scenari di crescita economica.[21] L'IPCC sforna diverse previsioni con un clima transiente, all'evolvere delle emissioni: tutti i calcoli sono forniti come media dei diversi modelli. Da dieci anni circa è stato istituito un organismo scientifico internazionale multidisciplinare, Atmosphere Model Intercomparison Programme (AMIP), coordinato dall'ICSU e organizzato con l'IPCC. Vi fanno capo più di cento laboratori e università, ed ha il compito di paragonare, provare, controllare i diversi programmi *peer–reviewed* e ufficialmente usati dall'IPCC, e verificare che lo scarto totale non superi dei valori prefissati. Inoltre l'AMIP si occupa di paragonare i dati teorici con le ossevazioni, dando come condizioni iniziali situazioni pregresse note e paragonando la previsione teorica fino ad oggi con i dati osservativi.

Un secondo tipo di previsione — più nota al pubblico non scientifico — è quella all'equilibrio. Si ipotizza che l'anidride carbonica abbia raggiunto un dato livello (per ora si usa il raddoppio rispetto al livello naturale pre–industriale) e si lasciano evolvere tutte le altre variabili (fisiche, chimiche e biologiche) fino al raggiungimento dell'equilibrio. I modelli — nello standard ufficiale dell'AMIP — per ora sono in grado di calcolare il "raddoppio" ($2\times CO_2$ *world*), ma diversi istituti calcolano già le previsioni al quadruplicamento ($4\times CO_2$). Come ipotesi del *business–as–usual*, il quadruplicamento è purtroppo molto più realistico, come possiamo leggere nel Second Assessment Report, e come abbiamo sentito

[19] Più avanti torneremo a parlare del Club di Roma.

[20] Pubblicato da Cambridge University Press nel maggio 1996 (Climate Change 1996) sotto il patrocinio delle Nazioni Unite (WMO e UNEP) e il coordinamento dell'ICSU. Il Second Assessment Report è basato su 10.000 pubblicazioni uscite nei 2 anni precedenti, con la partecipazione di circa 30.000 ricercatori.

[21] Da crescite che in un primo tempo aumentano e che poi diminuiscono fino a diventare negative (crisi e collasso) fino a crescite che continuano esponenzialmente per tutto il secolo venturo.

in uno dei seminari mensili sul *climate change* tenuto lo scorso anno alla Casa Bianca dal Prof. Jerry Mahlman, direttore del Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (si veda anche la figura 9). Qui ci limiteremo a riportare le previsioni all'equilibrio al raddoppio del valore pre–industriale di CO_2: questa è dunque una sottostima della concentrazione verso cui andiamo nel prossimo secolo se non verranno prese drastiche misure. *Per tutti questi motivi il lettore deve prendere le previsioni al raddoppio in equilibrio che diamo qui sotto come una visione super–ottimistica di cosa ci attende sulla presente traiettoria business–as–usual delle emissioni industriali e agricole* (il che equivale a dire sulla presente traiettoria di crescita economica senza limite alcuno).

c) Previsioni IPCC: caso del raddoppio delle concentrazioni preindustriali di gas serra da qui al 2100:[22]

- **Temperatura.** Da +1,5 °C a +3,5 °C, *best estimate*: +2,5 °C.[23] Si tratta delle temperature superficiali mediate su terre e oceani, su tutte le latitudini, e su una finestra temporale di 30 anni per eliminare le oscillazioni periodiche e stocastiche. Ciò equivale ad uno spostamento verso i poli delle fasce climatiche da 500 a 1.000 km circa. Il riscaldamento previsto è progressivamente più pronunciato a latitudini via via più grandi (come sta già avvenendo: a fronte di un riscaldamento di 0,6 °C a livello globale nel secolo pregresso fino ad ora, ai poli e nelle regioni fredde il riscaldamento è stato di quantità dai 2 °C ai 3,5 °C).

- **Livello del mare.** Aumento da 25 cm a 1 metro.[24]

- **Eventi meteorologici estremi.** Il ciclo idrogeologico si farà più intenso. Le precipitazioni si concentreranno su periodi più brevi, dando luogo ad alternanza di siccità ed alluvioni, e comunque ad oscillazioni sempre più pronunciate delle precipitazioni. Ci sarà la tendenza a creare zone soggette a siccità e zone soggette ad alluvioni. È possibile, anche se non dimostrato, che aumenti in alcune zone la frequenza ed intensità di eventi come uragani, temporali intensi e tornado. Si prevede l'aumento di frequenza ed intensità delle ondate di calore.[25] Sono previsti in numero sempre crescente incendi regionali di vasta estensione ed intensità.[26]

- **Malattie tropicali.** In conseguenza dello spostamento delle fasce climatiche, una serie di insetti, abitatori abituali delle attuali fasce tropicali e vettori di malattie tropicali, si sposteranno verso i poli, causando nelle attuali zone temperate epidemie di malaria, dengue, oncocercosi, febbre gialla, malattia del sonno, ed altre. Sono

[22] CO_2 equivalenti a 560 ppmv contro le attuali 363 ppmv e le preindustriali 280 ppmv. In massa, circa 1.160 miliardi di tonnellate di CO_2 in atmosfera contro le attuali 750.

[23] I nuovi calcoli effettuati quest'inverno danno valori maggiori di 1°C.

[24] I valori ricalcolati sono più pessimisti: da 40 cm a 1,5 m.

[25] *Heat waves*, come per esempio quella di Chicago del 1997, la quale causò circa 1.000 morti, e quella di quest'anno in Texas e Florida, con più di 700 morti.

[26] Come, per esempio, quelli dell'anno 1997 — durati fin nel 1998 — nel Borneo, nelle Amazzoni, in Siberia, in Florida, e in Cina, o di quest'anno in Florida e Texas, e nella Foresta Amazzonica. Gli incendi dello scorso anno hanno aggiunto 1,1 miliardi di tonnellate di anidride carbonica in atmosfera, a fronte di emissioni industriali pari a 22,4 miliardi di tonnellate di CO_2 .

previste fino a diverse centinaia di milioni di vittime delle malattie tropicali nel secolo in arrivo.

- **Infiltrazione delle falde acquifere costiere.** In conseguenza dell'aumento del livello del mare, praticamente tutte le falde acquifere delle zone limitrofe con il mare saranno infiltrate da acqua salata, con danni per l'agricoltura.

- **Contrazione del manto forestale tropicale.** Masse molto rilevanti di foreste verranno meno, con conseguente addizione diretta di CO_2 (dovuta agli incendi a alla putrefazione) e indiretta (dovuta alla conseguente riduzione del tasso di assorbimento clorofilliano).

- **Desertificazione.** Le zone desertiche diventeranno più estese, più estreme, e più numerose.

- **Produzione agricola.** La produzione agricola sarà soggetta a variazioni (diminuzione nelle attuali fasce temperate e tropicali, e potenziale aumento nelle fasce fredde).[27] L'aumento potenziale della produzione nelle fasce fredde, però, richiederebbe interventi come il dissodamento della Siberia: il SAR non ha stimato né il costo, né la quantità di energia occorrente, né ha indicato chi sarebbe in grado di pagarlo.

- **Scioglimento progressivo dei ghiacciai.** L'aumento della temperatura sta già progressivamente sciogliendo i ghiacciai, che si ritirano a velocità compresa fra 15 e 50 metri l'anno. L'ulteriore aumento porterà alla progressiva scomparsa dei ghiacci permanenti sui rilievi montuosi, e quindi al calo della portata dei fiumi e dei ruscelli pedemontani, e addirittura all'inaridimento di alcuni di essi, producendo un vistoso calo delle acque da irrigazione.

- **Profughi del clima.** In conseguenza della fame per crollo agricolo e dell'innalzamennto del livello del mare, e tenuto conto che quasi tutti gli insediamenti umani si trovano sul mare, si prevede che fino a 800 milioni di profughi si sposteranno in cerca di zone in cui poter vivere.

- **Variazione delle riserve idriche.** A seguito dell'intensificarsi del ciclo idrogeologico il terreno non riuscirà a trattenere ed accumulare le stesse quantità d'acqua attuali.[28]

[27] I modelli del Geophysical Fluid Dynamics Laboratory e dell'UK Met Office prevedono la diminuzione fino al 65% della produzione agricola a stelo nei prossimi 20 anni (grano, granturco, altri cereali, fieno, eccetera) nelle zone che adesso fanno il 95% della produzione agricola statunitense, e un aumento fino all'80% nelle zone desertiche. I modelli del Goddard Institute for Space Studies, dell'UK Met Office e del Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, usati dalla Columbia University in una collaborazione — tutt'ora in atto — col Ministero italiano dell'Ambiente, prevedono un analogo calo del 50–55% nella Pianura Padana, e la desertificazione nel Tavoliere delle Puglie, nel Sud e nelle Isole.

[28] Questa caratteristica della crisi climatica interagisce ed è concausa della crisi idrica, menzionata nel nostro elenco all'inizio dell'articolo, della crisi agricola e della desertificazione. Ciò non ha a che fare con gli ammanchi considerevoli come quello del Fiume Giallo in Cina, che lo scorso anno non è praticamente arrivato al mare per 220 giorni su 365, con foce quasi in secca, dovuto invece al prelievo (industriale, agricolo, e metropolitano) superiore alla portata. Tali eventi hanno invece a che fare con la crisi delle risorse a fronte di una crescita economica esponenziale.

Con l'attuale concentrazione di anidride carbonica ed altri gas serra, se si spegnessero tutte le fabbriche, i veicoli termici e ogni generatore di energia a combustibili fossili, avremmo ugualmente una crisi climatica, ma non è chiaro *quanto* più lieve. La situazione naturale pre–industriale verrebbe ripristinata soltanto dopo *200 anni*. La caratteristica di questi fenomeni è quella di essere a *forte ritardo temporale* rispetto alle cause: circa 50–80 anni. Il Second Assessment Report mostra che **le variazioni climatiche che stiamo subendo adesso sono dovute alla CO_2 che abbiamo emesso fino ad 80 anni fa, e quella che stiamo emettendo adesso produrrà i suoi effetti tra 50–80 anni**. La caratteristica del *delay* temporale nell'effetto serra e conseguente *global warming* è veramente perniciosa, se consideriamo l'attitudine dei politici e dei governi a prendere in considerazione i problemi da risolvere solo *dopo* che sono accaduti. Praticamente tutti gli economisti, il Fondo Monetario Internazionale, le borse e in generale l'industria tendono a sostenere che, siccome ridurre la crisi climatica costa e fermerà la crescita e il Mercato (la "M" maiuscola non è un errore tipografico), è assolutamente necessario che i governi non facciano assolutamente nulla.[29] Secondo loro, i problemi si risolveranno da soli se si confida nel Mercato, nella magica Tecnologia e nell'ancor più magica Scienza. Dovrebbero, per esempio, trovare il modo di violare il Secondo Principio della Termodinamica ! Il lettore ha capito che quest'ultimo capoverso **non** è imputabile al Second Assessment Report dell'IPCC, viste le procedure diplomatiche delle Nazioni Unite. Devo dire però che tutti i colleghi con cui ho parlato nei congressi e meetings IPCC e nei *summit* negoziali nutrono la stessa convinzione circa l'attitudine di politici e governi a non combattere l'effetto serra prima che sia del tutto fuori controllo. Lo stesso vale per il modo in cui i giornalisti scrivono e pubblicano sul *global warming* e sulle misure necessarie: specie in Italia e nel resto del Sud europeo (ma non soltanto).

d) Prescrizioni e dati IPCC necessari a mitigare l'effetto serra:

Si tenga conto che l'IPCC è un organo prettamente scientifico istituito dalla Nazioni Unite con il coordinamento dell'ICSU, e che gli scienziati membri con diritto di voto sono di nomina governativa. Non spetta all'IPCC dire cosa i governi debbono fare, anche se l'IPCC indica le possibili strade per combattere l'effetto serra, in accordo con l'articolo 2 della Convenzione Climatica (la UNFCCC di cui parleremo in seguito).

- **Stabilizzazione della concentrazione dei gas serra, tramite la riduzione delle emissioni industriali.** La riduzione delle emissioni necessaria a stabilizzare la concentrazione dei gas serra al valore del 1990, se messa in atto nel 1990 e in maniera immediata, avrebbe dovuto essere fra **–60%** e **–80%**. Questo significa che al massimo il 20–40% delle emissioni del 1990 era assorbibile dai *sinks* naturali. Tale misura, ovviamente non realizzabile brutalmente da un giorno all'altro, avrebbe permesso di avere una concentrazione costante nel tempo e pari ai circa 357 ppmv del 1990. Ogni ritardo, invece, implica un aumento della percentuale di riduzione, per ottenere lo stesso risultato. Ancora oggi non abbiamo ridotto nulla, ed anzi siamo passati da 5,9 a 6,3 miliardi di tonnellate di carbonio all'anno).

[29]Ovviamente, non tenendo conto di quanto costa in termini economici, agricoli, e di vite umane il lasciar andare tutto senza intervento alcuno. Non tengono conto neanche della "qualità" della vita dei sopravvissuti in un mondo sotto effetto serra fuori controllo. L'effetto serra deve essere libero, come il Mercato.

- **Scenari (curve di emissione) necessari ad ottenere la stabilizzazione della concentrazione a valori prefissati.** Vengono fornite le traiettorie di emissione globale che portano alla stabilizzazione della concentrazione a dati valori: 350, 450, 550, 650, o 1.000 ppmv. C'è stata una battaglia tra scienziati ed economisti per omettere o no i valori più grandi: questi ultimi sono stati pretesi dagli economisti.

- **Riforestazione.** Si consiglia la riforestazione massiccia, per aumentare la capacità di sequestrazione di gas serra da parte dei *sinks*, e di fermare al più presto ogni pratica agricola e industriale di deforestazione. Si mette però in guardia che una volta prodotta, l'anidride carbonica sequestrata nei tessuti delle piante può ritornare in atmosfera nel giro di pochi giorni, tramite gli incendi (come quelli a cui abbiamo assistito nel Borneo, in California, in Florida, in Siberia e nelle Amazzoni nell'ultimo anno). Il dato allarmante è che invece, nei paesi in cui la deforestazione è il principale input economico essa procede ad un tasso tale che le foreste tropicali dovrebbero sparire in soli 30 anni. Per esempio, la copertura forestale del Nicaragua è diminuita del 70% negli ultimi 20 anni; quella delle Amazzoni del 10–15%.

- **Difese e dighe costiere.** Si raccomanda la progettazione e l'approntamento di barriere e dighe per proteggere le coste basse e sabbiose dall'innalzamento del livello del mare.

- **Energie rinnovabili.**

  - *energia solare:* pannelli fotovoltaici (energia elettrica) e termici (calore);
  - *energia eolica* (energia elettrica);
  - *combustione delle biomasse* (energia elettrica e calore per riscaldamento);
  - *moto ondoso* (energia elettrica).

  Solo **al massimo il 30–40% del fabbisogno attuale è così ottenibile**.[30] E, come il lettore avrà ormai intuito, tale percentuale diminuisce inesorabilmente se la crescita economica e il fabbisogno di energia, continuano a crescere. L'aumento dell'efficienza può al più lievemente rallentare le emissioni di CO_2, fintanto che il rendimento termodinamico massimo realizzabile non viene raggiunto. Per il lettore che non sia esperto, precisiamo che questo è un limite fisico intrinseco, che non può essere superato con il progresso tecnologico.

- **Uso di colture adattabili alle avverse condizioni climatiche.**

L'IPCC mette inoltre in guardia sulla durata estremamente lunga degli effetti del cambiamento climatico e sulla loro caratteristica ritardata. Per sommi capi, queste sono le previsioni e le "prescrizioni" dell'IPCC per i governi. *Nessun governo e nessun cittadino* possono permettersi di ignorare tali risultati. Da qui a prendere i provvedimenti ce ne passa !

[30] E la fissione nucleare ? Basti pensare che per risolvere con la fissione il solo problema della produzione dell'energia elettrica consumata nel mondo (corrispondente a un terzo dell'effetto serra) sarebbe necessario costruire più di 5.000 centrali da un gigawatt entro i prossimi 25 anni. Volendo fare ciò mantenendo standard minimi di sicurezza, la spesa sarebbe superiore a due volte e mezzo il Prodotto Nazionale Lordo degli Stati Uniti. E ciò a prescindere dal rischio di inquinamento !

Diamo ora al lettore un breve quadro storico dell'attività scientifica, politica, e negoziale per tentare di gestire le crisi ambientali. Le connessioni militari saranno invece trattate nelle conclusioni.

2.2 Le crisi ambientali globali e la risposta internazionale

Già nella prima decade di questo secolo il fisico Arrhenius aveva inquadrato il problema dell'effetto serra. Egli aveva notato che da circa cent'anni, dopo lo sviluppo della termodinamica e l'inizio della rivoluzione industriale, il consumo di combustibili fossili era aumentato esponenzialmente, a causa dell'aumento del fabbisogno di energia. Da fisico, si pose subito il problema termodinamico–radiativo dell'equilibrio dell'atmosfera con una quantità sempre crescente di gas serra, e calcolò approssimativamente il riscaldamento medio globale. Ottenne una stima non molto lontana dalla verità. Considerando i mezzi dell'epoca e le scarse conoscenze di tutti i fenomeni complessi implicati, questo è da considerarsi un risultato notevole.

All'avvento degli anni Sessanta molti gruppi si occupavano già di problemi come: *l'inquinamento crescente* (qual è il limite naturale di assorbimento per ogni sostanza tra le più pericolose); *l'effetto serra; la disponibilità delle risorse; la crescita demografica* (imponente, esponenziale, e il problema degli alimenti implicato); *l'erosione delle terre arabili* (dovuta allo sfruttamento sempre più intensivo); *il calo della popolazione ittica* (dovuto all'attività pescatoria divenuta ormai industriale); ed altri ancora. Molti istituti prestigiosi, come la Smithsonian Institution, il Tata Institute e l'Istituto Landau, dedicarono intere squadre di personale allo studio di questi problemi. All'epoca il confronto Est–Ovest appariva più pericoloso di queste crisi, nonostante l'apparente insondabilità di alcune di esse. Pesava una grave minaccia: veniva posta la questione se lo sviluppo industriale *in quanto tale* (capitalistico o del socialismo reale) si ponesse in conflitto con l'ambiente naturale, oppure se fossero possibili soluzioni tecnologiche.

Molti indicatori divennero così minacciosi che un nutrito gruppo di scienziati ed economisti di diverse nazionalità (tedeschi, statunitensi, norvegesi, indiani, turchi ed italiani) decise di costituirsi in organismo internazionale per tentare di fare delle proiezioni su base scientifica. Si costituirono nel 1968 a Via della Lungara, presso l'Accademia dei Lincei, e per questo assunsero il nome di **Club di Roma**. Con il finanziamento del gruppo Volkswagen e con il supporto numerico del Massachussetts Institute of Technology (MIT), diedero il via al progetto di approntare un modello complesso con molti fenomeni interagenti. Esso era basato su un sistema di equazioni differenziali che richiedeva notevole sforzo di calcolo, per lo studio dell'evoluzione di circa 225 variabili. Le grandezze più rilevanti ai fini descrittivi dei risultati erano: *il prodotto industriale mondiale, il prodotto agricolo, la popolazione, le risorse naturali e l'inquinamento*. Il modello si avvaleva di un famoso modulo del General Dynamics Group del MIT, mediante il quale praticamente tutti gli organismi finanziari, le holdings, le imprese multinazionali e le grandi banche tuttora prevedono con notevole approssimazione lo sviluppo industriale–economico. Diversi istituti statunitensi avevano inoltre sviluppato separatamente un complesso sistema di equazioni differenziali e di relativi codici informatici per la previsione e lo studio dell'evoluzione dell'inquinamento da pesticidi nell'agricoltura e da metalli pesanti e sali basici nei grandi laghi del Mid–West. Il modello funzionava notevolmente bene, e si aggiunsero al gruppo demografi e geofisici per lo studio dell'evoluzione della popolazione e delle risorse. Il Club di Roma commissionò un rapporto scientifico entro 3 anni: rapporto che fu redatto dal MIT nel 1971, subito tradotto in più di 30 lingue[31] e sottoposto all'attenzione dei governi dei paesi più influenti.

Il rapporto mostrava che il sistema economico–industriale–agricolo, la popolazione e il sistema ambientale andavano incontro a una crisi, ineliminabile con mezzi puramente tecnologici, dovuta essenzialmente a due esponenziali: la crescita del prodotto industriale — ossia la crescita economica — e la crescita demografica. La crisi era prevista dal modello, in diverse varianti, nell'intervallo temporale che va dal 2010 al 2040. Come condizioni iniziali erano stati presi i valori noti del 1900, permettendo di confrontare i risultati teorici con i dati noti osservati fino al 1971. Le integrazioni proseguivano poi in quella che era una sia pur approssimata proiezione: il modello non aveva la pretesa di fare una previsione realistica, ma di sondare diverse ipotesi più che ottimistiche per vedere se i diversi tipi di crisi fossero eliminabili con provvedimenti puramente economico–tecnologici (senza rallentare la crescita economica e demografica). Le ipotesi super–migliorative sondate furono: (1) il raddoppio, e poi il quadruplicamento delle rese agricole; (2) l'introduzione, sin dal 1975, della fusione nucleare come mezzo di generazione dell'energia;[32] (3) l'introduzione di tecnologie atte a combattere l'erosione dei territori arabili; (4) la riduzione da 20 a 5 anni del tempo di risposta del sistema politico–economico–tecnologico nell'introdurre innovazioni tecnologiche nel sistema mondiale;[33] (5) l'ipotesi che le stime di risorse naturali fossero sottostimate di un fattore 2; (6) l'ipotesi che la società umana riuscisse ad adottare entro il 1975 misure efficaci per il controllo della popolazione nei paesi in via di sviluppo. Il modello è stato fatto girare con diverse miscele di queste ipotesi super–migliorative, fino a far girare il modello con tutte queste ipotesi contemporaneamente. La crisi si spostava — a seconda dei casi — al più di 20 anni (e in molti casi solo di pochi anni). Ma rimaneva: una o più variabili superavano un valore critico e poi collassavano, trascinando con sé le altre. Al contrario di quanto sembra oggi essere nell'accezione di molti circa il lavoro del MIT, **le risorse naturali non sono il motivo scatenante delle crisi**. Sull'orizzonte del 2000 (che per il lavoro del MIT era una proiezione di 29 anni) tutti i casi prevedevano riduzioni di appena il 20% o al massimo del 40% delle risorse naturali. Il sistema *sarebbe* collassato — se tutte le altre variabili avessero "retto" — nel momento in cui le risorse si fossero esaurite: questo è logico. Il fatto è, tuttavia, che tutte le ipotesi sfociavano in un collasso del sistema *prima* che le risorse naturali collassassero. È importante che il lettore ricordi questa caratteristica delle crisi del modello del MIT. Le crisi previste dal modello si manifestavano a volte nel collasso del prodotto industriale, seguito dall'inquinamento e dalla popolazione, che piccava per ultima.[34] Ipotesi diverse portavano il modello al

[31]In italiano: "I Limiti dello Sviluppo" ed. EST Mondadori, 1972, di Meadows *et al.* In inglese: "The limits of Growth" Productivity Press. Il testo non–divulgativo, con tutte le equazioni differenziali e il programma, con i grafici dei comportamenti dei parametri, con la descrizione delle subroutines e con tutta l'analisi differenziale e numerica necessaria è stato anch'esso pubblicato nel 1972 ed è ancora disponibile sotto il titolo "Dynamics of Growth in a Finite World", stessi autori, Productivity Press.

[32]Oggigiorno, i ricercatori sulla fusione chiedono altri cinquant'anni di tempo...

[33]Tale tempo di risposta o *delay* tecnologico, calcolato per la diffusione *in tutto il mondo* delle innovazioni tecnologiche, è addirittura superiore ai 25 anni oggi (1999).

[34]Nel gergo scientifico–matematico, si dice che una variabile "ha un picco" o "picca" quando raggiunge un punto di massimo, per poi cominciare a diminuire. Il "picco" corrisponde quindi al punto in cui inizia il declino della grandezza considerata. Ad esempio dire che la popolazione "piccherà" nell'anno 2020 vuol dire semplicemente che fino al 2020 la popolazione aumenterà, e successivamente tenderà a ridursi.

collasso prima del prodotto agricolo (alimenti), e poi di quello industriale, dopo che il sistema aveva tentato di allocare sempre più capitali per arrestare il collasso agricolo. Nel caso della "energia a costo trascurabile", con la fusione nucleare controllata, i capitali — liberati dal fardello del finanziamento dell'energia — permettevano una crescita economica ancor più rapida, con conseguente esplosione dell'inquinamento, collasso del prodotto agricolo, e collasso finale della popolazione, che piccava tra il 2010 e il 2030 con un massimo compreso fra gli 8 e gli 11 miliardi di individui per poi ridursi a meno di un miliardo sull'orizzonte del 2100. Il rapporto dimostrava che la causa delle crisi erano le due variabili a crescita esponenziale, come *driving forces*: la crescita industriale e la crescita demografica. Veniva dimostrato che queste ultime non potevano continuare oltre il periodo 2020–2050; insomma, la crescita economica non poteva continuare per sempre in un mondo non infinito come il nostro. Si dimostrava che il ventaglio di soluzioni passava per una graduale frenata della crescita industriale e della popolazione, accompagnata da miglioramenti tecnologici e *shifts* economici significativi.

La reazione dei governi, dei politici e della maggioranza degli economisti nel mondo fu un putiferio. Il mondo industrializzato occidentale–capitalistico sosteneva che non si erano sondate abbastanza le virtù del mercato e della tecnologia, cioè che nel modello non erano state inserite le capacità di risposta relative. Questa opposizione non aveva alcun fondamento, e il modulo del General Dynamics Group è tuttora usato per ogni previsione di sviluppo industriale ed economico in tutto l'occidente e nel mondo. I meccanismi di risposta in World3[35] erano ben presenti, e riproducevano numericamente ciò che fanno tutte le multinazionali *hi–tech* in borsa e nella produzione. Semmai, i meccanismi previsti dal modello erano *troppo efficaci e rapidi*.

Da parte sua, il mondo del blocco orientale (paesi alleati dell'URSS, Cina e altri paesi socialisti) gridò che a queste conclusioni si arrivava soltanto perché il modello funzionava con i meccanismi capitalistici, senza i meccanismi regolanti del mondo socialista. Sbagliava anche il blocco orientale: *in nessuna parte* nel modello era incluso un meccanismo politicamente capitalistico: il sistema allocava risorse all'agricoltura, all'industria, o a combattere l'inquinamento senza distinzione alcuna delle classi sociali a favore delle quali ciò veniva fatto. La popolazione era approssimata come un tutto unico, e i provvedimenti tecnologico–economici potevano benissimo essere presi dalla Casa Bianca come dal Politburo, dal Gosplan, da Downing Street governata dai Tories o dall'esecutivo della Cina Popolare.

Anche i paesi in via di sviluppo non–allineati diedero addosso al lavoro scientifico del MIT, sostenendo che l'arresto della crescita avrebbe implicato che la loro condizione di sottosviluppo sarebbe stata cristallizzata per legge. Sbagliavano anch'essi, perché il rapporto del MIT parlava chiaramente ed estesamente di una *redistribuzione* di risorse tra Nord e Sud del mondo, energia e prodotto industriale, come *conditio sine qua non* per poter arrestare la crescita su valori sostenibili da tutta l'Umanità (altrimenti guerre e conflitti sarebbero stati inevitabili).

Alcuni governi di paesi occidentali, come gli Stati Uniti e la Gran Bretagna, furono

[35]World3 è il nome dato al maxiprogramma dal Prof. Dennis Meadows. Meadows era allora leader del pool di scienziati del MIT e oggi è decano nell'University of New Haven, a capo del programma GAIM (Global Analysis Interpretation and Modelling) dell'IGBP (International Geosphere Biosphere Program). L'IGBP è uno dei pilastri dei lavori dell'IPCC, ed è direttamente istituito e controllato dall'ICSU.

spaventati dalla minaccia del messaggio portato dagli scienziati del Club di Roma.[36] Istituirono addirittura delle *task–force* interministeriali per screditare il Club di Roma, nonché per *diffondere false accezioni ed interpretazioni sul lavoro scientifico del MIT*. Questo sforzo propagandistico fu appoggiato abbondantemente dai mezzi di informazione, similmente a quello odierno di gran parte dell'industria pesante per tentare di screditare l'IPCC agli occhi del Congresso degli Stati Uniti, e fu molto efficace. Furono spesi milioni di dollari e diversi professori di economia furono assoldati, come il prof. Nordhaus, che scrisse un libro di risposta al lavoro degli scienziati del MIT intitolato *"Models of Doom"*.[37] Il libro conteneva diverse volgarità grossolane dal punto di vista scientifico, come l'asserzione che il Secondo Principio della Termodinamica non c'entrerebbe nulla con la catena produttiva del processo industriale–economico, e sorvolava (o ignorava) che alla base di ogni produzione (capitalistica o no) *c'è sempre la necessità di energia*. L'energia meccanica ed elettrica viene prodotta dai combustibili fossili bruciandoli ed ottenendo calore, e succede che — con o senza l'assenso di Nordhaus e di altri esimi economisti — la fisica c'entra per forza. Inoltre, Nordhaus tentò (con successo, purtroppo) di vendere ai *media* una distorsione fondamentale delle crisi previste dal rapporto del MIT, e cioè che esse sarebbero dipese dal fatto che i modelli arrivavano al collasso per l'esaurimento delle risorse. Falso ! Leggere per verificare.[38]

Per disgrazia dell'*establishment* economico occidentale di allora, lo shock sollevato dal lavoro del MIT si aggiunse a quello provocato dai lavori di diversi geofisici e geologi americani, guidati dal geofisico prof. King Hubbert. Un decennio prima essi avevano previsto il picco del tasso di estrazione del petrolio dal territorio statunitense, poi raggiunto nel 1970. Hubbert faceva vedere che, a causa della complessa geometria dei pozzi, non è possibile estrarre il 100% del petrolio presente in un giacimento: per estrarre è necessario pompare dentro vapore ad alta pressione per spremere fuori il residuo, e quando la giacenza è ridotta al 50–60% l'energia necessaria per fare ciò supera quella ottenibile bruciando il petrolio stesso. A quel punto esatto — fece notare il prof. Hubbert — l'estrazione finisce semplicemente perché *non ha più senso* estrarre il petrolio. Il pozzo diventa non più una sorgente di energia, ma un assorbitore: a prescindere dal prezzo, con buona pace di certi economisti. Così, Hubbert aveva previsto anche che su scala mondiale il tasso del petrolio avrebbe piccato intorno al 2020, per poi scendere per sempre. Anche in questo caso fu sollevato un polverone, cercando di accreditare presso i *media* la versione secondo la quale i geofisici americani si erano sbagliati e che la diminuzione del tasso di estrazione dai pozzi USA (realmente avvenuta nel 1970) era in realtà una decisione politica del governo statunitense "che aveva deciso di sfruttare prima il petrolio del Medio Oriente per preservare le scorte americane". Questa balla resiste tutt'oggi nei mezzi di informazione e nell'opinione pubblica, anche se non ha mai preso piede negli ambienti geologici e geofisici connessi al problema.

Il petrolio doveva essere percepito come una risorsa "che durerà ancora centinaia di

---

[36] Quasi tutti scienziati occidentali e delle migliori università americane, e non già pericolosi politici rivoluzionari.

[37] "Modelli di Sventura"

[38] Ancora oggi molti di coloro che hanno sentito parlare del rapporto del MIT credono che le crisi in esso previste venivano causate dallo scarseggiamento delle risorse, cosa a cui i modelli invece non arrivavano, in quanto tutte le crisi avvengono ben prima, quando il livello di risorse disponibile è ancora alto. Il motivo delle crisi è invariabilmente la crescita esponenziale del prodotto industriale e della popolazione, in varie varianti ed interazioni con il prodotto agricolo e l'inquinamento.

anni". Ciononostante, i dati reali erano conosciuti anche da coloro che cercavano di tacerli o di falsificarli. Altri dati sull'inquinamento, sull'effetto serra, sulla produzione agricola che (pur aumentando) non teneva il passo con la popolazione, sulla desertificazione e sull'erosione dei territori arabili,[39] continuavano ad affluire. Fino all'inizio degli anni Ottanta, aumentava il grado di preoccupazione latente nei governi. Il primo *summit* sul clima — sia pur con il mondo scientifico su posizioni non ancora univoche — gettò una luce niente affatto rassicurante su uno dei principali effetti della crescita industriale e del fabbisogno annuo di energia: l'effetto serra.

La misura era colma. Nonostante i tentativi di ignorare e di sminuire, nel 1987 l'Assemblea Generale, stabilì l'istituzione della Commissione Bruntland sullo *sviluppo sostenibile*.[40] Il celebre rapporto della Commissione ("Our Common Future")[41] stabiliva finalmente, con l'ufficialità delle Nazioni Unite e dei delegati governativi dei paesi membri, che i lavori scientifici dei 20 anni pregressi non erano poi così sballati come si era sostenuto. Si stabiliva con criteri scientifici che lo sviluppo — termine usato in realtà come diplomatico sostitutivo di *crescita* — non era necessariamente sostenibile, ma che dovevano addirittura essere soddisfatti dei criteri generali perché lo diventasse (non consumare risorse a tassi maggiori di quelli a cui possono essere ripristinate, ecc.). I ricercatori hanno sorriso per tanta ufficialità nello stabilire criteri così ovvi. I risultati della Bruntland hanno costituito una vittoria fondamentale per la continuazione del processo scientifico di indagine su quei temi, per il suo finanziamento da parte dei governi, e in generale per l'opera di sensibilizzazione sui temi delle crisi ambientali globali. I governi non stabilirono in pratica assolutamente nulla, sebbene all'interno nacquero in silenzio interi maxi–progetti, come lo United States Global Change Research Program, istituito dalla presidenza Reagan con un budget iniziale di 2,5 miliardi di dollari all'anno.

Per l'infuriare delle polemiche che l'industria pesante e la maggioranza degli economisti avevano scatenato contro il processo scientifico sull'effetto serra, per scongiurare di nuovo il pericolo di dover adottare misure che avrebbero minacciato la Crescita Economica e il Mercato, un anno dopo l'Assemblea Generale affidò all'Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO) e al Programma Ambiente, con il coordinamento del mondo scientifico guidato dall'ICSU, il compito di fondare un organismo internazionale ed intergovernativo di scienziati di ogni disciplina. L'obiettivo era di seguire permanentemente il problema dell'effetto serra, degli impatti e delle risposte, e di fornire periodicamente ai governi di tutto il mondo rapporti ufficiali. L'organismo era l'IPCC, l'Intergovernmental Panel on Climate Change.

Il primo rapporto fu uno shock per tutti, ma soprattutto per chi aveva sostenuto che le preoccupazioni sull'ambiente globale e le sue interazioni con la crescita erano esagerate e fuori di luogo. La struttura e le procedure IPCC sono tali che ogni governo rappresentato alle Nazioni Unite nomina due scienziati delegati con diritto di voto, ma i *lead authors*, che guidano i settori scientifici operativi dell'IPCC, sono di nomina strettamente accademica e vengono nominati dalle comunità scientifiche sotto guida ICSU. Il rapporto del 1990 non ottenne l'unanimità degli scienziati, anche se approvato con una maggioranza schiacciante.

[39] Si tratta della progressiva diminuzione dello strato di *humus* ricco di sali minerali dovuto allo sfruttamento agricolo che sottrae i sali più rapidamente di quanto possano venire ripristinati.

[40] Guidata dalla Signora Gro Bruntland, ex primo ministro norvegese, e candidata a Segretario Generale dell'ONU nel 1997, quando venne invece nominato il Signor Kofi Annan.

[41] In italiano è uscito con il titolo "Il Futuro di Noi Tutti", ed. Bompiani.

Si opposero i delegati del Kuwait, dell'Arabia Saudita, degli Stati Uniti e di altri paesi produttori di petrolio. Curiosamente, i due scienziati delegati governativi statunitensi votarono contro tutta una serie di paragrafi, che erano stati redatti soprattutto con il lavoro scientifico di più di 4.000 ricercatori delle massime istituzioni scientifiche americane, pubbliche e private, governative e militari.[42]

Nel 1991 uscì un nuovo lavoro di Meadows *et al.*, "Beyond the Limits".[43] Il gruppo che 20 anni prima aveva fatto scoppiare la problematica dell'insostenibilità della crescita rinnovò i calcoli, aggiornando i coefficienti e ottenendo sostanzialmente gli stessi risultati. Significativo era il *confronto con i dati osservati dei passati vent'anni con le loro proiezioni del 1971: gli scarti massimi riscontrati erano appena del 1,8%.* Una bella soddisfazione, per il prof. Meadows e il suo gruppo, che rende loro giustizia di tutte le sciocchezze allora propinate dagli organi di informazione e dalle campagne di opinione organizzate dai governi americano e inglese per discreditarli. Come ho potuto verificare personalmente, purtroppo, la disinformazione e la falsificazione principale reggono ancora ("le crisi del Club di Roma dipendevano dalla previsione dell'esaurimento delle risorse non verificatosi"). Anche nel nostro seminario del 21 giugno qualche collega ha mostrato di avere questa lettura del lavoro del Club di Roma, e anche molti giornalisti ambientali mostrano di avere questa falsa lettura del famoso rapporto del MIT, ignorando che il lavoro di Meadows del 1991 conferma autorevolmente quello del 1971, e stavolta lo fa con la potenza dei dati.[44]

Gli eventi precipitarono. All'inizio del 1992 l'IPCC pubblicò il celebre Supplementary Report,[45] con il calcolo degli scenari *business–as–usual* delle emissioni e delle concentrazioni di gas serra. A tamburo battente venne convocato ed organizzato per il 1992 a Rio de Janeiro il primo *summit* intergovernativo sul clima, dove venne firmata la Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC).[46] Si costituì il primo schieramento intergovernativo, l'Alliance of Small Island States (AOSIS),[47] e la Cina cominciò a formare uno schieramento, il cosiddetto G77&China, inizialmente di 77 paesi (oggi circa 140) che prese la guida degli interessi dei paesi in via di sviluppo, e raggruppava uno schieramento molto più vasto del vecchio movimento dei Non Allineati del tempo dei due blocchi.

La Convenzione fu caratterizzata per un testo molto avanzato. L'articolo 2 recita che l'obiettivo dei paesi aderenti è quello di riportare la concentrazione dei gas serra *"ad un livello tale da non essere pericoloso per il sistema climatico"*. Si afferma chiaramente che i paesi industrializzati sono quelli che hanno tratto il maggior beneficio dalla crescita delle emissioni di gas serra fin qui avvenuta ed in atto, traendone come vantaggio la crescita

[42] Su 8.500 ricercatori di tutto il mondo che in totale contribuirono al rapporto.

[43] In Italia è stato pubblicato dal Saggiatore (Mondadori) con il titolo "Oltre i Limiti dello Sviluppo".

[44] Tra l'altro, la concentrazione di anidride carbonica del 1991 prevista nel lavoro del 1971 era sbagliata di appena 0,5% !

[45] Sia il FAR, First Assessment Report del 1990, che il Supplementary Report del 1992, possono essere ordinati da Cambridge University Press. Versioni in sommario si possono scaricare gratuitamente dal sito proprietario dell'IPCC (http://www.ipcc.ch) o dal sito della WMO (http://www.wmo.org). Altri siti e documenti, grafici e dati si possono ottenere cercando con motori di ricerca le parole chiave UNFCCC, UKMO, IPCC, UNEP, CLIMATE CHANGE.

[46] United Nations Framework Convention on Climate Change: in Italia è la legge n.65/94.

[47] Trattasi di un'alleanza tra piccoli stati isola, come le Marshall Islands, le Maldive, le Comore, le Solomon, le Tonga, unite dalla caratteristica di essere paesi con elevazione sul livello del mare di poche decine di centimetri, e di essere perciò le prime vittime designate dell'innalzamento del livello del mare da effetto serra.

economica, e si continua concludendo che *"il maggiore sforzo economico deve gravare sui paesi industrializzati, così come l'onere dell'avvio delle misure"*.

Mentre dal podio il presidente Bush si lamentò che *"non si può fermare l'economia statunitense per una crisi climatica su cui il mondo scientifico non sa indicare con esattezza tempi e intensità"*, in altra sede firmava l'articolo sul **principio di precauzionalità**, che afferma che *"ove sia presente il pericolo di vaste distruzioni irreversibili, la mancanza di certezza matematica sull'entità della crisi non può essere addotto come motivo per non prendere alcuna misura"*. Contemporaneamente alla firma del primo trattato della Storia sul clima, Bush faceva approvare un aumento da 2,5 a 4 miliardi di dollari all'anno del *budget* destinato al pacchetto di programmi scientifici dello United States Global Change Research Program. Da quell'anno, la NASA cominciò a ricevere più soldi per le sue attività di modellistica ed osservazione climatica che per tutto il resto delle sue attività spaziali civili.

I paesi firmatari cominciarono il processo di ratifica: il Parlamento Italiano convertì la UNFCCC in legge nel gennaio 1994.[48] All'inizio del 1998, la Convenzione era stata ratificata da 165 parlamenti su 180. La Convenzione istituiva un organismo negoziale per prendere le future decisioni sul clima *con valore di legge*: l'International Negotiating Committee. Esso ebbe il compito di istruire i meccanismi, i regolamenti e le sottostrutture della Conferenza delle Parti (COP), che si sarebbe riunita a Berlino nel marzo 1995 per la prima volta, per poi essere convocata annualmente. La Convenzione era piena di buoni principi, ma senza il potere forzante di legge, e l'unica cosa concreta che fu stabilita a Rio de Janeiro era proprio la Conferenza delle Parti, organo supremo sul clima che sta alla UNFCCC come un parlamento nazionale sta alla propria Costituzione.

Nel frattempo, sintomi come l'aumento della frequenza degli uragani nelle zone tropicali degli oceani e l'aumento della frequenza dei tornado negli Stati Uniti, così come l'aumento della frequenza delle siccità e delle alluvioni (in termini di *trend* a lungo termine, al di là cioè delle oscillazioni periodiche o stocastiche) spingevano ancora sui governi e sull'industria delle grandi riassicurazioni, provocando un'ulteriore accelerazione negoziale. I modelli e l'analisi teorica facevano ormai grandi passi, e fu sconfitta l'ultima obiezione di una parte di ricercatori dei paesi petroliferi e dei delegati governativi americani. Essi si aggrappavano ad una discordanza di qualche decimo di grado (0,3–0,4 °C) tra la riproduzione teorica ed il riscaldamento globale osservato in questo secolo. Il problema fu risolto inserendo nei calcoli il — sia pur lieve — raffreddamento indotto dal particolato in aerosol da SO_2 e SO_3. L'anidride solforosa (SO_2) e l'anidride solforica (SO_3) si producono infatti in massicce quantità nel processo di bruciamento nelle centrali elettriche a carbone: la nube di particolato ha breve raggio di azione (poche centinaia di chilometri) e breve durata (qualche giorno). Per questo non influenza sostanzialmente il clima globale, tranne per quell'effetto di lieve raffreddamento. I modelli del Second Assessment Report (SAR) ottennero per la prima volta l'unanimità.

A Berlino nel marzo 1995 la prima Conferenza delle Parti stabiliva che gli oneri e gli impegni addebitati ai paesi industrializzati nel testo della Convenzione *non erano adeguati al compito di combattere l'effetto serra senza danneggiare gli interessi dei paesi in via di sviluppo*, non responsabili del vistoso aumento della concentrazione di anidride carbonica

[48] Consiglio vivamente al lettore di procurarsi il testo della legge, fedele traduzione dell'originale inglese, e di leggerlo attentamente. Ho personalmente verificato che la maggior parte dei deputati e senatori che l'hanno ratificata... non la hanno neanche letta: "era roba delle Nazioni Unite" !!

finora registrato (30%). Il *summit* di Berlino fu sul punto di fallire completamente quando gli Stati Uniti, il Canada, l'Australia e la Nuova Zelanda pretesero che anche i paesi poveri se ne facessero in qualche modo carico. La sollevazione della Cina, dell'India, del Brasile, dell'intero African Group appena costituito, di tutti i paesi asiatici (tranne la Corea del Sud) e di tutta l'America Latina impedì il fattaccio. Gli USA capitolarono, non riuscendo a trovare una ragione pronunciabile per sostenere che, dopo avere essi stessi e l'Europa creato il problema, dovessero essere anche i paesi poveri a spartirsene l'onere. Fu decisivo il fatto che la Cina e l'India minacciarono velatamente di passare a produrre tutto il loro fabbisogno di energia a carbone.[49]

La COP istituì l'Ad–hoc Group on the Berlin Mandate, con il compito di individuare adeguati inasprimenti degli oneri di riduzione delle emissioni a carico dei soli paesi industrializzati ("Annex I countries"), da fare entrare in vigore entro la COP3, tenutasi poi a Kyoto nel dicembre 1997, tramite un *trattato con forza di legge*. Era già un risultato storico per il mondo scientifico: a seguito di calcoli e lunghi studi per salvare l'Umanità dai peggiori scenari, per la prima volta si forzavano decisioni governative in direzione potenzialmente minacciosa per la Crescita e il Mercato.

A Roma, nel dicembre 1995 l'XI Assemblea Plenaria dell'IPCC ratificava all'unanimità il Second Assessment Report, dopo una battaglia accanita — articolo per articolo[50] — dei due delegati USA con diritto di voto, insieme ai delegati di Kuwait e Arabia Saudita, peraltro contro la stessa delegazione scientifica americana che contava più di cento membri, per tentare di redigere il sommario per i governi in forma edulcorata rispetto al documento scientifico già approvato all'unanimità. Per 10 giorni, ogni 3–5 minuti questi delegati hanno tentato di far inserire in ogni articolo del documento–sintesi per i governi delle espressioni come "potrebbe", "forse", "probabilmente". Il lettore deve immaginare la scena del *chairman*, lo svedese prof. Bolin, che bocciava uno dopo l'altro i tentativi di "mitigazione" del documento riassuntivo per i governi, con osservazioni tipo: *"ma perché mai lei vuole dire che questa affermazione deve essere riportata in forma dubitativa, quando nel documento scientifico integrale lei stesso l'ha già approvata in forma di certezza, e soprattutto quando proprio l'intera sua vasta delegazione scientifica è stata responsabile della dimostrazione che andava usata l'espressione di certezza ? Perché vuole che il suo governo legga qualcosa di diverso nel documento che lo riassume rispetto al documento scientifico integrale ?"*. Per finire la descrizione dello scontro, bisogna dire che il documento ha rischiato di non essere approvato, perché a metà percorso gli Stati Uniti hanno preteso di cambiare l'unità di misura della produzione nazionale di anidride carbonica: volevano che nel rapporto per i governi fossero usate non le unità del rapporto integrale scientifico (tonnellate di CO_2 pro capite) da cui risultava che un cinese produce 20 volte meno CO_2 di uno statunitense, ma bensì tonnellate di CO_2 per unità di prodotto nazionale lordo in dollari USA, da cui sarebbe risultato che gli americani "fanno fruttare bene l'inquinamento". La battaglia con i delegati cinesi si è risolta mantenendo le unità del rapporto integrale, ma menzionando che "potrebbero essere usate anche altre unità riferite al prodotto economico". La Cina ha fatto registrare in nota il suo disaccordo.

Il lettore ha così compreso come il rapporto–riassunto "Synthesis for Policy Makers" sia

[49]Bruciare carbone per produrre un'unità di energia produce circa il 33% in più di anidride carbonica rispetto a bruciare miscele di idrocarburi liquidi (nafta o benzina, kerosene, ecc.). Ciò è dovuto al fatto che il legame chimico C–C possiede meno energia del legame C–H.

[50]Alla quale ho assistito personalmente, accreditato come scienziato osservatore.

stato combattuto fino all'ultimo, per fare arrivare ai governi il messaggio meno allarmante possibile. Tutto sommato il tentativo statunitense è fallito. Nella COP2 di luglio 1996 a Ginevra tutti i governi facevano ufficialmente proprio — sentiti i loro staff scientifici — il SAR dell'IPCC.

A dicembre 1997 a Kyoto, durante la COP3 gli Stati Uniti — per bocca della Nuova Zelanda a nome del JUSCANNZ — proposero di porre come condizione che anche i paesi in via di sviluppo accettassero riduzioni e limitazioni: la conferenza stava nuovamente per fallire. Vi fu una sollevazione di praticamente tutto il mondo (UE+G77&China). È rimasto famoso lo sferzante ed ironico intervento del delegato cinese: *"le vostre sono emissioni di lusso, mentre quelle dei paesi in via di sviluppo sono di sopravvivenza: una riduzione del 50%, per esempio, per voi americani equivale ad avere un'automobile ogni due cittadini adulti invece che una ciascuno, mentre per i cinesi significherebbe andare in autobus in 60 persone invece che in 30 ! Questo non è solo ridicolo, è impossibile."*

Finalmente, la COP3 approva il Protocollo di Kyoto, primo trattato sul clima *con forza di legge*, che prevede entro il 2012 una riduzione delle emissioni di anidride carbonica dei paesi industrializzati del 5,2% rispetto al livello del 1990. Molto poco rispetto alla riduzione necessaria del 60–80% (del *totale* delle emissioni, non solo di quelle del Nord del mondo).[51] Dal punto di vista quantitativo, il trattato è praticamente nullo per combattere l'effetto serra, ma è comunque il primo esempio e costituisce una riduzione del 24% in media rispetto al livello di emissioni di gas serra che si sarebbe raggiunto nel 2012 senza trattato. Inoltre, costituisce una sconfitta per quella parte (la maggioranza) del mondo industriale ed economico che ha combattuto per non far approvare nulla. Per esempio, era presente una delegazione di 100 tra senatori e rappresentanti del Congresso per convincere la delegazione governativa a mandare a monte il trattato. La posizione della delegazione americana era di inserire una *riduzione entro il 2010 dello 0% rispetto al 1990*, quella dell'UE era di ridurre del 15% entro il 2005, quella dell'AOSIS del 25% entro il 2005, e quella del Giappone di ridurre del 5% entro il 2010 (con un subdolo meccanismo di sconto per chi produceva più PIL, per cui la vera riduzione sarebbe stata, per USA e Giappone, inferiore al 2% secondo il protocollo proposto dal governo giapponese). L'industria pesante aveva organizzato un cartello con circa 130 aderenti che ha finanziato spot radio–televisivi per circa 50 milioni di dollari all'anno per spaventare l'elettore americano. La campagna pubblicitaria diceva che *"l'economia americana perderà colpi e competitività con il trattato contro l'effetto serra"*, che *"si perderanno milioni di posti di lavoro"*,[52] che *"il cittadino americano perderà la sua tradizionale libertà"*, che *"la benzina rincarerà di 20 volte"*, eccetera.

Il Trattato di Kyoto da vittoria potrebbe anche tramutarsi in sconfitta per il mondo scientifico e l'Umanità, se rimarrà impantanato e inapplicato, e soprattutto se non sarà seguito da altre, sostanziali misure di riduzione... prima che sia troppo tardi. Il protocollo prevede la prima riduzione di emissioni dei paesi industrializzati per quote differenziate:

- –8% per l'Unione Europea (–6% l'Italia, +30% il Portogallo, +40% l'Irlanda, –25% la Germania, ecc.);

[51] Queste sono percentuali di riduzione calcolate e rapportate al 1990: oggi, essendo le emissioni più alte che allora, mentre la capacità di assorbimento dei *sinks* è rimasta sostanzialmente la stessa, le percentuali di riduzione necessarie sono ovviamente più alte. Più tardi si riduce, più bisogna ridurre !

[52] ...ma come si interessano ai posti di lavoro, a volte, gli industriali !

- –7% per gli USA, che hanno ottenuto "lo sconto", nonostante il fatto che emettono molto di più dell'Europa;
- –5% per il Giappone;
- 0% per la Federazione Russa e l'Ucraina;
- +10% per l'Australia, che ha ottenuto questo *bonus* minacciando la non adesione, in barba all'articolo UNFCCC sull'equità.

I gas da ridurre, con coefficienti di equivalenza in base al *global warming potential* di ogni gas, sono: l'anidride carbonica (CO_2), il metano (CH_4), i clorofluorocarburi (CFC), il protossido di azoto (N_2O), l'esafluoruro di zolfo (SF_6), i perfluorocarburi (PFC), gli idrofluorocarburi (HFC).[53]

L'Unione Europea si è battuta abbastanza seriamente per ottenere un trattato il più vicino possibile all'impegno preso a Ginevra. L'UE proponeva –15% per mediare tra la proposta AOSIS e quella USA. Purtroppo, il prezzo da pagare per ottenere la firma di Stati Uniti e Giappone non è stato soltanto di accordare un misero –7% agli USA, appena un –5% al Giappone e addirittura un +10% all'Australia: si è dovuta accettare una clausola — fortemente osteggiata dall'Europa e dal G77&China — che **permette il commercio dei diritti di inquinare**, il cosiddetto *emission trading*. In sostanza, gli USA e il Giappone, avendo ben presente il recente collasso economico della Russia e dell'Ucraina, con la possibilità dell'*emission trading* ottengono adesso di non ridurre nulla, anzi di poter crescere le loro emissioni **semplicemente acquistandone i diritti dai russi e dagli ucraini** ! Niente male, vero ? Chissà se il clima — e i processi radiativi di assorbimento nell'infrarosso — faranno distinzioni tra le molecole di CO_2 emesse dagli americani e dai giapponesi da quelle emesse dai russi... Ci vorrebbero dei processi fisici che avvengono o non avvengono a seconda delle convenienze del Libero Mercato...

In totale, essendo la riduzione complessiva pari a –5%, praticamente solo l'Unione Europea dovrà farsi carico della riduzione. Altro cedimento è stata la clausola che permette il calcolo *netto* delle emissioni, cioè *le emissioni industriali meno le quantità assorbite dai sinks forestali nazionali*, in modo che i paesi con molte foreste debbano ridurre di meno...

Nella COP4 a Buenos Aires (novembre 1998), si è tentato di completare il Trattato con i meccanismi di controllo e sanzione, senza riuscirvi. Il fallimento è stato causato dal tentativo della delegazione del governo americano di introdurre il commercio dei diritti di emissione anche con i paesi in via di sviluppo. Questi ultimi ovviamente hanno rifiutato per i seguenti motivi:

- gli Stati Uniti, il Giappone, il Canada e diversi altri importanti paesi non hanno ancora ratificato il trattato di Kyoto, e dunque i paesi in via di sviluppo vedono violato lo spirito della Convenzione (*"se non avete ridotto ancora nulla voi che emettete il 90% delle emissioni e che avete messo in atmosfera il 98% della CO_2, perché dovremmo vendere nostre quote che non ci sono state assegnate, accettando così il principio di limitarci prima ancora che voi abbiate neanche cominciato ?"*);

[53] È proprio paradossale che gli HFC, che sono stati messi in produzione a seguito del Protocollo di Montreal — per salvare l'ozono stratosferico — che bandiva la produzione di CFC, si sono rivelati come potentissimi gas di serra (più dei CFC). Meccanismi del Mercato...

- non ci sono assegnazioni di emissioni per i paesi in via di sviluppo, quindi non si sa quanto potrebbero "vendere".

Il 25 ottobre 1999 a Bonn la COP5 sarà l'occasione di una battaglia decisiva tra USA e G77&China, con l'Unione Europea sostanzialmente ostile a Stati Uniti e Giappone, e con un crescente protagonismo dell'African Group all'interno del G77&China. Dal 1996, un gruppo britannico di ambientalisti e ricercatori del Global Commons Institute porta avanti una proposta nuova e dirompente sulla crisi climatica, capace di coniugare la riduzione delle emissioni con il principio di equità. Questo è importante non solo perché così è stabilito nella UNFCCC, ma perché è la condizione necessaria affinché si arrivi ad un trattato in cui anche i paesi in via di sviluppo possano progredire, in maniera però da non danneggiare il sistema climatico. La proposta del Global Commons Institute — oggi già approvata dal Parlamento Europeo e già applicata alle riduzioni di emissioni interne all'Unione — si chiama **Contraction and Convergence**. Essa prevede che, ipotizzata una determinata traiettoria delle emissioni globali totali fissata dall'IPCC, nei primi 30 anni ogni paese abbia una quota di emissioni pro capite variabile nel tempo, che parte dal valore attuale fino a convergere ad un valore pro capite uguale per tutti appunto 30 anni dopo l'inizio del periodo di convergenza. Dopo quel momento, ogni paese continua ad avere lo stesso valore pro capite, ma riducendo le proprie emissioni nazionali proporzionalmente all'inviluppo totale. Questo darebbe un sia pur parziale compenso per quello che negli ambienti negoziali viene chiamato *il debito storico* (rimanendo però sempre in credito, da colmare con tecnologia). Questo debito è quello che abbiamo contratto noi, paesi industrializzati, con i paesi in via di sviluppo, per aver pompato in atmosfera grosse quantità di anidride carbonica nel corso del secolo.

Il G77&China ha già mostrato di gradire la proposta del Global Commons Institute, con l'esplicito assenso dell'African Group. L'Unione Europea la sta già applicando al proprio interno. Infatti, l'UE ha accettato una contrazione totale dell'8% rispetto al 1990 entro il 2012, ma all'interno di questa contrazione ha anche trovato lo spazio per la crescita del 30% del Portogallo e del 40% dell'Irlanda, mentre la Germania dovrà ridurre del 25%, la Gran Bretagna del 20%, l'Italia solo del 6%, ecc.

Ma passiamo ora a valutare gli elementi disponibili sulle altre crisi globali.

2.3 Crisi energetica

Già nel 1997, il problema del picco del tasso di estrazione del petrolio, in arrivo nella prossima decade, era uscito dalle ristrette cerchia dei geofisici e geologi, con un famoso articolo apparso su *Nature* (aprile 1997) con il titolo "Oil Back on the Global Agenda", nel quale si spiegava che le riserve erano state sovrastimate dall'OPEC e dall'ex–URSS a scopi puramente di vendita e di prezzo del barile. Nel 1998 la Petroconsultants di Ginevra — un istituto che fornisce le consulenze geologiche e geofisiche petrolifere a tutte le multinazionali del petrolio — mostrava che nei passati 50–60 anni il tasso di scoperta di nuove riserve (espresse in miliardi di barili all'anno) era sceso costantemente, e da più di 40 anni era ormai diventato trascurabile rispetto al tasso di produzione e di consumo (figura 11). Dal 1997 ogni G7/G8 ha in agenda un rapporto dell'International Energy Agency sulla proiezione del tasso di estrazione di petrolio e gas naturale. Nel G8 di Mosca di marzo 1998, i grafici e dati complessivi che furono mostrati, ritoccando in basso le

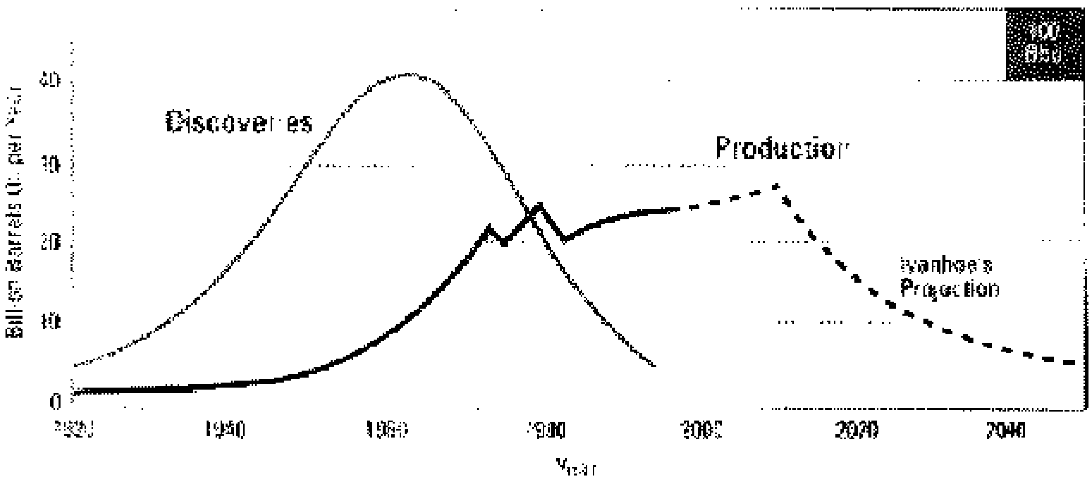


Figura 11. Tasso di scoperta dei giacimenti petroliferi a livello mondiale, e tasso complessivo di estrazione del petrolio. Entrambe le grandezze sono espresse in miliardi di barili all'anno. L'area sottesa ad entrambe le curve deve essere la stessa, il che esprime il concetto che tutto il petrolio consumato deve prima essere stato scoperto.

riserve pretese dall'OPEC di fattori 4–5, prevedevano il picco del tasso di estrazione nel periodo 2010–2015 circa a livello mondiale (cioè il picco della somma dei tassi di estrazione *massimi possibili* di ogni pozzo o regione petrolifera, includendo ovviamente anche tutto il Medio oriente, l'Iran e il Caucaso). A marzo 1998 la questione venne pubblicata persino sulla rivista divulgativa *Scientific American*, con riferimenti, oltre che al picco in arrivo e ai dati che lo avvalorano, anche alla previsione di King Hubbert, fatta 30 anni prima con sorprendente buona approssimazione. Sui *media* britannici e USA la questione fece rumore. Sui mezzi di informazione italiani, *nulla.* Nel maggio del 1998, l'allora capo esecutivo dell'Eni, il Dr. Bernabè, rilasciò un'intervista alla rivista di economia ed alta finanza *Forbes*, nella quale diceva che il picco (geologico, non temporaneo) della produzione di petrolio e gas naturale a livello mondiale sarebbe stato raggiunto nel 2005 $\pm$ 5 anni, e prevedeva un potente shock economico causato dall'esplosione del prezzo del barile. Sui giornali italiani, come sempre, *niente.* Cosa avviene sul fronte negoziale circa la crisi energetica e le sue micidiali interazioni con la crisi climatica ? *Nulla.* L'unica sede in cui, sommessamente, si discute sono i meetings del G8; ma su questo aspetto l'eco, di nuovo, è pari a *zero.*

Cosa ci si deve aspettare allora ? Come ci spiega in parte Bernabè, ed in parte possiamo prevedere noi, alcuni elementi possono essere delineati:

- I militari diranno che la loro quota di carburante non si tocca, in quanto "strategica";

- Le quote per alimentare il grande trasporto marittimo non si potranno toccare, in quanto non c'è proprio altro modo di trasportare i grandi carichi di fertilizzanti, acciaio, e cemento, e il petrolio stesso là dove l'oleodotto non può arrivare, se non via cargo;

- il trasporto aereo civile crollerà per motivi tariffari e di disponibilità di kerosene;

- la quota di petrolio disponibile per il trasporto su gomma crollerà di una frazione superiore allo *shortage* totale, a causa dei primi due punti;
- l'industria dell'auto e il suo indotto crollerà di conseguenza;
- i prezzi di ogni trasporto, e in particolare dei prodotti alimentari, saliranno cospicuamente.

A questo punto, senza altre variazioni, le emissioni di anidride carbonica diminuirebbero apprezzabilmente. Una "soluzione" per la crisi climatica ? Purtroppo, no, e per due motivi:

1. Tranne per i trasporti aerei, in cui l'energia elettrica non è di aiuto, il sistema risponderà spostando l'uso di combustibile dal petrolio e gas naturale al carbone. Tenendo conto del *trend* attuale di consumo, quest'ultimo si esaurirà tra 40 anni circa. Se si tiene conto della prossima crisi del petrolio e della sua graduale sostituzione con il carbone nel produrre energia, il periodo di disponibilità del carbone potrebbe ridursi a 20–30 anni dopo l'inizio della crisi del petrolio. Ciò porterà il sistema a produrre circa 33–35% in più di CO_2 per unità di energia, rispetto al petrolio a causa della minor resa energetica del carbone. Si stima che questo fatto *compenserà approssimativamente la diminuzione delle emissioni causata dal minor uso di petrolio.* Il conto esatto dipenderà dall'entità della crisi economica indotta e dalla relativa contrazione dei consumi.

2. Il picco del tasso di produzione del petrolio, e perciò l'approssimativo inizio del calo potenziale delle emissioni avverrà tra 10–15 anni. In capo a questo periodo, la concentrazione di anidride carbonica — anche se il trattato di Kyoto venisse applicato scrupolosamente — aumenterà molto probabilmente oltre le 400 ppmv, e nel periodo trentennale successivo — dominato dal carbone — supererà anche le 700 ppmv. Ciò è sufficiente per avere una crisi climatica ben più forte di quella descritta dall'IPCC relativamente al raddoppio della concentrazione (560 ppmv).

Cosa ci si può aspettare, a livello di schieramenti e a livello militare ? È complicato a dirsi, ma alcune strutture e tendenze si delineano all'orizzonte. Se, come è probabile e prevedibile, gli Stati Uniti dichiareranno il Medio Oriente "strategico" per il loro fabbisogno energetico, finirà con ogni probabilità la lunga "amicizia" con l'Europa: anche quest'ultima riterrà il petrolio Mediorientale essere "strategico". Visto che la Cina e la Federazione Russa hanno un trattato militare per la mutua difesa nel secolo venturo, e che a questo trattato si è agganciata anche l'India, è lecito chiedersi se queste potenze lasceranno che l'ultimo petrolio sia monopolizzato dagli Stati Uniti. È inoltre interessante chiedersi che fine faranno le "amicizie" degli USA con Cina e Russia.

E l'Islam ? Come si collocheranno i tanti paesi a popolazione islamica ? Nei negoziati sul clima i paesi Islamici sono schierati con la Cina... Per lo schieramento dei paesi islamici sulla contesa del petrolio, bisogna sapere un fatto *fondamentale* circa la prossima crisi energetica: *tra 5–6 anni il tasso di estrazione dei paesi OPEC supererà il tasso di estrazione dei paesi non–OPEC.* Questo dato può essere visto sul sito internet della Petroconsultants o su quello del King Hubbert Center, ed è al centro delle preoccupazioni di ogni G8. Tutti sanno che l'OPEC è controllato dal mondo islamico: ciò sarà probabilmente il dato principale per la decisione dello schieramento concreto del mondo islamico nella prossima crisi del petrolio.

Un serbatoio quasi intatto, anche se perturbativo rispetto al giacimento Mediorientale, è quello intorno al Mar Caspio, e una linea prioritaria di alimentazione di petrolio per l'Europa è quella che passa per i Balcani. Questa circostanza, unita all'ancor più importante fattore costituito dalla strategia della *dominance* totale, è senza dubbio alla base del conflitto nei Balcani. Altro che guerra "umanitaria".

2.4 Le altre crisi

Non ci dilungheremo sulle altre crisi globali che minacciano il Pianeta (elencate nell'introduzione). Purtroppo i dati non sono confortanti e, come per la crisi energetica, per molte di esse la Comunità Internazionale non è ancora arrivata a una convenzione–quadro: pensiamo alla crisi idrica, alla crisi demografica, al calo delle riserve ittiche, e alla crisi agricola. Esistono invece già delle convenzioni relativamente alla deforestazione e alla desertificazione, ma non è ancora stato messo in piedi il processo negoziale e non è stato istituito l'organo decisionale. Va menzionato, infine, il recente insediamento della Conferenza delle Parti relativa alla convenzione sulla biodiversità. Va ricordato, naturalmente, che tutte le crisi globali di cui stiamo parlando non devono essere considerate separatamente, ed anzi sono fortemente interconnesse.

Qualche parola in più la merita senz'altro la crisi demografica: come previsto dal Club di Roma nel 1971, infatti, la popolazione è una delle variabili a crescita esponenziale che si renderanno responsabili del collasso del sistema mondiale. Secondo il World Watch Institute di Washington, se gli attuali abitanti del Pianeta dovessero vivere allo standard degli Stati Uniti, dovremmo avere altri tre pianeti come il nostro per poter fornire terre arabili, energia, cibo e materie prime a sufficienza: non di crescita abbiamo quindi bisogno, che è insostenibile già per i soli paesi industrializzati, ma di **redistribuzione**...[54] Senza interventi, la popolazione continuerebbe a crescere fino a piccare intorno agli 8–10 miliardi di individui; al picco seguirà necessariamente un forte collasso. Il modello del MIT prevedeva un picco verso il 2020–2035, mentre i demografi delle Nazioni Unite lo prevedono per il 2040. Non ci sono convenzioni né negoziati sulla popolazione: forse questi potranno essere imposti dagli sviluppi futuri delle trattative sulla crisi climatica (se lo schema al quale si arriverà sarà quello di una quota *pro capite* di energia) per evitare che alcuni paesi possano tentare di ottenere quote maggiori facendo aumentare la popolazione.

3 Conclusioni

Lo scopo principale di questo scritto è quello di fornire al tempo stesso una visione più profonda delle motivazioni dei conflitti in atto e di quelli che si profilano all'orizzonte, e di dare una valutazione complessiva della più formidabile minaccia per l'Umanità: la miscela esplosiva delle grandi crisi ambientali globali e dei conflitti per garantirsi l'energia, il cibo e la dominanza per imporre tali "garanzie": in definitiva, per sopravvivere. Aggiungere conflitti potenzialmente grandi a crisi ambientali già di per sé distruttive è folle, *ma come*

[54] *Redistribuzione*... dove avrò mai già sentito questo concetto ?

fare per arrestarli ? Sono necessarie l'informazione e la partecipazione pubblica. Ma prima di questo, è necessario che nasca un movimento di scienziati impegnati che dedichi le proprie competenze e la propria autorevolezza scientifica all'obiettivo della corretta informazione e della pressione sui governi. Nel caso del clima, quest'attività è persino protetta per legge.

Posso ora concludere con l'esortazione a vedere, nel caso di conflitti regionali, più in là di quanto suggeriscano i soli eventi locali. La guerra dei Balcani è stata breve ma violenta e il precedente creatosi è pericoloso per tutti, in quanto stabilisce che **la decisione di cosa è legittimo nei conflitti non lo stabiliscono più le Nazioni Unite ma gli Stati Uniti d'America**. I motivi del conflitto possono essere letti nelle seguenti chiavi di lettura: (i) dimostrazione della dominanza occidentale (mostrata ora, ma da intendersi anche per il futuro, rivolta ai paesi slavi che non intendono "omologarsi", ma anche al mondo islamico mediorientale); (ii) controllo del petrolio del Caucaso, per il cui trasporto sono strategici i Balcani; (iii) affermazione che l'unico modello economico tollerabile in Europa è quello del liberismo nell'economia di mercato.

Il nemico–Satana pubblicamente indicato in Milosevic sta a simboleggiare ogni altro governo che nel prossimo futuro tenterà di opporsi: l'aggressione della NATO alla Jugoslavia è stata al tempo stesso un avvertimento alla Cina, alla Russia, e all'India, e una prova generale per i prossimi conflitti. La gravità delle crisi ambientali globali, soprattutto quella energetica e quella climatica, così intimamente connesse — e connesse alle altre —, deve far riflettere sugli scenari di conflitto che diventeranno via via più probabili e che potranno portare prima o poi al confronto con il blocco asiatico e con l'Islam. È probabile che l'Europa non abbia in realtà questo obiettivo, ma in tal caso il distacco dagli Stati Uniti deve avvenire *per tempo*.

È dovere di noi ricercatori rendere chiari al pubblico questi scenari, per smascherarli e combatterli. I governi avranno via via bisogno di fornire motivazioni sempre diverse per i conflitti, e mai conformi a quelle reali, davvero inconfessabili. Avendo dedicato in 25 anni una parte non trascurabile del mio tempo di lavoro allo studio scientifico dell'effetto serra e delle altre crisi ambientali, collaborando con le Nazioni Unite al processo scientifico sul *climate change*, mi rendo conto che è vitale che almeno i ricercatori abbiano il termometro esatto della situazione, che conoscano i fatti e possibilmente diano la loro partecipazione attiva ognuno secondo le proprie competenze. Come scienziato ho sentito il dovere di scrivere questo contributo a una lettura del conflitto nei Balcani diversa da quelle che si trovano in circolazione.

Concludo con l'appello ai colleghi per un'azione concreta: concertiamo azioni per rendere nota la Convenzione sul Clima (che è legge dello Stato), la problematica del *climate change* e i pericoli che ci aspettano, così come prevede d'altronde l'articolo 6 della stessa Convenzione (*public awareness*). Possiamo corredare quest'attività con conferenze stampa, proposte al governo sui temi negoziali aperti, e infine con seminari ed azioni di sensibilizzazione sull'attuazione della Convenzione nelle università e nelle scuole.

Appendice

Per il lettore fisico, diamo qui di seguito le espressioni per la potenza radiante assorbita per unità di superficie e per il contributo dell'effetto serra alla derivata della temperatura media al livello del mare. Esse si ottengono mediando sulle frequenze infrarosse rilevanti l'equazione differenziale del trasporto radiativo, e manipolando opportunamente l'espressione ottenuta:

$$\frac{dU}{dt} = \int_{\Delta\nu_{IR}} d\nu \sum_i \sigma_i(\nu) \int_{V_{atm}} n_i I(\nu) dV, \tag{1}$$

dove la sommatoria è estesa a tutte le specie molecolari rilevanti, n_i è la densità numerica delle molecole considerate, $\sigma_i(\nu)$ è la sezione d'urto relativa alla specie molecolare i alla frequenza ν e $I(\nu)$ è la radianza riemessa dalla superficie terrestre nell'infrarosso. Quest'equazione descrive ovviamente la media spaziale su tutta la superficie del Pianeta. Tenendo conto della distribuzione statistica di energia interna in moti browniani e in moti turbolenti, e considerando che la parte traslazionale dell'energia interna è quella che maggiormente si distribuisce per collisioni, il corrispondente contributo alla derivata della temperatura media $\langle T\rangle$ è:

$$\frac{d\langle T\rangle}{dt} = \frac{2\mu m_H}{3k} \times \frac{\int_{\Delta\nu_{IR}} \sum_i \sigma_i(\nu) \int_{V_{atm}} n_i I(\nu) dV}{\int_{V_{atm}} \rho dV}, \tag{2}$$

dove ρ è la densità dell'atmosfera (più precisamente della parte in cui avviene l'assorbimento) k è la costante di Boltzman, m_H la massa dell'atomo di idrogeno, e μ è il peso molecolare medio dell'aria. Ci sono molti altri termini nell'equazione differenziale per la temperatura: la (2) fornisce quello riguardante l'effetto serra.

Esaminando la (2), il lettore può rendersi conto facilmente della veridicità dell'affermazione fatta, secondo cui le variazioni climatiche si verificano con un forte ritardo temporale rispetto alle emissioni di anidride carbonica. Derivando la (2) rispetto al tempo e trascurando la variazione di radianza rispetto a quella della concentrazione di gas serra, otteniamo che la variabile su cui l'uomo può agire (le emissioni, spegnendo o riducendo il regime delle macchine termiche — e cioè la derivata delle concentrazioni, $\frac{dn_i}{dt}$) è proporzionale alla derivata seconda della temperatura media, $\frac{d^2\langle T\rangle}{dt^2}$. Da qui discende lo sfasamento temporale.

L'imbroglio dell'intervento chirurgico

Vito Francesco Polcaro[1]

Responsabile del Coordinamento Nazionale Ricerca del Partito dei Comunisti Italiani e Ricercatore del Consiglio Nazionale delle Ricerche

In un suo recente studio, riportato poco tempo fa dal *Manifesto*, il Generale Jean, già consigliere militare di Cossiga (che di queste cose se ne intende), ricordava che la guerra moderna consta di due parti: le operazioni militari propriamente dette e la "guerra delle informazioni".[2]

L'opinione pubblica ormai tende a considerare la guerra come un evento estremamente negativo. I governi possono pertanto renderla accettabile solo tramite una pressione costante ed intensa dei mezzi di informazione di massa che la faccia ritenere giusta, inevitabile e prossima ad una sicura vittoria. Per questo motivo è indispensabile, da un lato, far apparire il nemico come una banda di criminali guidati da un dittatore che opprime il suo stesso popolo, e d'altra parte far credere che dalla guerra i soldati del proprio esercito non corrano rischi di sorta e che anche la gente comune della nazione attaccata riporterà pochi danni in cambio dell'enorme dono della libertà. È chiaro però che, perché questa tesi sia credibile, bisogna che l'opinione pubblica sia convinta che le armi usate siano in grado di colpire "i cattivi" senza produrre danni ai civili (a meno che, naturalmente, questi non siano usati proditoriamente come "scudi umani").

Nascono così il concetto di "arma intelligente" e di "intervento chirurgico". Il primo concetto si riferisce ad un tipo di arma capace di dirigersi da sola sul bersaglio con la massima precisione, distinguendolo da ciò che lo circonda e distruggendolo senza fare altri danni. L' "intervento chirurgico", invece, è un intervento armato rapido, che distrugge solo pochi obiettivi nevralgici, e paralizza ogni capacità di nuocere del nemico.

Bisogna però vedere se questi concetti, nati per motivi di propaganda, possano poi concretizzarsi in oggetti reali ed in comportamenti praticabili.

Cominciando dalle "armi intelligenti": è sicuramente vero che la precisione delle armi va continuamente aumentando. Ad esempio, i missili Cruise sono piccoli aerei senza pilota, che portano un carico di 2 tonnellate di esplosivo ad alto potenziale, o addirittura un ordigno nucleare. Sono guidati da un calcolatore che, ad intervalli della lunghezza di

---

[1]polcaro@ias.rm.cnr.it

[2]*il Manifesto*, 26 marzo 1999.

qualche secondo, riceve da un sistema di satelliti un segnale che permette di ottenere la posizione geografica del velivolo con la precisione di 20 cm. Il computer confronta continuamente la posizione con una mappa geografica che ha in memoria e con una traiettoria programmata prima del lancio. Esso può quindi manovrare in modo che il Cruise vada a schiantarsi sull'obiettivo: la precisione è segreta, ma dopo un volo anche di più di 1000 km è sicuramente inferiore a qualche metro. I Cruise hanno però un grave difetto: sono lenti (circa 900 km/h) e molto vulnerabili, come le V1 tedesche della Seconda Guerra Mondiale dalle quali derivano. A questo difetto rimediano rendendosi invisibili ai radar grazie ai materiali con i quali sono fatti. E soprattutto, per rendersi invisibili essi devono volare bassissimi. Questa tecnica funziona molto bene se il paese attaccato è pianeggiante, come l'Iraq, ma in un paese montuoso come la Jugoslavia il Cruise è esposto al fuoco della contraerea tutte le volte che deve alzarsi per superare una collina. Ciò è accaduto del resto anche agli "aerei invisibili" F–117, i quali successivamente non sono stati più adoperati. Nei primi giorni di guerra anche i mass–media occidentali riportavano i quotidiani annunci delle agenzie jugoslave a proposito di Cruise abbattuti. Poi hanno ritenuto che fosse meglio non parlarne più. Che l'attacco missilistico non abbia dato i risultati sperati lo dimostra il fatto che i Cruise armati di testate convenzionali siano finiti, e che per proseguire l'attacco si sia reso necessario riconvertire quelli che erano dotati di testate nucleari (con costi e problemi enormi).

Un'altra "arma intelligente" della quale si parla molto è la bomba laser. Questa in realtà non è una bomba, ma un missile capace di dirigersi seguendo un raggio laser. Il raggio guida viene puntato su di una superficie lucida del bersaglio, in grado di rifletterlo: ad esempio una finestra o una parte metallica pulita. Il raggio laser di guida può essere generato dallo stesso aereo che lancia il missile, ma ciò ha due gravi inconvenienti: l'aereo deve avere almeno due persone a bordo, perché non si può pilotare ed inquadrare il bersaglio nello stesso tempo, e non può allontanarsi troppo dal bersaglio durante il volo del missile (esponendosi così alla contraerea). E ogni aereo abbattuto è un danno per l'immagine, oltre che un grosso danno materiale. Per questo motivo, più spesso è un commando a terra, nascosto a qualche chilometro dall'obiettivo, che genera il raggio laser di guida, magari dopo aver preventivamente fissato un piccolo specchio sul bersaglio. Al raggio laser viene poi "agganciato" il missile, lanciato da un aereo a debita distanza. Se il commando viene intercettato e costretto a darsela a gambe, o fatto prigioniero (come i tre marines che sono comparsi in tutti i telegiornali), il missile perde ogni controllo e va a finire dove capita, magari in Bulgaria, come la bomba laser ritratta nella foto pubblicata su *Ultime notizie.* Ma può succedere di peggio: vista la difficoltà dell'operazione, e i rischi che corre il commando che guida il missile, se si sta attaccando un ponte e si vede arrivare un treno passeggeri carico di pendolari si può preferire di continuare l'attacco e uccidere decine di innocenti, piuttosto che spegnere il laser e perdere il missile. Va detto che questo non è un "errore" ma un crimine di guerra, anche se commesso con "armi intelligenti". Appare chiaro quindi che le bombe laser sono armi precisissime, ma che oltre ad essere paurosamente costose sono difficilmente utilizzabili in modo estensivo.

All'inizio dell'attacco, il generale Clark si era vantato del fatto che sugli aerei della NATO sono stati montati potentissimi sistemi di rilevamento, *"capaci di permettere ai piloti persino di leggere la targa dei camion"*, sicché ogni errore sarebbe stato impossibile. Sappiamo tutti però che un pilota non si è accorto che stava sparando la sua bomba laser ad alta precisione su un convoglio di profughi, invece che su mezzi militari. Come è potuto succedere ? La verità è che la dichiarazione di Clark era di nuovo solo propaganda: vorrei vedere lui a leggere la targa di un camion mentre pilota un jet a 1500 km/h ! È possibile che questi sistemi di telerilevamento siano stati montati su alcuni aerei della NATO, ma non certo sui monoposto, che sono la grande maggioranza. Inoltre è anche molto improbabile che l'ordigno che ha provocato la strage fosse davvero una bomba laser: 400 kg di T4 sono decisamente esagerati per distruggere un veicolo, sia pure il più potente dei carri armati, e il sistema di guida laser è troppo complesso per essere usato contro mezzi in movimento. La cosa più probabile è che in Kosovo gli aerei della NATO abbiano sparato comuni ed economici missili a guida radar, non eccessivamente precisi, e "bombe a grappolo", su qualsiasi cosa che si muovesse ed avesse più o meno l'aspetto di un convoglio militare (da 5000 m di altezza, al sicuro da quella contraerea che, per motivi che vedremo dopo, non si è riusciti ad eliminare). Se poi invece era un trattore o un autobus, chiunque ci fosse dentro, pazienza !

Quindi, le tanto decantate "armi intelligenti" non sono state capaci di risolvere la guerra, oltre a non risparmiare i civili.

Ma c'è di più: lo stesso concetto di operazione militare "chirurgica" era privo di senso in Jugoslavia: l'esercito jugoslavo è stato concepito, sin da quando è stato organizzato dal Maresciallo Tito, come un "esercito territoriale" distribuito sull'intero territorio nazionale, senza grosse strutture centralizzate o installazioni fisse. Le stesse postazioni antiaeree sono in buona parte piccole ed estremamente mobili, capaci di spostarsi rapidamente tra i mille boschi e montagne del paese, sicché riesce assai difficile identificarle. I carri armati non viaggiano in colonne, che potrebbero essere distrutte in un sol colpo dalle terribili bombe FAE (simili ad enormi bottiglie Molotov con 2 tonnellate di benzina, già usate in Iraq: vere armi di distruzione di massa anche se "convenzionali"); i mezzi jugoslavi si muovono invece rapidamente in piccoli gruppi da un nascondiglio all'altro. Per eliminarli si è dovuto colpirli uno per uno con i missili, o a colpi di cannone di precisione, con proiettili all'uranio lanciati dagli aerei A–10 (ma non dagli elicotteri Apache, che, essendo rimasta attiva la contraerea, hanno fatto molto meglio a non mettere il naso in Jugoslavia). Si capisce dunque perché non è stato possibile risolvere la guerra "chirurgicamente".

Distrutto quel poco di struttura militare raggiungibile, abbattuti i ponti, colpite le fabbriche per distruggere l'economia jugoslava, inquinato di conseguenza il Danubio fino alla foce e l'atmosfera fino a chissà dove e per chissà quanto, distrutti obiettivi simbolici, come la sede del Partito Socialista Serbo e la TV jugoslava con dentro i suoi giornalisti e tecnici tanto per "far scena", si poteva solo scegliere se passare al massacro indiscriminato, tramite l'intervento di terra di una armata di invasione di almeno 200.000 uomini, ed i bombardamenti "a tappeto" sulle città ad esso collegati, oppure interrompere la continuazione della guerra e dei bombardamenti "chirurgici": tanto, alla propria opinione pubblica non si riusciva più a garantire che la guerra sarebbe stata breve. Per questo motivo, oltre che per evitare la definitiva destabilizzazione dell'area balcanica con i conseguenti terribili rischi di espansione del conflitto fino a dimensioni almeno europee, se non peggio, tutte le forze politiche e sociali realmente interessate alla pace hanno operato per impedire l'intervento di terra.

Effetti aspecifici della guerra sulla salute umana

Silvana Salerno[1]

ENEA–Casaccia, Roma

1 Premessa

La guerra viene definita dal Dizionario della lingua italiana Zingarelli come: *lotta di popoli attuata mediante le forze armate*. L'uso di armi, oggetti usati dall'uomo per offesa o difesa, determina che nella definizione di guerra vi sia l'annientamento di una popolazione, cioè la sua morte. L'obiettivo organizzativo della guerra è proprio la distruzione della salute della popolazione.

Consideriamo la definizione di salute dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, e studiamo gli effetti della guerra sulla salute fisica, mentale e sociale dei soggetti esposti. Il tipo di popolazione esposta alla guerra, per sesso e per età, modifica la rilevanza dei rischi per la salute. Questi sono profondamente diversi nel caso si tratti di bambini, anziani, adolescenti o adulti. Naturalmente bambini e bambine, come anche anziani ed anziane, rappresentano le categorie più a rischio: la loro struttura ha una inferiore capacità di adattamento agli agenti stressanti ed è maggiormente vulnerabile. Maggiore suscettibilità si ha anche per le donne in gravidanza.

La popolazione "esposta" alla guerra è molto estesa: essa comprende i militari (di leva, di carriera, volontari, mercenari), i paramilitari, la popolazione civile, ed infine coloro che intervengono in sostegno alle popolazioni colpite. Questa distinzione non è tuttavia sempre legata a diversi livelli di esposizione, almeno in termini qualitativi. Difatti, spesso gli effetti sanitari delle armi utilizzate nella guerra sono fortemente estesi anche ai militari lasciati nell'ignoranza. Per esempio, vi sono diversi casi in cui gli stessi militari americani hanno richiesto il riconoscimento ufficiale dell'effetto sanitario di una determinata arma offensiva, ignorato dal governo. Due esempi per tutti: il mancato riconoscimento della cosiddetta "Sindrome del Golfo" nei reduci americani militari dall'Iraq, militari e non (disfunzioni respiratorie, affezioni di fegato e milza, perdita di memoria, emicranie, febbri, ipotensione arteriosa, ecc.), e il difficile riconoscimento degli effetti dell'agente Orange sui reduci americani dal Vietnam (si tratta di un defoliante usato in Vietnam contenente 2,3,7,8–tetrachloro–p–dioxin–TCDD). Si continuano a rilevare nei veterani e sulla popolazione

[1]silvana.salerno@casaccia.enea.it

del sud del Vietnam gli effetti dell'agente Orange, a distanza di circa trent'anni dalla guerra [1].

Gli effetti a lungo termine delle armi usate nelle guerre rappresentano talora dei veri e propri laboratori sperimentali dove scienziati senza etica espongono anche propri connazionali a studi specifici per l'affinamento delle tecniche distruttive. Spesso i dati, se pubblicati, si trovano in riviste di medicina militare, e i militari rappresentano l'unica popolazione studiata.

2 Rischi diretti specifici sulla salute fisica

Gli effetti diretti della guerra sulla salute fisica sono legati alla morte della popolazione, alle malattie che possono determinare invalidità temporanea o permanente, ed ancora alle anche morti precoci rispetto alla speranza di vita media della popolazione considerata. Nel caso della Jugoslavia, prima della guerra intrapresa dalla NATO la speranza di vita media alla nascita era di 69 anni per i maschi e 75 anni per le femmine (dati del 1996). Questo indicatore statistico di salute andrà valutato nei prossimi anni per evidenziare quanto la guerra abbia ridotto gli anni di vita di tutta la popolazione.

La salute fisica delle popolazioni esposte è messa a repentaglio dall'uso di armi, dai bombardamenti, dagli effetti fisici (come le radiazioni), dagli effetti chimici diretti (uso di armi chimiche e uso di bombe con uranio impoverito), ed anche dai rischi ambientali legati alla liberazione di sostanze tossiche e nocive, liberate da insediamenti produttivi bombardati (cloruro di vinile monomero, derivati del petrolio, solventi, diossine, ecc).

3 Rischi indiretti aspecifici sulla salute fisica

I rischi indiretti per la salute fisica sono molteplici e sicuramente sottostimati in tutte le guerre. Le cause degli effetti indiretti aspecifici possono essere :

- la *carenza di acqua* e l'inquinamento delle fonti idriche a causa dei disastri ambientali, con il possibile incremento dell'incidenza di malattie infettive (tifo, paratifo, colera, ecc.) o di intossicazioni chimiche;

- la *carenza di cibo*, per qualità e quantità, che si manifesta con casi di malnutrizione (specie se la popolazione era già in una condizione di deficienza alimentare). Approvvigionamenti limitati e non integrati rispetto al fabbisogno proteico e vitaminico hanno come conseguenza l'ipersuscettibilità verso le malattie generali e una minor resistenza agli agenti stressanti ambientali;

- la *promiscuità ambientale* (come, ad esempio, il sovraffollamento nel caso dei profughi, oppure l'affollamento nei rifugi) causa ulteriori rischi per le malattie infettive trasmissibili per via aerea (broncopolmoniti, tubercolosi). L'uso di latrine non adeguate igienicamente comporta un incremento dei rischi per la diffusione delle malattie infettive;

- la *carenza economico–retributiva*, per perdita del lavoro o per mancato o ridotto pagamento dei salari, determina il non accesso a tutta quella rete di approvigionamenti ad alto costo (v. mercato nero) che a volte possono permettere rifornimenti in condizioni critiche;

- la *carenza di fonti di energia* ha anche essa gravi conseguenze. L'assenza di riscaldamento comporta l'incremento delle malattie da perfrigerazione. L'assenza di trasporti adeguati riduce la capacità di primo soccorso, senza considerare l'eventuale alterazione della rete stradale. L'assenza di rifornimenti elettrici, oltre a ridurre le fonti di illuminazione, impedisce l'utilizzo di apparecchiature ospedaliere, ecc.

- *cure sanitarie assenti o inadeguate*: si possono avere morti e malati, o anche gravi invalidità, per carenza di farmaci e vaccini (ad esempio per l'infanzia), di strutture di diagnosi (non funzionamento delle apparecchiature radiogene), di cure e terapie adeguate (sale operatorie sterili, incubatrici, ascensori, trasporti), e di medici e infermieri.

- l'*incremento delle patologie generali*, non direttamente causate dalla guerra, ma che in guerra non possono essere adeguatamente curate: non potersi sottoporre a dialisi, non avere l'antibiotico, non avere ambienti sterili, non avere medici in grado di fare diagnosi, ecc.

- non bisogna sottovalutare, infine, gli *effetti sulla salute della donna*. Tra i rischi per la salute fisica vi sono quelli legati alla salute riproduttiva, quali l'amenorrea causata dagli eventi stressanti, fisici e psicologici (come la paura), ed alla malnutrizione, che può causare effetti endocrini [2]. Altri effetti sono: gli aborti "spontanei", i parti prematuri, gli effetti sul concepito per esposizioni ambientali (come gli effetti, ancora non definiti, sui figli di militari americani impegnati nel Golfo), la mortalità per parto delle donne e la morte alla nascita dei bambini per sofferenza ambientale. In questo capitolo si possono anche collocare gli aborti volontari, legati alle violenze sessuali, con tutto il loro impatto anche mentale, e la eventuale differenza di genere nella gestione dello stress. In un recente studio è stata evidenziata una maggiore suscettibilità allo stress del personale di cura femminile operante nella guerra del Golfo [3]. In particolare uno studio evidenzia una maggiore paura di essere ferite e di curare traumi [4]. Analogamente, una maggiore suscettibilità allo stress è stata evidenziata nelle donne veterane di guerra [5].

Uno studio sulle donne afgane sottolinea come, in caso di guerra, vi siano abusi dei diritti umani nei confronti delle donne che determinano, oltre ai traumi correlati, effetti fisici e mentali sulla salute. Tra questi la perdita del lavoro, il diminuito accesso alle cure, gli abusi sessuali, e le attività sociali fortemente ristrette [6].

4 La salute mentale come effetto aspecifico

Nella letteratura scientifica su guerra e salute sono numerosi gli articoli sulla "Post traumatic stress syndrome". Con tale espressione si denota un insieme aspecifico di sintomi legati alle reazioni stressanti post–traumatiche.

Tra questi: i *disturbi del sonno*, particolarmente legati alla vicinanza con i combattimenti [7] , la depressione, l'ansia, il panico, la presenza di sintomi fisici non spiegabili, le alterazioni dell'appetito e della memoria, e l'abuso di sostanze alcoliche e droghe [8]. Bisogna anche considerare gli effetti aspecifici sulla salute sessuale e sociale, quali la perdita dei familiari e degli amici, le ripercussioni sul contesto lavorativo, e così via. Tra questi sintomi si inseriscono anche gli eventuali sensi di colpa per essere sopravvissuti, descritti nella letteratura riguardante i campi di concentramento della seconda guerra mondiale, e rilevati anche recentemente tra i terremotati dell'Umbria [9].

La salute mentale è a forte rischio per gli effetti di stress, ansie, paure e depressioni. La guerra, oltre a generare nuove paure, può far esplodere disagi mentali latenti della comunità, e può lasciare senza cure i malati psichiatrici. In uno studio sullo stato di salute mentale successivo ad una bomba scoppiata nel Nord Irlanda nel 1987, si è evidenziato come la memoria del fatto fosse correlata con una ridotta salute mentale, misurata attraverso il General Health Questionnaire [10].

L'ansia determina infine un incremento della patologia cardio–vascolare (infarti, ictus, ecc.). Nello studio sul disastro ambientale di *Seveso* si è evidenziato un incremento statisticamente significativo di morti per malattie cardio–vascolari tra i maschi residenti nelle aree A e B che furono costretti ad abbandonare la casa [11]. Questa è stata la prima causa di morte per quella popolazione: non dunque la diossina. Lo stress legato all'improvviso cambio di contesto ha generato più morti, per lo meno nel breve termine. A questi aspetti viene ormai attribuita una notevole rilevanza, tanto che nei disastri ambientali viene ormai considerato fondamentale l'intervento di personale in grado di sostenere moralmente le popolazioni danneggiate, attraverso una ridefinizione della propria immagine e del nuovo contesto sociale [9]. Per la guerra della NATO in Jugoslavia questa attività è stata privilegiata da "Medecins Sans Frontieres", che ha organizzato per i rifugiati del Kosovo i centri di ascolto finalizzati ad aiutare le popolazioni più a rischio per la salute mentale [12]. L'ascolto dei rifugiati, la ricostruzione della loro auto–stima e dei legami comunitari, la selezione dei gruppi più a rischio per la salute mentale, con strumenti epidemiologici trans–culturali idonei, rappresenta per alcuni il principale intervento nei campi profughi, una volta soddisfatte le necessità fisiche primarie [13].

5 La salute sociale: effetto specifico o aspecifico ?

Nel caso delle guerre create sulla divisione tra gruppi sociali specifici, come nel caso della guerra dei Balcani, l'obiettivo della guerra è proprio quello di distruggere la salute sociale della popolazione, costruita in anni di convivenza, alterando le relazioni sociali e determinando effetti sulla salute che non possono comportare vincitori né vinti.

La salute sociale si rompe per le perdite relazionali (amici, parenti, familiari diretti, compagni e compagne di lavoro e di scuola), ma soprattutto per le fratture della comunità considerata nel suo insieme, che viene spezzata nelle sue relazioni storiche.

La guerra produce profughi, rifugiati e dislocati: condizioni che creano crisi di identità sociale, incrementi dell'aggressività relazionale, tensioni e litigi. La perdita relazionale può portare alla passività comportamentale, da cui derivano talvolta richieste paradossali ai sostenitori sociali (come il delegare tutto ai volontari, disimpegnandosi da qualunque azione) e a manifestazioni di aggressività proprio verso coloro che intervengono in aiuto. La carente salute sociale può determinare malattie correlate con lo stress: ansia, depressione, suicidio, e anche in questo caso è possibile l'incremento delle malattie cardio-vascolari cronico–degenerative.

Il sociale, il mentale ed il fisico, così arbitrariamente separati in questa discussione, si ricongiungono in un unico dramma che, se non è annientamento fisico diventa annientamento morale e sociale.

6 La prevenzione della guerra

Non si può che finire questo breve saggio con un invito allo studio della *prevenzione*. Forse, nei luoghi deputati al sapere scientifico (e non solo) sarebbe necessario un capitolo sulla prevenzione della guerra e dei disastri sanitari ad essa collegati. Insieme alla fame nel mondo, essi rappresentano probabilmente la prima causa di morte prevenibile sul Pianeta. Solo la cultura della *prevenzione primaria* può essere l'artefice di tolleranza e pace tra i popoli, attraverso le leggi che governano i paesi ed il loro rispetto democratico. La prevenzione secondaria (riduzione del numero di morti ed invalidi e degli effetti sulla salute) e terziaria (riabilitazione, protesi, chirurgia plastica) rappresentano a tutt'oggi gli unici interventi riparativi applicati che possono far rifiorire vite spezzate: è tuttavia troppo poco. È necessario un sano tirocinio socio–culturale preventivo. Proprio quest'ultimo, secondo lo scienziato Henri Laborit, è determinante nella prevenzione delle malattie attraverso la prevenzione della guerra stessa. Il tirocinio culturale rappresenta oggi quell'elenco di giudizi di valore, pregiudizi e luoghi comuni che formano la personalità dei soggetti costruita attraverso regole sociali inconscie. Su queste regole inconscie (inconscio socio–culturale) l'uomo si trova ad essere continuamente manipolato. Poi, quando uno dei mattoni di questo inconscio cade, l'individuo scopre l'angoscia che non lo farà indietreggiare né di fronte al delitto, né di fronte al genocidio, né di fronte alla guerra. Quando le scale gerarchiche di potere, costruite per dominare, verranno riconosciute grazie alla conoscenza di come agisce il sistema nervoso dell'uomo e l'inconscio socio–collettivo, l'uomo sarà più vicino alla salute e alla libertà dalla guerra, o quantomeno saprà riconoscere i veri manipolatori [14].

Bibliografia

[1] Phuong NT, Hung BS, Schecter A, Vu DQ *"Dioxin levels in adipose tissues of hospitalized women living in the south of Vietnam in 1984–89 with a brief review of their clinical histories"*. Women Health 1990; 16 (1): 79–83.

[2] Whitacre FE., Barrera B. *War Amenorrhea.* The Journal of the American Medical Association. 1944 february, vol. 124 (7).

[3] Bell EA, Roth MA, Weed G. *"Wartime stressors and health outcomes: women in the Persian Gulf War"*. Journal of psychosocial nurses in mental health services, 1998 august 36 (8): 19–25.

[4] Slusarcick AL, Ursano RJ, Fullerton CS, Dinneen MP. *"Stress and coping in male and female health care providers during the Persian Gulf War: the USNS comfort hospital ship"*. Military Medicine 1999 march vol. 164 (3).

[5] Fontana A, Roosenheck R. *"Duty–related and sexual stress in the etiology of PT-SD (post traumatic stress disorder) among women veterans who seek treatment"*. Psychiatric Services 1998 May; 49 (5):658–662.

[6] Rasekh Z, Bauer HM, Manos MM, Iacopino V. *"Women's health and human rights in Afghanistan"*. Journal of American Medical Association 1998 august 280 (5): 449–55.

[7] Neylan TC, Marmar CR, Metzler TJ, Weiss DS, Zatzick DF, Delucchi KL, Wu RM, Schoenfeld FB. *"Sleep disturbances in the Vietnam generation: findings from a nationally representative sample of male Vietnam veterans"*. American Journal of Psychiatry 155 (7): 929–33 july 1998.

[8] Engel CC jr, Ursano R, Magruder C, Tartaglione R, Jing Z, Labbate LA, Debakey "Psychological conditions diagnosed among veterans seeking Departmente of Defen-se Care for Gulf war–related health concerns". Journal of Occup. Environ. Med. 1999 May; 41 (5):384–92.

[9] Valerio Gualerzi *"La ricostruzione parte dal morale — Il lavoro dei Centri d'ascolto. L'esperienza di un volontario impegnato nel progetto della protezione civile per la riduzione dei danni psicologici* 'molti si sentivano in colpa perché sopravvissuti'*."* L'inchiesta. Il Manifesto giovedì 2 aprile 1998.

[10] Cairns E, Lewis CA *"Collective memories, political violence and mental health in Northern Ireland"*. British Journal of Psychology 1999 february; 90 (1): 25–33.

[11] Pesatori AC, Zocchetti C, Consonni D, Tironi A, Turrini D, Bernucci I, Bertazzi PA. *"Long term health effects of exposure to dioxin, the Seveso study"*. 12th International Symposium ISEOH 1997. Epidemiology in occupational health: Risk reduction in the workplace. 16–19 september 1997 Harare, Zimbabwe.

[12] Kaz de Jong, Nathan Ford, Rolf Kleber. *"Mental health care for refugees from Kosovo: the experience of Medecins Sans Frontières"*. Lancet 1999 may 8; 353 (9164):1616–7.

[13] Richard Neugebauer. Editorial: *The uses of psychosocial epidemiology in promoting refugee health.* American Journal of Public Health 1997 may 87 (5): 726–727.

[14] Alain Resnais. *"Mon Oncle d'Amerique"*. Film francese del 1969 che, attraver-so interviste allo scienziato Henri Laborit, ne spiega la teoria del comportamento umano.

Gli effetti dell'inquinamento chimico, causato dai bombardamenti, sull'ambiente e sulla salute umana in Serbia e nel Kosovo

Lucio Triolo,[1] Vincenzo Caffarelli, Pietro Cagnetti, Giovanni Grandoni, Antonella Signorini

ENEA–Casaccia, Roma

Willy Bocola

Commissione V.I.A., Ministero dell'Ambiente, Roma

Valerio Gennaro

Istituto Nazionale per la Ricerca sul Cancro, Genova

1 Premessa

Assieme alla tragedia umana, la guerra ha portato nei territori della federazione Jugoslava una serie di gravi fenomeni da inquinamento, con danni acuti visibili sull'ambiente e sulle popolazioni. Nelle regioni colpite dai bombardamenti della NATO si sono configurati rilevanti rischi di danni cronici irreversibili per gli ecosistemi e per le popolazioni, le cui attuazioni si manifesteranno purtroppo nei prossimi anni, dando tragica continuità alle azioni militari dei tre mesi di guerra.

Per operare una prima valutazione dell'impatto sull'ambiente e la salute umana dei bombardamenti della NATO, nel territorio della repubblica di Serbia, stimeremo le emissioni causate dalla fuoriuscita dai serbatoi e dalla combustione di prodotti petroliferi. Inoltre, laddove esiste l'informazione, stimeremo anche la fuoriuscita di sostanze chimiche

[1]lucio.triolo@casaccia.enea.it

particolarmente nocive dai serbatoi bombardati degli impianti petrolchimici e di fertilizzanti di Pancevo e di Baric. Descriveremo inoltre gli effetti sull'ambiente e sulla salute umana di queste emissioni. Gli impianti e i depositi colpiti tra il 26 marzo e il 24 aprile sono riportati di seguito (*Peacelink News*, 25 aprile 1999):

1. Il deposito di carburante di Lipovica, che ha provocato un grande incendio nella foresta (26 marzo 1999);
2. Il deposito "Beopetrol" a Belgrado (4 aprile 1999);
3. Il deposito "Beopetrol" a Bogutovac (4–24 aprile 1999);
4. Il deposito di carburante dell'impianto termico di Novi Sad (4 aprile 1999);
5. Lo stabilimento chimico "Prva Iskra" di Baric: distruzione della linea di produzione (19 aprile 1999);
6. La raffineria di Pancevo, che è stata completamente distrutta (15–18 aprile 1999);
7. L'industria petrolchimica "Dp Hip Petrohemija" di Pancevo, che è stata completamente distrutta (15–18 aprile 1999);
8. Lo stabilimento di fertilizzanti "Dp Hip Azotara" di Pancevo, che è stato completamente distrutto (15–18 aprile 1999);
9. Le installazioni della "Jugopetrol" di Smederevo (4–13 aprile 1999);
10. La centrale termoelettrica e l'impianto termico di Novi Sad (5 aprile 1999);
11. La raffineria di Novi Sad e il deposito di prodotti petroliferi (5–6 aprile 1999);
12. Il deposito della "Jugopetrol" di Sombor (7 aprile 1999);
13. Il deposito di carburante "Naftagas promet", che si trova a 10 km da Sombor (5 aprile 1999);
14. Il magazzino della Naftagas, sito tra Conoplje e Kljaicevo (Sombor);
15. Il deposito di carburante della "Beopetrol" di Pristina (7 aprile 1999);
16. Il magazzino della Jugopetrol di Pristina (12 aprile 1999);
17. Il distributore di benzina della Jugopetrol di Pristina (13 aprile 1999);
18. Il deposito di carburante di Gruua, vicino a Kragujevac.

Nella figura 1 sono riportati alcuni dei siti bombardati che hanno causato emissioni inquinanti.


LUOGHI E DATE DEI BOMBARDAMENTI
KLJAICEVO
• deposito "Nafta Gas Promet" 05.04.99
NOVI SAD
• deposito carburante 04.04.99
• centrale termoelettrica 05.04.99
• raffineria 05.04.99 - 06.04.99
• deposito bitume 05.04.99 - 06.04.99
CONOPLIJE
• deposito "Nafta Gas Promet" 05.04.99
BELGRADO
• deposito carburante 04.04.99
SOMBOR
• deposito Jugopetrol 07.0.99
• deposito "Nafta Gas Promet" 05.04.99
PANCEVO
• raffineria 15.04.99 - 18.04.99
• az. petrolchimica 15.04.99 - 18.04.99
SMEDEREVO
• deposito Jugopetrol 04.04.99 - 13.04.99
PRISTINA
• deposito Beopetrol 07.0.99
• magazzino Jugopetrol 12.04.99
HUNGARY
ROMANIA
CROATIA
BOSNIA and HERZEGOVINA
SERBIA
BULGARIA
Montenegro
ALBANIA
MACEDONIA
Adriatic Sea
Subotica
Odzaci
Backa Palanka
Ruma
Vrsac
Sabac
Loznica
Obrenovac
Valjevo
Majdanpek
Zagubica
Negotin
Bor
Sarajevo
Paracin
Zajecar
Kraljevo
Ivanjica
Krusevac
Aleksinac
Nis
Novi Pazar
Pirot
Leskovac
Titova Mitrovica
Podgorica (Titograd)
Pec
Urosevac
Vranje
Prizren
Skopje
Sofia
©1992 MAGELLAN Geographix Santa Barbara, CA (800) 929-4MAP

FIG. 1

2 Le emissioni causate dalla combustione dei prodotti petroliferi

Poiché non sono note le dimensioni dei serbatoi di prodotti petroliferi e delle raffinerie colpite, sono state loro attribuite dimensioni pari a quelle di impianti medi presenti nel territorio italiano. I fattori di emissione impiegati per valutare le emissioni carboniose di fumo sono quelli descritti da Colarco (Università del Colorado) in una rassegna dei lavori scientifici pubblicati dal 1991 al 1997 sugli incendi dei pozzi petroliferi nella guerra del Golfo, e sono riportati di seguito:

$\beta_1 = 73$ g/kg per il greggio;

$\beta_2 = 57$ g/kg per le frazioni di virgin nafta, olio combustibile, gasolio ecc.

Per il calcolo stechiometrico delle emissioni di SO_2, sono state considerate concentrazioni di zolfo del 2,5% nel greggio e nell'olio combustibile ATZ, e di 0,3% nell'olio combustibile BTZ e nelle altre frazioni. In tabella 1 sono riportate le emissioni di elementi in traccia, ricavate dalle concentrazioni in un olio combustibile medio impiegato in USA.

Cautelativamente, si è ipotizzato che solo il 10% dei prodotti petroliferi dei serbatoi di stoccaggio colpiti siano bruciati. In tabella 2 sono riportate le stime delle emissioni complessive, generate dal bombardameto delle raffinerie e dei serbatoi di stoccaggio dei prodotti petroliferi bruciati negli incendi.

La ricaduta al suolo dei fumi carboniosi e dell'anidride solforosa è stata studiata per il caso della combustione dei prodotti petroliferi della raffineria di Novi Sad.

2.1 Novi Sad: raffineria e deposito di prodotti petroliferi; emissione di 5.000 t di SO_2 e 6.800 t di fumi

Le emissioni dovrebbero presumibilmente essere avvenute in due eventi successivi: dapprima durante la notte del 5 aprile, ed poi nel corso della notte successiva.

Dalle situazioni meteorologiche relative a questi due giorni (Figg. 2 e 3) si possono dedurre in prima approssimazioni i dati seguenti:

- la pressione si aggirava intorno ai 1024 mbar il 5 aprile e ai 1030 mbar il 6;

Tabella 1. Concentrazione nell'olio combustibile degli elementi in traccia (parti per milione).

As	0,8
Cd	2,27
Cr	1,3
Pb	3,5
Mn	1,33
Hg	0,04
Ni	42,2
Se	0,7
V	16,0

Tabella 2. Stima della quantità di fumi carboniosi, di SO_2 e di elementi in traccia emessi nel bombardamento di impianti di prodotti petroliferi nel territorio serbo tra il 26 marzo e il 24 aprile '99.

Fumi carboniosi	$95 \cdot 10^3$ t
SO_2 ed SO_3	$29 \cdot 10^3$ t
Cadmio	$3 \cdot 10^3$ kg
Cromo	$1 \cdot 10^3$ kg
Piombo	$7 \cdot 10^3$ kg
Vanadio	$15 \cdot 10^3$ kg
Nichel	$38 \cdot 10^3$ kg

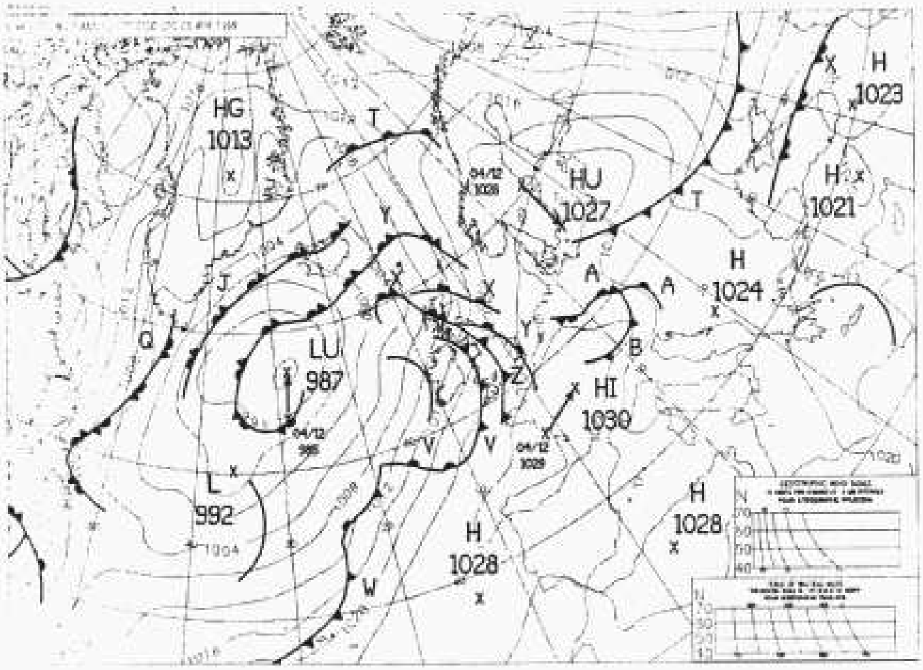


Fig. 2 *Situazione meteorologica al suolo sull'Europa il giorno 5-IV-99*

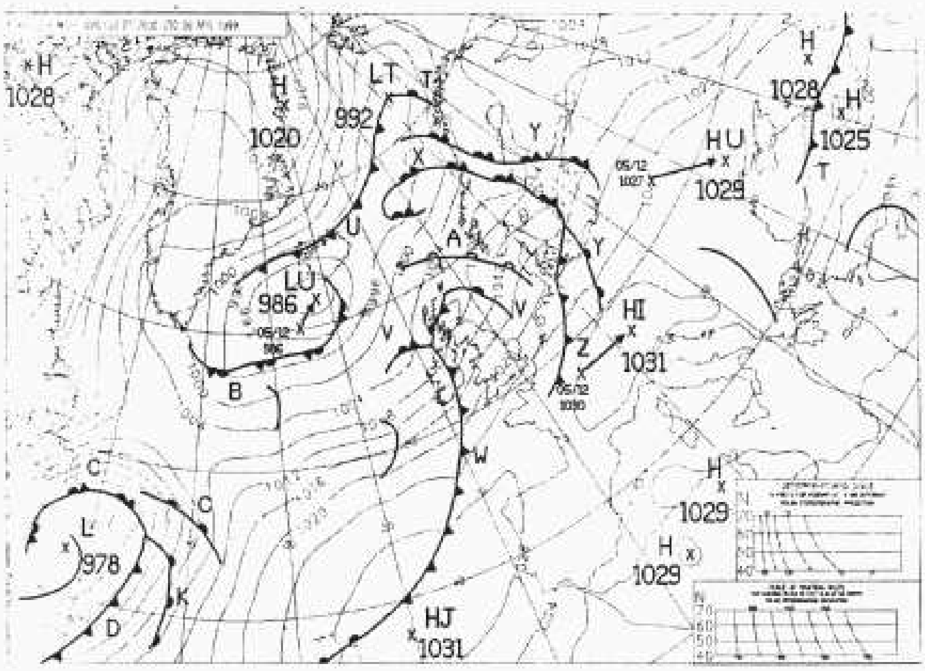


Fig. 3 *Situazione meteorologica al suolo sull'Europa il giorno 6-IV-99*

- la velocità del vento al suolo, stimata in base alla distanza fra le isobare, era di 0–1 m/s;
- la direzione di provenienza del vento era dal 1° quadrante (Nord–Est);
- le condizioni di dispersione in atmosfera sono state considerate con coefficiente di dispersione laterale elevato (condizione di vento debole), e coefficiente di dispersione verticale limitato (situazione di media stabilità).

Per quanto riguarda le emissioni, sono state fatte le seguenti ipotesi:

- il rilascio è avvenuto per metà nel primo periodo (5 aprile) e per metà nel secondo (6 aprile);
- la quantità totale emessa per ognuno dei due rilasci è stata di 2.500 t di SO_2, nell'ipotesi che solo il 10% del petrolio greggio sia stato bruciato;
- la durata del rilascio è stata presa di 10 ore: pertanto l'intensità del rilascio era di 69 kg/s.

Applicando dei modelli di diffusione atmosferica, si sono ottenuti per la concentrazione in aria di SO_2 i valori medi mostrati nella figura 4, mentre nella figura 5 è riportata la mappa della zona (il punto di emissione coincide grosso modo con Novi Sad). Per i fumi basta moltiplicare i valori della figura 4 per 1,36 ($6.800 \div 5.000$). Si ottiene la distribuzione delle concentrazioni riportata in figura 6.

Questi valori medi sono relativi al rilascio di 2.500 t di SO_2, avvenuto in due fasi, per una durata complessiva di 20 ore. Per questo intervallo di tempo la popolazione sottovento è stata interessata dai valori medi indicati nella figura 4. Le zone entro le quali i valori di concentrazione in aria hanno superato il limite massimo ammesso di 250 μg/m^3 sono estese fino a distanze di oltre 100 km dal punto di rilascio (nella figura 4 notare l'estensione in parte fuori riquadro della sesta zona, relativa a valori medi di $2.5 \cdot 10^{-7}$ kg/m^3 = 250 μg/m^3).

Bisogna dire che la situazione meteorologica era di alta pressione e con venti molto deboli (0–1 m/s), per cui sicuramente la traiettoria non è così rettilinea. Tuttavia le indicazioni sulla estensione delle zone per le quali le concentrazioni in aria erano oltre i limiti di legge restano valide (ma non l'individuazione esatta delle località interessate). Analizzando la figura 4 si vede che **l'estensione del territorio, interessata per 20 ore dal superamento dei livelli massimi ammessi per l'SO_2, è di circa 2.500–3.000 km^2**.

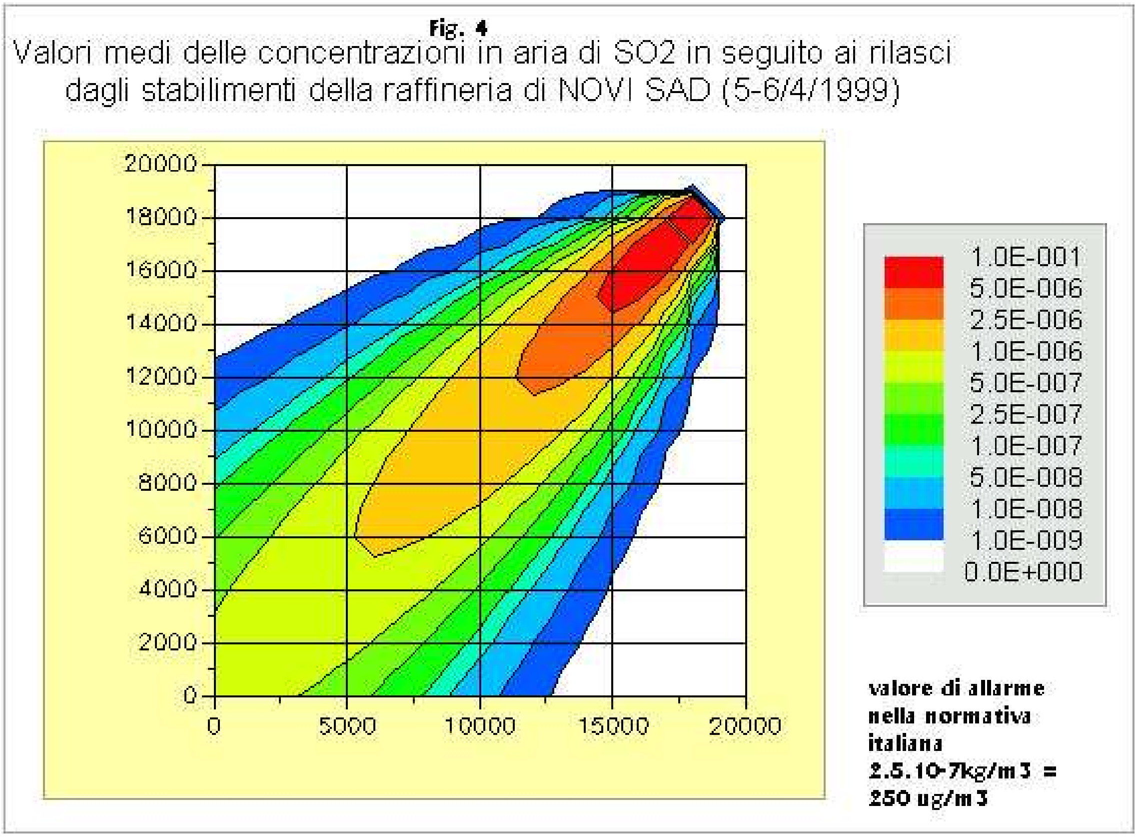


Fig. 4
Valori medi delle concentrazioni in aria di SO2 in seguito ai rilasci dagli stabilimenti della raffineria di NOVI SAD (5-6/4/1999)

3 Le emissioni inquinanti dagli impianti chimici bombardati

Le informazioni sulle emissioni di sostanze chimiche sono prevalentemente quelle riferite dal Prof. Lausevic dell'Università di Belgrado, presidente della "Serbian Ecological Society" (*Peacelink News*, 25 maggio 1999). Altri dati provengono dalle dichiarazioni del direttore dello stabilimento petrolchimico di Pancevo.

Uno degli episodi più gravi è stato quello del 15 aprile alle 22:40, quando gli aerei della NATO hanno bombardato gli impianti del complesso petrolchimico di Pancevo. Sono stati colpiti direttamente da un missile gli impianti del cloruro di vinile monomero e del dicloruro di etilene (dicloroetano). Sono stati anche pesantemente danneggiati l'impianto del cloro–alcali e del polivinilcloruro.

Le emissioni che si sono generate sono state di:

- Cloro allo stato gassoso, in quantità stimate di 600 t; soda caustica in soluzione concentrata in quantità non stimabile; 800 t di acido cloridrico al 33%, e 100 t di Mercurio.
- Cloruro di etilene, liquido volatile.
- Cloruro di vinile monomero, gassoso nelle condizioni ambientali.

L'impianto di cloro–alcali colpito era a tecnologia meno evoluta per quanto riguarda la compatibilità ambientale e sanitaria. Comunque, esso rappresenta la tipologia più impiegata nei paesi europei (75%). La produzione di Cl_2 di tali impianti è ormai destinata, nei paesi industriali, alle produzioni di PVC attraverso la produzione dei precursori, estremamente tossici, $ClCH_2$—CH_2Cl (dicloroetano) e Cl—CH=CH_2 (cloruro di vinile monomero).

Un secondo bombardamento, del 18 aprile, ha distrutto completamente gli impianti per la produzione di ammoniaca e di cloruro di vinile monomero (VCM), determinando la fuoriuscita in atmosfera dei due composti. Il VCM contenuto in un serbatoio di 1200 tonnellate è esploso dopo essere stato colpito da un missile: il contenuto in parte è bruciato e in parte si è diffuso in atmosfera.

Secondo il Ministero dell'Ambiente Jugoslavo, le concentrazioni in aria di VCM subito dopo l'incidente erano ben 7.200 volte superiori al limite ammesso all'interno delle fabbriche (1 ppm). Secondo il Dipartimento dell'Istituto di Sanità Pubblica di Pancevo, sono state misurate, a qualche km dal punto bombardato, e a 7 ore di distanza, concentrazioni al suolo pari a 10.600 ppm. Poiché una parte del VCM è combusto, si sono determinate concentrazioni al suolo anche di acido cloridrico, di monossido di carbonio, di cloro gassoso e di $COCl_2$ (fosgene).

La ricaduta al suolo e sulle acque di cloruro di vinile monomero è stata valutata per

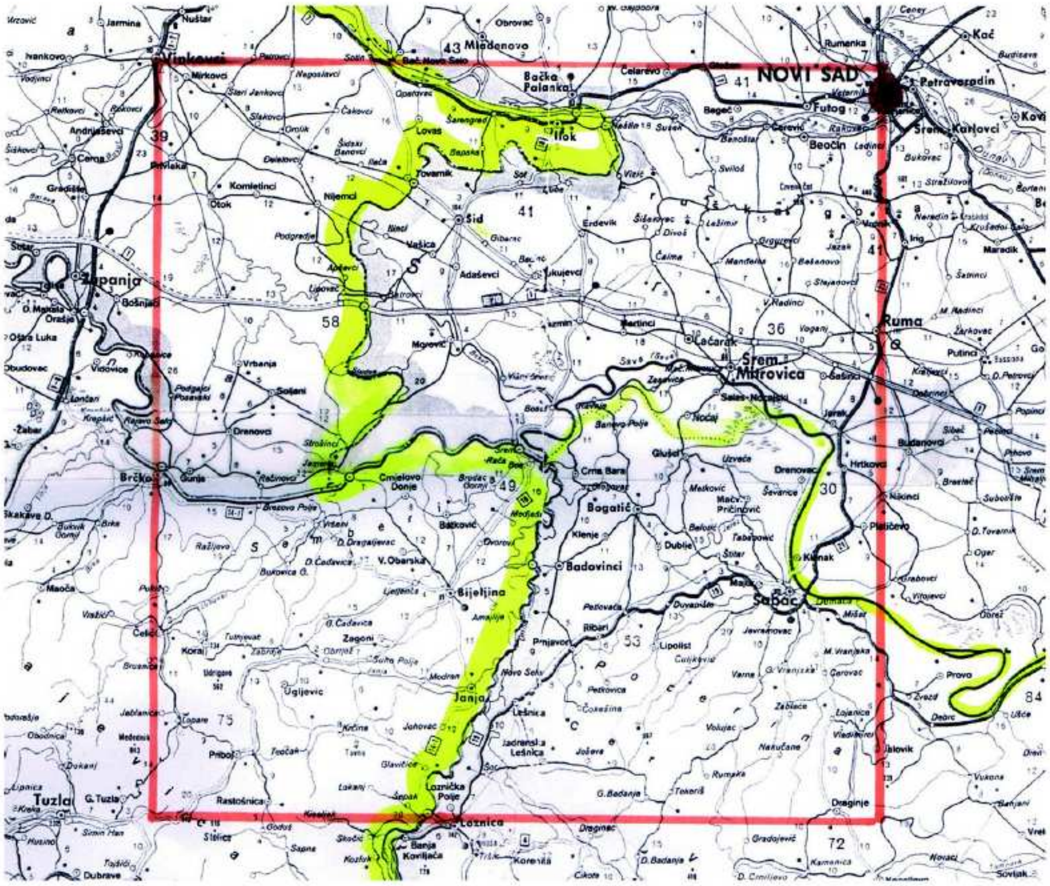
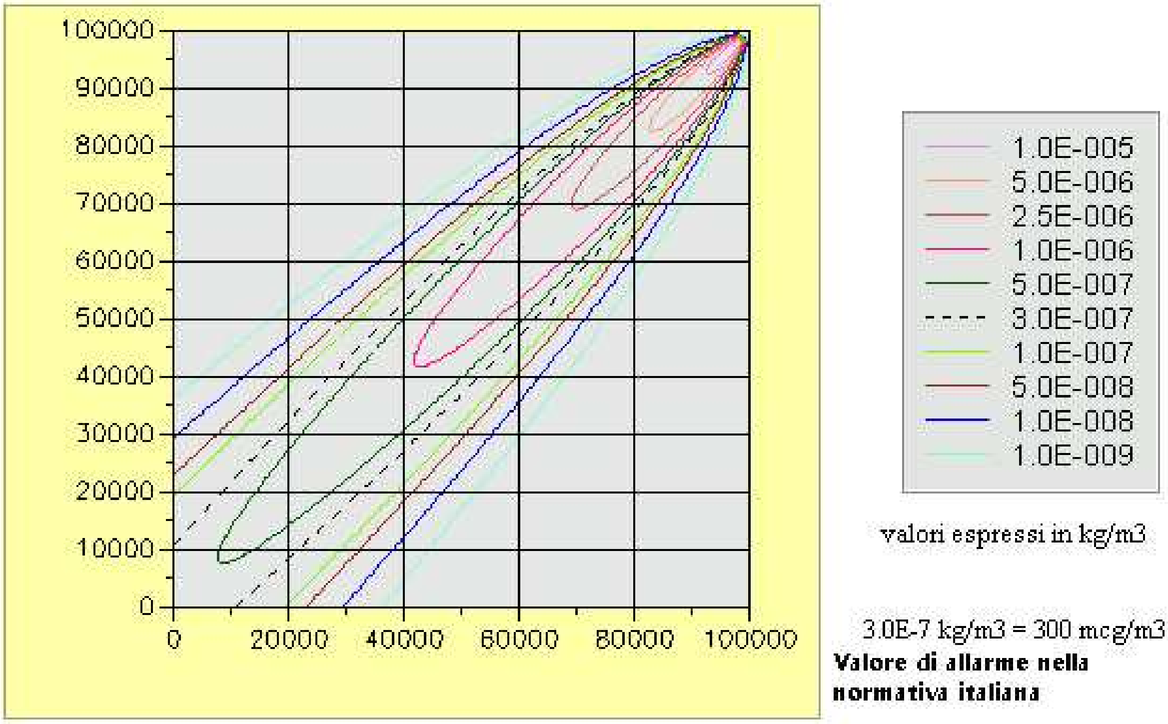


Fig. 5 Mappa della zona interessata dal rilascio: le emissioni avvengono da Novi Sad

Fig. 6

Valori medi delle concentrazioni dei FUMI in seguito ai rilasci dagli stabilimenti della raffineria di NOVI SAD (5-6/4/1999)



il bombardamento dell'industria petrolchimica Dp Hip Petrohemija di Pancevo.

3.1 Pancevo: industria petrolchimica; emissione di 1200 t di cloruro di vinile monomero

Le emissioni sono presumibilmente avvenute in due eventi successivi: uno nella notte del 15 aprile, ed un secondo nella notte del 18 aprile. Dalle situazioni meteorologiche relative a questi due giorni (Figg. 7 e 8) si possono dedurre in prima approssimazioni i dati seguenti:

- la pressione si aggirava intorno ai 1012 mbar il 15 aprile e ai 1010 mbar il 18;
- la velocità del vento al suolo è stata stimata, in base alla distanza fra le isobare, intorno ai 2–3 m/s;
- la direzione di provenienza del vento è dal 3° quadrante: da Ovest–Sud–Ovest il 15 aprile e da Sud–Ovest il 18 aprile;
- le condizioni di dispersione in atmosfera sono state considerate con coefficiente di dispersione laterale elevato (vento debole), e coefficiente di dispersione verticale limitato (situazione di media stabilità).

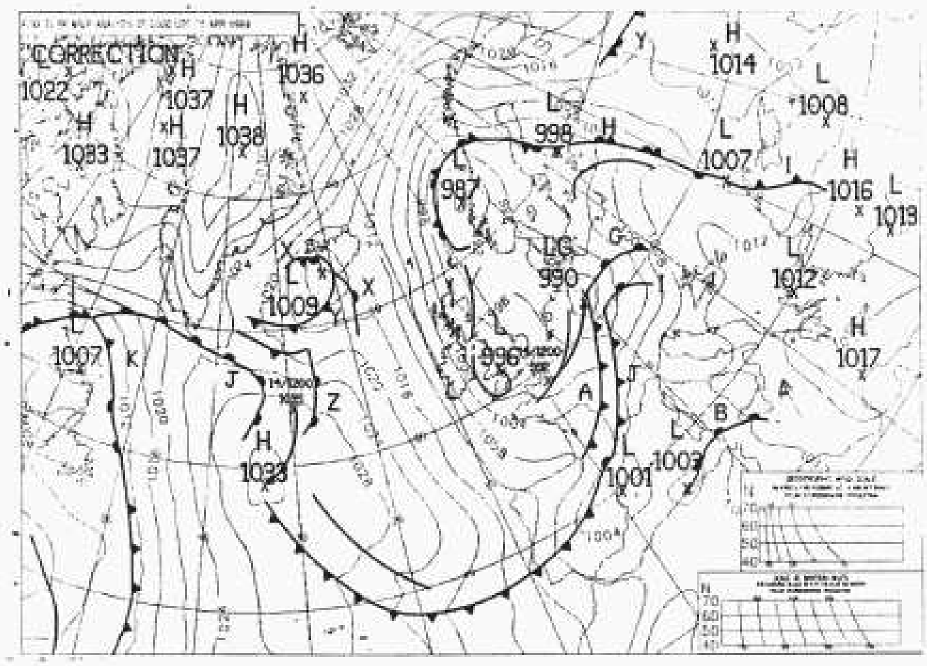


Fig. 7 *Situazione meteorologica al suolo sull'Europa il giorno 15-IV-99*

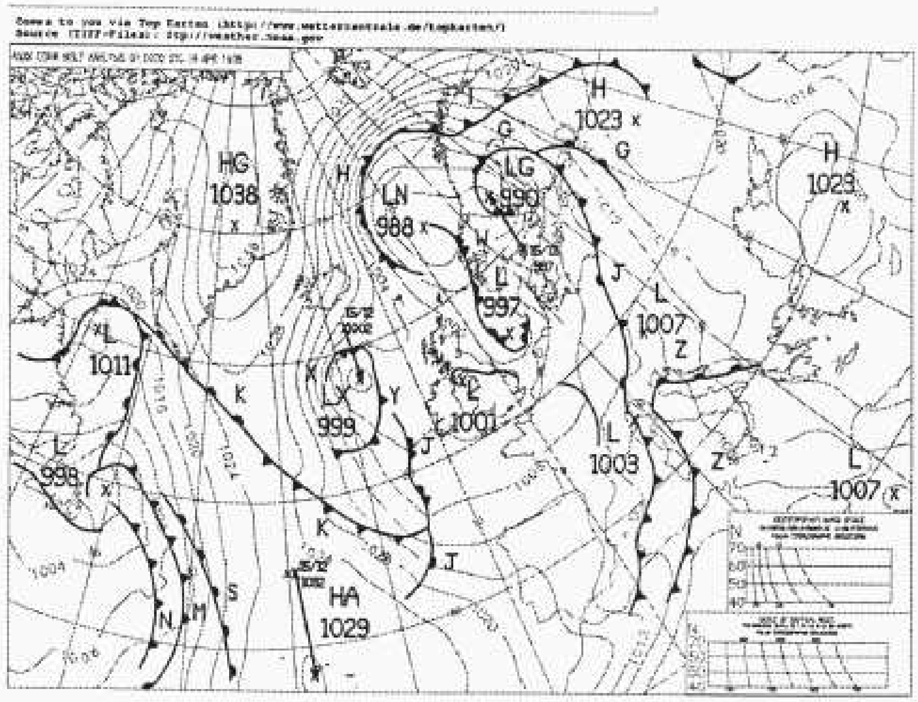
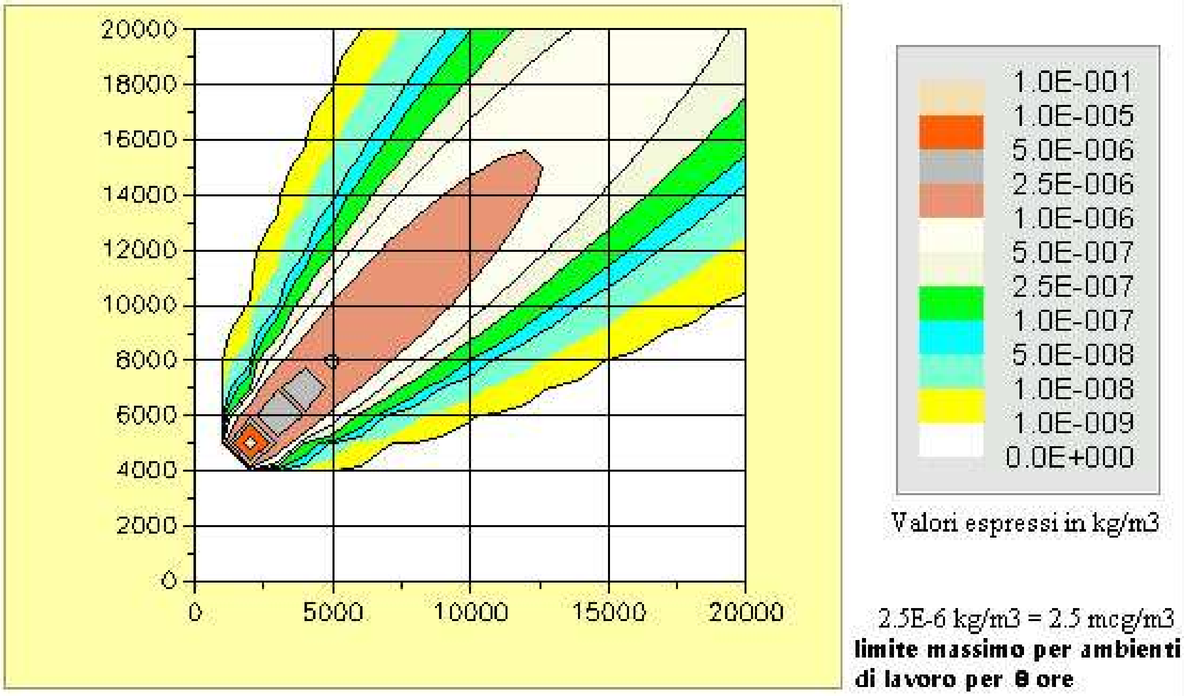


Fig. 8 *Situazione meteorologica al suolo sull'Europa il giorno 18-IV-99*

Fig. 9

Valori medi delle concentrazioni in aria di VCM in seguito ai rilasci dagli stabilimenti petrolchimici di Pancevo (15-18/4/1999)



Per quanto riguarda le emissioni sono state fatte le seguenti ipotesi:

- il rilascio è avvenuto per metà nel primo periodo (15 aprile) e per metà nel secondo (18 aprile);
- la quantità totale emessa per ognuno dei due rilasci è stata di 600 t di VCM;
- la durata del rilascio è stata stimata in 10 ore, essendo giunta la notizia che alle 8:00 del mattino successivo, dopo 7 ore circa dall'inizio dell'emissione, i valori di concentrazione in aria erano ancora molto elevati nei pressi del rilascio.

Applicando i modelli meteodiffusivi messi a punto dall'ENEA, nell'ipotesi di un'ampia fluttuazione laterale del vento e di una limitazione della dispersione sulla verticale per la presenza di uno strato stabile a 300 m, si sono ottenuti i valori medi di concentrazione in aria mostrati nella figura 9. Nella figura 10 è riportata la mappa della zona (il punto di emissione coincide grosso modo con Pancevo).

Questi valori medi sono pertanto relativi al rilascio di 1200 t di VCM in due fasi, per una durata complessiva di 20 ore. Per tale intervallo di tempo la popolazione sottovento è stata interessata dai valori medi indicati nella figura 9. È ovvio che se il tempo di rilascio fosse invece la metà di quello ipotizzato (10 ore invece di 20 ore), le stesse quantità emesse in metà tempo darebbero luogo a valori di concentrazione doppi, essendo le concentrazioni direttamente proporzionali all'intensità delle emissioni (in pratica saranno anche leggermente superiori al doppio, perché se il rilascio avviene in minor tempo la dispersione laterale è inferiore), ma con un'esposizione della popolazione per metà dell'intervallo di tempo considerato. In altri termini, i valori delle concentrazioni in aria sono inversamente proporzionali al tempo di emissione, con un'ulteriore maggiorazione dovuta alla minore dispersione laterale. Inoltre quelli indicati nella figura sono valori medi: è noto che i valori istantanei possono in alcuni punti sull'asse della direzione del vento superare anche di 100 volte i valori medi. Questo spiega come possano essere stati misurati livelli di ben 7200 ppm, pari a circa 18 g/m^3 (essendo 2.5 mg/m^3 pari ad 1 ppm), quando i valori medi sopra calcolati presentano un valore massimo a breve distanza dal punto di rilascio non superiore a 0.1 g/m^3. Va inoltre rilevato che, se la direzione fosse nella realtà diversa da quella ipotizzata, basterebbe ruotare le curve rispetto alla mappa di un angolo adeguato.

In definitiva si possono formulare le seguenti osservazioni:

- sono state assunte ipotesi teoriche sia per quanto riguarda l'intensità dei rilasci che le condizioni meteodiffusive;
- tali ipotesi sono basate sulle notizie raccolte dalla stampa per quanto riguarda sia i valori delle emissioni che le date degli eventi relativi, nonché dalle carte meteorologiche d'archivio per situazioni meteodiffusive corrispondenti;
- i risultati, emersi dall'applicazione dei modelli di diffusione atmosferica e dalle ipo-

Fig. 10 Mappa della zona interessata dal rilascio: le emissioni avvengono da Pancevo

tesi fatte, hanno mostrato che, se i rilasci sono durati complessivamente 20 ore, le zone entro le quali per tale intervallo di tempo i valori di concentrazione in aria hanno superato il limite massimo ammesso di 1 ppm (pari a circa 2.5 mg/m^3) si sono estese fino a distanze di oltre 10 km dal punto del rilascio (nella figura 9 notare l'estensione della terza zona, relativa a valori medi di $2.5 \cdot 10^{-6}$ kg/m^3, cioè di 2.5 mg/m^3). Pertanto **l'estensione del territorio sotto vento (verso NE rispetto a Pancevo) interessata per 20 ore dal superamento dei livelli massimi ammessi per il VCM è di circa 50–60 km^2**;

- va rilevato infine che, se la durata del rilascio è inferiore, la zona interessata dal superamento dei livelli massimi ammessi si estende rapidamente, ma diminuisce il tempo di esposizione.

3.2 Emissioni di altre industrie

A seguito del bombardamento dell'impianto di fertilizzanti della "Azotara" del 18 aprile si è diffusa nell'ambiente una rilevante quantità di ammoniaca. Per cinque giorni la nube nera, a causa della scarsezza di vento, è stagnata sulla città. Sembrerebbe che 1400 tonnellate di dicloruro di etilene siano state direttamente riversate nel Danubio dagli stessi operai per evitare esplosioni. Occorre anche ipotizzare che una parte dei composti petroliferi non combusti delle raffinerie di Pancevo si sia riversata nelle acque del Danubio. Gli idrocarburi alifatici e aromatici presenti nell'olio combustibile e nella nafta potrebbero aver inquinato gravemente le acque.

Nel bombardamento della centrale termoelettrica e delle installazioni elettriche delle raffinerie, la distruzione dei trasformatori ha comportato la fuoriuscita in atmosfera dei composti PCB che funzionano da dielettrici. Le stime delle emissioni di PCB sono formulate considerando per ogni trasformatore un contenuto di 15 m^3 di PCB: in totale circa 200 t.

I danni alle persone provocati dai bombardamenti del complesso petrolchimico di Pancevo sono stati illustrati dal sindaco Mikumic: 3 morti, centinaia di persone ustionate, ferite e intossicate, ottantamila evacuati e tremila disoccupati. E quanti malati cronici nei prossimi anni, tra gli esposti al cloruro di vinile monomero, al dicloroetano, agli idrocarburi policiclici aromatici e al PCB ? Al momento dei bombardamenti (15 e 18 aprile) erano presenti 200 tra operai e tecnici. I filmati da essi prodotti mostrano gli impianti in fiamme, dai quali si elevavano alti pennacchi di fumo nero. Probabilmente, rilevanti quantità di gas tossici sono state immesse nell'atmosfera. La combustione degli idrocarburi o di composti organici assieme ai composti contenenti cloro può determinare la formazione di diossine (TCDD) e di tetraclorodibenzofurani (TCDF). La stessa combustione degli idrocarburi può determinare la sintesi di idrocarburi policiclici aromatici (specialmente nelle particolari condizioni di combustione dell'incendio), i quali vengono assorbiti dai fumi carboniosi. Insieme ad essi, sono presenti anche altri inquinanti, come elementi tossici (cromo esavalente, nichel, cadmio, ecc.).

Il Prof. Lausevic ci riferisce della distruzione, avvenuta il 19 aprile, della linea di produzione dello stabilimento chimico "Prva Iskra" a Baric. Vi si producevano prodotti intermedi, per le sintesi dell'industria chimica e dei fertilizzanti. Il bombardamento dell'impianto ha liberato notevoli quantità di HF (acido fluoridrico). La maggior parte di questo composto tuttavia è stato riversato nelle acque prima dell'attacco. A causa dei bombardamenti la popolazione è stata sottoposta non solo ai rischi dovuti agli inquinanti tossici immessi nell'atmosfera, ma anche a quelli associati al bombardamento di stabilimenti situati in prossimità dei depuratori. Ad esempio quello del fiume Sava, che fornisce acqua potabile alla città di Belgrado, e quello di Novi Sad, dove l'immissione di sostanze inquinanti nelle acque ha compromesso totalmente l'uso dell'acquedotto.

4 Le emissioni degli aerei e dei missili in volo

I motori degli aerei e dei missili della NATO hanno prodotto un notevole inquinamento atmosferico. Il combustibile iniziale dei missili è molto tossico e lo sono egualmente i prodotti della combustione. Le sostanze coinvolte sono: il perclorato di ammonio, NH_4ClO_4; la nitroglicerina, $(ONO_2)CH_2$—$CH(ONO_2)$—$CH_2(ONO_2)$; la nitrocellulosa; i polimeri che fungono da substrato (polibutadiene, poliuretano, PVC, polistirene, poliacilato ecc.); i sali di piombo (Pb salicilato, Pb stearato); i nitrati; il sodio; il potassio; il calcio; il magnesio; i perclorati di metalli; e i composti del fluoro.

Nella combustione si formano gli acidi cloridrico, nitrico e fluoridrico, ossidi di azoto, CH_3CNO, fluoruri, idrocarburi policiclici aromatici e diossine. L'aggressività per i tessuti animali e vegetali dei composti e dei radicali contenenti fluoro è molto elevata.

Per quanto attiene agli ossidi di azoto sviluppatisi con il volo dei bombardieri, in mancanza di dati specifici si può ipotizzare un fattore di emissione pari a quello degli aerei civili nelle fasi di decollo e di atterraggio, ossia 4 litri di NO_2 al minuto. Considerando che le ore di volo sono state circa 150.000, abbiamo circa 37.500 t di NO_2.

5 Ripercussioni sull'ambiente, sulla salute e sull'agricoltura

5.1 Fuoriuscita di prodotti petroliferi e loro combustione

Il petrolio greggio e i derivati dei processi di raffineria (quali olio combustibile, gasolio, e nafta) che si sono riversati nelle acque superficiali hanno certamente creato squilibri degli ecosistemi acquatici, alterato i rapporti nei livelli trofici e determinato forti perturbazioni della biodiversità. È stato sperimentalmente dimostrato che i prodotti più tossici della combustione degli idrocarburi (ad esempio gli idrocarburi policiclici aromatici) si accumulano nei sedimenti e negli organismi acquatici. Occorre anche ricordare che la bioaccumulazione dei composti alifatici, aromatici e policiclici aromatici si propaga lungo la catena alimentare, fino al consumatore umano (Readman *et al.*, 1992). Il 7 aprile 1999 il Ministero dell'Ambiente bulgaro ha riferito di una macchia di petrolio lunga 14 km, situata circa al km 850 del Danubio. Inoltre, i tecnici jugoslavi hanno riferito di un vasto spargimento di petrolio sul Danubio, lungo oltre 30 km, che si è originato a Novi Sad, dove erano presenti serbatoi di stoccaggio e raffinerie. La macchia, spostandosi alla velocità di 2 km al giorno, ha inquinato i sistemi rumeni e bulgari di captazione delle acque.

Nei territori del Sud–Ovest della Romania sono state registrate precipitazioni con valori di pH nettamente acidi. Ciò prova che i bombardamenti hanno sviluppato, a causa della combustione di prodotti petroliferi, consistenti emissioni di SO_2 e NO_x. Dai gas originati dalla combustione di prodotti petroliferi, ed in particolare SO_2, SO_3 e NO_x, si formano a contatto con il vapore acqueo presente nell'atmosfera, acido solforico e nitrico, con il conseguente aumento di acidità delle precipitazioni.

Oltreché l'emissione di idrocarburi e dei loro prodotti di combustione, i bombardamenti delle raffinerie e degli impianti di stoccaggio dei prodotti petroliferi hanno causato emissioni di amianto in atmosfera.

Le seguenti schede riassumono gli effetti dei composti ed elementi tossici fuoriusciti in seguito al bombardamento degli impianti petroliferi.

Amianto. Nelle raffinerie pressoché tutte le condutture, di lunghezza dell'ordine di chilometri, sono coibentate di amianto (asbesto). Le fibre di asbesto, come il crisotilo, l'amosite e la crocidolite, agiscono sul polmone con effetti neoplasici e non neoplasici (asbestosi) spesso visibili solo dopo 10 o 20 anni. I tumori al polmone a differente morfologia (epidermoide, adenocarcinoma, microcitoma ed a grandi cellule) sono sempre ad altissima letalità in quanto non esiste la possibilità di una cura efficace (a tre anni dalla diagnosi di tumore polmonare solo il 5–10% dei pazienti è ancora vivo). Ma l'asbesto produce anche altri tumori assai letali, come i mesoteliomi alla pleura ed al peritoneo. Quelli al pericardio e alla tunica vaginale del testicolo sono invece assai rari. I mesoteliomi compaiono usualmente dopo 20 anni. Spesso comunque il tumore rimane silente per molti decenni, e solo dopo 40 o 50 anni dalla prima esposizione ad amianto si giunge alla diagnosi. Per i mesoteliomi la sopravvivenza media è inferiore ad un anno. L'amianto produce anche il cancro della laringe ed del tratto gastro–enterico.

Anidride solforosa (SO_2). L'SO_2 immessa nell'aria può reagire con l'ossigeno e il vapor d'acqua, formando SO_3, H_2SO_4, H_2SO_3 e solfati. Essa viene così rimossa dall'aria per deposizione secca o umida. Le piogge limitano l'accumulo dei composti dello zolfo nell'aria, minimizzando di conseguenza gli eventuali effetti sanitari. Tuttavia, in alcune zone le piogge acide costituiscono un serio problema ambientale. Per quanto riguarda gli effetti sanitari, la via di esposizione significativa è costituita dall'inalazione: a causa dell'elevata solubilità in acqua, l'SO_2 viene assorbita facilmente nelle mucose nasali e nel tratto superiore dell'apparato respiratorio. Dalle vie respiratorie, essa passa poi nel circuito sanguigno. Concentrazioni elevate di SO_2 possono indurre, oltre all'irritazione degli occhi e dell'apparato respiratorio: broncocostrizione, bronchite, tracheite, broncospasma e dispnea, con effetti gravi specie sui soggetti a rischio (asmatici). L'esposizione a lungo termine porta ad un progressivo aggravamento delle malattie respiratorie.

Particelle sospese. Con il termine particelle sospese o "materiale sospeso" vengono indicate tutte le particelle solide o liquide disperse nell'aria, come la fuliggine, la polvere, la cenere, il polline, eccetera. Le particelle sospese possono essere sia di origine naturale (vulcanica, sollevamento di polveri dal suolo, spray marini, incendi boschivi), sia antropica. Citiamo per esempio le attività industriali (fonderie, cementifici, miniere ecc.) e i processi di combustione (centrali termoelettriche, traffico veicolare, riscaldamento domestico e inceneritori). In base al diametro, si distingue in particelle "fini" (massimo 1 μm) e "grosse" (oltre 1 μm). A parte alcune sovrapposizioni, le particelle "fini" e "grosse" differiscono anche per composizione chimica. Le prime contengono solfati, carbonati, piombo, nitrati e alcuni componenti in traccia; quelle "grosse" consistono essenzialmente di ossidi di silice, alluminio, calcio, ferro, carbonato di calcio, sali marini, e particelle rilasciate dalle piante come i pollini e le spore. Le particelle che si depositano nella regione extratoracica possono causare effetti irritativi immediati, quali secchezza e infiammazione del naso e della gola; esse però non hanno effetto sulla "clearance" mucociliare. Le particelle che si depositano nella regione tracheobronchiale possono causare costrizione dei bronchi, ridurre la "clearance" mucociliare, aggravare le malattie respiratorie croniche come l'asma, la bronchite e l'enfisema, e possono eventualmente indurre neoplasie. Le particelle fino ad un diametro massimo di 5–6 μm possono depositarsi nella regione polmonare e danneggiare i polmoni in varie maniere. Possono disturbare la normale ventilazione polmonare e causare una costrizione riflessa dei vasi sanguigni che afferiscono ai polmoni, con il conseguente aggravamento delle malattie respiratorie croniche. Possono inoltre causare infiammazioni, fibrosi e trasformazioni maligne. I valori limite ammessi per la qualità dell'aria sono: per il breve termine 300 μg/m^3 su 24 ore; per il lungo termine (annuale): 150 μg/m^3 (media su 24 ore).

Piombo (Pb). È causa di effetti sulla salute anche a dosi relativamente basse, con danni irreversibili al cervello e al sistema sanguigno. Una volta entrato nel corpo umano, il piombo tende a comportarsi come il calcio, e quindi ad accumularsi nelle ossa. La più importante via di esposizione per l'uomo è l'alimentazione: essa incide sul livello di piombo nel sangue per più del 60%. L'esposizione per inalazione conta per circa il 30%, e quella per ingestione di acqua per il 10%. L'impiego più diffuso di questo elemento è nelle batterie, ed anche come additivo nelle benzine. Il rilascio nell'ambiente avviene soprattutto attraverso gli scarichi delle automobili e degli inceneritori: dall'atmosfera si deposita successivamente al suolo, sulle piante e sulle acque. Il rilascio di piombo nell'atmosfera è diminuito di oltre il 90% negli ultimi 20 anni. Le concentrazioni nell'aria aumentano passando dalle aree rurali a quelle urbane. Il piombo ha effetti sul sistema nervoso, sulla produzione dei globuli rossi, sui reni, sul sistema riproduttivo e sul comportamento. I sintomi da intossicazione non acuta sono aspecifici e includono vomito, dolori addominali, costipazione, disattenzione e perdita di coordinamento muscolare. I rischi sono maggiori nei bambini e nelle donne in gravidanza. Il rischio per i bambini è dovuto alla maggiore possibilità potenziale di ingestione di polveri contenenti piombo per cause comportamentali e perché gli effetti nocivi si verificano a livelli più bassi di concentrazione nel sangue. Il rischio per le donne in gravidanza deriva dalla capacità del piombo di superare la barriera placentare ed indurre danni al sistema nervoso del feto. Nei bambini, il margine fra il livello di sicurezza nel sangue e quello a cui si manifestano effetti patologici è molto stretto (un fattore 2–3). I limiti di esposizione per gli occupati negli USA e nel Regno Unito sono 0,05 mg/m^3 per tutta la giornata lavorativa e 0,15 mg/m^3 per brevi periodi.

Nichel (Ni). Fra i composti più tossici per la salute umana sono il solfato di nichel e il nichel tetracarbonile; ambedue si formano nei processi di raffinazione del nichel. Il nichel tetracarbonile è un liquido volatile, produce l'avvelenamento acuto dell'uomo, e a lungo termine ne danneggia i polmoni. Tuttavia esso costituisce un pericolo solo nelle immediate vicinanze delle raffinerie di nichel, dato che in pochi minuti si degrada. Il solfato di nichel, invece, è un composto persistente che è presente nelle polveri; esso è associato al cancro dei polmoni. Circa il 90% dell'esposizione complessiva dell'uomo deriva dalla dieta; tuttavia si ritiene che le normali concentrazioni che sono presenti negli alimenti non costituiscano un pericolo per la salute. I rischi maggiori sono confinati ai lavoratori dell'industria, e riguardano danni all'apparato respiratorio (reazioni allergiche, asma ecc.), perdita dell'olfatto e infezioni nasali. Inoltre, i fumi della combustione dei prodotti petroliferi determinano la formazione di sali di nichel che possono essere respirati dalle popolazioni dei territori bombardati. Gli studi sugli animali danno sufficienti evidenze di cancerogenicità; per l'uomo invece sono incerti i dati epidemiologici. Il solfato, il tetracarbonile e le polveri delle raffinerie di nichel **sono classificati come cancerogeni per l'uomo** (EPA cat.A; IARC cat.1). Il nichel presente nelle acque si accumula nei pesci e si concentra nelle catene alimentari. I limiti di esposizione per gli occupati negli USA e nel Regno Unito sono: per tutta la giornata lavorativa 0,05 mg/m^3 (come elemento e composti), e 0,5 mg/m^3 per brevi periodi. Per la Occupational Safety Health Agency (OSHA) il limite sul posto di lavoro è 1 mg per m^3 di aria.

Cadmio (Cd). La fonte più importante del cadmio presente nell'atmosfera è la combustione del carbone e del petrolio. Il cadmio tende a legarsi alle ceneri volatili, alle polveri, al suolo e ai sedimenti, e a diffondersi nel terreno e con le sostanze organiche, raggiungendo in questo modo i sedimenti delle acque superficiali e le catene alimentari degli organismi acquatici. Attualmente l'80–90% della dose ricevuta dalla maggior parte della popolazione deriva dall'alimentazione. Fra gli animali marini, gli organismi bivalvi ne contengono i valori più elevati. Molte specie vegetali assorbono rapidamente il cadmio attraverso le radici: se ne possono così ritrovare nei cereali, in prodotti ortofrutticoli, e nel tabacco. Il cadmio è classificato come **probabile cancerogeno per l'uomo** (EPA cat.B, IARC 2A). Ai livelli di esposizione occupazionale rilevati nei lavoratori sono stati osservati importanti anomalie cromosomiche e il cancro dei polmoni. Tuttavia, c'è una crescente preoccupazione che possa essere causa di cancro anche alle concentrazioni che si riscontrano nei pressi di inceneritori e industrie. L'esposizione cronica a bassi livelli può comportare enfisema polmonare, bronchite, malattie cardiache, fragilità del sistema scheletrico, anemia, depressione del sistema immunitario, malattie del rene e del fegato. Il cadmio tende ad accumularsi nel fegato, nei reni e nelle ossa: le disfunzioni dell'organo, nella maggior parte dei casi, si verificano quando la concentrazione raggiunge un livello critico. Esso tende anche a propagarsi lungo la catena alimentare. Il limite di esposizione per gli occupati negli USA è di 0,05 mg/m^3 per tutta la giornata lavorativa.

Cromo (Cr). Il cromo si trova in natura sotto tre forme: cromo metallico, cromo III e cromo VI. Nella forma metallica, esso è estremamente resistente alla corrosione e all'ossidazione. Il cromo III è la forma più stabile e diffusa in natura, ed è necessaria per la salute umana poiché contribuisce all'insulina e a mantenere il normale livello di zucchero nel sangue. Il cromo VI è quello commercialmente più importante per le sue proprietà chimiche, ma è anche la forma più nociva per la salute: esso viene emesso da numerose industrie (fonderie, concerie ecc.) ed inceneritori urbani, ed è contenuto nel particolato emesso per la combustione di carbone e prodotti petroliferi. Il cromo VI può causare danni al fegato e ai reni, emorragie interne, dermatiti e cancro ai polmoni. L'esposizione occupazionale, per inalazione e per contatto per tempi lunghi, produce la perforazione del setto nasale, l'ulcerazione delle mucose nasali e della pelle, e dermatiti allergiche. Per l'uomo il fabbisogno quotidiano di cromo è di 0,05–0,20 mg, provenienti dall'alimentazione. I dati ottenuti da esperimenti su animali mostrano che il cromo VI ha proprietà mutagene e teratogene. I dati epidemiologici mostrano con certezza una correlazione fra inalazione di composti del cromo VI e cancro ai polmoni. Esso è classificato come **cancerogeno per l'uomo** (EPA cat. A; IARC cat.1). I limiti di esposizione per gli occupati negli USA sono: cromo III 0,5 mg/m^3, cromo VI 50 μg/m^3 per le 8 ore di lavoro.

Benzo(a)pirene. È uno dei più tossici tra gli idrocarburi policiclici aromatici. Viene prodotto nella combustione del petrolio, specie quando questa avviene a basse temperature, come negli incendi causati dai bombardamenti degli impianti petroliferi. Si diffonde nell'atmosfera insieme al particolato. È poco solubile in acqua e tende a legarsi alle sostanze organiche. Una volta rilasciato nell'atmosfera, ricade con le piogge e può quindi essere ritrovato nelle acque potabili, nel suolo e nei prodotti agricoli, anche lontano dal punto di emissione. L'esposizione dell'uomo avviene per inalazione, ingestione o attraverso la pelle. Il benzo(a)pirene si bioaccumula lungo le catene alimentari. Sugli animali di laboratorio sono stati evidenziati i seguenti effetti: malformazioni e riduzione del peso dei neonati, lesioni sulla pelle per contatto diretto, bronchite per inalazione, sviluppo di tumori dopo inalazione, ingestione o contatto. Non ci sono dati epidemiologici sull'uomo. È classificato come **probabile cancerogeno per l'uomo** (EPA cat. B; IARC cat.2A). I limiti di esposizione consigliati per gli occupati negli USA sono di 0,2 μg/m^3 per tutta la giornata lavorativa.

5.2 Effetti sull'agricoltura

I bombardamenti hanno prodotto danni economici, relativamente alla perdita del raccolto di quelle colture che dovevano essere avviate (semine e trapianti) nel periodo di marzo, aprile e maggio. Riportiamone la produzione globale per il 1997:

Mais ($\times$ 1000 t.)	semi da olio (girasole, soia ecc.)	orticole da pieno campo: pomodori, fagioli ecc.	Barbabietola da zucchero
6.869	155	1.047	240

La superficie agricola e forestale investita era così ripartita nel 1997:

superfici irrigate (ha)	superfici arabili	colture permanenti	pascoli permanenti	foreste
65.000	3.708.000	353.000	2.117.000	1.769.000

Alcuni ricercatori di Belgrado affermano che, a causa della guerra, nella primavera del '99 ben due milioni e mezzo di ettari non sono stati coltivati. Le mancate rese interessano circa i due terzi della superficie arabile e irrigata. Su parte di questi terreni agricoli i danni alle rese e alla qualità del prodotto sono stati provocati dalla deposizione di inquinanti gassosi (quali SO_2, NO_x, O_3) e di particolato contenente idrocarburi policiclici aromatici e metalli pesanti. Sia i metalli pesanti che gli idrocarburi policiclici aromatici si depositano sui vegetali e possono penetrare nei tessuti delle piante anche attraverso l'apparato radicale, propagandosi, ed a volte accumulandosi nella catena alimentare. Tali inquinanti, inoltre, determinano un forte degrado della risorsa suolo e compromettono le rese e la qualità dei raccolti nel corso degli anni. Si può ipotizzare che l'incremento di concentrazioni di SO_2, NO_2 ozono, acido cloridrico e acido fluoridrico possa aver determinato un calo della produttività di circa il 10%. Per esempio per la produzione di frumento, che nel 1997 era di circa 2.900.000 t, ci possiamo aspettare un calo di circa 300.000 t, corrispondente alla dieta annua di amidi per circa 2 o 3 milioni di consumatori.

Il patrimonio forestale è stato anch'esso danneggiato dalle piogge acide causate dalla combustione dei prodotti petroliferi e dai gas di scarico degli aerei da guerra e dai missili. Inoltre, è un fatto documentato l'incendio di 250 ettari di foreste, causato direttamente dai missili e dalle bombe.

5.3 Emissioni inquinanti dalle industrie chimiche

Di seguito sono riportate le principali caratteristiche tossicologiche ed ecotossicologiche degli inquinanti fuoriusciti dalle industrie chimiche che hanno subito bombardamenti.

Mercurio (Hg). È l'unico metallo liquido a temperatura ambiente e ha una tensione di vapore rilevante. Quando viene inalato passa facilmente nei capillari sanguigni ed entra nel sistema circolatorio. I composti inorganici del mercurio, usati nelle vernici e nelle batterie, non sono molto tossici. Tuttavia, una volta che sono stati rilasciati nell'ambiente, essi vengono convertiti dai batteri in forme organiche molto più tossiche. Tali reazioni sono accelerate da pH acidi dell'acqua, cosicché le piogge acide facilitano questa trasformazione. Fra le forme tossiche, il metilmercurio è la più importante. Esso si accumula rapidamente nei pesci e si concentra lungo le catene alimentari. Il pesce presente nella dieta è la sorgente più importante di esposizione per l'uomo (94%). Una volta ingerito, il metilmercurio viene rapidamente assorbito, attraversa la barriera emocefalica e raggiunge il cervello. Può anche superare la barriera placentare e causare gravi danni al cervello del feto. L'esposizione ai vapori di mercurio costituisce il pericolo maggiore per i lavoratori professionalmente esposti. Gli effetti tossici, ai livelli più bassi di esposizione, si manifestano con perdita della memoria, tremori, instabilità emozionale, insonnia e perdita dell'appetito. A esposizioni moderate si hanno disordini mentali più marcati, disturbi motori e danni ai reni. Esposizioni elevate a vapori di mercurio, anche per tempi brevi, possono indurre tumori ai polmoni e la morte. Nelle donne lavoratrici esposte ai vapori di mercurio durante la gravidanza è stata osservata un'elevata incidenza di aborti. Il limite accettabile nell'aria respirabile sui luoghi di lavoro, secondo la Occupational Safety Health Agency, è 0,1 mg/m^3. Il limite di esposizione per gli occupati negli USA è 0,025 mg/m^3; nel Regno Unito i limiti sono: 0,05 mg/m^3 per tutta la giornata lavorativa, e 0,15 mg/m^3 per brevi periodi.

Cloro (Cl_2). Questo gas è capace di causare l'assottigliamento dello strato di ozono stratosferico. È solubile in acqua ed è tossico per i pesci (LC_{50} medio 0,2–0,9 mg/l) e per gli invertebrati (0,2–0,8 mg/l). Nei mammiferi la tossicità inalatoria si manifesta con LC_{50} (1 ora) tra 140 e 290 ppm. Sugli animali non sono stati registrati effetti di mutagenesi, teratogenesi o cancerogenesi. Sulla specie umana è stata constatata la comparsa di dermatosi allergica tra gli occupati. I sintomi respiratori acuti sono: tosse, dolori toracici, emottisi, dispnea e cianosi. Più tardi possono manifestarsi tracheobronchiti, polmoniti ed edema polmonare. Nelle acque il cloro può reagire con molecole organiche con produzione di composti clororganici. In aria, concentrazioni di circa 1 ppm determinano forti difficoltà respiratorie e irritazioni agli occhi. Inoltre, esposizioni prolungate a concentrazioni anche non eccessivamente alte causano una forte diminuzione della capacità respiratoria. I livelli che sia negli Stati Uniti che nel Regno Unito vengono ammessi negli ambienti lavorativi sono di 0,5 ppm per le 8 ore di lavoro, e 1 ppm per i brevi periodi.

Ammoniaca (NH_3). È un gas incolore, meno denso dell'aria, con un odore penetrante. Viene immagazzinata allo stato liquido, a pressione e temperatura ambiente, e viene usata principalmente nell'industria dei fertilizzanti. Irrita la pelle, gli occhi e l'apparato respiratorio. I sintomi si manifestano con sensazioni di bruciore agli occhi, al naso e alla gola, con dolori a livello polmonare, mal di testa, nausea, lacrimazione, tosse, e un aumento della frequenza respiratoria. L'inalazione dei vapori di ammoniaca può danneggiare in modo permanente il tessuto polmonare a livello alveolare, con la comparsa di edema. Altrettanto seri e irreversibili possono essere i danni a livello degli occhi: lesioni alla cornea e glaucoma acuto. L'esposizione degli occhi a basse concentrazioni causa bruciature moderate guaribili, ma è comunque necessario un intervento medico immediato. Gli effetti irritanti sulla gola si hanno per concentrazioni di 280 mg/m^3, e la comparsa di tosse avviene a 1200 mg/m^3. I limiti di esposizione per gli occupati negli USA e nel Regno Unito sono di 17 mg/m^3 per tutta la giornata lavorativa e di 24 mg/m^3 per i brevi periodi.

Dicloruro di Etilene (EDC). Liquido volatile, altamente infiammabile. È un composto precursore della sintesi del cloruro di vinile e dei solventi clorurati. A causa dell'elevata volatilità, la via più importante di diffusione è quella atmosferica. Tuttavia nelle acque potabili sono state spesso misurate analiticamente concentrazioni di EDC comprese fra 1 e 10 μl/l. Gli effetti acuti dell'esposizione, che può avvenire sia per via orale che per via cutanea, comprendono l'alterazione del sistema nervoso e del sistema gastrointestinale, nausee, cefalea, vomito, diarrea, pupille dilatate, brachicardia, cianosi e perdita di conoscenza. La morte può intervenire per collasso cardiorespiratorio. Inoltre sono stati diagnosticati casi di danni al fegato e ai reni. I metaboliti dell'EDC nell'organismo, la cloroacetaldeide, l'acido cloroacetico e il cloroetanolo, si legano al DNA con più affinità dell'EDC e causano mutagenesi, teratogenesi e cancro nei mammiferi. L'EPA ha classificato l'EDC cancerogeno di classe B2: ciò significa che provoca tumori negli animali da esperimento, e mutazioni nelle cellule; non c'è tuttavia evidenza epidemiologica di cancro tra le popolazione umane. L'EDC reagisce con altri composti chimici formando cloroacetil–cloruro; da questo si sviluppa cloro libero, reagendo con la radiazione UV. La bioaccumulazione è improbabile a causa della forte capacità di escrezione da parte degli organismi. L'EDC è classificato come inquinante pericoloso dell'aria secondo il Clean Air Act. L'LD_{50} orale è 670–850 mg per ogni chilogrammo di peso corporeo. Secondo la Occupational Safety Health Agency, il limite per i luoghi di lavoro è 50 ppm, per 8 ore; la concentrazione di punta, tollerata per 5 minuti ogni 3 ore, è pari a 200 ppm.

Monocloroetilene o cloruro di vinile monomero (VCM). Viene usato per produrre il noto PVC (polivinil cloruro), un importante costituente delle plastiche. È un gas incolore, il cui peso molecolare è circa 2 volte quello dell'aria, per cui tende a diffondersi verso il suolo e a sciogliersi nelle acque.

Considerando le patologie a lunga latenza, è una sostanza mutagena e teratogena. Il VCM può causare cancro sia se assunto per inalazione che per ingestione. Gli organi colpiti generalmente sono il fegato, il cervello e il sistema nervoso centrale. Sono stati associati all'esposizione a VCM anche tumori al polmone, leucemia e linfoma. Secondo la International Agency for Research on Cancer (IARC), è un cancerogeno di gruppo 1, cioè un cancerogeno per gli umani, come dimostrato da esperimenti di laboratorio su animali e da dati epidemiologici sulla popolazione.

I sintomi acuti sono: nausea, cefalea, dolori addominali, riflessi rallentati e prostrazione. L'esposizione prolungata ad elevate concentrazioni determina la perdita della conoscenza e la morte. Secondo la Occupational Safety Health Agency, il limite sui luoghi di lavoro è 1 ppm nell'aria.

Acido Fluoridrico (HF). Viene usato come catalizzatore nell'industria petrolchimica. È tossico per inalazione, ingestione e contatto con la pelle. Irrita gli occhi e causa bruciature più o meno gravi a seconda della concentrazione, dermatiti allergiche e alterazioni funzionali della tiroide e della ghiandola pituitaria. In animali da laboratorio, esposti per inalazione a diverse concentrazioni, si osserva: irritazione e diminuzione della frequenza respiratoria, danni alla congiuntiva, alla cornea e alle mucose nasali, dilatazione cardiaca, danni al miocardio, enfisema ed edema polmonari, congestione del fegato, della milza e dei reni. Il limite di esposizione per gli occupati negli USA è 2,6 mg/m^3 per tutta la giornata lavorativa.

Fosgene ($COCl_2$). È il famso gas nervino (iprite) usato dai tedeschi nella prima guerra mondiale. Viene impiegato nella sintesi di molti composti organici. Ha un forte potere irritante sugli occhi. A dosi di 200 ppm nell'uomo entra dai polmoni nel sistema circolatorio. I sintomi di intossicazione sono rappresentati da tosse, bruciore agli occhi e alla gola, dispnea, cianosi, congestione ed edema polmonari. Una esposizione massiccia comporta l'emolisi intravascolare, la formazione di trombi e la morte. Cambiamenti patologici nei polmoni dei ratti sono stati osservati a 96 ore da un'esposizione di 0,5 ppm, durata 2 ore. Il limite di esposizione per gli occupati, negli USA è 0,4 mg/m^3. Nel Regno Unito è stato proposto l'abbassamento del limite a 0,08 mg/m^3 per tutta la giornata lavorativa.

Bifenili Policlorurati (PCB). Vengono usati come liquido isolante nei trasformatori elettrici di grosse dimensioni (centrali elettriche e impianti industriali). Sono caratterizzati da una elevata persistenza. Nel corpo umano tendono ad accumularsi nel tessuto adiposo e si concentrano ai livelli più alti delle catene alimentari. Sono poco solubili nell'acqua. La combustione incompleta dei PCB comporta la formazione di diossina e dibenzofurani. Sono stati ritrovati in concentrazioni anche elevate nelle acque superficiali e nei pesci. Possono essere assorbiti attraverso il tratto digestivo, la pelle e i polmoni. Sono altamente tossici. La tossicità è tanto più elevata quanto maggiore è il numero di atomi di cloro presenti nella molecola. I sintomi dell'intossicazione consistono in cloracne, iscurimento delle unghie e delle gengive, alterazioni del sistema immunitario e sofferenza polmonare, irritazione degli occhi, naso, vomito, dolori addominali, e pigmentazione grigio–bruna della pelle. Superano la barriera placentare, e negli animali da laboratorio si osservano tossicità embrionale, aumento di mortalità fetale, aborti spontanei e riassorbimento fetale, aumento della mortalità perinatale, alterazioni nel sistema immunitario, e lesioni della pelle. Sono classificati come **probabili cancerogeni per l'uomo** per l'EPA (cat.B) e per la IARC (cat.2A). Ci sono evidenze epidemiologiche di un aumento dell'incidenza di melanoma e di cancro al cervello nei lavoratori esposti. Negli animali, essi causano il cancro al fegato e allo stomaco. Alcune specie di fitoplancton sono altamente sensibili ai PBC, con una conseguente riduzione della crescita a vantaggio di specie più resistenti. Le conseguenze a lungo termine non sono certe; tuttavia possono essere significative sugli organismi che si nutrono di fitoplancton. Uno studio fatto su numerose specie di pesci e uccelli indica che esiste una correlazione fra un'elevata concentrazione di PCB nei tessuti e le alterazioni ormonali e di comportamento, la comparsa di tumori, la soppressione del sistema immunitario, e le anomalie fetali. Il limite di esposizione per gli occupati negli USA è 0,5 mg/m^3 per tutta la giornata lavorativa.

Bibliografia essenziale

Gennaro *et al.* (1994). *Pleural mesothelioma and asbestos exposure among Italian oil refinery workers*. Scan. J. Work Environ. Health. 20, 213–215.

Harte J., Holdren C., Schneider R., Shirley C. (1991). *Toxics A to Z.* University of California Press. Berkeley, Los Angeles, Oxford.

IARC–International Agency for Research on Cancer (1987). *IARC Monography on the evaluation of carcinogenic risks to humans* Supplement 7. Lyon.

Readman J. W., Fowler S. W., Villeneve J. P. Cattini C., Oregioni B. and L. D. Mee (1992). *Oil and combustion–products contamination of the Gulf marin environment following the war.* Nature 358, 662.

Richardson M. L., (1993). *The Dictionary of Substances and their effects.* Ed. Royal Society of chemistry . Cambridge.

Sittig M. (1981). *Handbook of Toxic and Hazardous Chemicals.* Nojes Publications, Park Ridge N. J.

Uccelli R., Mauro F. (1992). *Biossido di zolfo*, ENEA, Serie NOXIAE n. 2.

Uccelli R., Mauro F. Terrani G., (1993). *Particelle sospese.* ENEA, Serie NOXIAE n. 5.

WHO–IARC (1989). *Occupational exposure in petroleum refining; crude oil and major Petroleum fuels.* IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks on humans. Vol. 45.

Rigraziamenti:
la Sig.ra Giulia Minelli per l'editing;
la Sig.ra Cristina Lanari per le figure.

Uranio impoverito

Nicola Pacilio e Carlo Pona[1]

ENEA–Casaccia, Roma

1 Introduzione

Il recente conflitto in Jugoslavia ha riacceso le preoccupazioni, oltre che per gli aspetti puramente geopoliti e strategici e sul significato dell'aggressione perpetrata dalla North Atlantic Treaty Organization (NATO), anche per i disastri ambientali che ha provocato direttamente e indirettamente. Degli effetti e della estensione dei danni dovuti all'inquinamento da sostanze chimiche e tossiche si è parlato nel capitolo precedente. In questo capitolo analizzeremo alcune implicazioni dell'uso di uranio impoverito per migliorare il potere penetrante dei proiettili e dei missili.

L'uranio impoverito (DU, ossia *depleted uranium*) è un prodotto di scarto del processo di arricchimento dell'uranio impiegato nelle centrali nucleari e nella fabbricazione di bombe atomiche. È altamente tossico e radioattivo. Viene chiamato "impoverito" perché il suo contenuto in uranio 235, fissile, è ridotto dallo 0,7 allo 0,2%. All'inizio degli anni Settanta il governo americano ha cominciato a cercare delle soluzioni per smaltire il DU senza doverlo immagazzinare in depositi per scorie nucleari a bassa radioattività.

Il 3 maggio 1999 il Maggiore Generale Charles Wald, vice direttore della sezione "Piani Strategici e Politica" del Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti, ha ammesso durante un briefing che in Kosovo gli aerei A–10 Warthog hanno sparato contro le forze dell'esercito jugoslavo proiettili da 30 mm contenenti uranio impoverito, ed ha aggiunto: *"Sono stato intorno agli A–10 per molto tempo. Ho visto gli addetti alle munizioni mettere questi proiettili negli aerei per vent'anni, cosicché sono stati fatti numerosi studi scientifici su queste cose, e non sembra che ci sia alcun problema con questo, e non è stato un problema per nessuno di noi"*.[2]

In un rapporto del 1979, lo US Army Mobility Equipment Research & Development Command sosteneva che l'uso dei proiettili contenenti uranio impoverito mette in pericolo *"non solo le persone nelle immediate vicinanze, ma anche quelli che si trovano a*

---

[1]pona@casaccia.enea.it

[2] *"I've been around the A–10s for a long time. I know that I see the munition handlers put these bullets in the aircraft, holding on to them for 20 years, so they've done a lot of scientific studies on these things, and there doesn't seem to be a problem. So I don't think there's a problem at all with that, and it hasn't been a problem for any of us"*. Dept. of Defense Briefing, Monday May 3, 1999.
http://www.defenselink.mil/news/May1999/t05031999_t0503asd.htm

distanza sottovento: [...] *le particelle* [...] *si depositano rapidamente nei tessuti polmonari esponendo l'ospite ad una dose tossica crescente di radiazioni alfa, capace di provocare il cancro e altre malattie mortali"*.

Nel 1990 un altro studio, commissionato dall'esercito americano alla Science Applications International Corp., affermava: *"L'uranio impoverito provoca il cancro quando penetra nell'organismo e la sua tossicità chimica causa danni ai reni"*. Nonostante ciò i proiettili contenenti uranio impoverito furono usati nella guerra del Golfo.

Dalla dichiarazione della dottoressa Rosalie Bertell,[3] epidemiologa dell'International Institute of Concern for Public Health di Toronto: *"L'uranio impoverito rientra in una delle maggiori categorie di scorie nucleari prodotte per le industrie di armi atomiche e di reattori nucleari. È molto tossico per gli esseri umani, sia chimicamente in quanto metallo pesante, sia come emettitore di particelle alfa, che sono molto pericolose quando la sorgente è interna. Recentemente è stato impiegato dagli Stati Uniti e dal Regno Unito come sostituto del piombo nei proiettili e nei missili, e in occasione della Guerra del Golfo è stato usato estensivamente per la prima volta. È molto probabilmente una delle maggiori cause della Sindrome del Golfo, della quale hanno fatto l'esperienza sia i veterani che la gente dell'Iraq"*.[4] La dottoressa Bertell riferisce anche di uno studio della World Health Organization del 1998, nel quale sono riportate osservazioni di incrementi della diffusione di leucemie fra i giovani del sud dell'Iraq e si parla di una sindrome sconosciuta, della quale sono affette migliaia di veterani della Guerra del Golfo. La stessa dottoressa riferisce di aver documentato la presenza di DU nelle urine di queste persone, anche 7–8 anni dopo la fine della guerra.

Questo quadro viene reso ancora più inquietante dall'esistenza di rapporti come quello dei Los Alamos National Laboratories, che afferma: *"I poligoni di prova delle bombe all'uranio impoverito di Aberdeen e Yuma (nei deserti USA) non possono essere oggetto di insediamento umano senza preventiva decontaminazione"*.[5] La National Lead Industries di New York, fabbrica di armamenti ad uranio impoverito, è stata chiusa nel 1980 dalle autorità statunitensi a causa dei rilasci eccedenti il limite imposto, che causavano un'eccessiva contaminazione dell'aria (150 μCi, pari a 5.5 MBq al mese, corrispondenti a 375 g di DU). La quantità rilasciata dalla fabbrica in questione, tradotta in termini di radioattività da "campo di battaglia", corrisponde a 2 proiettili per cannoncini da 30 mm al mese.

Il S. Francisco Examiner del 17 agosto 1997 riporta il testo di un manuale di addestramento militare statunitense che raccomanda di usare sempre guanti speciali quando si toccano i proiettili, e di indossare una maschera speciale quando questi vengono sparati. Il

[3] http://news.flora.org/flora.mai-not/10957

[4] *"Depleted uranium is one of the largest categories of radioactive waste produced for the nuclear weapons and nuclear reactor industry. It is highly toxic to humans, both chemically as a heavy metal and radiologically as an alpha particle emitter which is very dangerous when taken internally. Recently it has been employed as a substitute for lead in bullets and missiles by the US and UK, and was first used extensively by the West in the Gulf War. It is most likely a major contributor to the Gulf War Syndrome experienced both by the veterans and the people of Iraq."* http://www.defenselink.mil/news/May1999/t05031999_t0503asd.html

[5] M.H. Ebinger, E.H.Essington, E.S.Gladney, B.D.Newman and C.L.Reynolds, *"Long Term Fate of Depleted Uranium at Aberdeen and Yuma Proving Grounds Final Report, Phase I: Geochemical Transport and Modeling"*, LA–117 90, DE90 012660, Los Alamos National Laboratory, New Mexico 87545, USA.

manuale conclude: *"Ricordate di stare sempre lontano, se possibile, dagli equipaggiamenti e dal terreno contaminati"*.[6]

Secondo un articolo della BBC News,[7] pubblicato il 30 luglio 1999, lo scienziato britannico Roger Coghill avrebbe dichiarato che il numero di morti attesi per cancro, a causa dell'uso del DU in Kosovo da parte dell'aviazione americana, supererà i 10.000. Coghill ha affermato ciò durante una conferenza convocata a Londra per discutere l'uso di DU da parte degli eserciti statunitense e britannico durante la Guerra del Golfo del 1991. Egli ha anche detto che durante la guerra nei Balcani sono stati osservati alti livelli di radiazione: a Kozani, nel Nord della Grecia, alcuni scienziati hanno rilevato, che nel corso del mese di giugno, il livello di radioattività superava la normale del 25% nei giorni in cui il vento soffiava dal Kosovo. I ricercatori bulgari hanno riferito di livelli 8 volte superiori in Bulgaria, e 30 volte in Jugoslavia.

Anche se ci troviamo in completa assenza di dati quantitativi certi sull'uso effettivo di ordigni all'uranio impoverito, possiamo sicuramente dire che questo è un problema ecologico non trascurabile, sul quale è necessario fare chiarezza. Un altro elemento di preoccupazione è il rientro della popolazione civile nelle zone dove si è fatto un grande uso di questo tipo di armamenti, cioè laddove si è probabilmente in presenza di alti livelli di inquinamento da contaminazione radioattiva.

2 La storia

Nella storia recente gli USA hanno combattuto quattro guerre atomiche: contro il Giappone nel 1945, in Kuwait e Iraq nel 1991, in Bosnia nel 1995 e, l'ultima, per ora, in Jugoslavia. Questi quattro conflitti sono caratterizzati dall'uso bellico di innovazioni e tecnologie acquisite nell'ambito della fisica nucleare. In Giappone sono state usate due bombe basate, rispettivamente, sulla fissione del plutonio e dell'uranio arricchito. Per i tre interventi più recenti, invece, sono state usate bombe contenenti uranio impoverito, senza il ricorso al fenomeno della fissione nucleare. Già da molti anni gli Stati Uniti hanno utilizzato il DU per la manifattura di capsule, proiettili e armamento protettivo dei carri armati pesanti. Questo materiale a basso costo possiede la proprietà di essere molto denso, e quindi in grado di penetrare corazze e schermi antiproiettile di spessore notevole. Questa capacità penetrante è stata ampiamente dimostrata nel corso della Guerra del Golfo: la parola massacro definisce gli effetti di queste armi assai meglio della parola guerra. Tuttavia il DU possiede un'altra proprietà che secondo il punto di vista dei militari potrebbe essere considerata altrettanto "desiderabile": infatti esso brucia spontaneamente al momento dell'impatto. Così, vengono formate minute particelle di aerosol, del diametro di meno di 5 micron, così leggere da poter essere inalate. Le particelle vengono inoltre trasportate dai venti per decine di chilometri. Fra le 300 e le 800 tonnellate di DU sono state rilasciate sul suolo e nelle acque di Kuwait, Arabia Saudita e Iraq, colpendo centinaia di migliaia di soldati e civili. Alle vittime straniere si sono aggiunte quella delle stesse forze armate alleate: dei 697.000 soldati americani stanziati nel Golfo, 90.000 hanno riportato sintomi che riguardano disfunzioni respiratorie, affezioni gravi al fegato e alla milza, perdita della

[6] US Department of Defense: *"Environmental Exposure Report. Depleted Uranium in the Gulf"*. http://www.gulflink.osd.mil/du/index.html

[7] BBC News, Venerdì 30 luglio 1999. http://news.bbc.co.uk/hi/english/sci/tech/newsid_408000/408122.stm

memoria, emicranie, febbri e abbassamenti della pressione sanguigna. Alla nascita dei figli si riscontrano inoltre effetti generati dai disturbi citati. L'insieme di questi disturbi e malesseri è stato classificato sotto il nome di "Sindrome del Golfo", e anche se ancora non è chiara la genesi dei disturbi, appare probabile che la causa debba essere ricercata nel micidiale cocktail velenoso derivante dalla esposizione a vaccini, gas tossici e uranio impoverito. Gli effetti sulle popolazioni dell'Iraq sono di gran lunga più rilevanti.

In una lettera del primo aprile 1999, l' International Action Center,[8] un'organizzazione che si batte contro i crimini della guerra e contro l'uso dell'uranio impoverito,[9] ha detto che *"la decisione del Pentagono di usare nel Kosovo proiettili al DU a partire dai jet A–10 Warthog conferisce una nuova dimensione al crimine contro l'umanità commesso dalla NATO in Jugoslavia. L'uso di queste armi è contrario a tutti i principi e le convenzioni internazionali firmate da tutti i paesi nel corso del XX secolo."*

3 La chimica

'Uranio' è una sorta di vocabolo sacro e venerabile del lessico del fondamentalismo tecnologico e dell'era atomica che si estende dal 1934 fino ai nostri giorni. L'uranio occupa la posizione numero 92 nella tavola degli elementi e il suo peso atomico è 238.03. Esso ha la stessa età della terra, ma è stato scoperto nel 1789, ai tempi della Rivoluzione Francese e pochi anni dopo l'osservazione del pianeta Urano (1781). È stato subito riconosciuto come altamente tossico. La quantità complessiva di uranio è più che doppia di quella dell'argento e più che tripla di quella del mercurio: il primo è un metallo di antica tradizione domestica e sacra; il secondo invece è intimamente collegato con il progresso strumentale e tecnologico.

L'uranio è un metallo di colore bianco argenteo, duttile e malleabile; ha un punto di fusione di 1.132°C, una temperatura di ebollizione di 3.818°C e un peso specifico pari a 18,7. La densità è di 19,04 g/cm^3 a temperatura ambiente, ossia 1,6 volte più del piombo. L'uranio metallico si ossida facilmente, per cui non è stabile come i suoi ossidi e fluoruri. In natura l'uranio si trova essenzialmente sotto la forma dei minerali di unaninite o pechblenda (U_3O_8), e carnotite o ortovanadato di uranile e potassio ($KUO_2VO_4 \cdot 2H_2O$). I principali giacimenti di pechblenda si trovano in Congo, in Russia e in Canada; la carnotite si trova principalmente in Russia, in Australia, nel Colorado e nello Utah.

L'uranio naturale è costituito quasi totalmente da due isotopi (vedi tabella I): l'uranio 238 (99,3% in peso) e l'uranio 235 (0,7%). Vi si trovano anche tracce di un terzo isotopo, l'uranio 234. I primi due sono i capostipiti di due delle 4 famiglie radioattive. La polvere di uranio prende fuoco spontaneamente a contatto con l'aria, anche a temperatura ambiente. Sotto forma di lingotto, esso reagisce con l'aria e il vapor d'acqua formando una superficie piroforica. Allo stato compatto, brucia riscaldandosi fino a una temperatura di 170°C. A contatto con l'acqua reagisce, a temperatura ambiente, scomponendola e formando UO_2, UH_3 e idrogeno gassoso. Si scioglie bene in acido cloridrico e nitrico, ed è inattaccabile dagli alcali. Per questi motivi l'uranio costituisce un grande pericolo per gli incendi quando viene esposto a fonti di calore o a fiamme. Inoltre, l'uranio me-

[8] International Action Center, http://www.iacenter.org/duyug.htm

[9] IAC, *"Metal of Dishonor, Depleted Uranium: How the Pentagon Radiates Soldiers & Civilians with DU Weapons"*. New York City, 1997. http://www.iacenter.org/depleted/appeal.htm

Composto	Massa atomica	Energia particelle α (MeV)	Composizione isotopica (%)	Vita media (anni)	Attività specifica[a] (kBq/g)
U naturale	238	4,147 4,196	99,2745	$4,468 \cdot 10^9$	12,4
	234	4,724 4,776	0,0055	$2,45 \cdot 10^5$	12,4
	235	4,364 4,395	0,72	$7,037 \cdot 10^8$	0,6
				Totale	25,4
U impoverito	238	4,147 4,196	99,8	$4,468 \cdot 10^9$	12,4
	234	4,724 4,776	0,001	$2,45 \cdot 10^5$	2,26
	235	4,364 4,395	0,2	$7,037 \cdot 10^8$	0,16
				Totale	14,8

[a]Per una definizione delle unità di misura si veda l'appendice.

Tabella I. Principali caratteristiche isotopiche dell'uranio naturale e di quello impoverito.

tallico reagisce violentemente con il cloro, con il fluoro, l'acido nitrico, il selenio, lo zolfo, l'ammoniaca, il tricloroetilene, e altri composti.

4 Le caratteristiche fisiche

Come già detto, e riassunto dalla tabella I, l'uranio naturale è costituito da 3 isotopi, con una netta prevalenza dell'isotopo 238, e contenuto in uranio 235 pari allo 0,7% in peso. Tutti gli isotopi dell'uranio sono radioattivi, e decadono emettendo particelle α, (nuclei costituiti da due neutroni e due protoni, e massa pari a 4 unità di massa atomica) e β (elettroni). In tal modo esso si trasforma in altri isotopi, anch'essi radioattivi: la catena del decadimento dell'uranio 238 contiene elementi radioattivi pericolosi, tra cui il radio 226 e il radon 222. Essa si ferma con l'isotopo stabile 206 del piombo. L'uranio 238 ha una lunghissima vita media ($4.5 \cdot 10^9$ anni) e un'attività molto bassa. Gli elementi suoi discendenti sono riscontrabili solo nelle rocce: questo fatto rende abbastanza difficoltosa una rapida valutazione della presenza di uranio nei residuati dei bombardamenti. Il rapporto tra le concentrazioni di uranio e piombo nelle rocce viene utilizzato per datare le rocce stesse.

Per utilizzare uranio nei reattori e nelle armi nucleari, è necessario produrre materiale "arricchito", in cui cioè la concentrazione di uranio 235 e 234 è di gran lunga superiore a quella riscontrabile nel minerale naturale. Nell'uranio arricchito, la concentrazione di uranio 235 varia fra il 2% ed il 90%. Il materiale di scarto del processo di arricchimento è l'uranio impoverito, chiamato così perché contiene meno dello 0,7% di uranio 235. Per le applicazioni militari, questa percentuale è dello 0.2% (tabella I). Il DU è meno radioattivo dell'uranio naturale di circa il 40%, e di circa un ordine di grandezza meno dell'uranio arricchito.

Con un'attività di 14,8 kBq/g, il DU è classificato nella fascia più bassa di rischio fra gli isotopi radioattivi. L'uranio e i suoi composti sono tossici sia dal punto di vista chimico sia da quello dell'irraggiamento, quando la concentrazione supera 7,4 kBq/cm^3 nell'acqua o 1,11 Bq/cm^3 nell'aria. Negli Stati Uniti, prima della conversione in proiettile o in corazza militare, l'uranio impoverito viene considerato "scoria nucleare". Una volta trasformato, gli oggetti ottenuti vengono ridefiniti come "armi convenzionali". Questo "trucchetto" del linguaggio è finalizzato a mascherare quella che di fatto è una vera e propria arma chimica.

A causa delle sue proprietà fisiche, l'uranio viene utilizzato comunemente in medicina, per formare schermi protettivi contro le radiazioni, nell'aviazione per contrappesi e zavorre, e in mineralogia per le apparecchiature da scavo dei pozzi petroliferi. Il DU è inoltre particolarmente efficace nelle corazze e nelle blindature; nei proiettili usati contro i mezzi blindati, esso garantisce una maggiore penetrazione, del bersaglio. L'ambiguità della classificazione, così come le molteplici applicazioni del DU (dalla medicina alle guerre) rende difficile capire se e quale convenzione internazionale sia stata violata utilizzando questi proiettili: quella sulle armi convenzionali, quella sulle armi chimiche o quella sulla proliferazione delle armi nucleari ?

L'uranio impoverito è utilizzato dalle forze armate di: Stati Uniti, Gran Bretagna, Russia, Turchia, Arabia Saudita, Pakistan, Tailandia, Israele e Francia. Dalle tabelle A1 e A2, in appendice, risulta anche che l'Italia ha acquistato oltre una tonnellata di DU nel 1998, e di 233 kg nei primi tre mesi del 1999. Non è mai stato chiarito l'uso che il nostro paese intende fare di questo metallo.

5 L'origine

Il DU è un sottoprodotto del processo di arricchimento dell'uranio naturale che serve per la produzione di barre uranio con una percentuale molto alta dell'isotopo 235, altamente fissile, da destinare al combustibile per i reattori nucleari. Dal processo di arricchimento l'uranio impoverito viene prodotto per lo più sotto forma di esafluoruro (UF_6). La quantità di UF_6 disponibile negli USA è stimata in 650.000 tonnellate.[10]

6 La tossicologia

Nel Dizionario della Scienza e della Tecnica (Fratelli Fabbri Editori, 1975), leggiamo alla voce tossicologia a proposito dell'uranio: *"l'uranio e i suoi sali possiedono una tossicità chimica intrinseca e una tossicità legata alla loro natura di corpi radioattivi naturali. Relativamente alla prima, la patologia non è conosciuta. L'uranio penetra nell'organismo attraverso le vie respiratorie, giunge rapidamente nel sangue (in parte si deposita nelle ossa) ed è eliminato in gran parte con le urine. Provoca gravi degenerazioni dei reni, lesioni necrotiche acute delle arterie e dermatiti."*

[10]US Dept. of Energy, 30 set 1998.

7 I rischi

Mentre l'uranio impoverito, grazie alle proprietà a cui abbiamo accennato, può essere facilmente fuso e lavorato con tecniche convenzionali, la sua radioattività, la sua tossicità chimica e la sua piroforicità richiedono grandi precauzioni nella sua manipolazione. Il DU è debolmente radioattivo ed è considerato nel gruppo dei radioisotopi a più bassa radiotossicità. I rischi radiologici principali derivano dalla emissione di particelle α e β da parte dell'uranio e dei suoi discendenti. Le particelle α hanno un grande potere ionizzante. Esse percorrono in aria al massimo frazioni di cm, e possono essere arrestate completamente con un foglio di carta oppure dallo strato superficiale di pelle morta; per questo motivo esse non costituiscono un pericolo in caso di irraggiamento a distanza (esterno al corpo umano). La loro pericolosità e rischiosità deriva però dalle polveri e dagli aerosol che possono essere eventualmente inalati. Per questo motivo vengono imposti limiti di concentrazione molto rigidi: in aria[11] 0.25 mg/m^3. Per le particelle β il discorso è diverso in quanto possono compiere un percorso in aria molto più lungo. Il potere ionizzante e il percorso in aria sono funzione della massa. Le particelle β, che hanno una massa ottomila volte più piccola delle particelle α, costituiscono un problema anche per l'irradiazione esterna da breve distanza, e ancor più se a contatto. Il rateo di dose[12] β alla superficie è qualche frazione di Gy/h. I danni biologici prodotti dalle radiazioni non sono linearmente legati all'attività, all'energia e al tipo di particella: una stessa sorgente può provocare danni di entità molto diversa a seconda dell'organo colpito, della durata dell'esposizione e delle modalità di irraggiamento (interno o esterno). Questo concetto viene espresso con una grandezza appositamente studiata, l'equivalente biologico relativo (relative biological equivalent). Esso vale sempre 1 per la radiazione fotonica (raggi X, γ, e β di bassa energia), e assume valore massimo per le particelle α (fino a oltre 25). Analogamente, ogni organo o tessuto ha dei suoi valori specifici per la sensibilità a una data radiazione e una data particolare modalità di irraggiamento. Come tutti i metalli pesanti, l'uranio è tossico anche se considerato dal solo punto di vista della tossicità chimica, e gli organi maggiormente interessati sono i reni. I potenziali effetti nocivi, sia tossici che radioattivi, del DU sono legati alla sua incorporazione all'interno dell'organismo, che può avvenire generalmente in 2 modi: per ingestione o per inalazione. Nel caso militare, esiste una terza via per l'incorporazione dell'uranio: i frammenti di proiettile depositati all'interno dell'organismo. Per quanto riguarda l'inalazione, è la natura piroforica dell'uranio a renderla possibile: l'impatto di un proiettile al DU su un blindato, o di un proiettile convenzionale contro una corazza al DU, produce polveri e aerosol che prendono rapidamente fuoco. Le alte temperature legate alla combustione ossidano l'uranio metallico generando biossido (UO_2), triossido (UO_3) e principalmente ottaossido (U_3O_8) di uranio. La percentuale di DU che passa allo stato aerosol–gassoso dipende da molti fattori: durezza del bersaglio, velocità e angolo di impatto, cammino all'interno del bersaglio. La durezza del bersaglio è particolarmente critica: l'impatto di un proiettile al DU con una corazza contenente DU produce ovviamente la massima percentuale di DU volatile (fino al 70%), mentre la percentuale diminuisce notevolmente nel caso di impatto con bersagli di basso peso specifico. Nel caso della Guerra del Golfo, la maggior parte dei proiettili attraversarono completamente la corazza dei blindati iracheni, e la percentuale di DU volatilizzato dal

[11] US Dept.of Energy.
[12] US Dept. of Energy, 30 set 1998.

proiettile è stata stimata fra il 10% ed il 35%. Una frazione compresa fra il 60% ed il 70% dell'aerosol è di diametro sufficientemente ridotto da poter essere inalato.[13] Secondo il più importante organo scientifico mondiale in materia di radioprotezione, l'International Commission for Radiological Protection (ICRP), la dose effettiva equivalente per inalazione, rispetto all'intero corpo umano, è data da $3.2 \cdot 10^{-4}$ Sv/Bq, dove il Sievert (Sv) è l'unità di misura della dose assorbita, dal tessuto biologico e il Becquerel (Bq) è l'unità di misura dell'attività.[14] Nella stessa pubblicazione della ICRP si ritrova il fattore di conversione raccomandato per l'uranio che è dato da 1 Sv per g di uranio per anno per kg di polmone. Questo significa che con 50 mg di uranio inalati all'anno si raggiunge la dose massima ammissibile di 50 mSv. Ancora, la stessa ICRP valuta il rischio di cancerogenicità (cioè la probabilità dell'occorrenza di un evento letale tra gli individui esposti alla radiazione) di $5 \cdot 10^{-2}$ cancri/Sv cioè di 1 caso di carcinoma maligno ogni 20 Sv di radiazione assorbita.[15] Si tenga presente che gli effetti genetici sono dello stesso ordine di grandezza, cioè per ogni carcinoma nella generazione attuale, un altro è atteso nelle due generazioni successive. Anche la radiazione β emessa costituisce un pericolo se il metallo viene posto a contatto. Si è calcolato che 1 grammo di DU, non schermato e tenuto a contatto con la pelle, somministra una dose dell'ordine del μSv al giorno: per ottenere una dose pari al fondo naturale basta una scheggia di DU di circa 25 g (una pallina di 1,4 cm di diametro) incorporata per un anno.

In uno studio sull'argomento, Leonard A. Dietz, in passato scienziato dell'Atomic Power Laboratory, ha stimato che una particella di ossido di uranio di 5 micron di diametro può irraggiare il tessuto polmonare circostante, a una distanza compresa in qualche decina di micron, a una dose di 13,60 Sv/anno, qualche migliaio di volte il limite annuo per la popolazione (per irradiazione all'intero corpo).[16] Quando viene inalato a seguito di un uso come proiettile, per quanto detto sopra, il DU arriva come aerosol nella forma di ossido di uranio (UO), altamente solubile (al 99% in massa) nei fluidi delle mucose polmonari. Una parte quindi si dissolve nel sangue e attraverso i reni viene eliminato in breve tempo con le urine. La gran parte dell'ossido di uranio che non viene eliminato si fissa nelle ossa e nei vari organi e lì rimane praticamente per tutta la vita; dalle ossa esso irraggia le cellule di midollo osseo proprio nella fase di formazione delle nuove cellule ematopoietiche. Basta anche un solo decadimento nucleare, con l'emissione di due particelle α, a generare nella cellula bersaglio quella mutazione sufficiente a generare un tumore. La probabilità che ciò avvenga con un singolo decadimento è bassa, ma ci basta sapere che non è pari a zero.

8 Ipotesi

È pressoché impossibile avere informazioni precise, sia sul tipo di armamenti sia sui luoghi dove essi sono stati impiegati. Dobbiamo pertanto lavorare per ipotesi, se vogliamo stimare quantitativamente la dimensione del problema. È ormai fuori di dubbio l'impiego

[13] Center for Health Promotion and Preventive Medicine.

[14] ICRP, *"Limits for Intakes of Radionuclides by Workers"*. ICRP Pub. 30, part.I, supplement. Pergamon Press, Oxford, 1979.

[15] ICRP, pubblicazione 60.

[16] Leonard A. Dietz, Appendix 11, *"Estimate of Radiation Dosage from a Depleted U ranium Oxide Particle"*, pp. 153–55 di "Uranium Battlefields" e Leonard A. Dietz, lettera *"Uranium Health Hazard"* a Chemical &E ngineering News, 4 feb 1991.

massiccio di A–10 Warthog in Kosovo. Inoltre, da informazioni recenti, ricavate durante il viaggio a Belgrado effettuato nel mese di luglio dall'associazione *Un ponte per...*, sembra che siano stati impiegati missili Tomahawks nei bombardamenti praticamente quotidiani degli aeroporti militari di Batajnica e di Rakovica, a poche decine di chilometri da Belgrado. La notizia non è confermata ufficialmente, ma il fatto è stato riferito da più parti. Secondo le dichiarazioni del Pentagono solo il 20% dei proiettili montati sugli A–10 conteneva DU, per cui si può stimare che circa 500.000 proiettili siano stati sparati in Kosovo. L'ipotesi più ragionevole che si può fare è che ad ogni "raffica" — dove per raffica intendiamo il rilascio completo del DU caricato su un missile Tomahawk, o nelle bombe a guida laser GBU–28, o nelle munizioni per i PGU-14/B API montate sugli A–10 — vengono "sparati" circa 400 kg di DU.[17] Un aereo A–10 Warthog dispone di oltre 1.100 proiettili da 300–330 g l'uno, e i missili Tomahawk, possono essere modificati per disporre di un carico tra 400 e 500 kg di DU. Complessivamente, l'attività disponibile per ogni raffica è di circa $5{\cdot}10^9$ Bq. Nell'impatto si raggiunge una temperatura di circa 5.000°C, superiore al punto di ebollizione dell'uranio (4.700°C); si produce così una grande quantità di aerosol composta da ossidi di uranio. La frazione che si trasforma in aerosol respirabile, di diametro inferiore al micron, è stimata tra il 10 e il 35%. Secondo l'Army Environmental Policy Institute tale frazione arriva fino al 70%.[18] Immaginiamo per i nostri conti che tale frazione sia del 20%: ad ogni raffica si libera una quantità di DU pari a $1{\cdot}10^9$ Bq sotto forma di aerosol respirabile e, con vento debole, a 500 m si ritrova un numero di particelle tra 200 e 10.000 per cm^3, pesanti tra 0.6 e $5{\cdot}10^{-9}$ g ciascuna. Siccome l'uomo respira mediamente circa 20 litri (20.000 cm^3) di aria al minuto (un bambino circa 14, e un neonato circa 3.5) ne consegue che in un minuto si possono inalare dai 4 ai 200 milioni di particelle (fra 2 mg e circa 1 g).

Se tale quantità venisse tutta inalata il numero di carcinomi potenzialmente sviluppabili sarebbe pari a:

$$1 \cdot 10^9 \text{ Bq/colpo} \times 3,2 \cdot 10^{-4} \text{ Sv/Bq} \times 5 \cdot 10^{-2} \text{ carcinomi/Sv} = 1,6 \cdot 10^3 \text{ carcinomi/colpo}$$

Quest'ipotesi non è realistica, in quanto prevede che tutta la parte trasformata in aerosol venga effettivamente respirata dalla popolazione. Però è utile per comprendere quale potenziale distruttivo e cancerogeno sia contenuto in questo materiale.

Riportiamo il calcolo effettuato con un software chiamato HOTSPOT, prodotto da S.G. Homann presso il Lawrence Livermore National Laboratory, ben noto per l'attività di produzione delle bombe atomiche. Nell'ipotesi che l'esplosione porti alla formazione di una nuvola di aerosol, che questa viaggi con vento costante a 8 m/s, e considerando una velocità di deposizione al suolo di 1 cm/s e un tempo di permanenza nella nuvola di 10 minuti, la dose equivalente a una esposizione di 50 anni risulterebbe pari a:

Dose assorbita	permanenza 10 min.	perm. 1 ora	perm. 1 giorno
a 100 m	$1,6 \cdot 10^{-5}$ Sv	$9,60 \cdot 10^{-5}$ Sv	$2,30 \cdot 10^{-3}$ Sv
a 1 km	$0,7 \cdot 10^{-5}$ Sv	$4,20 \cdot 10^{-5}$ Sv	$1,01 \cdot 10^{-3}$ Sv
a 10 km	$0,15 \cdot 10^{-5}$ Sv	$9,00 \cdot 10^{-5}$ Sv	$2,16 \cdot 10^{-4}$ Sv
a 20 km	$0,88 \cdot 10^{-6}$ Sv	$5,28 \cdot 10^{-6}$ Sv	$1,27 \cdot 10^{-4}$ Sv

[17]Theodore Liolios: *"Assessing the risk from the depleted uranium weapons used in Operation Allied Force"*, 28 aprile 1999.

[18]AEPI: *"Health and Environmental Consequences of Depleted Uranium Use in the US Army"*, 1995.

Il fondo naturale di radiazione comporta una dose assorbita che varia da luogo a luogo, compresa nell'intervallo 0.1–2 mSv/anno. Per avere un quadro di riferimento, riportiamo il limite di dose da irraggiamento per lavoratori professionalmente esposti e per la popolazione nel suo complesso:

$5{\cdot}10^{-2}$ Sv/anno per i lavoratori professionalmente esposti (irradiazione globale);
$1{\cdot}10^{-3}$ Sv/anno per la popolazione (irradiazione globale);
$50{\cdot}10^{-2}$ Sv/anno per singolo organo per i lavoratori professionalmente esposti;
$15{\cdot}10^{-2}$ Sv/anno per il cristallino.

Nell'ipotesi di una distribuzione uniforme della popolazione (200 ab./km^2) e una permanenza nella nube di una giornata, l'irraggiamento stimato della popolazione risulta come segue:

a 1km: circa 0.03 carcinomi/sparo;
a 10 km: circa 0.6 carcinomi/sparo.

Se gli spari fossero stati "solo" 1000, ci si dovrebbero aspettare circa 630 carcinomi nella popolazione e altrettanti nella loro discendenza fino a due generazioni. Se invece fosse confermata la notizia secondo cui sarebbero stati bombardati con proiettili al DU i due aeroporti militari di Batajnica e Rakovica, entrambi a brevissima distanza da Belgrado, ovviamente il computo dei danni a lungo termine andrebbe rivisto. In questa ipotesi infatti, considerando in 2.000.000 di abitanti la popolazione di Belgrado e dintorni, ci si potrebbero aspettare conseguenze numericamente ben più significative, dell'ordine della decina di migliaia di casi fatali. Facciamo notare che abbiamo considerato solo uno degli aspetti legati all'uso delle bombe al DU, e cioè quello della contaminazione "diretta", a seguito dell'uso immediato, diremmo quasi "sul campo di battaglia" anche se in senso lato: il DU viene trasportato dal vento verso gli ignari bersagli. Non abbiamo considerato gli effetti dovuti alla presenza di questa sostanza sui campi e sui terreni destinati all'uso agricolo. Secondo fonti radioprotezionistiche americane, una concentrazione al suolo di 2 μCi/m^2 rende un campo non coltivabile. Questa concentrazione non può essere stata raggiunta come valore medio su tutto il territorio jugoslavo, ma probabilmente lo è stata a livello locale e puntuale. Non è noto, inoltre, in che modo l'uranio abbia inquinato le falde acquifere e di conseguenza quanto possa essere in grado di contaminare gli essere umani attraverso la catena alimentare.

9 Conclusioni

Lo scopo di questo breve lavoro è quello di illustrare in modo scientifico, anche se molto approssimato, il problema dei possibili effetti dell'uso di armi contenenti uranio impoverito durante la recente aggressione della NATO alla Jugoslavia. Dallo studio della letteratura si deduce che il DU presenta tossicità sia chimica che radiologica. L'organismo umano è in grado di eliminare una grande frazione del DU ingerito o inalato, ma quello che non viene eliminato subito è destinato a rimanere praticamente per tutta la vita, incapsulato prevalentemente nelle ossa. La pericolosità del DU è nota all'esercito statunitense da oltre 20 anni, e pur tuttavia questo materiale che viene classificato all'inizio del ciclo produttivo come "scorie nucleari", quando è trasformato in proiettile diventa ufficialmente un "armamento convenzionale". Un esame delle procedure per la gestione e lo smaltimento delle scorie radioattive adottate dal Ministero della Difesa Britannico, pubblicato dal Dipartimento per l'Ambiente nel dicembre 1997, mostra come le precauzioni adottate dagli specialisti siano molto serie. Secondo il rapporto del Comitato Consultivo per la Gestione dello Smaltimento delle Scorie, per evitare la contaminazione al poligono di tiro Eskmeals, sulla costa della Cumbria, i proiettili rivestiti con DU devono essere sparati all'interno di uno speciale tunnel munito di un sistema di filtraggio, e lavati con acqua ad alta pressione. *"I residui del lavaggio sono poi trasferiti in cisterne di raccolta e quindi definitivamente smaltiti in fusti di cemento a Drigg"*. Se il proiettile è conficcato in una corazza, è l'intera corazza ad essere inviata a Drigg per lo smaltimento. Le autorità britanniche sono talmente preoccupate dei rischi per la salute derivanti dalle testate al DU che al poligono di Eskmeals esiste un laboratorio medico di monitoraggio permanente del personale militare. In un lavoro del marzo 1998 di Dan Fahey (Veteran for Peace e Commander of Veterans of Foreign Wars) si legge: *"Molti veterani della guerra del Golfo e le loro famiglie mostrano attualmente i sintomi da avvelenamento da uranio impoverito, compresi: problemi ai reni e al fegato, disfunzioni al sistema immunitario e problemi nell'apparato riproduttivo. Gli effetti a lungo termine del DU, compresi i carcinomi, potrebbero non essersi manifestati ancora"*.[19] Non avendo ancora avuto conoscenza di casi acuti di intossicazione da DU, possiamo concludere che il vero rischio da radiazioni nasce proprio dalle microdosi di radiazione, quelle che non sono in grado di uccidere la cellula o l'organismo ma che sono in grado di innescare piano piano la comparsa di tumori. Abbiamo stimato anche il numero dei potenziali casi di carcinomi fatali riscontrabili nei prossimi 50 anni nella popolazione jugoslava esposta. Fintanto che i residui di DU resteranno sul posto e verranno utilizzati, essi potranno sempre entrare nella catena alimentare umana o ritornare in sospensione come aerosol. La presenza di numerosi pezzi di proiettile nelle zone abitate e coltivate, a causa della forte reazione che il metallo di uranio ha con l'aria, esporrà probabilmente la popolazione a una dose equivalente annua aggiuntiva di gran lunga maggiore del fondo naturale. Il metallo si ossida e si polverizza e quindi entra facilmente nella catena alimentare. Anche se l'attività in gioco è contenuta, il rischio di cancerogenesi è potenzialmente elevato per determinate fette della popolazione, ed in particolare per i bambini. Dagli elementi raccolti, sembra che l'esercito italiano non sia dotato di armamenti che utilizzano DU,[20] anche se risultano vendite di quantitativi di DU all'Italia da parte degli Stati Uniti.

Sull'argomento dell'uranio impoverito, si veda anche ad esempio l'articolo di Marco Durante, http://yugowar.na.infn.it/nostridocumenti/durante.html

[19]Swords to Plowshares, Inc.; National Gulf War Resource Center, Inc.; Military Toxics Projects, Inc.: *"Depleted Uranium (DU) Exposures"*, 2 marzo 1998, autore: Dan Fahey. http://www.rama-usa.org/duplow.htm

[20]M.Brutti, sottosegretario alla Difesa: risposta alla interpellanza parlamentare dei Verdi sulle armi all'uranio. http://www.verdi.it/kosovo

Appendice 1

Tabella A1: Esportazioni di DU dagli Stati Uniti, 1998
2844.30.2060: URANIUM COMPOUNDS DEPLETED IN U^{235}, NESOI
U.S. Domestic Exports: December 1998 and 1998 Year–to–Date (FAS Value, in Thousands of Dollars)
Units of Quantity: Kilograms

	Dec 1998		1998 YTD	
Country	Quantity	Value	Quantity	Value
WORLD TOTAL	1,218	19	41,674	1.806
Australia	—	—	114	31
Canada	100	7	3,419	87
Denmark	—	—	43	4
Italy	—	—	1,057	70
Korea, Republic of	—	—	927	14
Netherlands	559	6	8,002	86
New Zealand	—	—	5	4
Spain	—	—	69	15
Sweden	559	6	3,535	38
United Kingdom	—	—	24,503	1,457

Tabella A2: Esportazioni di DU dagli Stati Uniti, 1999, fino a Marzo
2844.30.2060: URANIUM COMPOUNDS DEPLETED IN U^{235}, NESOI
U.S. Domestic Exports: March 1999 and 1999 Year–to–Date (FAS Value, in Thousands of Dollars)
Units of Quantity: Kilograms

	Mar 1999		1999 YTD	
Country	Quantity	Value	Quantity	Value
WORLD TOTAL	1,314	22	3,340	59
Canada	12	8	315	16
Italy	—	—	233	13
Netherlands	—	—	931	10
Sweden	1,302	14	1,861	20

Appendice 2 — Unità di misura

Le unità di misura in campo radiologico hanno subito un decennio fa una trasformazione per adeguarle al Sistema Internazionale di unità di misura. Riportiamo qui le unità correnti confrontandole con quelle vecchie, peraltro tuttora ancora in uso nella prassi, anche se formalmente vietate.

Grandezza	Nuova unità		Definizione	Vecchia unità		Fattore di conversione
Attività	Becquerel	Bq	1 Bq = 1 disintegr/sec	Curie[a]	Ci	1 Ci = $3,7 \cdot 10^{10}$ Bq
Dose	Grey	Gy	1 Gy = 1 Joule/kg	Rad	rad	1 Gy = 100 rad
Equivalente di dose assorbita	Sievert	Sv	1 Sv = 1 Joule/kg	Rem	rem	1 Sv = 100 rem

[a] Per motivi storici il Ci è stato definito come l'attività di un grammo di Ra^{226}.

Una svolta epocale e un'ipoteca sul futuro

Angelo Baracca[1]

Dipartimento di Fisica, Università di Firenze

La guerra nei Balcani costituisce una svolta epocale, che ci pone di fronte a problemi nuovi e ci induce a rivedere molte delle analisi che avevamo sviluppato nei decenni passati. I capisaldi sui quali si era cercato di costituire un ordine nei rapporti internazionali, di risolvere le controversie senza l'uso della forza e di evitare il ripetersi degli orrori della seconda guerra mondiale, sono stati completamente stravolti, mentre la NATO subisce ufficialmente una "mutazione genetica", trasformandosi da alleanza "difensiva" in sistema deputato a difendere "gli interessi" dei paesi membri — ossia in primo luogo degli USA — ovunque nel mondo. Siamo di fronte ad una svolta di portata forse superiore a quella del 1989, o forse all'esito ultimo (per ora!) di quella, del mondo unipolare che ci ha lasciato. È aperta la strada alla "logica del più forte", col ricorso arbitrario a qualunque mezzo, al di fuori di qualsiasi norma, nazionale o internazionale. Si tenga presente, tra l'altro, che l'avvio di un pur timido processo di disarmo nel quadro di accordi internazionali all'inizio di questo decennio è entrato prima in una fase di stallo[2] ed ha poi mostrato chiari segni di inversione: il bilancio degli USA per la difesa sta crescendo in maniera preoccupante, e la messa a punto di nuove armi estremamente sofisticate procede ad un ritmo parossistico.

Le conseguenze di questo nuovo ordine di cose sono difficili da valutare in tutta la loro portata. Nell'ex–Jugoslavia siamo di fronte ad innegabili crimini contro l'umanità e distruzioni di massa, commesse dai vincitori e pertanto difficili da giudicare da parte di un'autorità giuridica internazionale.[3] Non è certo la prima volta: la spedizione in Iraq ha costituito il banco di prova, anche se dietro un simulacro di mandato dell'ONU. Non è forse un crimine contro l'umanità il milione e mezzo di vittime civili, in gran parte bambini, provocate dall'embargo ?

Con queste affermazioni non si vogliono certo sottovalutare i crimini commessi dal

---

[1] BARACCA@fi.infn.it

[2] Vale la pena di osservare la totale disinformazione su questi temi alimentata da parte dei cosiddetti mezzi "di informazione", i quali hanno accreditato la convinzione che ormai gli arsenali nucleari non costituiscono più alcuna minaccia !

[3] È opportuno ricordare che, parallelamente all'incriminazione di Milosevic da parte della Corte dell'Aia, il Governo della Repubblica Jugoslava ha anch'essa presentato il 10 maggio una denuncia alla stessa Corte contro 10 stati membri della NATO (v. http://www.icj-cij.org/icjwww/idocket/iyall_cr/iyall_icr9914_199990510 html).

regime di Milosevic, ma il mio scopo è di valutare le conseguenze del nuovo regime dei rapporti mondiale che emerge dall'attacco alla Serbia e dal vertice della NATO di aprile.

1 Distruzioni di massa

Verso la metà di questo secolo l'umanità ha messo a punto mezzi di potenza e capacità distruttive assolutamente nuove, dotati di conseguenze micidiali sulle popolazioni civili e sulle generazioni future. Fino al 1989 l'uso di questi strumenti di distruzione di massa è stato a lungo limitato sostanzialmente dal (vero o presunto) equilibrio tra i due blocchi. È comunque opportuno ricordare sempre Hiroshima e Nagasaki (anche se vi sono stati bombardamenti convenzionali di città che hanno fatto un numero maggiore di vittime), nonché l'uso di aggressivi chimici letali in più occasioni (e anche da parte degli Italiani in Etiopia). Questa situazione condusse il movimento pacifista e gli esperti di armamenti a mantenere una distinzione fondamentale tra armi "convenzionali" e armi "di distruzione di massa". Ebbene, è mia convinzione che i drammatici eventi che stiamo vivendo tolgano validità a questa distinzione. Credo che dobbiamo ormai considerare un nuovo concetto: **la guerra condotta con armi sempre più sofisticate contro le strutture civili di un paese tecnologicamente sviluppato diviene automaticamente guerra di distruzione di massa e crimine contro l'umanità**. Quanto alla classificazione di paese tecnologicamente sviluppato, voglio far notare che ormai produzioni potenzialmente dannose esistono in tutti i paesi del mondo. L'ambiente è soggetto a modificazioni di portata inaudita e non facile da appurare, per di più permanenti, e le conseguenze si estendono senza scampo alle generazioni future: se questi metodi di guerra si manterranno, neanche i paesi attaccanti saranno risparmiati, come del resto dimostra la "Sindrome del Golfo" a cui sono soggetti più di 80.000 veterani americani e i loro figli ! Se negli anni Sessanta si riuscì ad ottenere la messa al bando dei test nucleari nell'atmosfera, oggi è la guerra stessa, condotta con questi mezzi, che deve essere messa al bando: per quanto un simile obiettivo possa sembrare illusorio, è il solo che possa realisticamente risparmiarci queste conseguenze.

2 Il precedente dell'Iraq

La guerra del Golfo costituì indubbiamente un primo banco di prova. Rispetto alla situazione attuale è opportuno ricordare che, per lo meno, i Kuwaitiani avevano l'ONU dietro di loro, con la richiesta di risarcimento per una decina di danni (morti, feriti, effetti cronici alla salute, ambiente, danni alla proprietà, ecc.), senza che dovessero dimostrare le responsabilità degli Iracheni: il computo dei danni rimane comunque complesso e pieno di incertezze. Nel caso del Kosovo diverrà praticamente impossibile ricostruire le responsabilità delle tre parti in causa, tutte responsabili di enormi distruzioni. Da questo punto di vista la situazione dell'Iraq risulta purtroppo molto più istruttiva, anche per gli aspetti allarmanti tutt'ora avvolti nel mistero. Dal documentario "La Sindrome del Golfo" del regista D'Onofrio e da molte testimonianze si ricava la netta impressione che si sia svolta una vera e propria guerra chimica, e che gli americani stessi abbiano fatto uso di aggressivi chimici. Quando le loro truppe avanzavano nel deserto, pare certo che attorno ai cadaveri della colonna irachena annientata non vi fossero mosche ed anzi che molti di questi morti mostrassero i segni inconfondibili degli aggressivi chimici. Si è parlato del fatto che gli americani avessero colpito depositi iracheni di armi chimiche quando i venti soffiavano verso sud; così come l'insieme di questo fatto, di altre fabbriche chimiche colpite e degli effetti dei proiettili all'uranio e di altre armi sofisticate può avere creato un "cocktail" dagli effetti biologici ed ambientali micidiali: ma gli effetti che ricordavo sembrano piuttosto mostrare l'uso diretto di aggressivi chimici, tenuto rigorosamente nascosto all'opinione pubblica. La "Sindrome del Golfo", a mio avviso, sembra derivare da questo, più che dal solo uranio impoverito, come argomenterò più oltre.

3 Ambiente e risorse distrutte in Serbia e Kosovo

Se ritorniamo alla Jugoslavia, credo che la prima questione che dobbiamo discutere è che anche lì vi è stata una vera e propria guerra chimica e nucleare. E non lo affermo certo perché lo ha detto il 29 aprile anche il Ministro Serbo all'Ambiente Branislav Brazic. Si continua a parlare del ritorno dei kosovari alla loro terra: ma a parte il fatto che essa è praticamente terra bruciata (è probabile che i grandi gruppi economici abbiano già i piani per i lauti affari della ricostruzione, come avvenne in Kuwait[4]), non credo che l'ambiente in cui dovranno vivere sarà dei più salubri per loro e per i loro discendenti, come non lo sarà neppure per le truppe di interposizione ! Ed è bene accomunare ai kosovari la popolazione serba, soggetta anch'essa ad attacchi con mezzi ed effetti di distruzione di massa, che probabilmente non hanno risparmiato neppure i paesi limitrofi: si è cercato di radere letteralmente al suolo la Serbia, annientando tutte le sue risorse e riportandola ad un livello di sviluppo antecedente al 1945!

Nel capitolo a ciò dedicato sono state analizzate ampiamente le conseguenze devastanti che possono derivare dai bombardamenti degli impianti chimici: sembra che la sorte abbia voluto risparmiare conseguenze che avrebbero potuto essere anche più gravi, come ad esempio se il bombardamento fosse avvenuto nei primi giorni, prima che molte produzioni fossero state saggiamente depotenziate.

A questi effetti bisogna purtroppo sommarne molti altri, come le enormi macchie di petrolio che hanno distrutto ogni forma di vita nel Danubio e potrebbero avere conseguenze gravissime per il Mar Nero e per i paesi che ad esso si affacciano. Non è facile sapere quali sostanze micidiali possano essere contenute nelle nuove armi sofisticate e segrete: siamo stati informati, seppure in termini generici, delle **bombe alla grafite**. A parte gli effetti di distruzione di massa che possono avere i tagli delle forniture di energia elettrica, denunciati ripetutamente dai medici degli ospedali serbi, peraltro colpiti direttamente in più occasioni, gli interrogativi sui movimenti di queste nubi di polvere di grafite e sui loro effetti sono inquietanti. D'altra parte, le **bombe a grappolo** sono da classificare come armi di distruzione di massa, messe al bando nel quadro della Convenzione sulle Mine. Secondo la dichiarazione già richiamata del Ministro serbo all'Ambiente, anche il famigerato "Agente Orange" sarebbe stato utilizzato in Jugoslavia !

[4]Del resto, il Presidente del Consiglio Massimo D'Alema lo ha dichiarato apertamente il 7 maggio nella trasmissione televisiva "Italia–Maastricht".

4 La radioattività

Per quanto riguarda poi il problema della radioattività, gli aspetti allarmanti sono più d'uno. Quello più noto è costituito dai proiettili all'uranio impoverito. Malgrado le informazioni reperibili su internet, credo che molti aspetti siano tutt'ora poco chiari. È possibile che gli effetti biologici dell'uranio impoverito vengano sopravvalutati: in particolare sembra improbabile che l'esposizione radioattiva da esso prodotta possa essere responsabile di effetti del tipo di quelli da "Sindrome del Golfo", dovuta a mio avviso agli agenti chimici come più sopra ricordavo, agenti che che potrebbero essere stati usati anche in Jugoslavia. Ridimensionare gli effetti dell'uranio non deve indurre a fraintendere: da un lato si richiama l'attenzione su rischi che possono essere più gravi; dall'altro, comunque, la contaminazione ambientale prodotta dall'uranio rimane un effetto certamente molto grave e persistente, anche se non facile da valutare in termini precisi.

Nelle settimane passate è stato denunciato anche il rischio che il centro di ricerche nucleari di Vinca, presso Belgrado, potesse venire bombardato. Questa evenienza avrebbe avuto conseguenze più gravi dei proiettili all'uranio. A Vinca il reattore è spento da 15 anni, ma è stata denunciata la presenza di uranio arricchito, e probabilmente di combustibile irradiato del reattore: quest'ultimo, anche dopo 15 anni, conterrebbe radioisotopi a lunga vita estremamente pericolosi,[5] qualcosa di veramente analogo a Chernobyl ! Nelle prime settimane dei bombardamenti qualcuno ha anche adombrato il pericolo che la Serbia, pur non disponendo di testate nucleari, potesse decidere ad esempio di lanciare combustibile nucleare irradiato con un esplosivo convenzionale: l'esplosione non avrebbe avuto gli effetti distruttivi termici e meccanici di un'esplosione nucleare, ma ne avrebbe simulato gli effetti radioattivi. Fortunatamente tale evenienza sembra scongiurata, ma è un rischio da tenere presente in futuri conflitti con queste caratteristiche. Un conflitto "nucleare" può assumere diverse forme.

5 Verso uno "squilibrio del terrore" ?

"Last but not least", credo che non sia fuor di luogo considerare anche i rischi di un conflitto nucleare in piena regola: un rischio forse più concreto oggi che ai tempi della guerra fredda ! Il processo di disarmo avviato nei primi anni '90 si era arenato e non era comunque stato accompagnato neppure da una revisione delle dottrine nucleari. Stati Uniti, Francia e Gran Bretagna contemplano ancora l'eventualià del "primo uso" e del "lancio su allarme": gli USA prevedono una risposta nucleare alla minaccia di armi chimiche e biologiche e mantengono le 6.000 testate previste dal trattato SALT I in stato di allerta. Il "Nuovo Concetto Strategico", adottato al vertice NATO del 26 aprile, ha lasciato in sostanza inalterata questa dottrina: le armi nucleari strategiche rimangono "le supreme garanti della sicurezza", anche se il loro uso è visto ora come "estremamente remoto", anziché "piuttosto remoto".

---

[5]La fissione dell'uranio nel processo a catena produce nuclei più leggeri, per lo più altamente instabili e dotati di altissima radioattività: alcuni sono di breve vita (come il famoso iodio 131, che si deposita nella tiroide, ma sarebbe praticamente scomparso dal combustibile irradiato di Vinca), ed altri hanno una vita media molto più lunga (ad esempio i radioisotopi del cesio e del potassio, che si depositano nelle ossa).

La guerra nei Balcani riporta il rischio nucleare alla ribalta. L'occidente sottovaluta i sentimenti che si diffondono in Russia. Con l'allargamento della NATO, che fu la premessa di questo intervento, la Russia si sente umiliata, assediata, aggredita: "il prossimo obiettivo saremo noi", e qualcuno aggiunge "meglio affrontare la NATO ora che più tardi". Vi è stato un susseguirsi di dichiarazioni sull'intenzione, o la necessità, per la Russia di rivedere la propria dottrina strategica e di ripristinare un arsenale nucleare offensivo ed efficiente. Il 9 aprile il portavoce della *Duma* ha riferito l'ordine di Eltsin di puntare le testate nucleari sui paesi aggressori della Jugoslavia: la notizia non è stata confermata, ma si accumulano gli indizi preoccupanti.

Dopo il vertice della NATO, il Ministro della Difesa Sergeyev affermò che la Russia avrebbe rivisto la propria dottrina militare in risposta al "Nuovo Concetto Strategico", e che l'eventuale allargamento della NATO ai Paesi Baltici porterebbe "una seria minaccia, anche militare, alla Russia". Il 29 aprile il Consiglio di Sicurezza russo ha discusso del mantenimento delle forze nucleari strategiche al massimo livello, esprimendo l'esigenza di mantenere ed ammodernare l'arsenale nucleare, malgrado le difficoltà economiche del paese. La scorsa primavera la Russia ha condotto cinque test nucleari sub–critici (che non violavano quindi i trattati) destinati all'ammodernamento delle vecchie testate. È ormai chiaro che la Russia non ratificherà il trattato SALT II. Autorevoli esponenti hanno affermato che la Russia dovrebbe ammettere "il diritto di lanciare un primo colpo nucleare, o un attacco preventivo". Il *Washington Post* [6] ha riportato il progetto di ridispiegare migliaia di testate tattiche o a corto raggio, che erano state rimosse unilateralmente nei primi anni '90: W. Potter, direttore del Center for Nonproliferation Studies, valuta il loro numero in 7.740.

Le preoccupazioni non si limitano alla Russia. L'Ucraina aveva consegnato alla Russia tutte le testate che erano sul suo territorio, ma dopo l'attacco alla Jugoslavia il Parlamento ha votato all'unanimità l'intenzione (per quanto possa essere velleitaria) di ridispiegare armi nucleari. Il Presidente della Bielorussia, Lukashenka, ha anch'egli dichiarato che la restituzione delle testate alla Russia fu un errore.

Da parte loro, gli Stati Uniti soffiano sul fuoco: con più di 33 miliardi di dollari annui spesi nel settore nucleare stanno sostituendo le testate con tipi più efficienti, mantenendo il numero nei limiti dei trattati (il laboratorio Nazionale di Los Alamos produrrà 80 nuove testate all'anno); e in Jugoslavia hanno sperimentato sofisticati bombardieri strategici e missili da crociera atti a lanciare testate nucleari. È previsto un notevole aumento delle spese militari, in parte per realizzare armi di nuova generazione, dopo che questa guerra ha consentito di smaltire quelle che non vengono più prodotte (tra cui l'aereo C–5, il bombardiere B–2, il missile Tomahawk, l'A–10 Thunderbolt, l'F–117 Stealth). Sembra un "Piano Marshall" per l'industria degli armamenti ! Procede anche il progetto di realizzare lo "scudo spaziale", sia pure limitato, che la Russia accusa di violare il Trattato ABM. E la CIA lancia un allarme: "per l'anno 2015 tutti i paesi potranno disporre di missili balistici";[7] anche se ormai vi sono modi molto più efficienti di lanciare un attacco nucleare, come il lancio offshore di missili cruise. Documenti segreti trapelati denunciano un accordo della Cina con l'americana Motorola per per realizzare un lanciatore di satelliti per telecomunicazioni che potrebbe essere convertito in un vettore per testate nucleari

[6] 30.4.99.
[7] "Jane, Defence Weekly", 5 maggio 1999, p. 8.

multiple.[8] Inoltre, è opportuno ricordare che delle 20–30 testate nucleari ancora presenti sul territorio italiano, alcune non sono NATO, ma direttamente americane !

Un editoriale del *Washington Post* [9] descriveva questa situazione come una "ricetta per il disastro": un "circolo vizioso" in cui gli USA mantengono metà delle 6.000 testate in stato di allerta, costringendo il provato sistema di controllo sovietico a mantenere pronto il più alto numero possibile di testate. Non più tardi del gennaio 1995 i sistemi di allarme russi confusero un razzo sperimentale lanciato dalla costa norvegese con un Trident: la ritorsione nucleare venne arrestata proprio negli ultimi istanti. Senza contare le preoccupazioni sull'affidabilità dei depositi russi che custodiscono ben 1.350 tonnelate metriche di plutonio ed uranio altamente arricchito.

Riprendono i rischi di proliferazione incontrollabile. La Cina potrebbe rivedere la scelta del "no first use" e rafforzare la propia potenza deterrente.[10] Pochi giorni prima del conflitto fra l'India e il Pakistan, la prima aveva riaffermato l'intenzione di sviluppare una deterrenza nucleare strategica (pur dichiarando il "no first use"), mentre si era saputo che il Pakistan avrebbe munito la sua flotta di capacità nucleare, ed ha poi dichiarato di non escludere l'uso di nessuna delle armi di cui dispone. Il Sud Africa, l'Algeria e la Mongolia hanno condannato il "Nuovo Concetto Strategico" della NATO, mentre l'Egitto ha criticato la forza nucleare europea basata sulla "deterrenza concertata", che fornisce a paesi non nucleari testate ed addestramento dagli USA: la NATO risponde che il controllo effettivo delle testate verrebbe trasferito solo in caso di guerra, cioè quando il Trattato di Non Proliferazione cessa di valere. Ma questa "guerra umanitaria" non è stata dichiarata !

Il numero di paesi ansiosi di dotarsi di armi nucleari aumenta.[11] Si va verso una situazione in cui il ricorso all'arma nucleare è considerato un'opportunità reale, il solo modo per scoraggiare i potenziali aggressori.

Ma si riaccende il rischio relativo a tutte le armi di distruzione di massa. Il già citato William Potter denuncia[12] "l'assedio" a tutti i trattati che limitano la produzione e l'uso non solo della armi nucleari, ma anche di quelle chimiche e biologiche. La Convenzione sulle Armi Chimiche fu firmata nel 1997 e ratificata da 120 paesi, ma gli Stati Uniti sono in stato di violazione, non avendo emanato la legislazione applicativa e il regolamento per l'ispezione delle industrie chimiche (motivo per cui anche la Germania e il Giappone stanno ostacolando le verifiche). Similmente, la Convenzione sulle Armi Biologiche del 1972 è ad un bivio, poiché mancano i provvedimenti per le verifiche, mentre le trattative a Ginevra languono nel disinteresse di tutti.

6 Ritorna il pericolo della guerra nucleare per errore !

Quanto ai rischi di allarme nucleare per errore, essi sono stati ripetutamente denunciati negli anni passati. Non più tardi del 1995 i sistemi di allarme russi confusero un razzo

[8] *Associated Press*, 21.5.99.

[9] 25.5.99.

[10] *Washington Post*, 16.5.99.

[11] Dopo il Pakistan, e col suo aiuto, la Turchia sta sviluppando questo progetto.

[12] *Washington Post*, 27.5.99.

sperimentale lanciato dalle coste norvegesi con un Trident: il conto alla rovescia arrivò ad attivare la "valigetta" di Eltsin e la ritorsione nucleare fu arrestata negli ultimi istanti !

Tali rischi sono aggravati in particolare dal problema noto come "millennium bug" o "Y2K problem" (year 2.000): il fatto cioè che il sistema di datazione con le sole ultime due cifre dell'anno possa far confondere il 1 gennaio del 2.000 con l'anno 1.900, mandando in tilt i sistemi informatici che non siano stati corretti in tempo: purtroppo la correzione è assai complessa e problematica, perché questo inconveniente è nascosto nei più reconditi ed inaspettati meandri sia del software che dell'hardware, e molte ditte costruttrici sono addirittura scomparse. Il problema è presente anche in Russia. La cosa più saggia sarebbe che Stati Uniti e Russia concordassero di disattivare i rispettivi sistemi di allarme: ma con l'aria che tira ...!

Appello per la ricostruzione del diritto e della democrazia internazionale dopo la guerra

Raniero La Valle, Sergio Garavini, Mimmo Gallo, Gianni Ferrara, Antonia Sani, Ambretta Rampelli, Tommaso Fulfaro, Ettore Zerbino, Nicola Cipolla, Ercole Ongaro, Francesco Comina, Daniele Dubini, padre Meo Elia, e Massimo Rossi

Pace e Diritti, Roma[1]

La guerra combattuta nei Balcani, che lascia aperta una crisi gravissima nel cuore dell'Europa, dopo aver mancato il suo obiettivo di evitare una catastrofe umanitaria e di salvare il Kosovo, introduce un nuovo scenario che rimette in gioco i rapporti tra i grandi poteri mondiali e lo stesso ordine giuridico internazionale che ha regolato la storia del mondo nella seconda metà di questo secolo.

Il fatto che per giocare questa partita, dopo la caduta del muro di Berlino, sia stata richiamata in servizio la guerra, già bandita dal diritto internazionale, e ora ammodernata con nuove armi e gestita da nuovi soggetti interstatuali sottratti al controllo democratico e alle regole del diritto, apre una fase di estremo pericolo e di imprevedibili dolori per ogni singolo paese e per l'intera comunità internazionale.

Come è stato osservato in sede analitica, la guerra appena conclusa ha voluto essere una "guerra costituente": operando infatti una rimozione e una rottura 'rivoluzionaria' del vecchio ordinamento, si è proposta come fondativa del nuovo.

Di fatto, essa si è iniziata e dispiegata in violazione sia del diritto internazionale generale e delle competenze riservate in via esclusiva alle Nazioni Unite, sia del diritto interno degli Stati Uniti e delle leggi che regolano in materia di guerra i rapporti tra Presidente e Congresso, sia della Costituzione italiana che ripudia la guerra e attribuisce al Parlamento e al Presidente della Repubblica il potere di deliberare e dichiarare lo stato di guerra in cui il Paese venga suo malgrado a trovarsi.

Si tratta di una illegittimità insanabile in radice, ma che proprio perciò tende a instaurare una nuova legittimità: la sostituzione della NATO all'ONU in tutta l'area euro–asiatica, il diritto di intervento degli Stati Uniti per la difesa dei propri interessi vitali in

[1] pacedifesa@mclink.it

ogni parte del mondo, il diritto di "ingerenza umanitaria", il diritto di guerra non solo degli stati, ma di nuovi pretesi soggetti sovrani, come la NATO, dimostratasi peraltro capace di iniziare una guerra ma non in grado di concluderla.

La nuova legittimità non configura tuttavia una rivoluzione mirante a conquiste più avanzate, bensì è una restaurazione e anzi una reazione a conquiste già realizzate. Essa comporta infatti il ripristino di tre pilastri del vecchio ordine, conclusosi nel Novecento con le tragedie dei totalitarismi, della seconda guerra mondiale e del genocidio nazista degli ebrei: la guerra, la dottrina della sovranità e l'ideologia della diseguaglianza.

La guerra che, senza distinzione tra difensiva e offensiva, era stata per secoli legittimata come il potere del Re e degli stati sovrani di farsi giustizia da sé, viene oggi ripristinata come giurisdizione e punizione dei forti contro i deboli; la sovranità, che era stata costruita come esercizio di un potere non vincolato dalle leggi e indipendente, e anzi superiore ad ogni altro potere, viene oggi riproposta come rivendicazione di una sovranità universale in capo a un'unica grande potenza abilitata a dirigere e a pacificare un mondo indocile e globalizzato, senza i "lacci e lacciuoli" delle procedure dell'ONU; l'ideologia della diseguaglianza, che fin dall'antichità classica aveva generato il dualismo di signori e servi, liberi e schiavi, nazioni civilizzate e barbari, razze superiori e inferiori, caste e fuori casta, sessi dominanti e dominati, viene oggi riproposta nelle forme di una ristrutturazione piramidale e gerarchica della società e di una disparità di diritti reinterpretati come variabili del mercato, nonché delle forme di un direttorio politico–militare di 8 o di 19 paesi tra i più ricchi e potenti del Nord del mondo, che si arrogano l'autorità universale e i poteri appartenenti all'intera comunità dei 185 paesi membri delle Nazioni Unite.

È per l'esperienza dei tragici esiti di un ordine così fondato che l'umanità, assumendosi un ruolo costituente, decise, dopo la notte del nazismo e della shoà, di mettere fuori legge la guerra, di ricondurre le sovranità alla regola del diritto e ai limiti dettati dall'interdipendenza e dalla appartenenza a un'unica comunità democratica delle nazioni, e di negare la disuguaglianza promuovendo un ordinamento basato sull'eguaglianza e la dignità di tutte le persone e delle "nazioni grandi e piccole". Ignorare o rovesciare queste conquiste, già messe a dura prova per quattro decenni dalla sfida tra i blocchi, dalla guerra fredda e dalla minaccia nucleare, significherebbe ora non solo liquidare l'ONU e ridurla a una ONG caritativa, ma anche rovesciare questo ordinamento nel quale gli stessi diritti umani sussistono e sul quale tutte le nostre libertà e i nostri diritti politici, civili, economici, sociali e culturali hanno il loro fondamento e trovano la loro sanzione.

Ciò è in particolare contro lo spirito dell'Europa e le lezioni della sua storia. Le vicende di questi mesi dimostrano che i paesi europei, e prima di tutto l'Italia, pur enunciando valutazioni ed intenzioni diverse, ai massimi livelli di governo, sulle motivazioni e la condotta della guerra, si sono trovati prigionieri di un meccanismo che non permette più nessuna autonomia di decisione, pur essendo in gioco vitali interessi nazionali. Riguadagnare questa autonomia non può essere il frutto di una decisione istantanea, di un atto volontaristico e velleitario, ma richiede una determinazione e una preparazione di lunga lena nelle opinioni pubbliche, nelle forze politiche e nei Parlamenti, a cominciare da una riflessione critica e da un voto sui "nuovi orientamenti" adottati dal Consiglio atlantico, con la procedura del "silenzio–assenso", nel vertice del 25 aprile a Washington. Tuttavia, al di là dei condizionamenti strutturali c'è anche una percezione erronea degli interessi nazionali, soprattutto sul piano economico e competitivo, che porta a condividere ogni scelta dell'Alleanza, anche sbagliata, per adempiere all'esigenza considerata prioritaria di appartenere al club dei privilegiati del mondo diseguale, e di restare comunque nel campo dei vincitori. Ma al di là di ogni considerazione giuridica ed etica, ciò può rivelarsi assai miope in un periodo meno breve; e in particolare per l'Italia contraddice il suo ruolo nel Sud Europa e nel Mediterraneo, come ponte e sponda per i popoli, le culture, le religioni del Sud del mondo, nei cui confronti è urgente approntare non un minaccioso e illusorio "modello di difesa", ma un modello di intesa, di cooperazione e di pacifica, interdipendente sicurezza.

Perciò noi pensiamo che come la penultima, così quest'ultima guerra europea, sia nella pretesa di realizzare degli stati monoetnici, degenerata negli orrori della repressione serba e della pulizia etnica, sia nella pretesa di contrastarli con i bombardamenti, divenuti essi stessi causa della distruzione di tutto ciò che si voleva tutelare, abbia mostrato l'irrazionalità della guerra e delle politiche di guerra, di diseguaglianza e di dominio, e imponga che si riapra e intraprenda una tutt'altra strada. Tanto più che la conclusione della guerra ha dimostrato che il disegno di onnipotenza non ha prevalso, e che la parità è tutt'altro che perduta, poiché la NATO per uscirne ha dovuto negoziare con la Russia, tenere conto delle posizioni europee e rimettere le cose nelle mani dell'ONU.

La risposta non può essere che quella di una grande ripresa della lotta per la democrazia e per il diritto. Come nel 1945 questa risposta fu universale, e poi nazionale, così anche oggi questa risposta non può che essere internazionale ed europea, perché è ormai su questo piano che si giocano le sorti della democrazia e del diritto, e solo se si salva e si costituisce la democrazia internazionale, se si rinnova e potenzia l'ONU, se si dota l'Europa di una Costituzione non solo garante dei suoi cittadini, ma aperta ai nuovi popoli e garante per tutti, si può salvare e rilanciare la democrazia in ogni paese.

Perciò noi lanciamo un triplice appello:

1. Ai comitati contro la guerra o per la cessazione dei bombardamenti, ai cittadini, alle associazioni, ai movimenti, alle Chiese, alle comunità, alle organizzazioni di base, ai centri sociali che condividono questa urgenza, rivolgiamo l'invito a costituire dei Comitati per la democrazia internazionale. Come nel 1994 Giuseppe Dossetti lanciò l'idea della creazione in ogni regione, città, quartiere, luogo di lavoro, di Comitati per la Costituzione, così ora noi sentiamo ora l'esigenza, per una necessità ancora più stringente e di ambito più adeguato, che sorgano ovunque Comitati per la Democrazia Internazionale i quali, facendo salve le specificità e l'autonomia organizzativa di ciascuno, e senza caratteristiche di partito, agisca in forma e con impatto politico, e non solo culturale ed etico, per concorrere, col pensiero e con l'azione, a instaurare un "ordinamento che promuova la giustizia e la pace tra le nazioni" e a salvare, come dice la Carta dell'ONU, "le future generazioni dal flagello della guerra" che più volte e in più luoghi "nel corso di questa generazione ha portato indicibili afflizioni all'umanità". In tali Comitati e Movimento, guardando al futuro e non trattenute da esperienza già vissute e già giudicate, potrebbero naturalmente riconoscersi le grandi tradizioni dell'internazionalismo proletario, dell'universalismo cristiano e del cosmopolitismo borghese, e potrebbero ricercarsi forme di cooperazione e di scambio con analoghe iniziative in altri paesi.

2. Alle maestre e ai maestri delle scuole elementari rivolgiamo l'invito a sentirsi investiti del compito di educare alla pace e al diritto i bambini fin dalla più tenera età, nelle forme pedagogicamente più appropriate, già praticate con successo in molte

straordinarie esperienze italiane. Se la cultura e la coscienza della pace e del diritto non si radicano fin da bambini, e in bambini pienamente assunti come soggetti secondo una delle più felici acquisizioni dell'ordinamento internazionale postbellico, sarà difficile rintracciarle poi nei giovani, anche informatizzati, e nelle generazioni adulte, come si comincia a vedere. A tale compito, decisivo per il futuro della Repubblica, i maestri devono prepararsi facendo essi stessi "movimento" tra loro, costituendosi in una grande comunità educativa, in rapporto con la società e le famiglie, nella quale scambiarsi nozioni ed esperienze e in cui far crescere la loro stessa statura di discepoli del diritto e della pace, perché nulla si può trasmettere che nello stesso tempo non sia imparato e fatto proprio. Questa stessa esigenza, e analoghe responsabilità, fanno appello a tutti gli insegnanti delle scuole di ogni ordine e grado.

3. Al movimento dei lavoratori e ai sindacati, chiediamo di riconoscere le nuove frontiere sulle quali si pone e si decide la stessa rivendicazione dei loro diritti. Non è per caso che la Repubblica che ripudia la guerra è la stessa che si dichiara "fondata sul lavoro"; non è per caso che la Carta dell'ONU che denuncia la guerra come flagello, fonda la sicurezza e la pace nel mondo sull'affermazione dell'eguaglianza dei diritti, sulla cooperazione internazionale per realizzare la piena occupazione e sulla promozione di un più alto tenore di vita e di condizioni di progresso e di sviluppo economico e sociale. La devastazione della base materiale della vita — ponti, fabbriche, centrali elettriche, acquedotti — causata dalla guerra, è la devastazione della vita stessa, e la distruzione degli strumenti e delle fonti del lavoro, che è l'opera della mente e delle mani dell'uomo, è la distruzione dell'uomo, non solo dei suoi mezzi di sussistenza. Un sistema che rimetta la guerra al centro dei rapporti internazionali, come possibilità sempre pronta all'esercizio, non potrebbe inoltre che riaprire la corsa agli armamenti, dirottare verso questa spese e volumi crescenti di risorse, e indurre i perdenti di oggi a investire in armi più costose e potenti, per poter resistere domani o addirittura, a propria volta, prevalere. "L'atomica dei poveri" ha purtroppo trovato nella guerra balcanica una convalida e un incentivo.

Il lavoro come fonte di diritti, la capacità di stabilire il nesso tra lavoro e diritti, il rapporto tra pace e lavoro appartengono alla grande tradizione della cultura operaia. E l'internazionalismo, benché appannato, non solo non è superato, ma è diventato l'orizzonte necessario di ogni cultura. Al movimento dei lavoratori e ai sindacati, si può chiedere di riprendere e dare nuovi sviluppi a tale cultura, e di metterla, come cultura non più di parte, al servizio della cultura di tutti, collocandosi al centro del grande dibattito pubblico che ha per oggetto il futuro comune. Sarebbe altrettanto importante che essi si assumessero come compito politico quello di preservare l'identità di tale cultura dalla omologazione alla cultura dominante veicolata dai mass media, anche attraverso la ricerca di nuovi strumenti informativi e di comunicazione autonomi, ma non chiusi e corporativi.

Nel rivolgere questi appelli siamo consapevoli che il compito non è facile. Ma siamo anche convinti che esso corrisponde alle più alte conquiste del secolo, e si pone in continuità con ciò che è stato sperato, preparato e voluto dalla grande maggioranza dei cittadini di questo paese e dell'intera Umanità.

Il ruolo dell'informazione

Fulvio Grimaldi

Un ponte per..., Roma[1]

In questo luogo, mi sento completamente un pesce fuor d'acqua, perché gli altri interventi fanno volare molto alto, mentre io sono proprio "terra terra". Sono uno scribacchino, non sono uno scienziato e non sono neanche un mediologo, ma soltanto uno che ha un'esperienza di scrittura onesta, circondato molto spesso da persone che invece di scrittura e comunicazione ne hanno fatto un uso non proprio onesto.

Ritengo che abbiamo avuto di fronte a noi, riguardo alla comunicazione, e all'informazione che è stata fatta su questa guerra, una situazione molto simile a quella del giro d'Italia: insomma se facessimo l'ematocrito a questi nostri giornalisti avremmo, altro che Pantani, forse un 58 o un 60. Abbiamo naturalmente le pubblicazioni marginali, non marginali per valore ma per distribuzione e per disomogeneità con i poteri, ossia *Liberazione*, *il Manifesto*, e poi qualche altra pubblicazione scientifica, tecnica o di esperti, come *Limes*, da cui si possono tirare fuori delle cose che non sono completamente omologate con il resto.

Ricordo in ogni caso una delle mie ultime esperienze con la RAI, prima di andar via: è stata un'inchiesta su Torino 2006. Ultimamente le Olimpiadi 2006 sono state assegnate a Torino. Ebbene, sono andato a fare un'inchiesta accompagnato da tutti coloro che si sono opposti a Torino 2006, cioè tutte le organizzazioni ambientaliste italiane, da quelle moderate a quelle radicali, i vari comitati locali, di tutti i tipi, e infine i vigili del fuoco, i quali avevano evidentemente qualcosa di molto importante da dire. Ma ho sentito anche gli altri: quelli del comitato pro–Olimpiadi. Ho fatto un'inchiesta che mi sembrava equilibrata, facendo parlare gli uni e gli altri ma non nascondendo il fatto che, comunque sia, oggettivamente quest'impresa sportiva avrebbe comportato un assalto alla montagna di proporzioni enormi e una grande volumetria di cemento, tra villaggi olimpici, tribune, piste, trampolini, eccetera. Tutto ciò in zone già densamente abitate, con scarsa e insufficiente viabilità, e soprattutto con pochissima acqua: il punto centrale delle obiezioni mi sembrava che fosse proprio la mancanza di acqua. L'acqua in Piemonte, sebbene peraltro sia ricchissimo di acqua per la presenza di ghiacciai, del Po, eccetera, manca perché la rete è fatiscente e i Vigili del Fuoco e la Protezione Civile mi hanno raccontato che moltissimi comuni sono alimentati addirittura con autobotti, come fossimo nello Yemen, come fossimo nel Sahara, perché non dispongono di acqua potabile. Mi hanno anche spiegato che con un carico ulteriore di consumo d'acqua, come sarebbe

[1] ponteper@tin.it

necessario per i cannoni da neve per le due settimane di Olimpiadi in un periodo dove peraltro nevica sempre di meno, sarebbe rimasto all'asciutto tutto il Piemonte. Allora c'erano questi dati oggettivi, e i progetti effettivi erano già approvati. Questa inchiesta non è mai passata ! Questa inchiesta non è mai passata perché avrebbe dato fastidio al signor Fiat, al signor Agnelli. Questa censura ha coinciso con la mia partenza dalla RAI.

Tutti i grandi giornali hanno esaltato, elogiato l'assegnazione delle Olimpiadi: "le Olimpiadi tornano in Italia", grande euforia, grande trionfo. Non c'è stato quasi nessuno, tranne *Liberazione* e *il Manifesto* (quest'ultimo molto di sfuggita), che hanno parlato della catastrofe ambientale, dell'impatto ambientale. Avendo questo tipo di remora, di scrupolo nei confronti di uno come Agnelli, figuriamoci come possiamo essere noi succubi e censori nei confronti di poteri come il governo innanzitutto, tutto il potere economico interessato a questa guerra, e nientemeno che l'Impero con i suoi aggregati britannico, tedesco, eccetera. Come avremmo potuto noi dare un'informazione, se abbiamo paura di dire "lì si disboscano 14 ettari, lì si taglia e si rovina il rifornimento idrico." Non ci sono più editori liberi, abbiamo una concentrazione dei mezzi di informazione sotto controlli monopolistici, da Murdoch a Agnelli, e altri che tutti quanti conosciamo. Come si possa ancora operare liberamente e criticamente è difficile immaginarlo.

Mi ricordo di un documentario della BBC, fatto da un personaggio che aveva degli scrupoli di coscienza, che ho visto un paio di anni fa. Dopo la guerra in Bosnia in RAI circolava questo documentario. Circolava tra gli inquieti, di nascosto: i tecnici erano più inquieti dei giornalisti, e me lo hanno fatto vedere. Il giornalista della BBC spiegava come non fosse possibile dire niente sulla Bosnia, e su nessun altro avvenimento di importanza mondiale, che fosse in disaccordo con la versione ufficiale diffusa dalle grandi agenzie e dai grandi network. Sul luogo di un avvenimento le grandi agenzie, i grandi network e i grandi giornali arrivano con un apparato, con una potenza economica e con una potenza numerica talmente importanti, e con mezzi finanziari talmente forti, da escludere qualsiasi possibilità che qualcun altro si possa inserire con una minima efficacia. Anche il genio che avesse afferrato un bandolo della matassa, avesse trovato uno scoop e fosse uscito fuori, una volta che questi qua avevano occupato il territorio come la NATO e avevano proiettato al mondo la loro versione uniforme, omologata e concorde, qualsiasi altra persona che avesse detto delle cose diverse, nonostante la mancanza di mezzi, nonostante non avesse il producer, il regista, l'uomo di contatto e l'uomo che organizza gli alberghi, avesse potuto tirare fuori qualche immagine contrastante, sarebbe stato liquidato, considerato pazzo e emarginato, e non sarebbe passata la sua notizia. Questo era un documentario di quattro anni fa sulla Bosnia.

Insomma questi signori, dopo il Vietnam mi pare che abbiano veramente imparato la lezione. Il Vietnam è andato a finire come conosciamo, cioè contro le intenzioni americane, perché non era stato ancora perfezionato il controllo su tutti i mezzi di informazione. Allora, quando questi hanno tentato il loro solito schema che è quello della criminalizzazione dell'avversario, del pretesto umanitario e della provocazione, c'erano ancora delle presenze anche abbastanza robuste che potevano smentire e dire "Ho Chi Mihn non è uno Hitler" — anche allora si parlava di Hitler: affama il popolo vietnamita, terrorizza i contadini, e così via, e quindi: intervento umanitario in favore di questi poveri contadini vietnamiti, e poi la provocazione del Golfo del Tonchino, quando la flotta americana si sparò addosso da sola. Già lo aveva fatto a Cuba: è sempre questo lo schema e adesso è molto perfezionato. Allora c'erano ancora le possibilità di far filtrare, e infatti tanto filtrò che ci fu un movimento di massa in tutto il mondo, e la guerra del Vietnam per gli americani fu persa, dovettero ritirarsi e si diedero questa consegna: “mai più una soluzione, delle scappatoie di questo genere”. Poi si arrivò all’Iraq. Vi ricordate l’Iraq ? Con l’Iraq inizia la scientificizzazione di questo sistema. Avevamo dei giornalisti sul posto. Sul posto ? Sul posto in realtà c’era soltanto Peter Arnett, e tutti gli altri stavano nelle varie basi dell’Alleanza (notare la semantica “Alleati”, che riporta alle suggestioni del ’40–’45; e questa della semantica è importantissima) e una volta al giorno, o due volte al giorno a seconda del numero di giornali che avevano, venivano convocati e ascoltavano il briefing di una parte in causa, cioè del comandante per le pubbliche relazioni americane, il Jemie Shea di allora, e poi trasmettevano queste cose. Con qualche filmato standard della CNN oppure delle grandi agenzie che andavano un po’ più in là perché erano “fiduciarie”, e si trasmetteva questa roba che era assolutamente insignificante, non diceva niente, e non ci ha mai raccontato nulla. Per il Kuwait, si è adoperato per la prima volta un approccio scientifico, attraverso dei professionisti. Qualcuno di voi ha sentito parlare della Ruder & Finn, un’agenzia di pubbliche relazioni americana nel libro paga del Dipartimento della Difesa americano, riceve cospicue somme di denaro e ha anche clienti come la Repubblica del Kosova (si trova su internet). La Repubblica del Kosova, che non esiste, è un cliente: naturalmente si tratta dell’UCK. Dall’epoca del Golfo la Ruder & Finn è stata impiegata per proiettare l’immagine delle guerre degli Stati Uniti nel mondo. Il compito di quest’agenzia è quello di inventarsi delle “patacche”, delle “bufale”: famosa, riguardo l’Iraq, fu quella delle spine delle incubatrici staccate: tutti inorridirono. C’era stata la hitlerizzazione di Saddam Hussein. Insomma bisogna rivedere tutte queste figure di cui noi tutti abbiamo subito il fascino perverso trasmesso dai media e che invece sono profondamente diversi rispetto a quello che ne abbiamo sempre pensato. Da Saddam Hussein ad Arafat, già lo sappiamo, da Makarios a Milosevic. Allora ci voleva la provocazione: queste spine staccate ai bambini innocenti nelle incubatrici degli ospedali neonatali di Kuwait City. Orrore nel mondo, attacco della NATO.

Tra i giornalisti ci sono anche quelli in malafede, che sono veri e propri agenti, che devono fare proprio questo lavoro, e altri che sono passivi o scemi o impreparati o opportunisti, i quali per non uscire dal coro ripetono le veline. Ormai, questo è veramente il meccanismo fisiologico e psicologico insediatosi nelle menti degli esponenti della mia categoria, almeno per un buon 80–90%. Allora la Ruder & Finn cosa fa ? Inventa le stragi per la Bosnia: sono due gravi episodi che determinano la possibilità per la NATO di intervenire: nel 1992 la strage del mercato di Sarajevo, che innesca l’orrore del mondo, e viene attribuita naturalmente ai Serbi dalla Ruder & Finn, la quale sparge in tutto il mondo la notizia che i Serbi hanno compiuto la strage del mercato. Adriano Sofri, un disinformatore di professione, conferma questa cosa, stando sul posto. Ha purtroppo ancora una certa aurea di credibilità anche a sinistra, e questa cosa passa come un rullo compressore. Naturalmente, dopo c’è una commissione d’inchiesta, in queste cose c’è un ancora minimo di ONU presente: viene accertato che non era vero niente, che era una bomba sparata dal campo musulmano, era stata una provocazione. Ma tanto basta per imporre le sanzioni a un’economia disastrata come quella jugoslava, sulla quale erano già passati i corvi del Fondo Monetario Internazionale. Doveva esserci il salto di qualità, e quindi ecco la seconda grande provocazione: nel 1995. Altra strage, la strage del pane (sempre a Sarajevo). Un ordigno telecomandato uccide un gran numero di persone tra donne e bambini; le vittime sono circa 60. Subito i comunicati della Ruder

& Finn, ormai credibilissima, arrivano dappertutto: ormai rappresenta l'Imperatore e si ripercuote dappertutto senza che nessuno la metta in dubbio. Perché, come dice il suo stesso direttore, quello che conta è la prima notizia: la smentita non conta. Lo dice lui in un'intervista a un giornale francese, ripresa da un giornale israeliano. E quindi passa la notizia della strage, ed è l'inizio delle incursioni e dei bombardamenti della NATO. Sempre a proposito della Ruder & Finn e del sistema delle criminalizzazioni — pretesto umanitario, provocazione, intervento —, lo stesso meccanismo si ripete nel Kosovo: lo spunto è la strage di Racak. Strage che per quei quattro, cinque — all'estero sono un po' piu equilibrati, un po' più furbi di noi — presenta ancora dei dubbi. I grandi giornali del potere occidentale in Francia, Inghilterra e Germania ogni tanto, come per bilanciare, hanno delle uscite, che poi lasciano il tempo che trovano perché vengono sommerse dalla sproporzione sfavorevole del pro e del contro, però le tirano fuori anche per mantenere una certa credibilità nei confronti di un pubblico critico. Da noi questo non si fa quasi mai. Allora ecco la strage di Racak: 45 corpi trovati uno accanto all'altro, allineati, una "fossa comune" — di solito una fossa comune e fatta da una serie di buchi in cui si gettano dentro delle persone in fretta — uno accanto all'altro ordinatamente. Subito si precipita il comandante degli osservatori europei, il capo dell'OSCE — già il comandante è americano: osservatori europei, comandante americano, ovvio ! — e si precipita sul luogo dopo una telefonata lunga, registrata, nota, con la signora Albright. Arriva sul posto e dice "Questa è una strage dei Serbi, anzi sono stati giustiziati a bruciapelo". Dopodiché c'è una commissione di inchiesta, i medici esaminano accuratamente questi corpi, e viene fornita un'altra versione e cioè che questi corpi non erano stati sparati a bruciapelo, ma in parti varie del corpo. Poco prima c'era stato uno scontro tra la polizia jugoslava e l'UCK, una grande sparatoria con feriti e morti. A queste persone era stato cambiato il vestito, probabilmente da uniforme a civile, e si trattava quindi delle vittime dei combattimenti. Ma intanto la prima notizia è quella che conta, la smentita non conta niente: questo servì a far ritirare l'OSCE dal Kosovo e a dare inizio ai bombardamenti. Ritiro dell'OSCE dal Kosovo, che tutti gli amici giornalisti hanno raccontato come un'imposizione degli Jugoslavi, come un "fuori dai piedi, OSCE". Invece no, è stato Wesley Clark a dire all'OSCE, comandata da William Walker, di andarsene fuori dalle scatole in Macedonia. Si poteva incominciare a bombardare.

Ci sono i tattici e ci sono gli strateghi: i tattici sono quelli che inventano le frottole sul posto; sono i miei colleghi che ho visto fare queste cose, li conosco bene, e li ho individuati, li scopro perché li conosco da anni, e poi conosco le circostanze, per cui quando si conosce il meccanismo di come uno informa, si capisce. Tre esempi: c'è il giornalista, reporter che sta sul confine kosovaro che aspetta l'arrivo della colonna di profughi che poi è quella bombardata il 14 aprile dalla NATO. Orrore: 60–80 morti (non si è mai saputo il numero esatto di morti di nessun eccidio). Comunque un gran numero di morti e una colonna di profughi in fuga verso l'Albania. E arrivano: il mio collega sta lì col microfono e ascolta le versioni di queste signore lacere e sanguinanti, di bambini piangenti, e di vecchi curvi — la solita scena strappalacrime che abbiamo visto per 78 giorni ai nostri telegiornali e che deve giustificare eticamente gli orrori che sono stati commessi dalla NATO; più ne vediamo di orrori fatti dagli altri, e più dimentichiamo quelli degli altri: questo è un meccanismo molto facile che è ormai incorporato nel sistema dei nostri direttori di telegiornali e giornali radio —. La colonna arriva, il nostro giornalista chiede alcune cose, e le signore rispondono delle cose abbastanza dissennate: dicono che sono state bombardate dai Serbi — i Serbi non si sono mai alzati in volo sul confine con il Kosovo, e questo la NATO lo sa — e poi dicono di aver visto i colori dei Serbi (che si possono vedere soltanto a 300 metri di altezza non a 5000 metri o alle altezze da cui si bombarda), e poi quelli più furbi dicono che no: "non sono stati aerei NATO, non hanno bombardato, ma siamo stati feriti e uccisi dalle mitragliatrici serbe". Allora il collega si infervora e si indigna per questa ulteriore pulizia etnica — un termine inventato dalla Ruder & Finn — e comunica la sua emozione, la sua compassione al pubblico. La mattina dopo la NATO comincia molto lentamente a considerare seriamente la possibilità di un errore. Al telegiornale già lo sanno, ma lui laggiù ancora non lo sa. E alle 14:20 ripete la stessa storia: interroga altre vittime, altri profughi, e altri sopravvissuti di questa colonna bombardata, i quali gli dicono ancora le stesse cose. Che sono le stesse cose che l'UCK vuole che dicano i profughi. Ma c'è la conduttrice del telegiornale che già sa che la NATO ha detto che "Forse, siamo stati noi", e interviene dicendo: "Guarda, Roberto, che la NATO pensa che sia possibile che si sia trattato di un errore". Di là sconcerto, interdizione: era in diretta ! quindi, Mai fare le cose in diretta ! Dopodiché dice: "era un'altra colonna, questa !"

Poi c'era un altro giornalista, coraggioso, molto bravo. È stato di notte lungo il confine per fare lo scoop. È buio, c'è un cespuglio. "Siamo al confine... forse siamo al di là del confine... anzi siamo sicuramente al di là del confine... perché qua hanno bombardato i Serbi... guardate con che cosa bombardano:" ... mostra un contenitore: un cilindro giallo... una bomba a frammentazione... una bomba a grappolo. Dice estasiato: "Ecco cosa buttano i Serbi: sono mine antiuomo ! In pratica questi ordigni scoppiano a distanza di tempo, basta toccarle; sono contro i bambini, le carni, le persone. Pulizia etnica infame". Le bombe a grappolo, lo sappiamo tutti, quelli che si occupano di cose militari ma anche gli altri, sono in dotazione unicamente all'esercito degli Stati Uniti, di Israele e della Turchia, che sono quelli che devono fare le loro pulizie etniche autentiche. Anche quel giornalista lo sapeva, però ha proiettato lo stesso quelle immagini, in malafede. Come questo, ci sono decine e decine di episodi: questi sono i tattici.

Alle loro spalle ci sono poi gli strateghi. Gli strateghi lavorano più sulle analisi finte. Noi non abbiamo avuto mai, in tutto questo periodo, una ricostruzione dei precedenti perché i nessi devono essere dimenticati. Ci devono affogare nell'immediato, e l'immediato sono i profughi. Quanto all'immediato dell'altra parte, è stato raso al suolo bombardando la TV di Belgrado con dentro i giornalisti e i tecnici. Questi dovevano stare zitti, non far più vedere immagini di viventi e di umani dell'altra parte. Dall'altra parte ci devono essere soltanto numeri, robot, cose, che non si vedono e che non si considerano, come nei videogiochi, come vedrete nell'ultima puntata di "Guerre Stellari" che sta per arrivare in Italia, dove un bambino che rappresenta i Buoni, cancella i Cattivi schiacciando un bottone. Tutti i Cattivi che tra l'altro sono tutti uguali uno all'altro, quindi non sono neanche biologici, si fermano e si smantellano perché la centrale di comunicazione e di coordinamento è stata colpita, è stata centrata. È la TV di Belgrado !

Un tipo di strategia, appunto, è quello di nascondere i nessi, i precedenti; far pensare soltanto al presente, non capire le cause, non sapere le cause. Talvolta però si va oltre: lo si è fatto in un'unica occasione, nella televisione di stato (l'altra non l'ho vista molto spesso, ma non credo che si sia fatto niente neanche da quell'altra parte) è stata la trasmissione di Andrea Purgatori, oltre a qualche accenno di Lerner. Questi sono gli strateghi e sono quelli più perfidi di tutti. Purgatori è il classico esempio: una ricostruzione accurata, di grande valore giornalistico, documenti stupendi, le scene sconvolgenti dell'inizio del disastro balcanico, la morte di Tito, i successori, Milosevic, il problema della Slovenia, poi la Croazia, cosa facciamo... i generali si riuniscono. Insomma bei documenti, mai visti: roba da BBC. Poi il commento fuori campo. Alla fine esci fuori da tutte queste puntate con l'impressione: che la Serbia si voleva mangiare i Balcani ! Cioè il capovolgimento: non è stata la Jugoslavia ad essere frantumata secondo piani del Dipartimento di Stato, del Pentagono e della CIA, pronti dal 1950. Una volta scomparso Tito, non è il rosicchiare pezzetto dopo pezzetto da uno stato unitario, multinazionale e multietnico: prima la Slovenia, poi la Croazia, poi la Bosnia divisa in tre parti etnicamente pulite ! Il rovesciamento è totale: è la Serbia che si voleva mangiare la Jugoslavia, non è la Jugoslavia che è stata mangiata dall'Occidente, dalla NATO, e dai suoi caporioni etnici. Non vi hanno raccontato mai tutto il retroterra storico della crescita della resistenza, della ribellione, della eversione del Kosovo: come dagli anni '50 ci sia stata una manovra di incremento demografico albanese nel Kosovo, per lungo tempo tollerata da Tito e dai suoi successori. Anno dopo anno si è avuto questo incremento, e la costruzione di uno stato nello Stato attraverso scuole parallele, ospedali paralleli e strutture culturali parallele. A un certo punto hanno praticamente estraniato tutta la popolazione albanese dalle strutture dello Stato, che erano aperte a tutti, mentre quelle costruite dagli Albanesi (Madre Teresa di Calcutta, organizzatrice, e George Soros grande assaltatore delle valute internazionali, finanziatore) hanno creato uno stato nello Stato che Belgrado ha tollerato e con cui ha trattato fino a quando non è saltata fuori la 'resistenza' armata: settemila uomini armati che spuntano nel '94 e cominciano ad ammazzare funzionari serbi. Tutto questo non vi è stato raccontato come non vi è stato raccontato che quello stato lì era e sarà un centro mondiale per la distribuzione della droga. I kosovari albanesi erano, lo dice la DEA americana, il maggiore centro di smistamento degli stupefacenti proveninti dall'Afghanistan e dalla Turchia verso l'Occidente: il 75% della droga, veniva distribuito dai kosovari albanesi. La comunità kosovara in Europa è la seconda per numero di arresti e per traffico di stupefacenti. Era uno stato parallelo che aveva le sue strutture etnicamente pulite, che a un certo punto ha fatto ricorso alla lotta armata, si è ingrandito, potenziato e armato con i proventi della droga e con gli istruttori stranieri.

Vorrei andare avanti per le prospettive di pace che ora vi raccontano, di rimessa in sesto di una struttura civile, eccetera, in un territorio che è stato devastato e completamente desertificato, e che sarà pernicioso per chi dovrà viverci per milioni di anni. Hanno mandato senza maschere e senza guanti i militari spendibili dell'UCK e della NATO, ci saranno i nostri bersaglieri in numero di 3.000. Non hanno alcuna protezione e stanno andando in territori altamente radioattivi, con l'acqua radioattivizzata, con l'aria radioattivizzata, e con i prodotti della terra radioattivizzati. Nessuno si preoccupa di questo, e chiunque lo potrebbe sapere... e loro lo sanno ma non ve lo dicono.

Per concludere: Paolo Serventi–Longhi. È il segretario del nostro sindacato, FNSI: Federazione Nazionale Stampa Italiana. Ha fatto un sussulto una volta, un leggero sussulto, quando hanno bombardato la televisione belgradese; un sussulto corporativo, non è andato al di là, per dire che queste sono violazioni che si inseriscono in un sistema di diritto internazionale completamente disintegrato. Era dispiaciuto perché c'erano dei giornalisti e la corporazione era stata intaccata e questo non si deve mai fare ! Seconda cosa: è uscito allo scoperto, ma con molto più fragore, quando Michele Santoro ha fatto la sua trasmissione da Belgrado — un'unica trasmissione tra le grandi TV italiane costruita dal punto di vista dell'altra parte e che abbia fatto parlare, vedere che i Serbi, gli Jugoslavi erano esseri viventi, avevano i denti, gli occhi (due, come noi), il fegato, come noi. Non erano ancora stati uranizzati. Hanno fatto vedere esseri umani: non si doveva ! E Santoro si permette... Serventi–Longhi se ne esce fuori: “questa è una trasmissione faziosa, di parte filo–serba”. Come pure Enrico Deaglio ha fatto a pezzi Ennio Remondino, che di censure ne ha sofferta una, con grande coraggio: quella della RAI.

Il ruolo degli scientifici nell'interposizione nonviolenta contro l'ultima superpotenza

Antonino Drago[1]

Dipartimento Scienze Fisiche, Università di Napoli

1. Gli scientifici hanno oggi un ruolo collettivo ? Rispondo un forte sì. Il cambiamento di questi ultimi decenni ha terremotato tutti i raggruppamenti politici tradizionali, tanto da far loro perdere gran parte della rappresentatività e dell'incisività. Per questo motivo oggi la lotta politica principale non è tra gli attori politici del passato, ma tra i movimenti storici che interpretano al meglio le esigenze che si sono manifestate in questi decenni. Può ben essere che gli scientifici siano importanti nei movimenti che cercano di rinnovare la politica nazionale. Oggi che ce n'è tanto bisogno; ma noi, che ci colleghiamo in gruppo come scientifici, possiamo riconoscerci uniti per azioni comuni che coinvolgano il nostro sapere scientifico e la nostra coscienza del suo metodo.

In che modo agire ? Prendendo coscienza dell'intero mondo scientifico e affrontando insieme un primo problema comune: solo in parte il mondo scientifico è rivolto alla ricerca per scopi civili. Negli anni '80 si stimava in 600.000 il numero degli scientifici dedicati alla ricerca militare, sui 2 milioni e più del totale. Riguardo agli scientifici statunitensi, un articolo di Woollett sull'*American Journal of Physics* del 1980 aveva registrato che il 48% di loro era dedicato al lavoro bellico. Una simile percentuale veniva ipotizzata anche per l'Unione Sovietica. È convinzione delle istituzioni che vince la guerra non il paese che ha il massimo sviluppo tecnologico, ma quello che ha la massima ricerca scientifica (Rapporto dalla Montagna di ferro, Garzanti). Essa ha il pregio di far accelerare istantaneamente lo sviluppo tecnologico, quando si entri in un conflitto. La presenza massiccia di questi scienziati cambia radicalmente l'immagine ingenua della scienza (la cosiddetta scienza puritana, secondo il sociologo Merton), come impresa dedicata al benessere dell'umanità, con scienziati votati al sacrificio (del loro tempo e della loro vita) per il miglioramento di tutti. Quest'immagine viene tuttora utilizzata, specie quando si cercano finanziamenti pubblici per nuovi progetti scientifici, anche se dal tempo del progetto Manhattan (produzione della prima bomba atomica) è avvenuto un cambiamento radicale nel senso della militarizzazione della ricerca.

[1]drago@unina.it

A questo stretto coinvolgimento della scienza con la guerra hanno cercato di reagire alcuni degli scienziati più importanti. È famoso il manifesto di Einstein e Russell, che indicò all'umanità una scelta storica da prendere: o la crescita delle armi nucleari, la quale può portare alla distruzione totale, oppure l'abolizione politica delle armi nucleari per sviluppare invece la parte positiva del progresso scientifico, che potrebbe dare immensi frutti positivi. Ne nacque un movimento (detto del Pugwash, dal nome della cittadina canadese dove esso iniziò), che ebbe anche un ruolo importante durante la guerra fredda. Ma esso è rivolto solamente agli scienziati più famosi, che entrano nella associazione solo per cooptazione. Inoltre, il manifesto del movimento considera lo scienziato una figura individuale e neutrale, che fornisce solamente informazioni al "pubblico", evitando ogni coinvolgimento personale da scienziato nella soluzione del problema.

Negli anni '80 in Italia è nata un'associazione, l'USPID,[2] che, così come altre associazioni all'estero, si coinvolge nei problemi del disarmo, soprattutto con un convegno annuale. A causa delle dinamiche interne ed esterne, essa è diretta da un consiglio scientifico che non è elettivo e ha accuratamente evitato di prendere posizione nei momenti decisivi per l'opinione pubblica (missili a Comiso, lancio delle guerre stellari, guerra in Jugoslavia). Si è invece posta come centro studi ad alto livello (che in effetti in Italia manca) in cerca di rapporti con le istituzioni (anche partitiche). Qui lo scientifico è un esperto settoriale.

Manca quindi un movimento di scientifici italiani che si colleghi in campo internazionale con altre associazioni di scientifici per mettere in atto una serie di iniziative che, assieme al movimento per la pace nella società, contrastino la guerra:

1. rimarcare come fatti oggettivi e comprovati le conseguenze "collaterali" delle guerre;

2. rafforzare la spinta popolare e degli stati per rendere concretamente operativi i trattati internazionali esistenti, i quali mettono al bando alcuni sistemi d'arma, come le armi nucleari, il gas nervino, le armi batteriologiche, le mine anti–uomo, e le bombe a grappolo;

3. promuovere nuovi trattati per i nuovi tipi d'arma (ad esempio, le bombe all'uranio impoverito e le armi per le guerre meteorologiche);

4. contrastare la ricerca scientifica per scopi di morte, tanto più se produce armi di distruzione di massa;

5. mettere a disposizione degli interessi superiori dell'umanità i prodotti della ricerca scientifica avanzata, anziché cederli alla nazione più forte. Caso principale è la rete di satelliti che controllano la superfice terrestre (oggi solo gli USA hanno questa rete, la quale guida i missili Cruise con la precisione di 5 m dopo un percorso di 2.500 km).[3] Già Galtung ha proposto che la rete satellitare venga data all'ONU, che così acquisterebbe la capacità di sorveglianza necessaria per prevenire le guerre mediante una superiorità tecnologica decisiva nei confronti di ogni stato pericoloso.

[2] Unione Scienziati per il Disarmo

[3] A questo proposito si richiama l'attenzione sul progetto di osservazione satellitare ad alta risoluzione dell'Agenzia Spaziale Italiana, Cosmo–SkyMed, nato per scopi civili, quali la prevenzione di alluvioni, incendi, e frane. Esso potrebbe facilmente deviare su applicazioni militari nel caso di scarsa vigilanza da parte della comunità.

L'impegno personale che richiede questo tipo di azione comune è quello di prendere coscienza del ruolo della ricerca scientifica nella società, e in particolare del suo rapporto con la guerra. Ciò comporta l'acquisizione di informazioni dalle riviste scientifiche, da altre associazioni all'estero, da appositi convegni e dalle persone interne all'associazione da costituire. Inoltre, occorre potenzialmente l'impegno di tutti nel sostenere, diffondere e far diventare decisione (in ambiti ristretti, come in quelli più ampi) le prese di posizione comuni contro la guerra e i suoi strumenti. Il rapporto di questa associazione dovrebbe essere rivolto, più che alle istituzioni, alla popolazione in generale, e in particolare alle scolaresche (tra le quali, quella universitaria dovrebbe avere un posto privilegiato) e ai movimenti per la pace.

Questo tipo di azione è una concreta interposizione nonviolenta preventiva che gli scientifici possono esercitare rispetto a tutte le guerre, con mezzi che si richiamano alla ragione e ai diritti universali degli uomini; nella convinzione che il solo ricorso alle armi per la risoluzione dei conflitti internazionali sia già una sconfitta della ragione, e che bisogna limitare al massimo le sue conseguenze più disastrose. Lo scopo è di arrivare a limitare sempre più l'azione di distruzione bellica, diventata sempre più devastante, per ricondurla ad un controllo politico popolare, che è da affidare all'ONU, e che deve essere concordato con gli stati.

Ma su quest'ultimo punto si può essere ancora più precisi: l'impegno collettivo di questo gruppo dovrebbe essere quello di contribuire alla fine della superpotenza bellica statunitense; non per antiamericanismo (delitto previsto dai nostri quotidiani), ma perché, come unica superpotenza, minaccia la sopravvivenza della democrazia nel mondo, e in particolare quella dell'ONU. Giustifico ciò nel seguito, con una minima analisi politica della situazione sociale nella quale si inquadra la azione di questa associazione.

2. Tradizionalmente, era il diritto a cercare di regolare le controversie internazionali, e lo faceva all'interno della concezione, tuttora sancita dalle costituzioni nazionali, che la guerra è il massimo attributo di uno stato. Dopo le due guerre mondiali, tuttavia, si è manifestata una volontà generale dei popoli di superare la statualità come unico riferimento del diritto internazionale (e quindi anche del diritto alla guerra). Per questa nuova volontà si è programmato che gli stati cedano parte della loro sovranità agli organismi internazionali (così come recita bene l'art. 11 della nostra Costituzione). Prima il tribunale dell'Aia (di cui ricorre il centenario) e poi altri organismi (tra i quali l'ONU è il principale), sono stati creati appositamente per dirimere le questioni internazionali, affinché si giunga alla guerra solo dopo aver esperito tutte le possibili azioni non armate, suggerite da tutti gli stati (iniziative diplomatiche, economiche, nonviolente dirette).

La spinta storica per questo tipo di soluzione nonviolenta dei massimi conflitti nazionali ed internazionali si è manifestata in maniera esaltante nel 1989, quando dei popoli hanno saputo sconfiggere a mani nude dei poteri nazionali dotati sia di armi nucleari, sia di eccezionali capacità repressive.

Sotto questa luce, sono diventati importanti i nuovi processi sociali. L'ONU, scomparso il bipolarismo delle due superpotenze (le quali congelavano la sua politica alla mediazione), ha cercato di riprendere l'iniziativa politica per la pace nel mondo, nello spirito della sua costituzione. Nel 1992 l'Agenda per la Pace del Segretario Generale Boutros Boutros–Ghali propose (secondo l'idea di Galtung anni '70) che ogni stato ceda parte dei finanziamenti militari e dell'esercito all'ONU. L'Organizzazione potrebbe così istituire i corpi di peacemaking, peacekeeping e peacebuilding (sia militari sia civili), il che le darebbe la capacità operativa d'intervento costante, immediato, e soprattutto preventivo. Inoltre, è molto importante il processo di riforma del Consiglio di Sicurezza, per assicurare una maggiore democraticità per le decisoni cruciali.

Oltre a questo processo al massimo livello internazionale, sono nati altri processi molto rilevanti: nuovi tribunali internazionali (crimini di guerra, penale internazionale, per i disastri ecologici), l'uso internazionale concordato dell'embargo (come per il Sud Africa), la mediazione dal basso di conflitti nazionali e internazionali (ad esempio quelli mediati dalla Comunità di Sant'Egidio), i gruppi d'intervento nonviolento nei conflitti (come le Peace Brigades International), l'interposizione nonviolenta di gruppo nelle guerre, e la formazione di un movimento di obiettori di coscienza in ogni stato.

È da notare che il nascere di un'alternativa nel settore della difesa è ignorato dal pensiero teorico della sinistra, che tradizionalmente considera sovrastrutturale il settore militare (o della difesa); per cui le alternative che lì si manifestano vengono considerate di secondaria importanza. Questo punto invece è stato sempre il punto di forza del pensiero politico dei nonviolenti (sin da Tolstoj e Gandhi); i quali hanno spostato l'attenzione dall'oggetto (la guerra) al metodo per risolverla (quale difesa e come costruirla).

A riprova della centralità politica di questa alternativa, dopo il 1989 il programma di risoluzione non armata dei conflitti internazionali ha subito un'opposizione senza esclusione di colpi. Si pensi ad esempio al fatto che Boutros–Ghali è stato esautorato platealmente ed impunemente dagli USA, i quali non vogliono farsi espropriare della loro politica estera. Nello stesso tempo, i trattati di non proliferazione nucleare non vengono rispettati, dagli Stati Uniti per primi. Nel trattato essi promettono, come superpotenza, di disarmare per invitare i piccoli paesi a non armarsi ! Così il trattato antimine e quello per il tribunale penale internazionale.

Alla spinta dei popoli per la risoluzione nonviolenta dei conflitti internazionali, gli Stati Uniti hanno contrapposto dapprima la guerra del Golfo (combattuta da 900.000 militari di tutto il mondo) e poi la guerra in Jugoslavia, e in particolare in quel Kosovo, la cui popolazione aveva saputo lottare per dieci anni nonviolentemente e senza danni notevoli. La recente guerra in Jugoslavia è diventata terreno di scontro materiale per le due potenzialità suddette: quella non armata (processi democratici per l'eliminazione delle oppressioni dittatoriali, svuotamento popolare della guerra e delle sue cause, interposizione nonviolenta di massa, intervento ONU di sola polizia internazionale) e quella massimamente armata (bombardamenti NATO del '95, "pace" di Dayton, e ora la guerra proprio nel Kosovo).

Queste iniziative degli USA tendono a stroncare il ciclo delle lotte popolari nonviolente, chiudendo le soluzioni dei conflitti solo dove ciò è voluto dalla superpotenza americana (attraverso la copertura NATO). I governi europei, anche se socialisti, si sono allineati non per mancanza di spinte contrarie dal basso, ma per mancanza di volontà politica veramente innovativa. Invece di seguire un programma per risolvere in maniera alternativa i conflitti (per esempio attraverso il servizio di pace europeo, rimasto sulla carta), essi interpretano ancora gli avvenimenti del 1989 come il crollo inspiegato di un muro; e non come la fine storica della divisione di Yalta e del bipolarismo. Inoltre, nei loro enormi bilanci della difesa essi contemplano la soluzione armata dei conflitti come l'unica possibile. L'Italia potrebbe diventare un'eccezione: infatti dal 1998 ha una legge — non ancora attuata — per sperimentare e istruire 70.000 obiettori ad "una difesa civile non armata e nonviolenta".

D'altronde, oggi lo scontro politico verte su una questione essenziale per l'attuale struttura del potere mondiale. I quarant'anni di corsa delle due superpotenze, per primeggiare nel benessere dello spreco, hanno portato rapidamente l'umanità a scontrarsi con i limiti del progresso mondiale: la crescita demografica, la scarsità del cibo maldistribuito, l'esaurimento delle risorse terrestri, le crisi ecologiche, gli inquinamenti, il debito dei paesi poveri, le crisi finanziarie. Questi limiti allo sviluppo creano gravi conflitti per la sopravvivenza di tutte le popolazioni del mondo. Perciò, chi oggi dimostra di saper risolvere i conflitti acquista l'autorità morale e politica e può fare da riferimento cruciale per tutta la politica internazionale. Acquista il diritto di precostituire ed incanalare la politica economica internazionale per il dominio delle risorse, del mercato e della finanza. In definitiva, il modo di risolvere i conflitti è decisivo per stabilire il tipo di progresso che l'umanità seguirà. Il tipo di progresso è la variabile che sempre i nonviolenti hanno messo in rilievo; invece la sinistra tradizionalmente lo ha accettato come inevitabile.

Per gli Stati Uniti d'America è naturale assumersi il nuovo ruolo storico di unica superpotenza nel mondo, perché così mantiene il suo tradizionale modello di sviluppo basato sulla corsa agli armamenti e sulla supremazia internazionale, anche se con ciò vengono svuotati cinquant'anni di volontà di pace dei popoli e si contraddice il ruolo tradizionale degli Stati Uniti paladini della democrazia. La volontà diffusa nel mondo di una democrazia tra i popoli non può che venire umiliata dalla continuazione del ruolo degli USA come unica superpotenza.

Con la guerra in Jugoslavia gli Stati Uniti hanno dichiarato apertamente questa loro scelta. Per compiere questa scelta col minimo prezzo, l'hanno fatta passare come una soluzione progressiva per tutti; e soprattutto per i loro diretti avversari: quelli che si sono mossi per una soluzione nonviolenta dei conflitti. Da qui l'uso capzioso delle parole, che passa attraverso l'85% dei mass media dominati dagli Occidentali: IFOR era la sigla della più importante associazione mondiale nonviolenta, "nuovo modello di difesa" era lo slogan di chi lottava contro le armi nucleari, "ingerenza umanitaria" era l'etichetta degli interventi della Croce Rossa Internazionale e di Amnesty International. In particolare, la nuova "ingerenza umanitaria" era l'ipotesi esplorativa, da sperimentare assieme e da verificare collettivamente, per superare la sovranità di uno stato in situazioni di grave emergenza (si iniziò con la Somalia). L'attuale politica degli Stati Uniti in Jugoslavia l'ha assorbita nella politica delle armi, trasformandola nel chiavistello per scardinare ogni ordine statuale e internazionale esistente.

Anche se compiuto da posizioni di forza come quelle della superpotenza americana, un disastro giuridico di questo tipo non sarebbe passato tanto facilmente se non fosse stato coperto dalla propaganda di ideali sostanziosi per ogni cittadino. Lo si è fatto storcendo un'altra proposta per la politica di pace, che in questi ultimi decenni si è dimostrata efficace ed è diventata popolare, anche nella sinistra, sia pure senza un dibattito approfondito: la difesa dei diritti umani fondamentali. Questa politica tende a superare la vecchia sovranità degli stati (la cui filosofia è di preesistere ai cittadini) e tende a rifondare il diritto internazionale stesso su una serie di diritti umani.

Certo, era un tentativo incerto. Oggi la politica degli USA lo ha preso in contropiede. Ha assorbito questa progettualità della difesa dei diritti umani nella difesa degli interessi e del livello di benessere nazionale dei cittadini occidentali. Questo benessere è lo scopo dichiarato spudoratamente del nuovo modello di difesa, istituito in ogni nazione occidentale senza troppe discussioni parlamentari. La "difesa dei diritti umani" è diventata la giustificazione dell'intervento bellico che l'America rivolge contro quegli stati che essa stessa dichiara oppressori (Iraq, Serbia). I cittadini occidentali capiscono bene che qui c'è un sofisma, ma lo accettano perché ci vedono il rinnovo di quel patto di difesa dei loro diritti da società opulenta contro chiunque li minaccerà.

Tutto questo è stato possibile perché gli USA hanno mantenuto un superpotere, che era forse comprensibile quando c'era uno scontro ritenuto storico e definitivo; ma che oggi non ha giustificazioni di nessuna natura. La superpotenza americana sta soprattutto nel potere militare che precostituisce i rapporti economici tra gli stati e quindi la loro espansione mercantilista.

Ma la pressione dei popoli per por fine alle guerre è forte: già ora la superpotenza riesce a combattere guerre solo in quanto riesce a fare uno sforzo di "virtuosismo bellico", ossia a trovare delle giustificazioni pretestuose (orrore alla TV, intervento umanitario, ecc.) che sovrappongono all'esercito funzioni contrastanti ed improprie. Inoltre quest'ultimo deve combattere in condizioni molto restrittive rispetto all'enorme potenziale distruttivo che possiede: guerra chirurgica, guerra–lampo, bombe intelligenti, evitare l'impegno di truppe di terra in ambiente ostile, e così via. In questa fase il ruolo degli scientifici può essere molto importante, sia per il loro sapere specifico, sia per il loro ruolo di intellettuali in una società altamente teconologica. Se saranno capaci di diminuire il superpotere delle armi statunitensi, i processi democratici nel mondo potranno riprendere vigore, e dare spazio anche a quei popoli che oggi sono compressi e minacciati nella loro sopravvivenza, prima militarmente e poi economicamente.

Scienza, genere e guerra

Elisabetta Donini[1]

Dipartimento di Economia e Ingegneria Agraria, Forestale e Ambientale; Centro Interdipartimentale di Ricerche e Studi delle Donne; Università di Torino

Che siano sempre stati, e siano tuttora, soprattutto uomini i protagonisti del produrre scienza e del progettare e fare le guerre, è una manifesta evidenza empirica; è meno ovvio, invece, come il fenomeno debba essere interpretato. In queste considerazioni mi riprometto di argomentare, almeno per sommi capi, che una chiave analitica molto potente può essere ricercata nell'ottica di genere, in modo da mettere in risalto quanto siano profondi i legami che intercorrono tra entrambe le imprese e le caratteristiche ascritte al maschile. Può essere utile ragionare dei processi storici che hanno plasmato tali impianti come 'mondi senza donne',[2] per lavorare ad una prospettiva politica di cambiamento che miri a smontare la pensabilità e la praticabilità delle guerre a partire dai soggetti che le combattono. Quindi anche attraverso la modifica degli assetti scientifici e tecnologici che attualmente ne sono una struttura portante fondamentale.

1 Dalla clava alla bomba atomica: culture di morte e preminenza del maschile

Uno dei filoni adottati per studiare sia i nessi tra la scienza e la guerra, sia il legame di entrambe con il maschile, è costituito dal codice di morte che, da un lato, presiede alla gerarchia di valori tradizionali secondo cui il dare e il rischiare la morte in battaglia è stato esaltato da tempi antichissimi come massima virtù virile, e dall'altro sottende l'intero orizzonte tecnico–scientifico quale si è imposto nell'Europa del '500 e '600, con la 'messa a morte' della natura e la sua riduzione a terreno passivo di indagine, manipolazione e reinvenzione. Questo accenno vuole almeno evocare il problema ben più complesso, analizzato da Carolyn Merchant (1979), circa la transizione dalla visione antica del mondo–organismo a quella moderna del mondo–macchina, e la conseguente sanzione del maschile

[1] donini@agraria.unito.it

[2] Riprendo dal libro di David Noble (1992) questa locuzione, che mi pare efficace per sottolineare la corrispondenza di genere tra scienza e guerra, così come è stata utilizzata da Noble per discutere invece della continuità tra vicende storiche della chiesa e nascita della scienza moderna.

come attivo e protagonista pubblico della produzione, della politica e dello sviluppo della conoscenza (mentre il femminile è stato confinato negli spazi privati della riproduzione).

Per discutere del primo aspetto, possono ancora risultare efficaci le parole con cui Simone de Beauvoir (1949) analizzava le lontane radici della costruzione socio–culturale che ha posto le armi alla base della superiorità maschile. Secondo il racconto delle origini, che ha lungamente dominato tra etnografi ed antropologi, gli esordi della civiltà umana andrebbero ricondotti all'avvento della capacità di costruire strumenti. È stato dato per certo che le prime forme del pensiero progettuale e le prime realizzazioni 'tecniche' sono state condensate in clave, mazze e selci acuminate, ideate, prodotte e usate da menti e mani maschili. Come scrive Simone de Beauvoir (1949; p. 93 della trad. it.), appare che *"l'homo faber è fin dall'origine dei tempi un inventore"* (di armi, aggiungo io), e proprio perciò ha potuto e saputo trascendere l'animalità in cui la donna è invece rimasta confinata, prigioniera dell'immanenza di quelle funzioni naturali — generare e allattare[3] — che *"non sono attività"* ma che anzi essa *"subisce passivamente"* come *"un destino biologico"*. Alla luce della prima e fondamentale identificazione tra capacità di invenzione e predominio armato, l'autrice commenta che:

> *"la peggior maledizione che pesa sulla donna è di essere esclusa da queste spedizioni guerriere; l'uomo si innalza al di sopra dell'animale non suscitando ma rischiando la vita; perciò nell'umanità la preminenza è accordata non al sesso che genera ma a quello che uccide"* (ivi, p. 94).

Non è questa la sede per discutere quanto poco un simile mito fondativo si appoggi su evidenze documentabili o su argomenti plausibili, e quanto piuttosto esso esprima la soggettività degli studiosi che lo hanno elaborato, profondamente persuasi di una visione del mondo che assume come un dato di fatto sia la superiorità maschile (cfr. Bourdieu, 1998), sia la valenza eroica del ricorso alle armi. Altri sguardi, improntati ad una diversa griglia concettuale e ad un diverso ordine di priorità, hanno prodotto rappresentazioni ben altrimenti sensibili a dinamiche di tipo cooperativo e a rapporti di convivenza con l'ambiente naturale. Questi ultimi potrebbero invece aver avuto nelle donne le reali protagoniste dei primi passi nella produzione di cultura, a partire dall'elaborazione stessa delle loro relazioni generative e della loro capacità di nutrire. A presiedere alla nascita della civiltà troveremmo allora non spade ma calici, secondo il contrasto di simboli tracciato da Riane Eisler (1990).

Se queste possono suonare come evocazioni sommarie di questioni troppo generiche — occorrerebbe scavare, da un lato, nella specificità dei diversi racconti delle origini quali si sono tramandati nelle singole culture, e dall'altro nel dibattito che negli ultimi decenni si è fatto assai vivace in tema di 'uomo cacciatore' vs. 'donna raccoglitrice', o 'competizione' vs. 'cooperazione' — un rapido passaggio a quanto riguarda più da vicino le caratteristiche della società occidentale moderna può riuscire utile per corroborare la pertinenza di tali considerazioni.

[3]A conferma di come questa scansione svalutativa sia stata profondamente introiettata anche nella cultura di riferimento degli scienziati moderni, essa ha orientato la stessa classificazione settecentesca delle specie animali, portando Linneo a definire l'insieme dei 'mammiferi' sulla base di una caratteristica strettamente femminile. Si veda Schiebinger (1993).

Sin dagli albori della rivoluzione scientifica troviamo impressionanti conferme della pulsione di morte, e del legame di questa con l'esaltazione della potenza virile. Detta pulsione si è impressa nelle prospettive teoriche e pratiche dei 'padri fondatori', a cominciare da Francesco Bacone, e dal cambiamento di mentalità che ha consentito la transizione dal rispetto della natura come corpo vivente di madre alla sua dissezione come oggetto passivo dell'indagine sperimentale. Il linguaggio baconiano abbonda di veli da squarciare, segreti da estorcere, natura da penetrare e rendere schiava (cfr. Keller, 1985): un immaginario di violenza francamente sessista, che dagli esordi secenteschi giunge sino ai nostri giorni, attraverso una molto inquietante dinamica di rincorsa all'onnipotenza come risposta alla *"invidia del grembo"*, che ha sovrapposto ai *"segreti della vita"* i *"segreti della morte"* (Keller, 1992a). Essa si è manifestata nella produzione di surrogati artificiali del mondo naturale, per un verso, e nella costruzione di armi dalla capacità distruttiva sempre più devastante, per un altro verso.

Mi limito qui a citare uno almeno tra gli eventi in cui l'identificazione tra la potenza maschile e lo sforzo di mettere al mondo strumenti di morte ha assunto toni particolarmente enfatici. Nel suo *Fathering the Unthinkable*, Brian Easlea (1983) fornisce una vasta documentazione di come gli scienziati coinvolti nel Progetto Manhattan abbiano vissuto la corsa a costruire e poi utilizzare le prime bombe atomiche. L'atmosfera era di enorme eccitazione, e continuamente improntata alla metafora di un 'fallo gravido' (*"the pregnant phallus"*, ivi pp. 92–98). Nel linguaggio adottato dagli scienziati di Los Alamos, la bomba da realizzare era correntemente indicata come 'il bambino' (di cui venne appunto annunciata la nascita vigorosa nel messaggio cifrato inviato al governo dopo l'esplosione di prova nel deserto di Alamogordo); nello stesso spirito, alle due bombe gettate su Hiroshima e Nagasaki erano stati dati i nomi di 'Little Boy' e 'Fat Man'. Quanta fierezza di padri abbia accompagnato l'impresa, e quanto i codici della vita e della morte siano stati rovesciati l'uno nell'altro, risalta con particolare evidenza da un brano che Easlea riprende dal racconto di un cronista presente ad Alamogordo. Il grande scoppio e il sollevarsi della palla di fuoco verso il cielo viene descritto come il *"vagito di un mondo neonato"*, salutato dagli astanti con una danza entusiasta:

> *"il ritmo dell'uomo primitivo che danza in una festa del fuoco all'arrivo della primavera. Battevano le mani e saltavano... a simboleggiare la nascita di una nuova forza"* (ivi, p. 97).

2 L'integrazione tra i settori civile e militare nell'era della complessità scientifico–tecnologica

Queste tracce mostrano come l'inclinazione a sentirsi portatori di uno slancio vitale proprio attraverso la capacità di produrre strumenti di morte sia stata depositata nella mentalità degli scienziati e abbia contribuito a plasmarne la soggettività. Vi sono certo altre dimensioni del rapporto con la guerra che vanno tenute presenti, ma qui scelgo di accennarvi molto velocemente perché mi paiono così evidenti da non richiedere particolare discussione. Che nel corso degli ultimi secoli gli interessi militari abbiano spesso orientato la ricerca tecnico–scientifica, canalizzandola verso ambiti giudicati strategicamente importanti, è un fenomeno ampiamente documentato (cfr. ad esempio Fieschi, 1987; Fieschi e Paris De

Renzi, 1995). Il Progetto Manhattan ne è stato un caso recente, e con la sua complessità ha anzi contribuito in misura decisiva all'innovazione del modo di produrre scienza e tecnologia che ha preso corpo nel modello della 'big science'. Ma il processo è antico almeno quanto il rapporto tra gli studi sul moto dei gravi e la pressione per lo sviluppo della balistica. Dal sostegno che l'Arsenale di Venezia dette a Galilei nel '600, al coinvolgimento degli scienziati della Commissione Jason nella guerra in Vietnam, trent'anni or sono, e infine ai progetti di 'guerre stellari' dell'amministrazione Reagan negli anni '80, la questione delle committenze ha continuato a porsi in termini molto concreti. Certo, si è indubbiamente complicata, tanto più che dalla seconda guerra mondiale in avanti (e proprio per esorcizzare il ruolo avuto nella corsa all'arma più micidiale) la comunità scientifica ha messo in campo vari strumenti per rilegittimarsi e deresponsabilizzarsi, in nome della purezza della ricerca fondamentale, disinteressata e innocente, lasciando ad altri soggetti il compito di occuparsi delle applicazioni.

Come però non un ideologo del pacifismo, bensì il generale Eisenhower ebbe a denunciare quando stava lasciando la presidenza degli Stati Uniti, il 'complesso militare–industriale' era diventato già negli anni '50 e '60 un sistema così integrato con tutta l'articolazione sociale, che appare privo di senso ritagliare per la scienza spazi di pretesa estraneità. Anzi, le recentissime vicende dei bombardamenti della NATO sulla Repubblica Federale di Jugoslavia hanno fornito una tragica dimostrazione di questi intrecci ormai indissolubili: la decisione di colpire infrastrutture, quali ponti, strade o centrali elettriche, è stata avallata con l'argomento dell'interesse militare che esse rivestono. Ciò conferma come, in una società scientifico–tecnologica complessa, le basi stesse della vita 'civile' vengano percepite come non separabili da ciò su cui si regge la forza 'militare' di un paese.

Secondo alcune stime, nel corso di questo secolo la percentuale di vittime civili è continuamente cresciuta, passando dal 5% al 90% dei morti in guerra; il modo stesso di condurre le guerre, con le potenze tecnologicamente più avanzate che decidono come e quando colpire dall'alto dei cieli, implica la scelta di prendere a bersaglio le popolazioni e le strutture della vita sociale ancor prima che gli apparati militari. Del resto, nella retorica messa in campo dai portavoce della NATO si è fatto largo uso di dichiarazioni del tipo 'riportare la Serbia al Medioevo', quando non addirittura 'all'età della pietra', dove la volontà di privare della loro storia tutto un insieme di donne e uomini veniva presentata come la giusta punizione collettiva per le colpe (per altro enormi) del regime.

Proprio su questo piano si possono rintracciare — a mio parere — alcuni tra gli elementi che legano più pesantemente le forme belliche attualmente di maggior successo con le componenti scientifiche e tecnologiche che ne sono l'ossatura e l'anima, nel senso che le rendono concretamente possibili e, allo stesso tempo, forniscono il contesto culturale che le rende socialmente accettabili. Pensiamo in particolare alle dinamiche materiali e mentali grazie alle quali, a cominciare dalla guerra del Golfo, si è affermato il linguaggio della guerra 'pulita', condotta a forza di 'interventi chirurgici' e 'bombe intelligenti'. Espressioni paradossali e intrise di contraddizioni, che però hanno contribuito a far apparire l'uso delle armi non come causa di distruzione e di morte, ma come strumento di salvezza: violenza a fin di bene, asettica come dovrebbero esserlo le sale operatorie, freddamente capace di non fermarsi davanti agli spargimenti di sangue, perché una razionalità superiore sancisce che le sofferenze inflitte sono necessarie.

Il contributo che è stato dato dalle tendenze scientifiche contemporanee alla costruzione di questo immaginario è fondamentale. Così come l'Europa della Rivoluzione Industriale aveva esaltato la 'potenza creatrice del fuoco', traendo dalla termodinamica molti dei propri impulsi all'espansione, fino all'invenzione del concetto di energia, così oggi il portato scientifico che va permeando le mentalità diffuse è quello delle 'realtà virtuali' e dell'universo della simulazione. A ciò è collegata la ricerca di come produrre artificialmente la vita: i due aspetti sono strettamente connessi, dato che entrambi provengono da quella tensione a distruggere e a ricreare indefinitamente il mondo che ha segnato sin dalle origini il progetto scientifico moderno. Così i bersagli, ridotti a simboli su uno schermo, hanno aiutato a non guardare i corpi e le cose che venivano colpite, e a non pensare alla irreparabilità di quelle morti. Quasi che un qualche tasto di 'reset' consentisse di azzerare a piacere anche le distruzioni.

Accanto ai mezzi materiali usati per combattere, la scienza fornisce le strutture logiche essenziali in base alle quali le guerre vengono fatte apparire non solo moralmente lecite, ma razionalmente irrinunciabili. Il paradigma delle concatenazioni causali vincolanti è stato il riferimento forte, grazie al quale sono stati accreditati i bombardamenti, prima contro l'Iraq e ora contro la Serbia: unica soluzione possibile, dunque necessaria, dunque giusta, con un trascorrere dal piano dei fatti a quello dei valori che ha goduto tra gli scienziati di un lungo — quanto spesso dissimulato — successo. La nozione stessa di 'legge scientifica' nacque tra il '500 e il '600 all'insegna dello slittamento dal contesto degli andamenti empirici, con tutta la loro accidentalità e contingenza, verso la ricerca della trama di un ordine perfetto sottostante ai fenomeni, impresso dall'intelligenza infinita del Dio Creatore: l'unico — e perciò anche il migliore — dei mondi possibili. Da allora, coloro che volta per volta sono stati i più forti hanno continuato a proclamare la razionalità del reale e la necessità e giustezza della propria vittoria.

3 Oggettività, obiettivi, cambiamenti dei soggetti

Per concludere questo rapido schizzo, vi è almeno un altro elemento tipico della connessione tra la scienza e il predominio del maschile che va tenuto presente nei ragionamenti sulla guerra: la questione dell'oggettività, correntemente riconosciuta come il fondamento che distingue il sapere scientifico da ogni altro, perché passibile di validazione (o confutazione: le scuole epistemologiche in proposito sono assai varie). Cito questo elemento al termine delle mie considerazioni, perché mi consente di tornare al punto di partenza e di chiudere il cerchio tra la scienza, la guerra e il maschile, richiamando in modo esplicito la prospettiva di genere. Molte analisi, sia di taglio storico sia di taglio psicologico, hanno infatti messo in luce quanto il canone dell'oggettività, nonché non essere 'oggettivo', rifletta piuttosto una soggettività storico–sociale molto particolare: quella che si può ricondurre alla finzione della 'conoscenza senza un conoscitore' o del 'punto di vista privilegiato di un pensiero senza corpo' (Evelyn Fox Keller, 1992b; pp. 39–40 della trad. it.). Questi concetti sono diventati il presupposto del carattere assoluto, perché impersonale, attribuito alle proposizioni scientificamente rilevanti. La genesi di questa soggettività si può compendiare nell'assunto pseudo–universalistico della 'eguaglianza atomistica per ogni individuo', che in realtà significava 'eguaglianza per i maschi possidenti della classe media e superiore' (Carolyn Merchant 1979; p. 270 della trad. it.).

Il concetto dell'oggettività rinvia anche ad 'obiettivo' (Donini, 1992). Il criterio dell'efficacia è certamente uno dei principi più profondamente radicati nel senso di sé e della propria professione che ispira gli scienziati, i tecnici e i tecnologi contemporanei. Saper conseguire lo scopo è più che una metafora suggestiva per chi vuole colpire un bersaglio: non a caso tante tecnologie si sono sviluppate di pari passo con le strategie belliche. Gli scienziati hanno fatto largo uso della distinzione tipicamente strumentale tra mezzi e fini, nel duplice senso da un lato di rafforzare la propria immagine e appetibilità sociale in quanto generatori di invenzioni efficaci, e dall'altro di dissimulare le proprie finalità distruttive in quanto indifferenti rispetto alle scelte d'uso.

Questi accenni alla coscienza professionale degli scienziati aprono un problema insieme teorico, etico e politico. Nella seconda metà del '900, infatti, il processo di deresponsabilizzazione cui accennavo sopra si è avvalso largamente dell'ideologia della professionalità come segmentazione in ambiti separati, per cui ciascun attore non guarda che alla portata locale del proprio agire, e al suo ambito settoriale di lavoro. I criteri di valore sono essenzialmente autoreferenziali: un 'bravo' pilota sarà colui che porta a termine con successo molte missioni, colpendo quanti più obiettivi gli riesce e senza interrogarsi sui criteri con cui sono stati scelti i bersagli, così come un 'bravo' scienziato si vivrà come lo specialista di un particolare settore di studio, e a quello dedicherà le sue energie, quali che possano essere i risvolti applicativi. Oppure, un tecnologo di sistemi di rilevamento o di puntamento si sentirà socialmente chiamato a fare al meglio il proprio mestiere, e ciascuno riterrà di rispondere a una logica particolaristica di adeguatezza funzionale.

Forse è proprio su questo piano che può valere la pena di riaprire un dibattito che abbracci le donne e gli uomini che svolgono una professione scientifico–tecnologica, in modo da sottrarsi allo specifico settoriale e da guardare al senso più ampio che lega ciascun campo di attività a ciò che accade nel mondo più in generale. Dopo il 1989, con la fine del cosiddetto 'equilibrio del terrore', c'è stata una desolante caduta di tensione anche negli ambienti che per anni si erano preoccupati dei rischi di una guerra nucleare. Di fronte alla situazione attuale, che vede una potenza egemone — gli Stati Uniti — pronta a disporre della guerra come di uno strumento corrente di regolazione degli assetti planetari, le responsabilità singole e collettive nel collaborare attivamente, assecondare in silenzio, oppure cercare di contrastare questo processo sono tanto evidenti quanto per lo più eluse. Avviare un percorso di confronto è un passo comunque utile, e ragionare sulle componenti profonde della 'pulsione di morte' che ha alimentato per secoli la rincorsa al predominio tecnico–scientifico può contribuire allo sforzo di cambiare tanto i codici della ricerca, quanto quelli delle dinamiche sociali, a partire dalla critica al modo di porsi dei soggetti e alle loro scelte di priorità.

Tra gli elementi che può essere utile rimettere in discussione, c'è lo scarto tra l'ideologia dichiaratamente internazionalista a cui formalmente si ispirano le e i componenti delle comunità scientifiche, e le loro pratiche effettive, nelle quali prevalgono spesso forti segmentazioni sulla base di logiche nazionaliste. Uno dei casi più clamorosi si ebbe durante la prima guerra mondiale, quando l'arruolamento degli scienziati, a sostegno dei loro paesi di appartenenza coinvolti nel conflitto, fu particolarmente vigoroso.[4] Non diverso è stato

[4]'*L'Appello degli intellettuali tedeschi al mondo civilizzato*' a cui nel 1914 aderirono 93 firmatari — tra i quali illustri fisici, matematici e chimici: Max Planck, Wilhelm Wien, Felix Klein, Walther Nernst, Fritz Habe, ecc. — fece particolare scalpore. Per tutti gli anni '20 le polemiche proseguirono durissime sia in Germania (tra chi lo aveva oppure non lo aveva firmato, e tra chi condivideva oppure contrastava il nazionalismo che andava dilagando in nome della patria ingiustamente sconfitta) sia tra gli scienziati

il fenomeno che si manifestò durante la seconda guerra mondiale, di cui è un esempio il già citato Progetto Manhattan; fenomeno che è poi proseguito per tutto il periodo della 'guerra fredda', con profonde divisioni su fronti opposti.

Oggi, il primo terreno di affermazione degli interessi dei vari stati è quello del predominio economico–produttivo rispetto ai processi della globalizzazione. È appunto in tale ambito che si manifestano le contraddizioni più stridenti tra il respiro universale che i risultati scientifici e tecnologici dovrebbero rivestire e l'appropriazione particolaristica di cui sono invece fatti oggetto, tra laboratori esclusivi, brevetti, segreti industriali, know how inaccessibili, e così via. Dal primato economico a quello nei rapporti di forza il passo è molto breve: ad esempio, la difesa dei profitti della Monsanto nel campo delle biotecnologie viene percepita come un tutt'uno con la difesa degli 'interessi nazionali' degli Stati Uniti nei confronti dell'Europa, e soprattutto del Sud del mondo. Sottrarsi a questi schieramenti, mettendo in atto una trasversalità davvero aperta alla collaborazione tra le scienziate e gli scienziati dei vari paesi, darebbe un grosso contributo al riorientamento in senso pacifico del modo di produrre scienza e tecnologia. Se cadessero i filtri delle tante 'false coscienze' grazie alle quali vengono profuse energie e risorse per prevalere su nemici e avversari, o anche soltanto 'concorrenti', molte delle attività che oggi vengono svolte apparirebbero finalmente prive di senso. In un'ottica di cooperazione, gli obiettivi da perseguire sarebbero certamente diversi, con grande vantaggio per le prospettive generali di sopravvivenza e convivenza, nonché per le stesse sorti dell'impresa conoscitiva affrancata dai condizionamenti di guerra.

Bibliografia

Bourdieu, Pierre. 1998. *La domination masculine*, Edition du Seuil, Paris; trad. it. *Il dominio maschile*, Feltrinelli, Milano 1998.

De Beauvoir, Simone. 1949. *Le deuxième sexe*, Gallimard, Paris; trad. it. *Il secondo sesso*, il Saggiatore, Milano 1972.

Donini Elisabetta. 1992. 'Al di là delle leggi. Donne, genere e scienza. Il nodo dell'oggettività', *L'opera al rosso 2*, pp. 57–66.

Easlea, Brian. 1983. *Fathering the Unthinkable. Masculinity, Scientists and the Nuclear Arms Race*, Pluto Press, London.

Eisler, Riane. 1990. *The Chalice and the Blade. Our History, Our Future*, Unwin Paperbacks, London; trad. it. *Il calice e la spada. La nascita del predominio maschile*, Nuova Pratiche Editrice, Parma 1996.

Fieschi, Roberto. 1987 *Scienza e guerra*, Editori Riuniti, Roma.

Fieschi, Roberto; Claudia Paris De Renzi. 1995. *Macchine da guerra. Gli scienziati e le armi*, Einaudi, Torino.

Keller, Evelyn Fox. 1985. *Reflections on Gender and Science*, Yale University Press, New Haven; trad. it. *Sul genere e la scienza*, Garzanti, Milano 1987.

tedeschi, francesi, inglesi e italiani.

Keller, Evelyn Fox. 1992a. *Secrets of Life, Secrets of Death. Essays on Language, Gender and Science*, Routledge, New York.

Keller, Evelyn Fox. 1992b. 'The Paradox of Scientific Subjectivity', *Annals of Scholarship*; trad. it. 'Nel nome del soggetto. Il paradosso della soggettività scientifica', *L'opera al rosso 2* (1992), pp. 37–55.

Merchant, Carolyn. 1979. *The Death of Nature. Women, Ecology and the Scientific Revolution*, Wildwood House, London; trad. it. *La morte della natura. Donne, ecologia e Rivoluzione scientifica. Dalla Natura come organismo alla Natura come macchina*, Garzanti, Milano 1988.

Noble, David F. 1992. *A World Without Women. The Christian Clerical Culture of Western Science*, Knopf, New York; trad. it. *Un mondo senza donne. La cultura maschile della Chiesa e la scienza occidentale*, Bollati Boringhieri, Torino 1994.

Schiebinger, Londa. 1993. 'Why Mammals Are Called Mammals', in *Nature's Body. Sexual Politics and the Making of Modern Science*, Pandora, London, pp. 40–74.

La matematica della guerra

Michele Emmer[1]

Dipartimento di Matematica, Università di Roma "La Sapienza"

Nel 1997 mi è stato proposto di partecipare ad una sezione speciale della rivista *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, una delle riviste più importante per l'educazione matematica. La sezione era dedicata a: *Mathematics, Peace and Ethics* [1]. La rivista è poi stata pubblicata nel 1998. Apriva la sezione speciale un articolo del curatore Ubiratan D'Ambrosio, un matematico brasiliano dell'università di São Paolo. Titolo dell'articolo *Mathematics and Peace: Our Responsibilities.*

Nella sua introduzione, così scriveva: *"Sono interessato dalla pace nelle sue molteplici dimensioni: pace interiore, pace sociale, pace ambientale e pace militare. Questo articolo tratta delle responsabilità globali dei matematici e degli insegnanti di matematica nella ricerca della pace* [...] *La nostra responsabilità comprende l'uso che la società fa della nostra produzione intellettuale e l'influenza che abbiamo sul comportamento dei nostri studenti* [...] *Non credo che dobbiamo accettare che sia normale risolvere i conflitti regionali con mezzi militari, e che una guerra isolata possa essere tollerata. Anche se isolata, la violenza e la violazione della dignità umana che si sviluppano in questi conflitti sono da aborrire. Inoltre, la Storia ci ha mostrato che c'è una grande probabilità di un coinvolgimento delle nazioni, e che l'escalation di questi conflitti regionali può risultare nella Terza Guerra Mondiale."* [2]

Parole scritte due anni fa. Nessuno poteva pensare, immaginare, quello che sarebbe successo. Nel mio articolo incluso nella sezione parlavo della Matematica della Guerra (*Mathematics of War*). Il mio punto di riferimento era la guerra del Golfo. Citavo alcuni articoli di giornale, scritti in Italia nel 1991 (ma era lo stesso in tutto il mondo): *"Questa guerra americana si svolge nel rispetto di un patto di non interferenza tra potere politico e Stato Maggiore. Il Pentagono si è appropriato anzitutto delle immagini e delle informazioni, ricordando quanto contassero negli anni indocinesi. Le concede con il contagocce. È vero che, matematizzandosi, diventando sempre più elettronica, la guerra si allontana*

[1] M.Emmer@iol.it

[2] *"I am concerned with peace in its several dimensions: inner peace, social peace, environmental peace and military peace. This paper addresses the global responsibilities of mathematicians and mathematics educators in the quest for peace* [...] *Our responsibility includes the uses society makes of our intellectual production and the influence we have in the behavior of our students* [...] *I do not think we have to accept that it is normal to solve regional conflicts by military means and that isolated war can be tolerated. Although isolated, the violence and violation of human dignity going on in these conflicts are abhorrent. Besides, history has shown us that there is a high possibility of a larger involvement of nations and that the escalation of these regional conflicts may result in World War III."*

dal campo di battaglia, vale a dire allontana dal nemico sia il combattente sia il fotografo, l'operatore TV e il giornalista. Quando poi la guerra scende a terra diventa sanguinosa, perde la sua asetticità matematica, la possibilità di trasmetterla in diretta può diventare insopportabile per chi la fa." Così ha scritto Bernardo Valli su *La Repubblica* del 2 febbraio 1991. Cose analoghe hanno scritto nei giorni della guerra del Golfo tanti altri giornalisti. *"Il bombardamento chirurgico ma con il raggio elegante di un laser, con l'oculata tecnologia, con la circospezione e l'esattezza della scienza"* ha scritto Lidia Ravera su *L'Unità* del 25 gennaio 1991. L'idea è quella della guerra supertecnologica, della guerra asettica. La guerra più oscena di tutte, perché fa sembrare tutto una sorta di gioco ad alta tecnologia, matematico appunto: una guerra matematica. Naturalmente, nessuno di coloro che hanno scritto quegli articoli si aspettava quello che sarebbe successo: una guerra nel cuore dell'Europa.

Massacri, deportazioni e una guerra che ha coinvolto 20 paesi europei. Per qualche giorno si è parlato di "azione militare", poi più nessuno ha omesso di dire la parola giusta: "guerra nel cuore dell'Europa". Se pensiamo che nel mese di marzo 1998 Roberto Benigni ha vinto l'Oscar per il film *La vita è bella*, e tanto si è discusso sui giornali del fatto che quel film potesse avere delle colpe perché magari ci faceva dimenticare il dramma dei campi di concentramento e dei treni di deportati in Europa. Se lo immaginava qualcuno che sarebbe successo di nuovo dopo poco più di un mese ? L'azione di intervento che, come sempre affermano i politici e i militari, sarebbe durata pochissimo, sarebbe stata chirurgica, perfetta e indolore, è durata settimane, mesi; una guerra che sembrava dovesse essere senza morti e senza feriti, secondo le promesse. La guerra ha sconvolto anche le idee che avevamo sulla nostra civiltà di fine secolo: la migliore civiltà possibile, che avrebbe consentito anni di prosperità e felicità a tutti i popoli di quella parte di Europa privilegiata in cui viviamo.

Una guerra tecnologica, computerizzata, matematica: mai avrei pensato che, spinto dalla cruda realtà, avrei dovuto riflettere su matematica e guerra nell'aprile del 1999. Nel mio nuovo articolo per la rivista di matematica e guerra, avevo pensato di parlare ripensando alla guerra del Golfo. Molte delle riflessioni che ho fatto due anni fa sono oggi ancora più attuali. Le ho ben poco modificate. La realtà ha superato la mia immaginazione.

Quelle frasi sui giornali italiani mi avevano fatto tornare in mente le parole che avevo letto alla conclusione del romanzo di Oriana Fallaci *Insciallah* [2], romanzo che avevo letto nel mese di agosto 1990, proprio quando l'Iraq ha invaso il Kuwait. Aveva acceso la mia curiosità il fatto che, nelle diverse recensioni del libro della Fallaci, si parlava di una delle possibili chiavi di lettura del romanzo: quella matematica. In particolare *Insciallah* mi è tornato in mente perché nel libro la matematica è una sorta di *Deus ex machina* diabolico, nella storia dei soldati italiani inviati come forza di pace nell'inferno del Libano alcuni anni fa. Anche se la Fallaci sottolinea che la matematica non riesce a risolvere nessuno dei problemi della vita, è il tema stesso della storia che si sviluppa sull'ossatura di un'equazione matematica che esprime l'eterna lotta tra la Vita e la Morte. *"La trama cucita col destino che la ragione rifiuta e che una meccanica estranea alla nostra volontà, al nostro libero arbitrio, conferma. La moltitudine dei personaggi incluso il personaggio chiave che vede la formula della Morte e per combatterla cerca la formula della Vita* [...] *Il dilemma sempre taciuto e sempre presente che da ultimo scoppia con la domanda: è davvero distruttivo il Caos che secondo quell'equazione mangia la Vita, è davvero la Morte che vince sulla Vita?"*

Siamo all'epilogo del romanzo: il motoscafo carico di esplosivo parte per affondare la nave italiana carica di soldati; non sappiamo come finirà nel romanzo, il finale viene lasciato sospeso. Non si può dire che nel libro la matematica faccia una bella figura: non dà alcuna risposta ai grandi problemi posti, è una scienza inaffidabile per la quale la verità di un'affermazione o del suo contrario sono equivalenti; serve solo per compiere conti che portano alla distruzione e alla morte. A leggere i giornali dei giorni della guerra del Golfo si trovano espressi in forma diversa, sicuramente più concisa, gli stessi argomenti.

Non penso che la matematica abbia bisogno di un difensore. Tuttavia mi sembra che valga la pena ricordare un altro piccolo libro che avevo comprato, sempre nello stesso mese di agosto 1990, mentre ero in vacanza al mare. Non si trattava proprio di un libro, ma piuttosto di un piccolo volume che vuole essere una unità didattica da sperimentare nelle scuole, con una guida per gli insegnanti. Titolo del volume: *Matematica della guerra*, a cura del Coordinamento Insegnanti Non Violenti, nell'ambito del progetto di educazione alla pace del Gruppo Abele di Torino [3]. Se, a leggere i giornali di quei giorni, si aveva l'impressione che la matematica fosse la base della guerra moderna, come se non fossero gli uomini ma i computer a decidere dove effettuare le "operazioni chirurgiche", il volume a cui mi riferisco inizia con queste parole: "Anche la matematica, come ogni disciplina, si presta a costruire alcuni percorsi di educazione alla pace." I temi che vengono trattati sono quattro, e rientrano nell'ambito più generale dei problemi della guerra e della pace: corsa agli armamenti, deterrenza nucleare, riconversione delle spese militari e statistica della guerra. Gli strumenti matematici che si usano nel libretto sono molto semplici, ma la scelta degli argomenti permette, come scrivono gli autori (Antonino Drago, Bruno Jannamorelli, Guglielmo Minervini e Giovanni Salio) di *"mettere in evidenza la potenza, e in certi casi l'ambiguità, dei modelli matematici usati per simulare situazioni di guerra e di conflitto. In certi casi lo strumento e il modello matematici aiutano a comprendere con maggior chiarezza, in altri il modello stesso può portare a conclusioni errate o non accettabili sul piano etico."*

Naturalmente, il quadro di riferimento dei conflitti nell'anno di pubblicazione del volume (1987) era lo scontro tra le superpotenze: sembrano passati mille anni ! Né, d'altra parte, gli autori si riproponevano di mostrare tutte le possibili applicazioni della matematica a situazioni di guerra. Alcuni dei temi trattati sono stati in qualche modo superati dagli eventi che sono accaduti in Europa, primo fra tutti la caduta del muro di Berlino e poi il dissolvimento della Unione Sovietica, e tuttavia come laboratorio per la pace conservano intatta la loro utilità. La storia dell'uomo ci ha insegnato che la pace non è mai per sempre, ma va ricercata ogni giorno (ho scritto queste parole solo due anni fa!!!!). Lo scopo precipuo era quello di "allargare gli orizzonti culturali dei tradizionali corsi di matematica", alla luce dei fatti avvenuti durante la guerra del Golfo. Alcuni degli esempi portati possono essere interessanti da molti punti di vista. Per trattare la questione della deterrenza nucleare, viene utilizzata la teoria dei giochi, e in particolare il "dilemma del prigioniero" e il "gioco del pollo". In un successivo capitolo, viene presentato un modello della corsa agli armamenti, prendendo in esame il problema del clima di sfiducia reciproca tra le due parti, il che comporta la segretezza di ogni nuovo miglioramento tecnologico. Si prendono in considerazione i missili antimissile balistici (ABM).

Uno degli esempi trattati riguarda il caso di una potenza militare che vuole proteggere le sue città da un attacco missilistico con un'efficacia almeno del 50%. Una volta costruito, il sistema di difesa ABM può essere facilmente spostato altrove. Quindi, anche se il progetto della prima nazione è solo quello di proteggere le sue città, la nazione in conflitto non si fida perché sa bene che il sistema difensivo può essere spostato. Si crea quindi una situazione di instabilità a cui la seconda nazione reagisce sviluppando un suo sistema ABM, realizzando un sistema offensivo per annullare l'efficacia del sistema del nemico, ovvero rispondendo nel modo più semplice: aumentando il numero dei missili. È possibile ottenere i modelli analizzati con semplici equazioni lineari e disequazioni di primo grado a due incognite. Tra i fattori considerati vi sono anche i missili Cruise. Le conclusioni del capitolo sono le seguenti: *"I risultati più interessanti che si possono trarre da questi modelli sono due: — armi sempre più sofisticate, sia offensive che difensive, provocano comunque situazioni instabili e accelerano la corsa agli armamenti; — diminuire la segretezza che circonda i progetti di nuove armi può garantire una migliore stabilità. È da notare che lo sviluppo di nuove armi, anche se non saranno mai usate è un fatto di per sé destabilizzante perché la potenza nemica non può aspettare di vedere l'impiego di quelle armi: reagisce subito costruendo a sua volta armi sempre più sofisticate."*

Proprio perché il problema della corsa agli armamenti era terribilmente reale nel 1987, il modello presentato non è un semplice esercizio di matematica ma può aiutare a capire che maggiori informazioni sulla sicurezza nazionale possono portare a decisioni più consapevoli. Ha scritto Anatol Rapoport, autore di *Teoria matematica della guerra di L.F. Richardson* e di *Strategia e coscienza* [4], testi che sono serviti di base per l'unità didattica, che *"quello che la matematica può fare, e che il ragionamento del senso comune non può, è considerare in toto le cause e gli effetti, qualche volta intrecciati tra loro in modo complesso, fino a districarne gli effetti finali. Spesso questi modelli sono resi volutamente semplici, con la piena consapevolezza che essi non rappresentano la realtà. Il loro valore principale sta nel fatto che portano a dei risultati interessanti, che vengono poi confrontati con le osservazioni. Il più delle volte non si accordano con queste ultime, ma allora la natura e l'entità delle discrepanze suggeriscono la direzione di nuove ricerche."*

Tra i dati interessanti riportati, vi è quello che nella prima guerra mondiale dei 9,8 milioni di morti il 95% erano militari, il 5% civili; nella seconda guerra modiale (52 milioni di morti) i militari morti sono stati il 52% contro il 48% di civili; il "sorpasso" avviene nettamente con la guerra di Corea: 84% di civili e 16% di militari. Se è vero che la matematica è stata spesso circondata da un alone di astratta purezza, bisogna invece rendersi conto che non esistono settori della scienza che possono vivere al riparo dall'utilizzazione in campo militare. Tuttavia, è altrettanto vero che esiste non solo la *astrattezza matematica* della guerra tecnologica, e lo strumento matematico può essere utile per capire, se non prevenire, quello che le nostre decisioni (non matematiche) possono comportare.

Nel numero speciale del *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik* sono contenuti gli articoli di D'Ambrosio "Matematica e etica", di Fashen del Tamer Institute for Community Education di Ramallah in Palestina, di Rottoli "Etica nella educazione matematica", di Scarafiotti e Giannetti "Può la matematica educare alla pace" e di Skovsmose "Aforisma: incertezza della matematica". Andrà aggiornato alla luce della nuova guerra.

Un altro sentimento era in molti di noi prevalente durante la guerra. Noi, insegnanti, educatori, non riuscivamo a trovare un ruolo, non riuscivamo a discutere, a confrontare le idee, anche per la mancanza di interesse per questi temi da parte degli altri docenti e anche della grande massa degli studenti. Ho pensato, prendendo spunto dalle parole di D'Ambrosio, di cercare di far nascere una discussione, uno scambio di idee all'interno degli editorial board di una rivista di arte e scienza del MIT, *Leonardo*, di cui sono editor. Cento persone in tutto il mondo fanno parte del board. Ho posto una serie di domande, e una sola persona ha risposto, un americano, scrivendo che anche Leonardo, l'artista e scienziato, si era occupato di bombe. Il direttore della rivista, un astrofisico americano di formazione francese, ha allora chiesto che le domande diventassero un editoriale che da pochi giorni è in rete in apertura dell'ultimo numero di *Leonardo Electronic Almanac*. Le risposte sono cominciate ad arrivare: ha scritto anche un'insegnante aborigena dell'Australia. La MIT Press sta pensando ad un libro, se la discussione diventerà di un certo interesse. L'editoriale si intitola "Solo le bombe sono intelligenti?". Eccone alcuni estratti.

La responsabilità riguarda tutti, certo, non solo i matematici. Anzi non ha molto senso chiedersi che opinione hanno, che cosa pensano si possa fare i matematici, i chimici, o i ballerini e i critici d'arte. Scrivevo tra l'altro nell'editoriale del maggio 1999: *"non credo che nessuno sia depositario della verità più di altri e quindi non ha senso chiedersi che cosa hanno da dire sulla guerra gli scienziati o gli artisti. O meglio una domanda vale la pena di farsela: riteniamo forse che gli artisti producono arte, i matematici matematica, gli scienziati scienza e i soldati guerra ? E quindi ognuno si occupi del suo specifico e non si perda troppo tempo a discutere ? Visto che poi i nostri mezzi di difesa sono potentissimi ?"*

In questi anni si è parlato e straparlato di globalizzazione e di complessità. Ora, nel maggio 1999 abbiamo un problema di una enorme complessità, in cui è difficilissimo trovare una via di uscita che riesca a salvare tutti i popoli che sono in conflitto. Non abbiamo più nulla da dire in quanto artisti e scienziati ? Non per una aberrante idea di dover creare un'arte di guerra, un'estetica della guerra, né per mal riposti sensi di colpa ed esorcizzare così le nostre paure. Perché, semplicemente, in questo mondo moderno ci sono comunità scientifiche e artistiche che hanno la possibilità di dialogare con tutto il mondo, hanno l'accesso ai mezzi di comunicazione, hanno la responsabilità di educare intere generazioni. Non pensiamo di dover dire qualcosa ? Per cercare di capire, per cercare di far prevalere la tolleranza e la comprensione ? [5]

Questo secolo si è aperto con l'affermarsi delle avanguardie artistiche che hanno profondamente segnato la nostra cultura. Nel bene e nel male: il Futurismo, e il suo fondatore Marinetti, aveva il gusto per la provocazione. Nel manifesto del Futurismo, pubblicato il 20 febbraio 1909, Marinetti scrisse: *"Noi vogliamo glorificare la guerra — sola igiene del mondo — il militarismo, il patriottismo, il gesto distruttore dei libertari, le belle idee per cui si muore"*.

Siamo sicuri che abbiamo cancellato dalla nostra cultura il virus della violenza ? O pensiamo che siano sempre altri, quelli diversi da noi, quelli che praticano la violenza ? Tutte le nostre parole, la grande quantità di parole che vengono scritte e lette in tutto il mondo grazie alle tanto decantate nuove tecnologie, sono mute davanti a quelle che sono le più grandi tragedie dell'umanità: la guerra e il genocidio ? Aspettiamo di assegnare un altro premio Oscar tra 50 anni ?

Mi dispiace che non sia stato capace di trovare un altro modo per poter discutere e cercare di comprendere, e spiegare agli studenti e ai docenti della mia università, anche se ci ho provato.

Bibliografia

[1] U. D'Ambrosio e M. Marmé, a cura di, *Mathematics, Peace and Ethics*, Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, vol. 30/3 (giugno 1998) pp. 64–94.

[2] Oriana Fallaci, *Insciallah*, Milano, Rizzoli, 1990; tradotto in tutto il mondo.

[3] *Matematica della guerra*, a cura del Coordinamento Insegnanti nonviolenti, progetto di educazione alla pace, Torino, Gruppo Abele, 1987.

[4] Anatol Rapoport, *Teoria matematica della guerra di L.F. Richardson*, General Systems, 1987.
Strategia e coscienza, Milano, Bompiani, 1962.

[5] Universal Declaration of Human Rights, article 26 2. "Education shall be directed to the full development of the human personality and to the strengthening of respect for human rights and fundamental freedoms. It shall promote understanding, tolerance and friendship among all nations, racial or religious groups, and shall further the activities of the United Nations for the maintenance of peace."

[6] M. Emmer *Only Bombs are Intelligent?* Editorial, Leonardo Electronic Almanac, MIT, vol. 7, n. 5, may 1999. Sito WEB: http://mitpress.mit.edu/e-journals/LEA/; solo in parte visibile free.

Scienza e guerra “fin de siècle”

Andrea Martocchia[1]

SISSA–ISAS, Trieste

In questo intervento si vuole analizzare il problema della scienza nella contemporanea realtà bellica da tre punti di vista: dal punto di vista culturale e sociologico, laddove la scienza è intesa nell’accezione più vasta, cioè come insieme delle attività di formazione e trasmissione della conoscenza; dal punto di vista della “categoria” o “corporazione” di chi fa scienza, riferendosi cioè al lavoro intellettuale ed al mondo della ricerca in senso stretto; e da quello del progresso tecnologico, cioè essenzialmente degli armamenti.

I problemi affrontati sono vasti e complessi, e perciò possono soltanto essere sfiorati in questa sede. Mi limiterò a suggerire degli spunti di riflessione, soprattutto sui primi due aspetti, riguardanti il ruolo del sapere e della conoscenza nella nostra società, fornendo ove possibile riferimenti per un approfondimento ulteriore.

1 Scienza come conoscenza

Incominciamo dallo stretto significato etimologico della parola **scienza**. Il concetto di scienza richiama la conoscenza, il sapere, l’analisi e la ricerca. È un concetto valido in tutti i tempi ed in tutte le culture, ma nella sua accezione più stretta con esso si indica un filone di matrice prettamente occidentale, di derivazione greca, sostanziatosi con il Rinascimento e giunto ad una teorizzazione precisa con la definizione del “metodo galileiano” o “sperimentale”. Da alcuni decenni, questa più stretta accezione del termine “scienza” è stata sottoposta a svariate critiche ed il paradigma è entrato in crisi nella nostra cultura. Non provo nemmeno ad abbozzare un *excursus* attraverso la nascita della meccanica quantistica, la termodinamica, la teoria della complessità, ecc., poiché la crisi della concezione positivistica, ma anche popperiana, della scienza è cosa ben nota.

Quello che intendo sostenere è che negli ultimi anni stiamo assistendo ad una devastante crisi della “scienza”, intesa anche nella sua accezione più larga. Nella società delle comunicazioni di massa siamo silenziosamente ma inesorabilmente arrivati ad una crisi dei criteri e dei fondamenti della **conoscenza**, intesa come categoria generale, e quindi della suddivisione del lavoro intellettuale. A mio avviso, il problema non è solamente epistemologico, bensì è diventato un problema sociale e politico di grave rilevanza. Questa crisi si può analizzare a vari livelli. Partirò dal livello più “esterno”, cioè dal piano della comunicazione sociale.

[1]martok@sissa.it

2 Informazione e propaganda

Negli anni Sessanta i situazionisti definivano la nostra società — la società capitalistica avanzata, dove la mercificazione permea ogni attività umana destrutturandone contenuti e significati — come **"società dello spettacolo"**. Da alcuni anni, in seguito a quello che è stato chiamato "crollo del muro di Berlino" (l'annessione della DDR da parte della Repubblica Federale Tedesca e la crisi generalizzata del socialismo di stato), dalla "società dello spettacolo" siamo precipitati rapidamente nella **"società della propaganda"**.

Nella fase attuale, la guerra è all'ordine del giorno: sia come fenomeno che riguarda le relazioni fra stati, ovvero fra stati e strutture sovranazionali (Nazioni Unite, Banca Mondiale, Fondo Monetario Internazionale, NATO, Unione Europea, ecc.), sia all'interno di ogni stato nel senso della rottura del "contratto sociale". Questa rinnovata conflittualità tra ceti sociali, tra culture e tra popolazioni, tra centri e periferie, tra chi detiene i mezzi di produzione e chi lavora duramente già a dodici anni, non rappresenta ovviamente qualcosa di completamente nuovo, ma caratterizza nettamente la fase post–1989. Dopo il 1989 non c'è più lo "spettacolo", nel senso situazionista, a rappresentare il conflitto sociale, mistificandolo: c'è viceversa un bombardamento propagandistico–pubblicitario che accompagna l'attacco diretto, aperto e senza infingimenti contro le conquiste di almeno cent'anni di lotte dei lavoratori (sfascio dello stato sociale e neoliberismo), contro le stesse forme istituzionali atte alla mediazione dei conflitti (dalla nostra Costituzione alle Nazioni Unite, dai partiti ai sindacati), nonché l'attacco armato contro popoli e stati che frappongono ostacoli a quella che viene detta eufemisticamente "globalizzazione", cioè la fase suprema dell'espansione del grande capitale: l'Imperialismo.

In questa fase il conflitto all'interno della società opulenta non si traveste più con lo "spettacolo", ma si palesa nella pura "propaganda". Quella propaganda che in Italia, ad esempio, sanziona attraverso svariate campagne di stampa la svendita del patrimonio pubblico, compresa la cessione all'imprenditoria straniera di settori strategici come le telecomunicazioni (privatizzazione di Telecom), la privatizzazione del sistema pensionistico, il presidenzialismo bipolarista già teorizzato nel Piano di Rinascita Nazionale della P2, e così via. Tutti fatti decantati e celebrati come "inevitabili" e "necessari".

Ricordo che fino agli anni Ottanta la politica in TV si faceva solo nelle tribune elettorali, o si leggeva su certi giornali. Da un certo punto in poi gli uomini politici hanno preso il posto dei presentatori televisivi (da Giuliano Ferrara a tutti i conduttori e partecipanti dei vari talk–show), mentre i presentatori ed imbonitori televisivi sono diventati uomini politici (per tacere di Berlusconi, ricordo ad esempio Sgarbi o personaggi dello spettacolo che sempre più spesso diventano candidati alle elezioni). Si è stabilita una commistione tra i due versanti (spettacolare e politico), per cui i ragionamenti sulla legge maggioritaria non si fanno più in Parlamento, né tantomeno nelle sezioni di partito, ma si fanno, anzi si *spacciano* sugli schermi televisivi.

In questo contesto, è assolutamente normale che tutte le fasi delle operazioni militari che ad esempio il nostro paese conduce, ormai a ripetizione da anni, contro i dittatori ed i barbari di turno (Libano, Iraq, Somalia, Albania, Jugoslavia), siano accompagnate da operazioni massmediatiche dal carattere profondamente disinformativo. I nostri giornali non solo non riportano quasi mai reportage originali e dettagliati da questo o quel paese, come invece è d'uso sulla grande stampa francese o tedesca, pure schieratissima, ma in generale danno per scontate una serie di informazioni di base, sulle quali si costruisce poi tutto il ragionamento giornalistico–propagandistico.

Per limitarci al caso jugoslavo: i nostri giornali non hanno mai descritto se e che cosa sia stato abrogato dell'autonomia del Kosovo nel 1989, ma ripetono ossessivamente che "Milosevic ha tolto l'autonomia al Kosovo". Il che è da una parte falso, perché non fu Milosevic ma la Presidenza collegiale di quella che era la Repubblica Federativa e Socialista di Jugoslavia, compresi Sloveni, e Croati, e dall'altro è fuorviante perché l'autonomia della regione non fu abrogata *tout–court*, ma furono tolti soltanto il diritto di veto che questa aveva rispetto alle decisioni della Repubblica di Serbia e le altre prerogative di semi–statualità, mentre fu ad esempio conservato il bilinguismo.[2] Allo stesso modo, si ripete incessantemente che sarebbe esistito un piano di "pulizia etnica" da parte della leadership serba, piano che sarebbe stato formulato in un Memorandum e declamato da Milosevic nel suo discorso a Campo dei Merli il 28 giugno del 1989. Ma il Memorandum non lo ha letto quasi nessuno, poiché solo *Limes* ne ha pubblicato degli stralci, e chi lo ha letto sa che c'è scritto esattamente il contrario; quanto al discorso di Milosevic, non è stato mai tradotto in italiano, così come Milosevic non è stato mai intervistato sui nostri giornali. Dopodiché si accusa Milosevic perché, all'inizio dei bombardamenti fa chiudere Radio B52 (scusate, volevo dire B92), finanziata dalla Fondazione Soros, che ha tra i suoi sponsor anche Hillary Clinton. E, in nome della libertà di informazione, si bombarda la televisione serba con i giornalisti dentro.

3 Carattere militare della trasmissione di informazioni

In queste circostanze, il meccanismo della disinformazione nei mass–media è un meccanismo di carattere militare. Non è dovuto soltanto ad incompetenza o eccesso di zelo di certi giornalisti, e fa si che la distinzione tra il vero ed il falso diventi ardua per lo "spettatore". Notizie false come quella del bombardamento di Lubiana (1991), quella degli stupri di massa in Bosnia (1993), quella delle fosse comuni di Orahovac in Kosovo (1998) o le notizie delle stragi di Sarajevo, subito attribuite ai Serbi nonostante i dubbi ed i successivi rapporti ONU smentissero queste attribuzioni, dimostrano che è esistita in questi anni, e continua adesso per il Kosovo, una campagna di diffamazione antiserba, mirata evidentemente a creare tensione per giustificare l'intervento armato in quei territori. Non a caso il bersaglio di questa campagna sono i Serbi, in quanto popolazione maggioritaria di quella che era la Repubblica Federativa e Socialista di Jugoslavia, i quali vivendo sparpagliati un po' dappertutto tra le varie Repubbliche meno di tutti avevano interesse alla frammentazione ed allo sfascio del proprio paese.

Per questa campagna disinformativa le parti in conflitto (secessionisti sloveni, croati, bosniaco–musulmani, albanesi) si sono avvalse del lavoro di agenzie specializzate come la Ruder & Finn Public Global Affairs,[3] la quale attraverso lauti finanziamenti da paesi

[2]Meno che mai si chiarisce **perché** sia stata abrogata la "autonomia speciale" del Kosovo, tacendo su quello che è successo nella zona per tutta la durata degli anni Ottanta e facendo incominciare la storia dal 1989...

[3]Il problema della disinformazione strategica nel caso jugoslavo fu posto in termini chiari per la prima volta da Jacques Merlino nel libro "Le verità jugoslave non sono tutte buone a dirsi" (ed. Albin Michel,

terzi fa passare solo "verità" di comodo. A contribuire a questo colossale travisamento dei fatti sono impegnate però anche alcune istituzioni internazionali: il caso più clamoroso è stato forse quello del capo della missione OSCE William Walker e della "strage di Racak". Vi sono coinvolte anche molte ONG ed organizzazioni pseudo–umanitarie assai attive in questi anni, come pure la potentissima lobby di Soros.

Chi conosce questi terribili retroscena sa dunque che i nostri quotidiani sono da prendere tutti indistintamente *cum grano salis*, tenendo in mano la matita rossa e blu, conservando religiosamente gli articoli che sembrano significativi e facendo raffronti a giorni e mesi di distanza. La persona comune, che non si è mai interessata di un certo argomento che all'improvviso assurge agli onori delle prime pagine, è sola dinanzi al bombardamento informativo. Su di lei ricade per intero la responsabilità di scegliersi le fonti, fra libri, siti internet, riviste che non seguano una linea "di massa", e anche materiali d'archivio e rapporti o ricordi personali. In questa situazione **la vera informazione è un fai–da–te**. La responsabilità della formazione della conoscenza e del sapere ricade interamente sul singolo, che dovrà impegnarsi da solo a raccogliere, valutare e sperimentare, proprio secondo il metodo sperimentale di Galileo. Non esiste oggi come oggi nessuna "garanzia di affidabilità" per i mezzi di informazione: siamo in pieno **medioevo**. Quanto sopra vale anche e soprattutto per i quotidiani "di tradizione democratica", a causa del fatto che molto spesso essi usano meccanicamente i **dispacci d'agenzia**, senza avere inviati sul posto, e soprattutto si avvalgono della collaborazione di elementi influenti di quel ceto intellettuale che, io credo, è soggetto oggi ad una terribile crisi di ruolo e di identità.

4 Gli "esperti"

Penso in particolare a certi **pseudo–esperti**, veri azzeccagarbugli, che in questi anni hanno certosinamente capovolto i fatti sulla guerra jugoslava. Costoro sono riusciti, ad esempio, a sostenere e caldeggiare la frammentazione della Repubblica Federativa e Socialista di Jugoslavia con la giustificazione paradossale che le popolazioni devono vivere insieme e senza odii reciproci ! Secondo loro, la Federazione andava spezzettata per liberare questi o quegli altri dall'oppressione centralista, benché in Jugoslavia i diritti delle minoranze fossero ampiamente riconosciuti: si trattava della realtà più avanzata a livello mondiale da quel punto di vista. In nome della "autodeterminazione dei popoli", questi commentatori hanno combattuto aspramente contro l'autodeterminazione dei Serbi in Croazia e Bosnia, indicandoli come aggressori... però poi appoggiano l'autodeterminazione dei kosovari di lingua albanese, glissando sul carattere revanscista ed ultranazionalista del movimento grandealbanese, e sottolineando ad ogni pié sospinto la differenza "etnica" tra questi e quegli altri. Da una parte dicono che bisogna difendere il carattere multietnico di questo o quel territorio, e dall'altra si contraddicono clamorosamente evidenziando la presunta necessità di spezzettare, creando nuovi confini.

Laddove le **differenze etniche** non esistono, questi pseudo–esperti se le inventano: così ha fatto la sua comparsa la "differenza etnica" tra Serbi, Croati e Musulmani di Bosnia, mentre è noto che la differenza fra queste popolazioni è solo di carattere storico–religioso (come tra tedeschi cattolici e tedeschi evangelici). La differenza linguistica, ad

1993), ancora non tradotto in italiano, nel quale si elencano i legami tra i settori che conducono la disinformazione, le lobby ebraiche statunitensi ed i lauti finanziamenti provenienti da certi paesi islamici.

esempio, è irrilevante. Tutto questo non lo fa solamente un intellettuale di destra come Bettiza, ma anche un Predrag Matvejevic su tutti i giornali e le riviste di sinistra. Matvejevic è professore di lingue slave, eppure va in giro a teorizzare una presunta differenza tra la lingua serba e quella croata, rendendo un ottimo servizio alla nuova vulgata dei nazionalismi. Un'altra specialità di questi "esperti" è il non dire: ad esempio Stefano Bianchini, storico, riesce a scrivere centinaia di articoli sulla guerra in Bosnia, senza mai dire che questa è scoppiata nell'aprile del 1992 perché i rappresentanti croati e musulmani alla Conferenza di Lisbona furono spinti dalla diplomazia USA a ritirare la loro firma dal **Piano Cutileiro**, già sottoscritto, il quale prevedeva la cantonalizzazione della Bosnia. Questo piano, se applicato avrebbe evitato tre anni di guerra civile (per non parlare delle operazioni di appoggio militare e finanziamento alla leadership bosniaco–musulmana). Bianchini scrive anche decine di articoli sul Kosovo senza mai parlare delle miniere e del problema geopolitico dei "corridoi". E rapidamente cadranno nell'oblio le critiche a quella che è stata definita la "trappola" (o diktat) di Rambouillet, in seguito alla quale sono iniziati i bombardamenti su tutto il territorio serbo–montenegrino.

Ad altri "esperti" e ad altri fatti, spesso più rilevanti di quelli che vengono ossessivamente ripetuti, è costantemente negato lo spazio: non c'è stato sui giornali ed in televisione alcun approfondimento sui principali **antefatti storici** della guerra civile nei Balcani. Una severa censura copre tutto quello che riguarda il colonialismo italiano nell'area ed i crimini di guerra commessi dagli italiani durante le Seconda Guerra Mondiale,[4] compresi i campi di concentramento sull'isola di Rab/Arbe ed in Slovenia, nonché l'occupazione militare del Kosovo annesso alla Grande Albania fascista. Una ricerca storica rigorosa e documentata come quella di Marco Aurelio Rivelli sui crimini del clericonazismo ustascia nella Croazia di Pavelic e Stepinac è stata pubblicata fortunosamente solo nella primavera di quest'anno.[5] Questi sono solo alcuni esempi che dimostrano la difficoltà estrema della trasmissione delle conoscenze e delle ricerche storiche in questo clima di guerra.

Da una parte, quindi, il perverso **ruolo degli "esperti"** sui mezzi di informazione. Dall'altra una vera **censura**, più o meno volontaria, e comunque strutturale: sono gli aspetti più evidenti della devastante crisi nella trasmissione della conoscenza tra addetti ai lavori e pubblico, crisi in atto nella società in cui viviamo proprio per il modo in cui è strutturata. Solo a colui al quale viene attribuito, massmediaticamente, il ruolo di "esperto" è affidato il compito di interpretare e raccontare, e solo la sua voce conta. Quello che dice l' "esperto" viene riprodotto e ripetuto in maniera praticamente totalitaria, mentre voci diverse ed interpretazioni divergenti hanno raramente la possibilità di esprimersi — attraverso la pubblicazione di un articolo o di un libro —. A causa della rigida strutturazione per competenze e per feudi del lavoro intellettuale, se non sei "nella parrocchia giusta" non passi. Questo lo sa chiunque abbia provato a farsi pubblicare qualcosa (che fosse un articolo od una raccolta di poesie) senza potersi giovare della conoscenza o dell'appoggio di qualche personaggio influente.

Notiamo che, non a caso, nella nostra società mediatica il ruolo della scienza e dello

---

[4]Si pensi ad esempio alla censura sul documentario della BBC riguardante questi crimini, la cui versione italiana, curata dal regista Massimo Sani con il contributo di storici importanti come Claudio Pavone, è tuttora chiusa a chiave in un cassetto della RAI.

[5]M.A. Rivelli, "L' Arcivescovo del genocidio", Ed. Kaos 1999. Si noti che il protagonista del libro, il vescovo Stepinac collaborazionista del nazismo croato, è stato beatificato da papa Wojtyla il 3 ottobre scorso, durante la visita del pontefice in Croazia.

scienziato è celebrato continuamente, al punto che alcuni scienziati di fama hanno il loro posto fisso nei dibattiti: si pensi a Zichichi, a Hack. La voce dello scienziato, e in generale la voce dell’esperto o di colui che assume il ruolo di esperto nel carosello massmediatico, assume valore in sé e per sé. Se a costui viene attribuita una sufficiente autorevolezza, può anche debordare in campi del tutto diversi da quello di competenza. L’esperto può allora diventare **tuttologo**, ed andare a proclamare che i Serbi sono nazionalisti per natura, anzi per codice genetico, anche se lui non ha mai parlato personalmente con un serbo in tutta la sua vita. Questo tipo di ruolo, praticamente sacrale, dell’esperto è la negazione stessa del concetto di “scienza”, intesa in senso stretto, ed è la negazione di fatto di quella che dovrebbe essere la funzione sociale dello scienziato, dell’esperto, del ricercatore, dell’intellettuale: colui che **ricerca**, colui che **verifica** la fonte, l’informazione o il fenomeno in oggetto.

5 Imposture intellettuali

Questa “garanzia di credibilità” dell’esperto vale dal mondo delle scienze naturali nel senso delle scienze umanistiche (ad esempio Zichichi che parla di Dio) ma anche in senso inverso, quando il filosofo e il romanziere assumono il linguaggio delle scienze naturali, lo manipolano a piacimento, ed il tutto causa situazioni al limite del paradosso e del ridicolo. Ha suscitato molto scalpore, per esempio, la **beffa di Alan Sokal**. Questo fisico statunitense spedì alcuni anni fa un complicato articolo ad una rivista di sociologia, che lo accettò per la pubblicazione. Dopo alcune settimane Sokal in un altro articolo smentiva completamente il precedente, svelando la beffa: aveva usato a casaccio complicate citazioni di vari autori, filosofi e sociologi di scuola postmoderna, creando un pezzo incomprensibile, perché privo di senso, ma affascinante. Ed era stato preso sul serio ! La beffa di Sokal ha chiarito in modo incontestabile che la figura dell’ “esperto”, nella nostra società delle comunicazioni di massa, è un puro specchietto per le allodole: non solo per il mondo “profano”, ma **anche all’interno dell’ambiente specialistico** a causa del livello estremo di settorializzazione delle varie discipline.

Recentemente, Sokal ha pubblicato un altro libro insieme ad un collega belga,[6] nel quale contesta in maniera organica e rigorosa il linguaggio ed il metodo usati da tutta un’area di pensiero, quella appunto postmoderna, popolata da tanti intellettuali francesi eredi dello strutturalismo, e rivendica la necessità del metodo razionale, sperimentale e dimostrativo. Il libro, che si intitola **“Imposture intellettuali”**, è secondo me una pietra miliare di questa fase storica, in quanto mette a nudo lo sfascio completo del pensiero analitico contemporaneo. E così si scoprono gli altarini dei “finti esperti”, che nascondono la loro vuotezza sotto ad una cortina fumogena fatta di parole, il cui solo valore, nel modo in cui questi le usano, è nel suono che hanno.

L’attacco di Sokal colpisce al cuore un’area di **intellettualismo** del tutto speculativo ed antirazionalista, che ha i suoi capisaldi in Francia. Non a caso la società francese, che rappresentava negli anni Sessanta l’osservatorio del movimento situazionista, e che era da questo interpretata correttamente come “società dello spettacolo”, è anche la società dove più sfrenata è la mercificazione culturale (si pensi a Parigi, al continuo supermercato di idee ed avvenimenti culturali...). Quella francese è la società dove dall’onda lunga del Ses-

[6]Sokal, Bricmont: Imposture intellettuali, Ed. Garzanti, 1999.

santotto antiautoritario si è sviluppata la corrente di pensiero dei "nuovi filosofi", nucleo di elaborazione del **"pensiero debole" antirazionalista** che ha furoreggiato durante tutto il riflusso degli anni '80. Non è un caso che questi ex–nuovi filosofi sessantottini francesi siano oggi in prima fila nella polemica antijugoslava: Daniel Cohen–Bendit, Bernard Henry–Levy, André Glucksmann, e pure quel Finkielkraut che un giorno appoggia l'ultranazionalismo croato sentenziando quali siano i popoli civili e quali i barbari, ed il giorno dopo rivaluta certi personaggi della Repubblica di Vichy. Una corrente di pensiero "differenzialista", impegnata in tutti questi anni a cercare ciò che divide anziché a valorizzare ciò che unisce, non a caso violentemente partigiana delle secessioni jugoslave.

Non è un caso che il libro "Imposture intellettuali" venga violentemente attaccato sul *Manifesto*, giornale che ha attinto dal "pensiero debole", dalla "complessità" e da un certo antirazionalismo per almeno 15 anni, nell'ambito di un processo di decostruzione ed abbandono del marxismo (non solo del leninismo). Questo quotidiano è l'espressione di un'area intellettuale affascinata dal pensiero "differenzialista" e postmoderno, ma con enormi difficoltà di comprensione della fase politica post–1989, e dello squartamento della Jugoslavia in particolare. Sul *Manifesto* lo squartamento della Repubblica Federativa e Socialista di Jugoslavia è stato visto troppo spesso come un processo dovuto a pulsioni nazionalistiche congenite, sorvolando sulle cause strutturali, strategiche, materiali, internazionali. Non è un caso, dicevo, che il *Manifesto* attacchi il libro di Sokal e Bricmont definendolo addirittura "un'operazione di 'pulizia epistemologica', di violenza paragonabile a pulizie balcaniche".[7] Viceversa, è logico che il *Manifesto* si esprima con tale virulenza, quasi mostrandosi offeso, perché rivendicando l'importanza del metodo scientifico–dimostrativo e del linguaggio razionale gli autori del libro pongono un problema che travalica il merito delle scienze esatte e delle altre discipline specialistiche (sociologia, filosofia, ecc.). Sokal e Bricmont pongono un problema che riguarda tutta la suddivisione del lavoro intellettuale nella società in cui viviamo, e che riguarda pure, e pesantemente, i giornalisti che in questi anni hanno pubblicato menzogne pensando che la verifica delle informazioni e delle fonti fosse un'appendice accessoria di un sistema massmediatico nel quale quello che conta è ben altro: anche diffondere menzogne sulle "pulizie etniche" e sulle guerre imperialiste è considerato lecito perché "il concetto di verità è fluttuante"; e "in nome della libertà di espressione" due più due fa quattro ma può fare anche tre o cinque. Izetbegovic è stato in carcere sei anni nella Repubblica Federativa e Socialista di Jugoslavia per istigazione all'odio tra le nazionalità e per aver scritto la "Dichiarazione Islamica", eppure lo si può appoggiare come difensore di Sarajevo multietnica.[8]

6 Un clima decadente

In realtà se l'informazione è il regno dell'arbitrio, e la trasmissione delle conoscenze è regolata sempre più da meccanismi perversi e "blindati", allora la nostra società non è

[7] "La pulizia epistemologica", di Marco D'Eramo, *il Manifesto*, 16/6/1999.

[8] Si noti che durante il conflitto nessuno aveva spiegato, nemmeno sul *Manifesto*, che alcuni quartieri di Sarajevo erano a maggioranza serba e semplicemente non volevano entrare a far parte della Bosnia di Izetbegovic; cosicché in seguito agli accordi di Dayton centinaia di migliaia di Serbi hanno abbandonato quei quartieri (1996), nella totale indifferenza degli intellettuali che pure avevano per anni parlato di "Sarajevo multietnica".

democratica né libera: è **decadente**, come decadente era il clima intellettuale che aprì la strada al fascismo. Come allora, gli intellettuali e gli scienziati non svolgono più il ruolo che a loro compete, e stanno lì a creare una **cortina fumogena** che rende impossibile la conoscenza dei fatti, rende arduo accedere a tutti gli elementi per valutare, e rende possibili (e magari giustificati) la devastazione e il bombardamento prolungato per 78 giorni di un paese già vittima di un embargo ingiusto.

Non parlare dell'occupazione fascista del Kosovo durante le Seconda Guerra Mondiale consente di rioccuparlo oggi, nell'ambito di un'operazione di carattere neocoloniale travestita da missione umanitaria. Non parlare della natura mafiosa dell'UCK e dei suoi rapporti con il traffico internazionale di armi e di droga consente di presentarlo come un gruppo di romantici guerriglieri che forse faranno degli errori, ma certo non sono assassini per vocazione, come i Serbi...

Questo **clima decadente**, sviluppatosi nella Francia post–sessantottina, regna da anni incontrastato in tutta Europa. Si tratta di un vero e proprio totalitarismo, ben descritto ad esempio da Peter Handke e da Regis Debray. Quest'ultimo in un recente articolo ha analizzato e commentato il linciaggio a cui è stato sottoposto a causa delle sue posizioni critiche nei confronti dell'aggressione contro la Jugoslavia: *"A quanto pare voi incarnate la democrazia, lo spirito d'apertura, la civiltà contro i nuovi barbari. Non è così. Siete il volto attuale del fanatismo"*.[9] Debray si rivolge all'intellettualità francese di cui sopra, ma il suo commento lo possiamo riprendere qui in Italia ed applicare alla lobby dei vari Sofri, Matvejevic, Dizdarevic, tutti gli editorialisti dei grandi quotidiani e tutta l'area politica trasversale centrata sul Partito Radicale di Bonino–Pannella, vera punta di diamante del moderno fascismo, razzista–sciovinista e guerrafondaio.

7 "Ex–sinistra" e responsabilità degli intellettuali

Rispetto a tutto questo il ceto intellettuale progressista è complice consenziente, oppure è paralizzato in quanto trova spazio solamente unendosi al coro. Un motivo di questa paralisi dell'intellettualità di sinistra consiste nel fatto che essa oggi come oggi **è dalla parte del potere**: non dimentichiamo che è il centrosinistra, che sono le socialdemocrazie ad aver guidato in Europa la recente aggressione contro la Jugoslavia. È proprio il ceto intellettuale sedicente progressista la vera base di appoggio dell'attuale classe di governo del nostro paese, così come gli ambienti universitari e della ricerca rappresentano la vera clientela dell'attuale area di governo, laddove ad esempio fino a dieci anni fa clientela, o base sociale, del governo pentapartito era soprattutto il parastato, tra i lavoratori statali ed i colletti bianchi dell'industria. Ecco perché, a mio avviso, l'ambiente universitario e della ricerca è rimasto sostanzialmente muto negli scorsi mesi; ecco perché la tradizione antimilitarista di certo mondo scientifico (USPID, Pugwash, eccetera) è defunta, come si faceva notare in una assemblea degli studenti di Fisica di Roma alla "Sapienza" nel maggio 1999. Mentre con la guerra del Golfo la maggioranza dei professori e ricercatori scuotevano ancora le spalle preoccupati, e solo pochi di essi pubblicavano articoli per avvalorare la tesi folle delle "bombe chirurgiche", adesso l'opinione diffusa è che il problema stia tutto nei Serbi: la guerra è giusta anche se fa male, oppure è ingiusta ma il problema resta Milosevic, che è contemporaneamente comunista e fascista, liberista e statalista,

[9] "Una macchina da guerra", di R. Debray, su *Le Monde Diplomatique* del giugno 1999.

estremista e venduto, nazionalista serbo e jugoslavista. Se non firma è esaltato, se firma è doppiogiochista: insomma è serbo e va annientato.

Il mondo delle baronie universitarie è il vero "nocciolo duro" di questa classe dirigente, e dunque non può esprimere una vera opposizione alla deriva bellica ed autoritaria in atto. Per inciso, tutto il mondo del lavoro è paralizzato dal fatto che, si dice, **"le sinistre sono al governo"**: perciò non viene indetto nessuno sciopero contro la guerra, e chi indica la contraddizione è un estremista, anzi un "terrorista".

Veniamo dunque all'aspetto più "interno" del problema, cioè all'atteggiamento del ceto intellettuale e del mondo della ricerca. A mio parere, una crisi sociale e morale investe l'ambiente dei ricercatori, la comunità scientifica nel suo complesso e le convenzioni ed il linguaggio che essa usa per la comunicazione al suo interno. A causa della crescente **settorializzazione** delle competenze, tutte le società a capitalismo avanzato si strutturano in feudi e ghetti, il cui interscambio conoscitivo è demandato a personaggi, i suddetti "esperti", i quali hanno spazio sui mass–media e nei consessi dove le informazioni si dovrebbero trasmettere.

Considerando ad esempio il mio campo specifico di ricerca, **l'astrofisica**, rimango sempre più spesso stupefatto dal crescente livello di autoreferenzialità di certe correnti di ricerca, e dalla strutturazione profondamente rigida e chiusa di gruppi e comunità. Sempre più spesso si ascoltano frasi del tipo "non chiedetemi spiegazioni su X perché non sono un esperto", anche se l'argomento X del quale non si intende parlare è profondamente connesso con la propria competenza e la propria ricerca. C'è un timore quasi religioso rispetto al rischio di invadere "campi altrui", ed una crescente tendenza al solipsismo, accentuata anche dal tipo di tecnologie in uso (il fatto di stare inchiodati dinanzi al computer). In un grosso progetto di ricerca è difficile che un partecipante sappia con esattezza di cosa si stia occupando un altro, e questo a causa della "complessità" del problema affrontato e dei mezzi per studiarlo. Talvolta l'incomunicabilità non deriva nemmeno dall'effettiva divisione del lavoro, ma da pura e meschina rivalità e concorrenzialità tra gruppi, anzi tra parrocchie, cosicché indirizzi di ricerca innovativi ed interpretazioni alternative sono presi in considerazione con estrema difficoltà. Un tipico esempio è la **cosmologia "standard"**, divenuta un enorme pachiderma sia dal punto di vista teorico che da quello sperimentale, sulla quale operano tantissimi ricercatori e gruppi, con una complicata strutturazione dei progetti e dei finanziamenti: ebbene la cosmologia "standard" assomiglia sempre di più all'universo tolemaico, al quale si vanno aggiungendo epicicli ed ipotesi *ad hoc* per tappare le falle che si aprono sempre più spesso (teorie dell'inflazione, e via discorrendo). Il rapporto con linee di pensiero alternative, pure assai sviluppate (teorie stazionarie, teoria di Alfven) è inesistente, e le pubblicazioni ed i contributi in quel senso vengono accolti con una risatina saccente, quando non vengono semplicemente ignorati. Ma questo non vale solamente per la cosmologia: nel campo dell'astrofisica relativistica, stanno uscendo a ripetizione articoli che ipotizzano meccanismi alternativi per gli AGN e gli oggetti compatti, ed ormai esiste addirittura una letteratura che nega l'esistenza dei buchi neri. Questa letteratura viene semplicemente scansata con fastidio.

8 A cosa serve la scienza ?

È evidente che questo clima interno all'ambiente scientifico e intellettuale è il riflesso di un clima culturale più generale, che non esito a definire fascista, clima che ha accompagnato questi anni nei quali la guerra è ritornata "normale". La guerra è come il pane quotidiano, e con la Carta Costituzionale si fanno... aereoplanini. In questo clima, la "scienza" e la "conoscenza" vengono certo celebrate ed evocate, ma per stravolgerne il compito ed il significato, ovvero per strumentalizzarle. Per il pubblico il ruolo delle scienze naturali e della tecnologia si riduce alla sperimentazione di sofisticati sistemi d'arma, alla menzogna propagandistica della "guerra chirurgica" e delle "bombe intelligenti", e all'evocazione misteriosa dell'impiego di uranio impoverito, fosforo combinato, sistemi a puntamento laser, e via discorrendo. Tutto questo nell'ambito di una sacralizzazione del portato scientifico–tecnologico che è la **precisa negazione del significato stesso di scienza e di progresso scientifico** e di quel metodo sperimentale che imporrebbe la verifica sulle affermazioni, e del concetto di avanzamento tecnologico che dovrebbe servire ad una più giusta distribuzione dei frutti del lavoro dell'uomo.

Sottoscrizioni per la Croce Rossa Jugoslava

Le sottoscrizioni per la Croce Rossa Jugoslava possono essere effettuate tramite il seguente conto corrente postale:

c.c.	79042008
intestato a:	Servizio Civile Internazionale
	Via Gerolamo Cardano 135
	00146 Roma
causale:	"pro Croce Rossa Jugoslava"

Attenzione: non dimenticare la causale !

Per maggiori dettagli e informazioni:
procrjugo@crosswinds.net
http://www.crosswinds.net/~procrjugo/