7

rivista di informazione **arpa** umbria · agenzia regionale per la protezione ambientale

micron

- Scienza e media: un rapporto difficile
- Un piano per la tutela delle acque
- Avanti con precauzione

rivista quadrimestrale / numero 7 - Maggio 2007 / spedizione in abbonamento postale / 70% / DCB Perugia

Direzione Generale Arpa Umbria
Via Pievaiola - San Sisto - 06132 - Perugia
Tel. 075 515961 / Fax 075 51596235

Dipartimento Provinciale di Perugia
Via Pievaiola San Sisto - 06132 - Perugia
Tel. 075 515961 / Fax 075 51596354

Dipartimento Provinciale di Terni
Via F. Cesi, 24 - 05100 - Terni
Tel. 0744 47961 / Fax 0744 4796228

Sezioni Territoriali del Dipartimento di Perugia

Sezione di Città di Castello - Gubbio

- **Distretto di Città di Castello**
  via L. Angelini - loc. Pedemontana
  Città di Castello
  tel. 075 8509379 - fax 075 8509379
- **Distretto di Gubbio**
  via Giotto, 3 - Gubbio
  tel. 075 9239319 - fax 075 9239306
  loc. Sassuolo - Gualdo Tadino
  tel. 075 918259 - fax 075 918259

Sezione di Perugia - Trasimeno

- **Distretto di Perugia**
  via Pievaiola San Sisto - Perugia
  tel. 075 515961 - fax 075 51596354
- **Distretto del Trasimeno**
  via Firenze, 59 - Castiglione del Lago
  tel. 075 9652049 - fax 075 9652049

Sezione di Todi - Bastia Umbra

- **Distretto di Assisi - Bastia Umbra**
  via De Gasperi, 4 - Bastia Umbra
  tel. 075 8005306 - fax 075 8005306
- **Distretto di Todi - Marsciano**
  via XXV Aprile, 11 - Todi
  tel. 075 8945504 - fax 075 8945504

Sezione di Foligno - Spoleto

- **Distretto di Foligno**
  loc. Portoni, Sant'Eraclio - Foligno
  tel. 0742 677009 - fax 0742 393293
- **Distretto di Spoleto**
  via dei Filosofi, 87 - Spoleto
  tel. 0743 225554 - fax 0743 201217
- **Distretto di Valnerina**
  via dei Filosofi, 87 - Spoleto
  tel. 0743 225554 - fax 0743 201217

Sezioni Territoriali del Dipartimento di Terni

Sezione di Terni

- **Distretto di Terni**
  via Federico Cesi, 24 - Terni
  tel. 0744 4796202 - fax 0744 4796228

Sezione di Orvieto

- **Distretto di Orvieto**
  viale I° maggio 73/b - Orvieto
  tel. 0763 393716 - fax 0763 391989
- **Distretto di Narni - Amelia**
  via Federico Cesi, 24 - Terni
  tel. 0744 4796202 - fax 0744 4796228

DIREZIONE GENERALE

DIPARTIMENTI PROVINCIALI
con laboratorio chimico-fisico biologico

SEZIONI TERRITORIALI

DISTRETTI TERRITORIALI

arpaumbria

controllo, prevenzione, protezione dell'ambiente

ARPA umbria
agenzia regionale per la protezione ambientale

micron
ambiente, ecosviluppo, territorio
dati, riflessioni, progetti.

7

Rivista quadrimestrale di Arpa Umbria
spedizione in abbonamento postale - 70%
DCB Perugia
supplemento al periodico www.arpa.umbria.it
(Isc. Num. 362002 del registro
dei periodici del Tribunale di Perugia
in data 18/10/02)
Autorizzazione al supplemento micron
in data 31/10/03

Direttore
Svedo Piccioni

Direttore responsabile
Fabio Mariottini

Comitato di redazione
Giancarlo Marchetti, Fabio Mariottini,
Alberto Micheli, Svedo Piccioni,
Adriano Rossi

Segreteria di redazione
Markos Charavgis

Comitato scientifico
Coordinatore
Giancarlo Marchetti

Raffaele Balli, Giampietro Beretta,
Corrado Corradini, Salvatore Curcuruto,
Appio Claudio Di Pinto, Walter Dragoni,
Osvaldo Gervasi, Giuseppe Giuliano,
Giorgio Liuti, Guido Morozzi,
Vito Mastrandea, Mario Mearelli,
Francesco Pennacchi, Antonio Poletti,
Sergio Santini, Roberto Sorrentino,
Adriano Zavatti

Direzione e redazione
Via Pievaiola San Sisto 06132 Perugia
Tel. 075 515961 - Fax 075 51596235
e-mail: info@arpa.umbria.it

Design
Paolo Tramontana

Foto
ICP - Milano

Prestampa
Nuova Linotypia 2000

Stampa
Grafiche Cornicchia

stampato su carta ecologica

Anno IV . numero 7
maggio 2007

© Arpa Umbria 2007

sommario

Comunicazione e scienza tra passato e futuro 05
Svedo Piccioni

Medicina e potere a trenta anni dalla morte di Giulio Maccacaro 06
Gianni Barro

Il principio di precauzione: evidenze scientifiche e azioni di sanità pubblica 08
Pietro Comba, Roberto Pasetto

Studio epidemiologico di popolazioni esposte a campi elettromagnetici: le priorità della ricerca 11
Pietro Comba, Lucia Fazzo

Il ruolo della comunicazione nelle controversie dei rischi 15
Giancarlo Sturloni

I discorsi della scienza 18
Intervista a Pino Donghi, docente di Modelli psicosociali della comunicazione della scienza presso l'Università di Bergamo
Markos Charavgis

Scienza e informazione nei rischi ambientali 20
Luca Carra

Se l'informazione perde la bussola 24
Fabio Mariottini

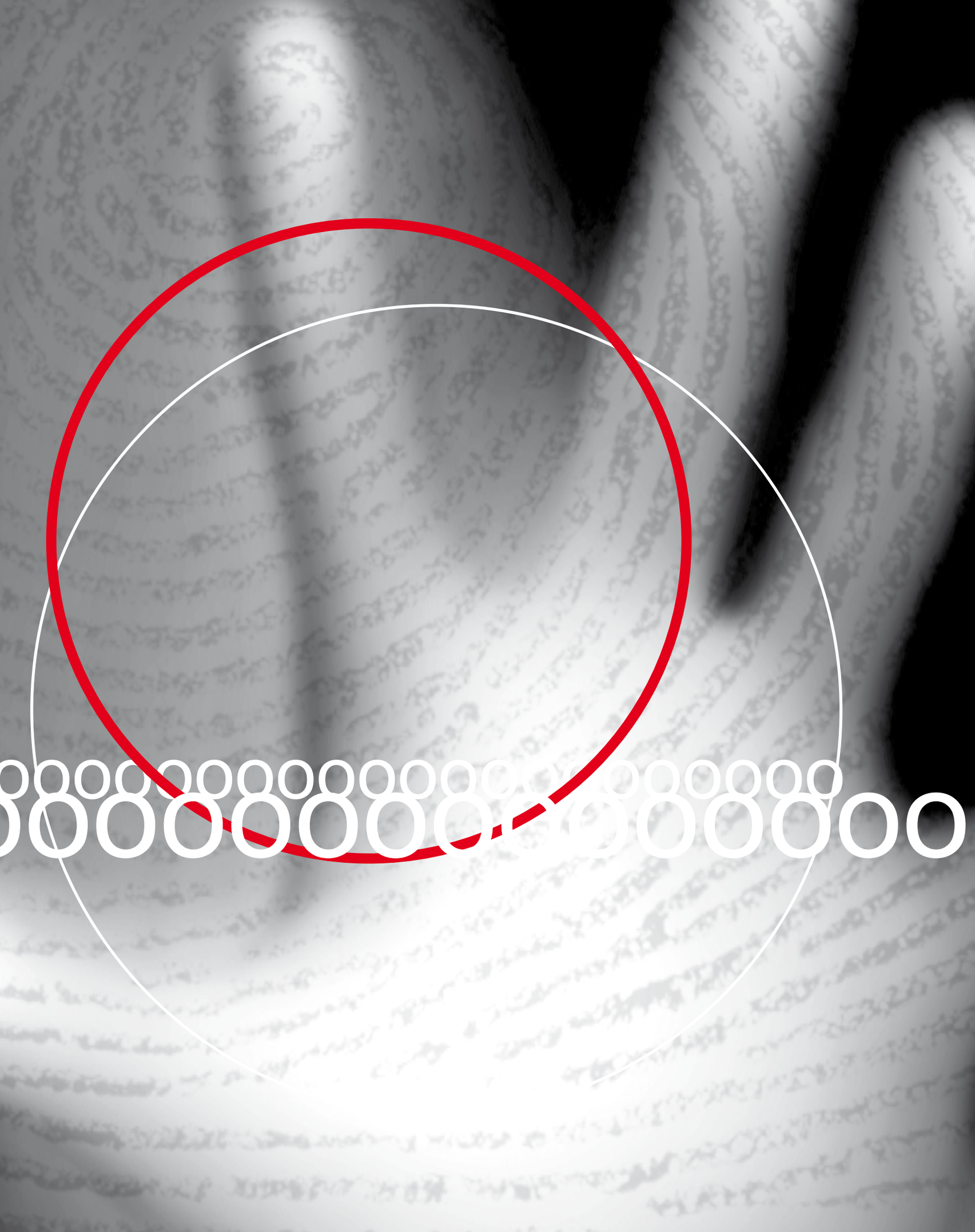
Verso un'epistemologia della comunicazione della scienza 27
Eloisa Cianci

Le sfide globali si vincono localmente 30
Intervista a Ermete Realacci, presidente della VIII Commissione. Ambiente, Territorio e Lavori Pubblici della Camera dei Deputati
Fabio Mariottini

I cambiamenti del clima 33
Pietro Greco

Un modello di monitoraggio ambientale e socio-economico per la valutazione della sostenibilità 36
Antonio Boggia

Un piano per la tutela delle acque 41
Angiolo Martinelli



Comunicazione e scienza tra passato e futuro

Svedo Piccioni

L'Italia è uno strano paese. Con una grande propensione per le celebrazioni, e allo stesso tempo, una straordinaria capacità di rimozione. Si celebrano i fatti e si dimenticano i significati. Da dieci a cento ogni anno è buono per evocare. Succede in egual misura per la storia e per la politica, per l'arte e per la scienza. Si organizzano convegni, si fa un serio e "approfondito dibattito", si analizza la vita delle persone e lo svolgimento dei fatti, spesso si fanno anche buoni propositi e, se l'argomento cade in una congiunzione astrale mediatica favorevole, ottiene anche l'attenzione della stampa. Il giorno dopo, spenti i riflettori, muore anche l'interesse per le riflessioni fatte e per i principi enunciati. Nella società dell'informazione una notizia scaccia l'altra e non c'è molto tempo per pensare. È successo quest'anno per il centenario della morte di Giosuè Carducci, per i trenta anni dal '77, per il 70° anniversario della morte di Antonio Gramsci, e lo stesso succederà il prossimo anno per il '68.

Per Giulio Maccacaro, a trenta anni dalla scomparsa, non si fanno ovviamente eccezioni. Un bel convegno, non rituale, a Milano, molto partecipato dagli amici e dai compagni di sempre, contrassegnato da analisi e riflessioni quanto mai attuali sul rapporto tra scienza e potere, ma, purtroppo, poco seguito dalla grande stampa e ancor meno dal mondo politico. Poi più nulla. Eppure la sanità pubblica, a partire proprio dal sistema di prevenzione, deve molto a questo medico scomodo che ha fatto uscire la malattia dalla salute, ha parlato di diritti, ha messo sotto accusa il potere in qualunque forma esso si manifesti. Ha reso questo paese più civile. Per queste ragioni, ma soprattutto perché dell'insegnamento di Maccacaro non si perda il senso, abbiamo voluto aprire questo numero della nostra rivista con un ricordo di Gianni Barro, che di Maccacaro è stato amico e collaboratore. E di epidemiologia abbiamo continuato a parlare, cercando di evidenziarne il tratto complesso e le relazioni, sempre più evidenti, tra ambiente e salute e tra cause ed effetti, senza nascondere difficoltà e problemi. Un capitolo della nostra rivista, poi, abbiamo voluto dedicarlo al rapporto tra scienza e informazione. Alla crescente domanda di conoscenza sulle tematiche legate al rapporto ambiente-salute, che nelle società sviluppate è diventata una priorità, alla quale fa velo una cultura scientifica che sta muovendo i primi passi nell'universo composito dei mezzi di informazione di massa. Cambia il lavoro dello scienziato, che non si esaurisce più nell'abbraccio della comunità scientifica ma deve occuparsi anche di divulgazione e, quindi, confrontarsi con un pubblico che non possiede sofisticati strumenti di analisi. Cambia il lavoro del giornalista che nella ridondanza informativa del *media village* può ritrovare un ruolo solo attraverso la riqualificazione individuale e collettiva del sistema. Il tutto condizionato dall'esigenza di arrivare prima, sempre e comunque prima. Abbiamo affrontato, con alcuni esempi, anche il tema quanto mai spinoso dei "legami pericolosi" che uniscono scienza, media e industria e le difficoltà per i non addetti ai lavori ad orientarsi in un linguaggio scientifico sempre più specializzato. Ma, soprattutto, abbiamo voluto sottolineare il rischio che questa sovrabbondanza di informazione, o meglio ancora di "notizie", finisca poi per oscurare la leggibilità e la comprensione della complessità dei processi che, a partire dalla seconda metà del secolo scorso, rappresentano il tratto dominante di tutta la ricerca scientifica moderna. In questo contesto i mass media, che pure non hanno una funzione educativa, possono rappresentare una grande opportunità per lo sviluppo della conoscenza e la comprensione di tutti quei fenomeni legati direttamente o indirettamente alla qualità della vita, che tanta apprensione generano nell'opinione pubblica. Un'opportunità per i cittadini, ma soprattutto un'occasione di crescita per un paese come l'Italia sempre pronto a dividersi tra Guelfi e Ghibellini.

Medicina e potere a trenta anni dalla morte di Giulio Maccacaro

Gianni Barro

Giulio Maccacaro aveva intuito, che il rapporto tra prevenzione e salute sarebbe destinato a diventare primario, quello tra ambiente e salute strategico, e il ruolo della politica sanitaria fondamentale per lo sviluppo di una società più giusta

Il mattino del 16 gennaio 1997 il comitato di redazione della rivista *Epidemiologia e Prevenzione* era riunito a Milano presso l'Istituto di Statistica medica e Biometria, nella sede di Via Domenico Venezian. Era in discussione il primo fascicolo annuale della rivista, presente il nucleo attivo del comitato tra cui gli umbri Maurizio Mori e Pietro Santacroce (ci sarei stato anch'io se non avessi dovuto optare per il comitato che al Parlamento preparava il testo di quella che l'anno dopo sarebbe diventata la legge 833 di riforma sanitaria). Aperti i lavori, Giulio chiese di assentarsi perché non si sentiva bene. L'infarto lo abbatté qualche minuto dopo.

Mi sono soffermato su questi particolari perché contengono molti degli elementi peculiari della vita di Giulio Maccacaro, tra cui ne vorrei estrapolarne alcuni:

- il teatro dell'evento, quell'Istituto di Statistica medica e Biometria che Giulio dirigeva da qualche anno e dal quale sarebbero uscite generazioni di nuovi epidemiologi, attratti da una disciplina che faceva fatica a farsi strada in un mondo scientifico quanto mai geloso dei suoi equilibri accademici, ma che era scossa da una crescente attenzione per i problemi della salute nei luoghi di lavoro (vedi la tragedia di Seveso) e dai rapporti sempre più intrigati tra medicina e potere (vedi la tragedia della Talidomide);
- la contiguità con l'Istituto milanese dei Tumori, dove veniva tenuto sotto controllo, a livello scientifico e medico, l'evolversi dei rapporti tra esposizioni ambientali e cancro, su cui l'epidemiologia statunitense (vedi i Cdr di Atlanta) ed europea (l'Agenzia Iarc di Lione) avevano raggiunto evidenze mature ma che l'ambiente scientifico italiano tendeva a minimizzare, a difesa di un approccio prevalentemente clinico alla patologia degenerativa;
- la vocazione alla divulgazione scientifica, che lo aveva ispirato ad assumere la direzione di prestigiose riviste come *Sapere*, altrimenti avviata, dopo 50 anni, sulla china di un doloroso declino; a fondare la rivista *Medicina Democratica*, organo dell'omonimo movimento di lotta per la salute e punto di incrocio di tutta la cultura per il rinnovamento della medicina degli anni '70; a mettersi alla testa di tanti altri movimenti di base senza i quali non avremmo avuto la riforma sanitaria; a fondare la collana *Medicina e Potere* dell'editore Feltrinelli (alla direzione della quale diede un forte contributo il nostro Albano Del Favero, autore anche di *Farmaci, salute e profitti*, un classico della battaglia contro i profitti sulla salute); a fianco a queste, almeno altre tre collane che movimentarono il sapere medico negli anni Settanta: *Scienza e politica* (insieme a Marcello Cini), *Salute e società* (per Etas/Kompass), *La scienza critica* (presso Bompiani, insieme a Gian Battista Zorzoli);
- quel senso rigoroso di apostolato laico che gli aveva ispirato la fondazione di *Epidemiologia e Prevenzione*, tuttora viva e vegeta a 30 anni dalla nascita, nel cui comitato di redazione chiamò tutti i più importanti e prestigiosi epidemiologi italiani e nei cui sommari si ritrova la documentazione di quasi tutte le iniziative e le attività epidemiologiche di stampo scientifico e istituzionale che il nostro paese ha prodotto.

LA LOTTA CONTRO I POTERI

Spero di essere perdonato per questa citazione lacunosa e disordinata, dicendo a mo' di sintesi che Maccacaro era un umanista nel senso rinascimentale della parola, uno scienziato e intellettuale che non conosceva frontiere disciplinari, e che lasciò segni indelebili dappertutto tanto che dopo di lui, si può dire, nulla è stato più come prima in tanti campi, dall'epidemiologia, alla didat-

Un "cittadino" democratico, che accorreva in ogni posto dove vi fosse* fumus *di presenza repressiva del potere

tica medica, dalla prevenzione, alla promozione della salute e alla sociologia medica, ma anche alla microbiologia, alla genetica e alla già citata biometria. Era un *citoyen* nel senso repubblicano del termine, impegnato nella battaglia delle idee, alla quale partecipò spendendosi generosamente oltre ogni limite, anche a scapito della sua vita come i fatti dimostrarono. Un "cittadino" democratico, che accorreva in ogni posto dove vi fosse *fumus* di presenza repressiva del potere, fin dalla misteriosa morte dell'anarchico Pinelli in poi, e anche prima se si considera la sua esperienza di partigiano dell'Oltrepò Pavese, e quella di sostenitore delle lotte del movimento dei lavoratori impegnati nell'elaborazione del mitico "modello operaio" di non delega della salute, costruito a fianco del sindacato dei metalmeccanici. Anche qui l'elenco dovrebbe allungarsi. Ma delle tante testimonianze di una vita esemplare per impegno civile e per limpidezza scientifico-professionale, vorrei ricordare quel segno indelebile nella storia di un decennio decisivo della storia italiana quali furono gli anni Settanta, la "lettera", sferzante ma argomentata, e piena di cultura, al Presidente dell'Ordine dei medici di Milano che nel 1972 lo aveva sottoposto a provvedimento disciplinare per le sue denunce di connivenza tra i poteri della medicina e i poteri senza aggettivi. Lui, che aveva onorato la scienza e l'arte medica schierandosi senza ambiguità per la difesa degli operai della Montecatini di Castellanza e degli organismi di fabbrica dell'Icmesa, di fronte alle minacce alla salute attuate dall'industria chimica in tanti posti di lavoro del nostro paese da Siracusa a Porto Marghera, a Seveso. Tutte iniziative che accompagnarono la genesi di quello straordinario movimento per la riforma sanitaria che, sorto all'indomani della lotta di liberazione per l'impulso del Comitato di liberazione nazionale dell'alta Italia e di Augusto Giovanardi, trovò negli anni '60 un nuovo slancio proprio qui a Perugia, grazie all'iniziativa di Alessandro Seppilli e della sua scuola. Con la quale Maccacaro seppe stabilire fecondi rapporti di collaborazione scientifica, didattica e politica. Ed egualmente seppe fare con il movimento per la riforma psichiatrica e con Franco Basaglia in prima persona. Noi umbri possiamo ricordare con particolare orgoglio di essere stati tra i collaboratori di prima fila della sua impostazione di un sistema informativo sanitario inteso come sanità *che fa* informazione, e di una informazione che è insieme cultura e lotta, contatto che poi sviluppammo in numerosi convegni nazionali tenutisi a Villalago di Terni su iniziativa della Regione Umbria e del servizio Mesop della provincia di Terni. Senza dimenticare quello che l'Umbria fece alla testa della riforma psichiatrica sulle orme di Basaglia, ma grazie al contributo originale di Carlo Manuali e del suo gruppo. E non è casuale che l'episodio che diede occasione al Presidente dell'Ordine dei medici di Milano di colpire Giulio fosse una sua relazione svolta a Perugia, in un convegno su *Informazione Medica e Partecipazione*, indetto da Alessandro Seppilli allora presidente dell'Istituto italiano di medicina sociale. Avendo cercato di riassumere, maldestramente, alcuni motivi che rendono attuale la figura di Giulio Maccacaro, credo di poter concludere sull'opportunità di abbinare una figura moderna come la sua con la tuttora moderna riforma sanitaria italiana a 30 anni di distanza dalla morte dell'uno e dalla nascita dell'altra. Il che legittima, innanzi tutto, una rievocazione storica che spetta a chi di dovere, perché studiare e ricordare Maccacaro vuol dire studiare un pezzo di storia d'Italia, e non soltanto della sua sanità. Ma a chi abbia vissuto e viva nel crogiuolo dei problemi che Maccacaro portò alla ribalta e anche a noi che viviamo sul versante della prevenzione ambientale, spetta una rivisitazione del suo insegnamento in chiave di attualità, perché Maccacaro aveva intuito che il rapporto tra prevenzione e salute sarebbe destinato a diventare primario, quello tra ambiente e salute strategico, e il ruolo della politica sanitaria fondamentale.

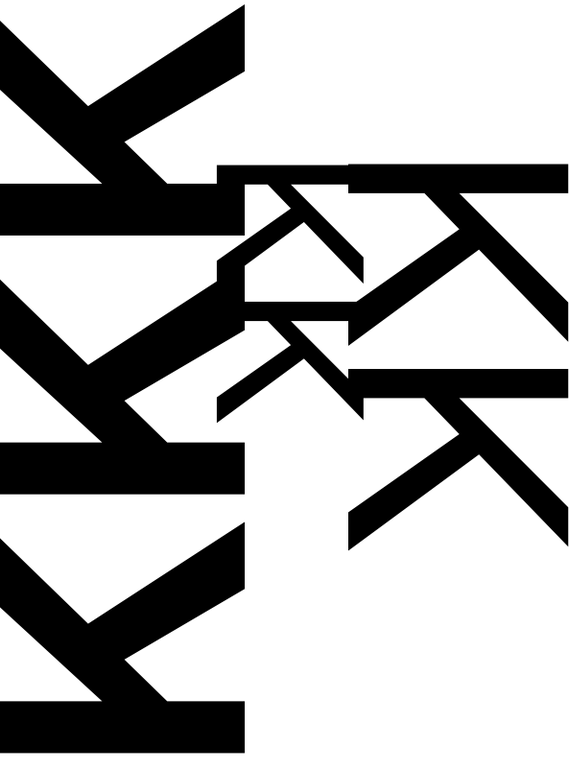
Oggi tutto questo lo si dà quasi per scontato (più a parole che non nei fatti), ma quarant'anni fa era tutta un'altra musica. Insomma aveva ragione lui, per dei motivi che solo un grande intellettuale militante poteva intuire, e che noi abbiamo oggi il dovere di approfondire. Alla luce, naturalmente, del nuovo che si è sviluppato, che ingloba anche ciò che la riforma non è ancora riuscita a portare a casa e che certe politiche di mercato rischiano di ingigantire; con l'aggiunta di quello che allora non esisteva o esisteva solo in nuce, con particolare riguardo alle nuove condizioni create dalla globalizzazione o mondializzazione che dir si voglia, con termini che non sono esattamente sovrapponibili.

La tavolozza che ne esce è fatta di notevoli aspetti positivi e di moltissimi aspetti negativi. Se tra i primi dobbiamo valorizzare i passi in avanti fatti dall'aspirazione delle comunità mondiali all'equità nella salute, tra quelli negativi va affrontata la questione delle disequità. Cresce il livello della prima, ma cresce anche la realtà della seconda. Nel mondo, come in Europa, come in Italia. La nostra futura agenda è fatta di questi appuntamenti.

Il principio di precauzione: evidenze scientifiche e azioni di sanità pubblica*

Pietro Comba, Roberto Pasetto

la "precauzione" opera in un campo intermedio tra l'ambito di azione della prevenzione, che agisce nei confronti dei rischi ben accertati, e quello delle mere congetture, dove ogni ipotesi può essere considerata anche in assenza di prove preliminari o incomplete



Il proposito principale del presente contributo è di esaminare le definizioni concettuali e operative del principio di precauzione e di discutere le implicazioni della sua adozione nel campo della valutazione delle conoscenze scientifiche e dei processi decisionali. Secondo l'approccio originale proposto in Francia, e successivamente ripreso dall'Unione Europea, il principio di precauzione implica l'adozione di una serie di regole atte ad evitare un possibile danno futuro, che riguarda i rischi sospettati ma non certi[1]. Le misure adottate dovrebbero essere proporzionali al livello di protezione desiderato, non discriminatorie e coerenti con le misure adottate in aree per le quali i dati scientifici sono disponibili, basate su analisi costi-benefici (dove possibile).

La ricerca scientifica dovrebbe essere sviluppata per raggiungere un livello adeguato di conoscenze e sviluppare strategie più appropriate[2]. La precauzione è un aspetto della prudenza[3], riguarda principalmente coloro che hanno responsabilità nei processi decisionali e implica lo sviluppo di procedure, inclusa la valutazione, la gestione e la comunicazione del rischio. Quindi, la precauzione opera in un campo intermedio tra l'ambito di azione della prevenzione, che agisce nei confronti dei rischi ben accertati, e quello delle mere congetture, dove ogni ipotesi può essere considerata anche in assenza di prove preliminari o incomplete.

In questo quadro, il principio di precauzione non è un principio morale per sé, ma piuttosto un'applicazione del principio etico di "non maleficenza", ed è basato sulla nozione della consapevolezza e della responsabilità[4], sulla base del lavoro di autori come Jonas[5] e Ricoeur[6]. La precauzione nel valutare le conseguenze a lungo termine delle nostre azioni è parte della complessiva responsabilità morale. Mentre la responsabilità civile ha a che fare con l'obbligo di risarcire il danno, la responsabilità morale implica l'impegno ad evitare il danno futuro, anche in presenza di incertezze nelle conoscenze. Un approccio complementare alla precauzione è stato presentato da Kriebel e Tickner [7], che si sono riferiti alla nozione di "comprensione anticipata" *(vorsorgeprinzip)*. Questo approccio è focalizzato sui problemi della sostenibilità e dell'innovazione e supera la necessità di dimostrare il danno al di là di ogni ragionevole dubbio; suggerisce, piuttosto, di scegliere l'opzione migliore dopo aver comparato scenari diversi. Tuttavia, in entrambi gli approcci c'è un ampio accordo sull'importanza dell'anticipazione, sulla necessità di porre attenzione all'opinione pubblica e al valore del processo di gestione del rischio, che prende in considerazione i valori etici al di là degli aspetti tecnologici ed economici.

VALUTAZIONE DELLE EVIDENZE E PROCESSO DECISIONALE

Alla luce di queste definizioni di precauzione si può evidenziare che due aspetti dell'attività di sanità pubblica sono particolarmente coinvolti nella sua applicazione: la valutazione delle evidenze disponibili e il processo decisionale. Entrambi questi ambiti sono stati esplorati nel ben noto rapporto dell'Agenzia Europea per l'Ambiente *Late lessons from early warnings*[8], basato su un'analisi dettagliata di dodici casi studio. In generale, si può osservare che, a seguito dell'emergere di un nuovo rischio sospettato, inizia un processo di valutazione che vede coinvolte diverse istituzioni. Sono suggerite azioni di prevenzione, ma una serie di "portatori di interessi" negano l'esistenza di un'associazione causale per rinviarne il riconoscimento e per posporre azioni di rimedio[9, 10].

Questa strategia può implicare il discredito di studi positivi, come quando gli esperti della multinazionale Monsanto criticarono – ingiustamente – gli studi epidemiologici di Hardell e Axelson relativi all'esposizione agli erbicidi clorofenossiacidi e il rischio di sarcoma dei tessuti molli, con lo scopo di influenzare la Commissione sull'uso e gli effetti degli agenti chimici sul personale australiano in Vietnam[11]. Nonostante questi tentativi per rendere difficoltoso l'accertamento del rischio, gli studi svedesi furono successivamente confermati e contribuirono alla valutazione della 2,3,7,8-Tcdd, la diossina, come

un cancerogeno per l'uomo[12]. Altre strategie impiegate per posporre le azioni di sanità pubblica includono la creazione di controversie artificiose, come quelle intese a sminuire il ruolo dell'amianto nel causare il mesotelioma, enfatizzando l'ipotizzato ruolo eziologico di altri fattori come l'ereditarietà e le infezioni virali [13-17]. Un altro tipo di problemi, infine, emergono quando autorevoli commissioni nazionali o internazionali raccomandano di non condurre un particolare studio epidemiologico. Questo è stato il caso di un documento prodotto dalla Commissione internazionale per la protezione dalle radiazioni non ionizzanti (Icnirp)[18] che raccomandò di non incoraggiare ulteriori studi sull'effetto dell'esposizione a campi elettromagnetici sulla salute riproduttiva: la successiva pubblicazione di due studi sull'aborto spontaneo e i campi magnetici a 60 Hz [19, 20] evidenziò un rischio significativo di aborto spontaneo associato con la residenza in appartamenti con livelli di esposizione di 1-5 μT, e la sopra menzionata raccomandazione risultò totalmente ingiustificata. Quest'ultimo esempio può essere di aiuto nell'introdurre il dibattito relativo all'applicazione del principio di precauzione all'esposizione ai campi elettromagnetici. Nei primi stadi di discussione, alcuni autori suggerirono un'applicazione di basso profilo del principio di precauzione in questo ambito, per esempio come un modo per favorire l'accettazione da parte del pubblico di nuove emittenti [21], o come una cornice generale, mentre le decisioni avrebbero dovuto basarsi sulla sola analisi costi-benefici. In questo quadro sembra interessante menzionare l'approccio adottato dalla Lega italiana per la lotta contro i tumori (Lilt) [22], che recentemente ha definito un appropriato ambito per l'applicazione del principio di precauzione dopo una revisione della letteratura sperimentale ed epidemiologica sui campi magnetici a 50-60 Hz: "sembra ragionevole concentrare gli interventi preventivi a carattere cautelativo relativamente ai soggetti maggiormente esposti, indicativamente a livelli superiori a 0,5 μT". Questa conclusione è specifica, pragmatica e aperta a modifiche rispetto all'acquisizione di nuove evidenze. Negli ultimi due anni alcuni autori hanno portato nuovi contributi alla discussione sull'adozione della "precauzione" in sanità pubblica. Grandjean [23], dopo una dettagliata revisione delle definizioni del principio di precauzione, ha enfatizzato la necessità di sviluppare approcci per una sua applicazione non ambigua, che richiede un'esplicitazione delle circostanze legali e culturali che caratterizzano il processo di valutazione e decisione. Due elementi, in tale contesto, hanno particolare rilevanza: la nozione che la mancanza di informazioni (legata ad assenza di ricerca scientifica) attualmente dà un "vantaggio automatico" all'industria o, in generale, ai produttori di un dato agente o di una certa tecnologia, e la consapevolezza che procedure aperte e trasparenti sono necessarie per evitare decisioni distorte relative ai nessi causali. Su questo piano, Grandjean ha sviluppato il concetto di paradigma della ricerca precauzionale *(precautionary research paradigm)*, che implica uno spostamento nella ricerca scientifica dalla ripetizione di studi precedenti volti a ridurre l'incertezza già evidenziata verso la ricerca di indicatori precoci di problematiche sanitarie emergenti associate a rischi ambientali, che riguarda gruppi e soggetti vulnerabili, ed è rivolta principalmente a tutelare l'integrità ecosistemica e la cura delle generazioni future. Tale approccio è stato adottato dal Collegium Ramazzini ed è alla base della recente presa di posizione riguardo l'adozione del principio di precauzione [24]. Recentemente, l'Oms sta sviluppando un approccio generale guidato dall'applicazione del principio di precauzione, adottato in aree in cui le conoscenze scientifiche non sono ancora tali da permettere la valutazione del rischio *(risk assessment)*, organizzato per sostenere i suoi Stati membri. Tale approccio viene considerato un approccio generale al rischio, guidato dalla precauzione e applicato a tutti gli aspetti di gestione di un rischio accertato o potenziale. Esso considera la precauzione come una filosofia generale, per valutare il rischio e generare opzioni di valutazione nel caso di rischi incerti, per sviluppare azioni atte a ridurre il possibile impatto sanitario e monitorare l'efficacia delle azioni intraprese[25].

MIGLIORARE LE PROCEDURE PER L'ANALISI DEI SISTEMI COMPLESSI

Infine, un approccio all'applicazione del principio di precauzione è stato presentato dall'Oms-Regione Europa nella Conferenza interministeriale dei Ministri dell'Ambiente e della Salute della Regione Europea (tenutasi a Budapest nel 2004) [26]. Tale approccio è inteso a migliorare le procedure *(tools)*, per l'analisi di sistemi complessi, per migliorare la comprensione del danno alla salute conseguente al danno ambientale, per migliorare la trasparenza nei processi decisionali, per supportare la ricerca e guidare i decisori di sanità pubblica nell'individuazione precoce di nuovi rischi. È ben noto, e comprensibile, che i decisori in sanità pubblica abbiano tradizionalmente privilegiato le azioni di prevenzione atte a contrastare rischi ben accertati. Tuttavia, può essere evidenziato come la precauzione non sia antitetica alla prevenzione, ma in alcuni casi possa fornire approcci più adatti per affrontare possibili rischi. L'approccio precauzionale, inoltre, può contribuire a definire priorità nell'adozione di misure di mitigazione o rimozione del rischio, soprattutto se si fa propria l'idea di considerare primariamente le situazioni peggiori, come è stato suggerito con l'adozione della regole del maximin [27].

La precauzione nel valutare le conseguenze a lungo termine delle nostre azioni è parte della complessiva responsabilità morale

Lo sviluppo dell'approccio precauzionale sembra sostenersi su tre nozioni principali [28]. Prima di tutto, è necessario un approccio proattivo, basato sul concetto di comprensione anticipata, già introdotto da Kriebel e Tickner[7], per

evitare il rischio di reazione sterile se la discussione viene concentrata sull'evidenza minima necessaria per agire. In secondo luogo, la produzione di nuove conoscenze richiede studi innovativi, multidisciplinari, focalizzati principalmente sulle cause "a monte" della catena causale, caratterizzati dalla trasparenza, dalla responsabilità e dalla partecipazione. Infine, l'approccio precauzionale deve prevedere la valutazione dell'impatto ambientale e sanitario dell'adozione di opzioni diverse.
Ciò richiede la specifica dell'appropriato livello precauzionale in relazione al problema studiato, la definizione degli interventi tecnici informativi e pratici e l'adozione di procedure di valutazione per l'individuazione di effetti indesiderati. In conclusione, l'utilizzo, la critica e il commento sull'adozione del principio di precauzione dovrebbe essere qualificato da una chiara comprensione dei fondamenti della precauzione. Questa nozione dovrebbe ispirare lo sviluppo delle azioni precauzionali in risposta a questioni specifiche e in funzione delle priorità, e l'adozione di schemi e procedure precauzionali a casi di studio, non solo teorici ma soprattutto reali e a diversi livelli (comunità, popolazioni, Stati), per comparare e valutare le procedure già adottate o quelle raccomandate.

* *Traduzione della relazione "Precautionary principle: scientific evidence and public health action" presentata a Quito all'International Conference "Occupational and Environmental Health: Emergencies in Developing Countries", atti in corso di pubblicazione su "European Journal of Oncology".*

Riferimenti Bibliografici

[1] Kourilsky P., Viney G. Le principe de précaution. Rapport au Premier Ministre. Paris: Odile Jacob, 2000.

[2] Commission of the European Communities. Communication from the commission on the precautionary principle. Brussels, Com (2000) 1 final (http:/ /europa.eu.int/eur-lex/en/com/cnc/2000/ com2000_0001en01.pdf).

[3] Weed D.L., McKeown R.E. Epidemiology and virtue ethics. Int. J. Epidemiol 1998; 27: 343-9.

[4] Boutonnet M. & Guégan A. Historique du principe de précaution. In: Kourilsky P., Viney G. Le principe de précaution. Rapport au Premier Ministre. Paris: Odile Jacob, 2000, 253-276.

[5] Jonas H. Das Prinzip Verantwortung. Frankfurt an Main: Insel Verlag, 1979.

[6] Ricoeur P. Le Juste. Paris: Esprit, 1995.

[7] Kriebel D., Tickner J. Reenergizing public health through precaution. Am. J. Publ. Health 2001; 91: 1351-1361.

[8] European Environment Agency. Late Lessons from early warnings: the precautionary principle 18962000. Copenhagen, Eea, 2001 (http://reports.eea.eu. int/envi-ronmental_issue_report_2001_22/en/Issue _Report_No_22.pdf).

[9] Axelson O. Dynamics of management and labor in dealing with occupational risks. In: Mehlman M.A., Upton A. The Identification and Control of Environmental and Occupational Diseases. Princeton, NJ, Princeton Scientific Publishing 1994 Vol. XXIII, 587-603.

[10] Axelson O. Occupational and environmental health policy. Some historical notes and remarks on prevention in environmental and occupational health. Int. J. Occup. Med. Environ. Health 1997; 10: 339 - 47.

[11] Axelson O. Exposure to phenoxy herbicides and chlorinated dioxins and cancer risks: an inconsistent pattern of facts and frauds? In: Renzoni A., Mattei N., Lari L., Fossi M.C. Contaminants in the Environment. A Multidisciplinary Assessment of Risks to Man and Other Organisms. London: Lewis, 1994, 213-220.

[12] International Agency for Research on Cancer (Iarc). Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. Vol. 69. Polychlorinated dibenzo-para-dioxins and polychlorinated dibenzofurans. Lyon: Iarc, 1997.

[13] Braun L., Greene A., Manseau M. et al. Scientific controversy and asbestos: making disease invisible. Int. J. Occup. Environ. Health 2003; 9: 194-205.

[14] Roushdy-Hammady I., Siegel J., Emri S. et al. Genetic-susceptibility factor and malignant mesothelioma in the Cappadocian region of Turkey. The Lancet 2001; 357: 444-5.

[15] Ascoli V., Mecucci C., Knuutila S. Genetic susceptibility and familial malignant mesothelioma. The Lancet 2001; 357: 1804.

[16] Saracci R., Simonato L. Familial malignant mesothelioma. The Lancet 2001; 358: 1813-4.

[17] Magnani C. SV40, genetic polymorphism and mesothelioma. pathological and epidemiological evidence. Med. Lav. 2005; 96: 347-53.

[18] Icnirp (International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection) Standing Committee on Epidemiology: Ahlbom A., Cardis E., Green A., Linet M., Savitz D., Swerdlow A. Review of the epidemiologic literature on Emf and health. Environmental Health Perspectives 2001; 109 (Suppl. 6): 911 - 933.

[19] Li D.K., Odouli R., Wi S. et al. A population-based prospective cohort study of personal exposure to magnetic fields during pregnancy and the risk of miscarriage. Epidemiology 2002; 13: 9-20.

[20] Lee G.M., Neutra R.R., Hristova L. et al. A nested case-control study of residential and personal magnetic field measures and miscarriages. Epidemiology 2002; 13: 21-31.

[21] Foster K.R., Vecchia P., Repacholi M.H. Science and the precautionary principle. Science 2000; 288: 979 - 981.

[22] Lilt (Lega italiana per la lotta contro i tumori). Commissione cancerogenesi ambientale. Campi elettrici e magnetici statici e a frequenze estremamente basse (Elf). Roma: Lilt, 2004.

[23] Grandjean P. Implications of the precautionary principle for primary prevention and research. Annu Rev Public Health 2004; 25: 199-223.

[24] Grandjean P., Bailar J.C., Gee D. et al. Implications of the precautionary principle in research and policy making. Am. J. Ind. Med. 2004; 45: 382-385.

[25] Repacholi M., van Deventer E. Who framework for developing health protection measures in areas of scientific uncertainty. International Nir Workshop and Syposium 20-22 May 2004, Seville.

[26] Martuzzi M., Tickner J.A. (eds). The precautionary principle: protecting public health, the environment and the future of our children. Who, 2004.

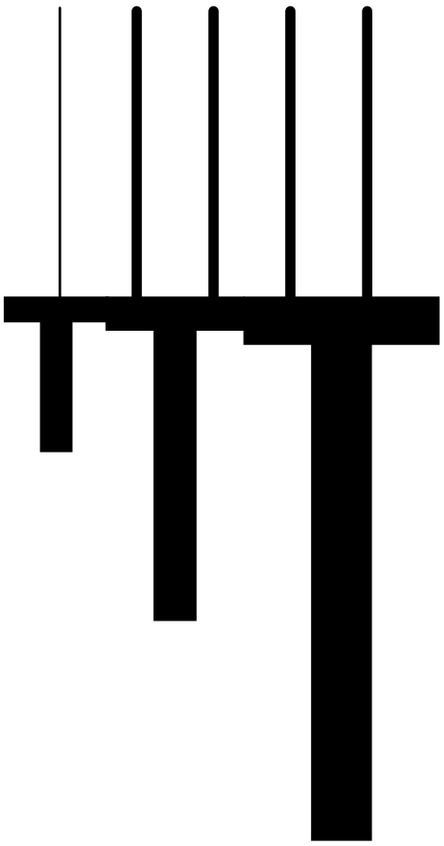
[27] Comba P., Martuzzi M., Botti C. The precautionary principle in decision-making: the ethical values. In: Martuzzi M., Tickner J.A. The precautionary principle: protecting public health, the environment and the future of our children. Who, 2004, 85-91.

[28] Stirling A., Tickner JA. Implementing precaution: assessment and application tools for health and environmental decision-making. In: Martuzzi M., Tickner J.A. The precautionary principle: protecting public health, the environment and the future of our children. Who, 2004, 181-208.

Studio epidemiologico di popolazioni esposte a campi elettromagnetici: le priorità della ricerca

Pietro Comba, Lucia Fazzo

L'esposizione ai campi elettromagnetici genera sempre maggiore preoccupazione nella popolazione. Attraverso questo studio epidemiologico abbiamo voluto fare una disamina delle conoscenze a nostra disposizione e formunare alcune indicazioni in merito alle priorità della ricerca

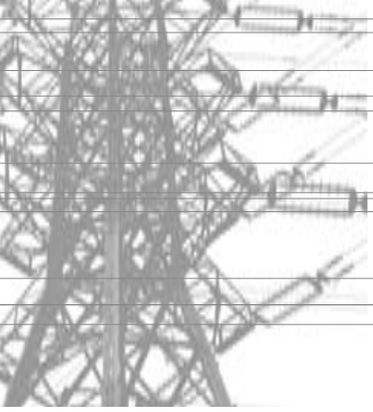


La sempre maggiore diffusione delle nuove tecnologie applicate al settore delle telecomunicazioni ha prodotto nel nostro paese una crescente esposizione della popolazione a una molteplicità di sorgenti di campi elettromagnetici di diverse frequenze e diversa intensità. La consapevolezza di questo fenomeno, insieme alle numerose lacune conoscitive sui possibili effetti a lungo termine di queste esposizioni, ha contribuito a generare, da parte dell'opinione pubblica, una generica domanda di studi epidemiologici, che è stata ripresa in diverse sedi istituzionali e che è stata amplificata dai mezzi di comunicazione. Obiettivo di questa analisi è quello di effettuare una disamina del quadro delle conoscenze e formulare alcune indicazioni in merito alle priorità della ricerca scientifica in questo settore. A questo scopo, abbiamo per maggiore chiarezza trattato separatamente le problematiche relative ai campi magnetici a 50 Hz, generati da linee e installazioni elettriche, e i campi elettromagnetici a radiofrequenze, prodotti principalmente da apparati utilizzati nel settore delle telecomunicazioni

CAMPI MAGNETICI A 50 HZ

Gli autori [1,2] di due importanti analisi *"pooled"* su esposizione residenziale a campi magnetici a 50/60 Hz e leucemia infantile, sulla base delle quali la Iarc [3] ha classificato i campi magnetici Elf come "possibili cancerogeni", hanno messo in evidenza la necessità di concentrare gli studi epidemiologici su popolazioni esposte a livelli di campo magnetico più elevati rispetto a quelli che si riscontrano nelle situazioni più comuni, per studiare gruppi sufficientemente numerosi di individui esposti a livelli di induzione magnetica superiori a 0,3-0,4 μT, al fine di chiarire le associazioni messe in evidenza dalle analisi *"pooled"*. A questo proposito, appare opportuno un richiamo alle priorità formulate nel documento della Commissione di Cancerogenesi ambientale della Lega italiana per la lotta contro i tumori (Lilt)[4], che afferma: "Aggiornare il profilo espositivo della popolazione assume importanza anche allo scopo di favorire interventi di contenimento delle esposizioni mirati alle popolazioni esposte a livelli elevati. Sembra ragionevole concentrare gli interventi preventivi a carattere cautelativo relativamente ai soggetti maggiormente esposti, indicativamente a livelli superiori a 0,5 μT. A questa fascia della popolazione infantile, per la quale alcuni studi recenti hanno confermato un eccesso di leucemia, appare importante dedicare ulteriore ricerca e sorveglianza epidemiologica, anche al fine di indagare il possibile meccanismo causale soggiacente a tali eccessi". Questa posizione è a sua volta coerente con l'indicazione presente nel documento dell'Icnirp [5] dal titolo *"Exposure to static and low Frequency Electromagnetic Fields, biological effects and health consequences* (0-100 kHz) che recita: "Per avere valore, i futuri studi dovranno essere di alta qualità sul piano metodologico, di dimensioni sufficienti e con un numero sufficiente di soggetti altamente esposti".

Alcuni autori hanno recentemente osservato un aumento significativo della leucemia acuta fra i bambini Down residenti in abitazioni con un livello di induzione magnetica superiore a 0.6 μT, rispetto a bambini affetti dalla stessa sindrome, ma residenti in abitazioni con meno di 0.6 μT [6]. Poiché i pazienti Down sono in assoluto a maggior rischio di leucemia della restante popolazione, è stato suggerito che le caratteristiche genetiche che rendono questi individui più suscettibili alla leucemia, possano modificare l'effetto del campo magnetico a 50 Hz sui meccanismi biologici che determinano questa patologia. La nozione di gruppi ad alto rischio può quindi comprendere sia popolazioni altamente esposte, sia popolazioni geneticamente suscettibili [7]. Un ulteriore sostegno alla raccomandazione di valutare con attenzione i gruppi ad alto rischio proviene dai risultati di alcuni studi sulle malattie neurodegenerative e sugli esiti riproduttivi, che indicano un possibile effetto avverso in corrispondenza di livelli di esposizione dello stesso ordine di grandezza di quelli suggeriti dagli studi sulla leucemia infantile [8-13]. Due studi che hanno preso in esame gruppi di soggetti adulti esposti ad elevati livelli di campo a 50 Hz hanno fornito, in questo senso, ulteriori elementi di interesse. Milham[14], ha studiato la coorte costituita dal personale operante in un ufficio ubicato sopra



una sottostazione con tre trasformatori, osservando un'accresciuta incidenza di tutti i tumori. Bonhomme-Faivre et al [15] hanno effettuato uno studio trasversale su un gruppo di addetti a un laboratorio che si trovava sopra una stanza contenente alcuni trasformatori; i lavoratori hanno mostrato un'accresciuta prevalenza di disturbi del sistema immunitario.

Su questa base, presso l'Istituto superiore di sanità, è stata messa a punto una procedura per lo studio dello stato di salute di popolazioni residenti in aree caratterizzate da elevati livelli di campo magnetico a 50 Hz [16]; per la realizzazione di un insieme di ricerche coordinate (studio di coorte relativo alla popolazione residente, studio trasversale sullo stato di salute, studio di epidemiologia veterinaria, studio di valutazione dell'esposizione) è stato scelto il quartiere di Longarina (Ostia Antica, Roma), sorto alla metà degli anni Cinquanta, in prossimità di un elettrodotto a 50 Hz di media tensione (60 kV). Ai fini dello studio è stata considerata l'area che si estende per 100 metri sia a destra sia a sinistra a partire dalla linea elettrica. La valutazione dell'esposizione ai campi magnetici generati dalla linea elettrica è stata effettuata attraverso misure sperimentali dell'induzione magnetica con strumenti Emdex Lite prodotti dalla ditta Enertech Consultants, e le valutazioni teoriche sono state ottenute attraverso il programma CAMPI, messo a punto dal dottor Daniele Andreuccetti dell'Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara" del Cnr di Firenze. I dati di ingresso utilizzati sono stati la configurazione geometrica della linea elettrica e i dati di corrente (gennaio 1995 – settembre 2004), forniti dall'Acea SpA, e la posizione dei punti di calcolo determinata dagli autori dello studio.

l'Istituto superiore di sanità, ha messo a punto una procedura per lo studio dello stato di salute di popolazioni residenti in aree caratterizzate da elevati livelli di campo magnetico a 50 Hz

Integrando i dati misurati e le stime del campo magnetico, l'area in studio è stata suddivisa in subaree caratterizzate da livelli di esposizione decrescenti: A vicina alla linea, R lontana dalla linea, B intermedia. Per le abitazioni entro i 28 metri dalla linea - la fascia A - il minimo valore dell'induzione magnetica è stato stimato pari a 0.19 μT; per le abitazioni oltre i 33 metri dalla linea - la fascia R - il massimo valore dell'induzione magnetica (civico più vicino alla linea, conduttore più basso a 10 metri dal suolo, stima effettuata all'altezza di 7 metri) è stato stimato pari a 0.17 μT. I valori stimati per la fascia B confermano la sovrapposizione, in parte, con quelli della fascia A e in parte con quelli della fascia R. Successivamente, per un'ulteriore conferma della corretta individuazione delle diverse sub-aree, sono state effettuate in alcune abitazioni misure dirette prolungate del campo magnetico; i dati hanno confermato che le abitazioni della fascia A sono esposte in modo continuativo a un campo maggiore delle abitazioni della fascia R. Le indagini epidemiologiche relative al sito di Longarina (studio storico di coorte, studio trasversale sullo stato di salute di soggetti oggi residenti, studio di epidemiologia veterinaria - cani e gatti) poggiano sul sistema di valutazione precedentemente descritto.

Nello studio di coorte, che è stato recentemente pubblicato, è stata valutata una coorte di 357 soggetti residenti in un'area a 100 metri a destra e a sinistra della linea. L'analisi di mortalità è stata effettuata per il periodo 1980-2003 (tenendo conto anche della durata della residenza e del periodo di latenza), sia per l'intera coorte, sia per tre sub-coorti distinte per distanza dalla linea elettrica e per valori di campo magnetico. La mortalità generale dell'intera area non è risultata diversa da quella della popolazione regionale del Lazio (il rapporto tra il numero di deceduti che si è osservato e quello che si sarebbe dovuto avere secondo la media regionale, ovvero il Rapporto Standardizzato di Mortalità (SMR) è vicino all'unità (SMR=0,99), non statisticamente significativo (Intervallo di Confidenza, IC, al 95% tra 0,82 e 2,18). La mortalità per tutti i tumori presenta un incremento non statisticamente significativo (SMR 1.34, IC 95% 0.82-2.18; 16 osservati), che diventa significativo nella classe di durata di residenza di 31-40 anni (SMR 2.09, IC 95% 1.05-4.19; 8 osservati). La mortalità per tumori del sistema linfoematopoietico presenta un incremento basato su due casi di leucemia. La mortalità per tutti i tumori è più elevata nella zona più vicina alla linea elettrica ed esposta a livelli di campo magnetico maggiori e a tale incremento sembrano contribuire soprattutto i tumori dell'apparato digerente (SMR 3.57, IC 95% 1.49-8.58; 5 osservati) e del pancreas in particolare. I risultati preliminari dello studio di morbosità, basato sull'utilizzo delle schede di dimissione ospedaliera, hanno confermato l'indicazione fornita dallo studio di mortalità di un incremento della patologia neoplastica fra i soggetti residenti nella fascia A e in corrispondenza di tempi di latenza superiori a trent'anni[18]. Due ulteriori indagini sono ancora in corso: uno studio epidemiologico sulla popolazione e uno studio veterinario. Lo studio epidemiologico relativo ai soggetti oggi residenti a Longarina (studio trasversale) ha come oggetto lo stato di salute della popolazione, con particolare riguardo alla depressione, alla cefalea e alla qualità del sonno; vengono inoltre effettuati diversi esami ematologici, il dosaggio urinario della 6-sulfossimelatonina e l'*holter* cardiaco e pressorio[19]. Lo studio veterinario intende individuare i possibili effetti dell'esposizione a campo magnetico a 50 Hz su cani e gatti che condividono l'ambiente di vita delle famiglie, attraverso lo studio del comportamento, dei livelli di melatonina di sangue, urina e saliva, della risposta immunitaria e del metabolismo energetico[19]. Tutta l'attività in corso a Longarina è accompagnata da un piano di comunicazione del rischio basato su un approccio di tipo partecipativo., Questo fornisce benefici anche per la raccolta dei dati e per la percentuale della popolazione che aderisce allo studio. In particolare, è prevista un'attività di comunicazione in itinere: risultati anche parziali vanno comunicati con adeguato commento. Sulla base di una strategia di comunicazione veritiera e basata sull'ascolto reciproco, è possibile coinvolgere gli altri attori del processo comunicativo (operatori strutture locali, amministratori, media)[20]. Come si è visto, il Progetto Longarina rappresenta il pro-

totipo di studio clinico e epidemiologico, in grado di fornire dati iniziali che dovranno essere confermati da studi indipendenti. E' particolarmente importante che i nuovi studi adottino protocolli comparabili con quello del Progetto Longarina, per poter in seguito effettuare analisi *"pooled"* di dati. Va a questo proposito sottolineato che uno studio epidemiologico coerente con quello di Longarina in termini di definizione della popolazione, valutazione dell'esposizione e scelta degli *outcome*, è attualmente in corso a Pisa nel quartiere di Barbaricina [21], e una valutazione di fattibilità è in corso in alcune aree della provincia di Trento.

CAMPI ELETTROMAGNETICI A RADIOFREQUENZA

Numerosi sono i lavori prodotti da istituzioni e gruppi di lavoro a livello internazionale sui possibili effetti a lungo termine dell'esposizione a campi elettromagnetici a radiofrequenza [22-28]. In Italia, in particolare, è stata recentemente pubblicata una valutazione delle evidenze disponibili sul rischio cancerogeno dei campi a radiofrequenza da parte della Lega italiana per la lotta contro i tumori [29]. Per avere informazioni dettagliate si consiglia di consultare i singoli studi citati precedentemente, che hanno preso in esame le esposizioni di soggetti residenti in prossimità di trasmettitori radiotelevisivi, di gruppi professionali addetti al settore elettrico, elettronico, alla produzione di oggetti in plastica, nonché del personale militare e dei radioamatori. Inoltre, pochi anni dopo la diffusione su larga scala della telefonia cellulare, sono iniziati a comparire studi epidemiologici tesi a valutare soprattutto l'eventuale rischio cancerogeno per gli organi per i quali può essere ipotizzata una particolare esposizione al campo elettromagnetico generato dall'antenna del telefono cellulare: encefalo, nervo acustico e ghiandole salivari. In questo settore, lo studio più importante è senz'altro quello coordinato in 13 paesi dell'Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro di Lione, denominato "INTERPHONE", il cui protocollo è stato pubblicato nel 1999 e i cui risultati sono attesi entro il 2007. Come afferma nelle sue conclusione la Lega italiana per la lotta contro i tumori [29 (pp. 118-119)], l'interpretazione complessiva delle evidenze scientifiche relative all'associazione fra esposizione a campi elettromagnetici a radiofrequenza ed insorgenza di effetti a lungo termine è resa problematica da diverse questioni:

"In primo luogo vanno sottolineati, in questo settore, il grande intervallo di frequenze considerate e l'eterogeneità delle modalità di emissione e di esposizione a differenza di quanto avviene per i campi a frequenze estremamente basse. Rientrano, ad esempio, in questo ambito le esposizioni connesse con la presenza di impianti per l'emittenza radiotelevisiva, apparecchiature industriali quali saldatrici e incollatici, impianti fissi per telefonia mobile e telefoni cellulari, radar. Un secondo aspetto è rappresentato dall'eterogeneità degli effetti sanitari che sono stati posti in relazione con le esposizioni in esame, trattandosi spesso di dati forniti da isolati studi esplorativi: da un lato incrementi del rischio di leucemia tra gli esposti a radiofrequenze per ragioni professionali e/o ambientali, dall'altro segnalazioni di possibili alterazioni ematologiche, effetti cromosomici ed esiti riproduttivi sfavorevoli in particolari gruppi ad alta esposizione, oppure di altri effetti, principalmente a carico del sistema nervoso centrale e del sistema cardiovascolare, o di quadri sintomatologici aspecifici in gruppi di lavoratori o singoli soggetti della popolazione generale. Questi diversi effetti potrebbero essere dovuti a diversi intervalli di frequenza e modalità diverse di esposizione.

Inoltre si può osservare che i protocolli impiegati sono caratterizzati da metodologie di valutazione dell'esposizione relativamente grossolane (ad esempio, solo il titolo professionale o la sola residenza), da assenza di procedure per la valutazione di fattori di confondimento e da dimensioni numeriche inadeguate a trarre conclusioni certe.

Un terzo problema riguarda l'esiguità numerica complessiva degli studi disponibili. Va anche osservato che vi è una scarsa riproducibilità dei risultati anche nei (pochi) casi in cui si confrontano studi che hanno affrontato con protocolli comparabili situazioni sostanzialmente analoghe. Alla luce dei problemi suddetti, gli studi epidemiologici disponibili sono da considerare di numero, qualità, consistenza o potenza statistica insufficienti per permettere conclusioni relative alla presenza o assenza di un'associazione causale tra l'esposizione ai tipici livelli delle radiofrequenze e microonde presenti negli ambienti di vita e di lavoro e l'insorgenza di effetti sanitari a lungo termine. Rifacendosi ai criteri in base ai quali la Iarc esprime i propri giudizi, l'evidenza dell'associazione tra esposizione a radiofrequenze e rischio di tumore appare, ad oggi, inadeguata."

È opinione della Lilt che, accanto a studi come "INTERPHONE", che indagano i possibili effetti di fonti di esposizione molto diffuse, sia opportuno prendere in esame i sottogruppi di popolazione caratterizzati dai più elevati livelli di esposizione a campi a radiofrequenze, come i residenti in prossimità di centri di trasmissione o ripetizione radiotelevisivi. Non si ritiene invece che la residenza in prossimità di stazioni fisse della telefonia mobile presenti i requisiti ottimali per essere oggetto di studi epidemiologici, in quanto le potenze in gioco sono minori, i tempi di latenza sin qui maturati sono relativamente modesti, e gli esiti sanitari da indagare non sono conosciuti o sospettati[29]. L'istanza di concentrare gli studi sulle situazioni caratterizzate da più elevati livelli di esposizione, nell'ottica dello studio dei gruppi ad alto rischio precedentemente richiamati [7], oltre che da criteri di ottimizzazione del disegno dello studio, è motivata da considerazioni etiche sull'equità della distribuzione dei livelli di esposizione. Negli ultimi anni, è opportuno sottolineare che si è acquisita consapevolezza anche della dimensione etica sottesa al processo di comunicazione con gli individui e con la popolazione residenti in aree caratterizzate da elevati livelli di campi elettromagnetici[31].

Sulla base di tali valutazioni, è possibile formulare alcune considerazioni conclusive. La letteratura scientifica sui campi elettromagnetici contiene numerosi elementi di incertezza, ma indica chiaramente come una priorità lo studio dei gruppi di popolazione con i più elevati livelli di esposizione. Questi gruppi hanno spesso numerosità limitata, e la potenza statistica può essere inadeguata. La soluzione è realizzare molti studi indipendenti con protocolli comparabili, e poi effettuare analisi "*pooled*". Questo richiede da parte delle Arpa e dei Dipartimenti Prevenzione delle Asl la ricerca attiva dei gruppi ad alto rischio nel territorio[16, 32]. L'attività di ricerca in questo campo può trarre beneficio da una relazione di ascolto e dialogo con le associazioni e i comitati, fermo restando l'autonomia di ognuno. Le strutture deputate alla sanità pubblica, per intraprendere questa strada, devono puntare alla formazione del personale e lavorare in termini di obiettivi di priorità.

Riferimenti Bibliografici

[1] Ahlbom A, Day N, Feychting M, Roman E, Skinner J, Dockerty J, Linet M, McBride M, Michaelis J, Olsen JH, Tynes T, Verkasalo PK. A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukaemia. British Journal Cancer 2000; 83: 692-698.

[2] Greenland S, Sheppard AR, Kaune WT, Poole C, Kelsh MA A pooled analysis of magnetic fields, wire codes, and childhood leukaemia. Epidemiology 2000; 11: 624-634.

[3] International Agency for Research on Cancer (IARC). IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Non-ionizing radiation,part 1: static and extremely lowfrequency (ELF) electric and magnetic fields. IARC, Lyon, 2002. Vol. 80

[4] LILT "Campi elettrici e magnetici statici e a frequenze estremamente basse (ELF). Rischio cancerogeno".Commissione "Cancerogenesi ambientale" 2004. Lega Italiana per la lotta contro i Tumori.

[5] R. Matthes, AF. McKinlay, J. Bernhardt, P. Vecchia, B. Veyret. "Exposure to static and low Frequency Electromagnetic Fields, biological effects and health consequences (0- 100 KHz)" ICNIRP 13/2003.

[6] Mejia-Arangure JM, Fajardo-Gutierrez A, Perez-Saldivar ML, Gorodexky C, Martinez-Avalos A, Romero-Guzman L, Campo-Martinez MA, Flores-Lujano J, Salamanca-Gomez F. and Velasquez-Perez L. Magnetic fields and acute leukaemia in children with Down syndrome. Epidemiology 2007, 18: 158-161.

[7] Fazzo L, Comba P. Il ruolo dei gruppi ad alto rischio nello studio delle relazioni tra ambiente e salute. Annali dell'Istituto Superiore di Sanità 2004; 40(4): 417-426.

[8] Li DK, Odouli R, Wi S, Janevic T, Golditch I, Bracken TD, Senior R, Rankin R. and Iriye R. A population-based prospective cohort study of personal exposure to magnetic fields during pregnancy and risk of miscarriage. Epidemiology 2002, 13:9-20.

[9] Lee GM, Neutra RR, Hristova L Yost M and Hiatt RA. A nested case-control study of residential and personal magnetic field measures and miscarriages. Epidemiology 2002, 13:21-31.

[10] Håkansson N, Gustavsson P, Johansen C, Floderus B. Neurodegenerative diseases in welders and other workers exposed to high levels of magnetic fields. Epidemiology 2003, 14: 420-426.

[11] Li CY and Sung FC. Association between occupational exposure to power frequency electromagnetic fields and amyotrophic lateral sclerosis: a review. Am J Ind Med 2003, 43:212-220.

[12] Savitz DA. Health effects of electric and magnetic fields: are we done yet? Epidemiology 2003, 14:15-17.

[13] Qiu C, Fratiglioni L, Karp A, Winblad B, Bellander T. Occupational exposure to electromagnetic fields and risk of Alzheimer's disease. Epidemiology 2004, 15:687-694

[14] Milham S. Increased incidence of cancer in a cohort of office workers exposed to strong magnetic fields. Am J Ind Med 1996, 30: 702-704.

[15] Bonhomme-Faivre L, Marion S, Forestier F, Santini R, Auclair H. Effects of electromagnetic fields on the immune systems of occupationally exposed humans and mice. Ach Environ Health 2003, 58: 712-717.

[16] Comba P, Fazzo L, Pasetto R. Studio epidemiologico di popolazioni esposte a elevati livelli di campi magnetici a 50 Hz. Epidemiologia & Prevenzione 2005; 29(5-6): suppl 28-33.

[17] Fazzo L, Grignoli M. Iavarone I, Polichetti A, De Santis M, Fano V, Forestiere F, Palange S, Pasetto R, Vanacore N, Comba P. Studio preliminare di mortalità per causa di una popolazione con esposizione residenziale a campi magnetici a 50 Hz, in un quartiere del comune di Roma. Epidemiologia & Prevenzione 2005.

[18] Fazzo L, Tancioni V, Vanacore N, Papini P, Iavarone I, Farchi S, Bruno C, Polichetti A, Borgia P, Comba P. "Cause specific morbidity of a population exposed to 50 Hz magnetic fields", Proceedings International Conference on Environmental Epidemiology & Exposure, Paris, International Society Environmental Epidemiology 2006: 115.

[19] Vanacore N, Benedetti M, Conte D, De Nardo P, Fabrizio E, Giovani A, Gobba F, Isidori A, Lorenzi F, Massimi E, Mastrocola C, Meco G, Napolitani I, Nordio M, Pacifici R, Polichetti A, Raucci U, Tubani L, Comba P. Approccio metodologico multidisciplinare allo studio degli effetti neurocomportamentali associati all'esposizione al campo magnetico a 50 Hz. Rapporti ISTISAN 2004, 04/1.

[20] De Mei B, Corbo M, Savelli D, Comba P. La comunicazione del rischio alle popolazioni esposte a elevati livelli di campo a 50 Hz. Atti Conferenza CNR "Epidemiologia e comunicazione: tutelare ambiente e salute nelle aree inquinate. Roma 15 maggio 2007.

[21] Vigotti MA, Protti MA, Colonna N, Romanelli A, Raciti M, Bonfanti M, Bellone G, Bianchi F, Petronio MG, Licitra G, Fazzo L, Comba P. Esposizione residenziale a campi elettromagnetici: un'applicazione dell'Archivio Integrato di Dati Epidemiologici. Convegno di primavera dell'Associazione Italiana di Epidemiologia. Roma, 17,18 maggio 2007, ISS.

[22] Lacy-Hulbert A, Metcalfe JC, Hesketh R. Biological responses to electromagnetic fields. FASEB J. 1998; 12:395-420

[23] Royal Society of Canada. A review of the potential health risks of radiofrequency fields from wireless telecommunication devices. And expert panel report prepared at the request of the Royal Society of Canada for Health Canada. Ottawa. Royal Society of Canada. RSC. EPR 99-1 ,1999.

[24] AGNIR (Advisory Group on Non-ionising Radiation) Health effects from radiofrequency electromagnetic fields. Report of an independent advisory group on non-ionising radiation. Chilton: Documents of the NRPB. National Radiation Protection Board, 2003; Vol. 14 n. 2.

[25] Habash RWY, Brodsky LM, Leiss W, Krewski D, Repacholi M. Health risks of Electromagnetic Fields. Part II: Evaluation and assessment of radiofrequency radiation. Clinical Reviews in Biomedical Engineering 2003; 31(3): 197-254.

[26] Ahlbom A, Feychting M, Gustavsson A, Hallqvist J, Johansen C, Kheifets L, Olsen JH. Occupational magnetic field exposure and myocardial infarction incidence. Epidemiology 2004, 15: 403-408

[27] NRPB (National Radiation Protection Board). Review of the scientific evidence for limiting exposure to electromagnetic fields (0-300 GHz). Chilton, UK: National Radiation Protection Board. Documents of the NRPB 2004 a); Vol. 15 n. 3

[28] NRPB (National Radiation Protection Board). Mobile phone and health. Chilton, UK: National Radiation Protection Board. Documents of the NRPB 2004 b); Vol. 15 n. 5.

[29] LILT "Campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici a frequenze intermedie, a radiofrequenze e microonde. Rischio cancerogeno".Commissione "Cancerogenesi ambientale" 2006. Lega Italiana per la lotta contro i Tumori.

[30] Neubauer G, Feychting M, Hamnerius Y, Kheifets L, Kuster N, Ruiz I, Schüz, Überbacher R, Wiart J, Röösli M. Feasibility of future epidemiological studies on possibile health effects of mobile phone base stations. Bioelectromagnetics 2007, 28:224-230

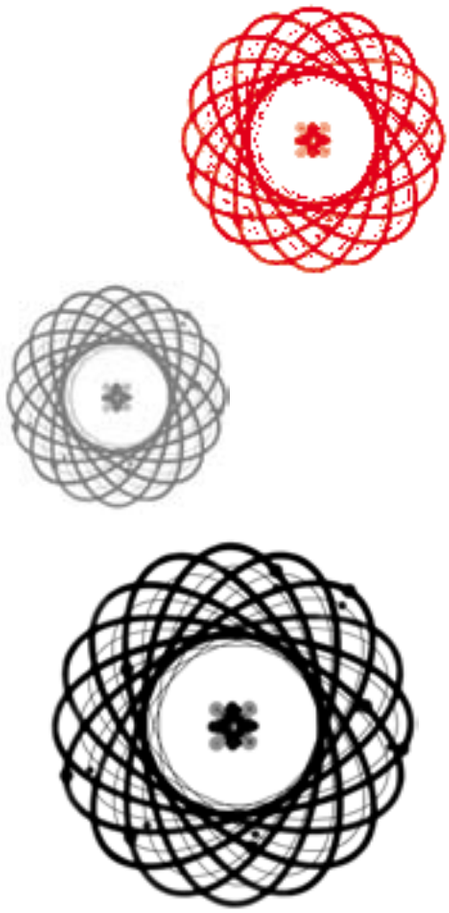
[31] Fazzo L. Communication in environmental epidemiological studies. Italian Journal of Public Health, 2007, 4(1): 65-70 [in stampa]

[32] Comba P, Fazzo L. Studi epidemiologici su popolazioni esposte a campi elettromagnetici. In: ARPA Campania Ambiente (Agenzia regionale per la protezione ambientale in Campania). 2006; 1: pp. 40-41.

Il ruolo della comunicazione nelle controversie dei rischi

Giancarlo Sturloni

La governance *dei rischi si svolge all'interno di un complesso e articolato confronto tra una pluralità di soggetti con obiettivi e interessi diversi, in cui le dinamiche comunicative giocano un ruolo cruciale*



Fino all'inizio degli anni Settanta, l'interesse della comunità scientifica verso la comunicazione pubblica dei rischi imputati allo sviluppo tecnologico era praticamente inesistente e percepito come non necessario[1]. Tuttavia, nel corso di poco più di un decennio, in seguito al radicarsi dei movimenti ambientalisti e al susseguirsi di incidenti tecnologici di grande impatto pubblico (da Seveso a Three Mile Island, da Bhopal a Chernobyl), tecnici, scienziati ed esperti sono stati costretti a fronteggiare un crescente senso di scetticismo nei confronti dell'effettiva sicurezza di alcune tecnologie, a partire da quella nucleare. Ritenendo che le ragioni del dissenso fossero il risultato di un'informazione distorta e di una diffusa carenza di cultura scientifica che induceva il pubblico a ingigantire la reale entità dei pericoli, la comunità scientifica pensò di *educare* il pubblico con una massiccia campagna di comunicazione capace di rimediare all'allarmismo mediatico e di restituire al pubblico i *fatti* della scienza. A partire dagli anni Ottanta, l'informazione al pubblico ha assunto così un ruolo cruciale nelle strategie adottate dalla comunità scientifica per agevolare l'accettazione sociale delle nuove tecnologie[2].

DALL'ALFABETIZZAZIONE AL COINVOLGIMENTO

Nel 1985 la *Royal Society* pubblica un rapporto intitolato *"Public Understanding of Science"* (PUS) in cui si afferma che una maggiore comprensione pubblica della scienza avrebbe ridotto l'ostilità e l'indifferenza nei confronti delle nuove tecnologie, favorendo scelte individuali più consapevoli e politiche pubbliche più oculate, con ricadute positive anche per l'economia e per l'industria nazionale[3]. Per raggiungere tali obiettivi, la *Royal Society* e *l'American Association for the Advancement of Science* costituiscono un comitato che istituzionalizzava il PUS e pianificava una serie di interventi sul sistema educativo e sui mass media allo scopo di incentivare la divulgazione della scienza e, così facendo, ampliare il consenso in favore dell'impresa scientifica e tecnologica. Ben presto, sull'esempio di quanto accade negli Stati Uniti e in Gran Bretagna, tutti i paesi dell'area Ocse cominciarono a finanziare programmi analoghi.[4] Alla prova dei fatti, tuttavia, il modello proposto dal PUS si è rivelato molto ingenuo. L'ipotesi che una maggiore disponibilità di informazioni avrebbe elevato il livello di alfabetizzazione scientifica e, soprattutto, che un pubblico più informato si sarebbe dimostrato più benevolo nei confronti delle nuove tecnologie, si è rivelata, per ammissione dei suoi stessi proponenti, priva di fondamento.[5] Diversi studi hanno infatti ormai ampiamente dimostrato che la comprensione pubblica della scienza non è riducibile all'alfabetizzazione scientifica e che, fatto ancora più rilevante, un più elevato livello di conoscenze scientifiche non assicura un maggiore consenso nei confronti di tecnologie controverse.[6] Nell'ambito specifico delle controversie sui rischi, il fallimento del PUS è dovuto principalmente al fatto che l'accettabilità sociale di un rischio non dipende solo da una valutazione in termini probabilistici della sua gravità ma anche da valori morali e giudizi politici. In definitiva, i diversi tentativi di «educare coloro che vivono nelle tenebre»[7] hanno fallito perché non è per nulla scontato che una maggiore disponibilità di informazioni scientifiche possa appianare le differenze di opinione sui rischi, soprattutto se queste sono di natura etica o politica.

Ad un primo tentativo di educare l'opinione pubblica, gli esperti hanno fatto seguire modalità di persuasione per arrivare, negli ultimi anni, ai primi approcci di coinvolgimento

Nel marzo 2000 la Camera dei Lord della Gran Bretagna ha pubblicato un documento titolato *"Science and Society"* in cui si indicava nel dialogo tra istituzioni e pubblico, la via maestra per superare la crisi del PUS.[8] Nell'ottobre 2002 alcuni scienziati britannici hanno accolto l'invito proponendo di passare

dal PUS al PEST *(Public Engagement with Science and Technology)*, cioè dall'alfabetizzazione al coinvolgimento del pubblico nelle decisioni su tematiche scientifiche con ricadute sociali rilevanti.[9]

IL RUOLO DEI MASS MEDIA

La crescente rivendicazione di una partecipazione allargata ai dibattiti sugli sviluppi dell'impresa scientifica è paradigmatica del profondo mutamento che ha investito il ruolo dei mass media nell'ambito della comunicazione del rischio. Se fino agli anni Settanta ai mezzi di comunicazione di massa veniva infatti riconosciuta prevalentemente la funzione di allertare la popolazione in caso di pericoli improvvisi per l'ambiente o per la salute pubblica, a questa esigenza se ne è successivamente affiancata un'altra, di carattere più marcatamente politico: costituire un'arena di discussione sulla gestione dei rischi. I mass media, in altre parole, hanno cominciato a funzionare da *agenda setting* assumendo una doppia funzione: diffondere presso il pubblico le questioni ritenute più rilevanti dalle istituzioni governative (funzione *top-down*), ma anche portare all'attenzione dei decisori politici le esigenze del pubblico o di specifici gruppi di interesse (funzione *bottom-up*).[10] Nell'ambito delle controversie sui rischi quello dei mass media non è un ruolo esente da critiche. Giornalisti e operatori della comunicazione sono spesso accusati di spettacolarizzare gli eventi, ingigantire i pericoli e diffondere falsi allarmi al solo fine di aumentare l'*audience* o le copie vendute. I mass media, come una lente sporca, opererebbero per amplificazione e distorsione, travisando le informazioni scientifiche e ingigantendo i pericoli. Che la grancassa mediatica possa trasformarsi in un megafono della paura è un problema serio e riconosciuto, al punto che, sempre più spesso, sono gli stessi mass media a interrogarsi sul proprio ruolo nell'ambito delle controversie sul rischio, arrivando talvolta a rimproverarsi da sé di contribuire a creare un clima di psicosi collettiva. Tuttavia, non sempre i pericoli vengono ingigantiti: gli esperti lamentano numerosi casi di scarsa attenzione nei confronti di rischi considerati importanti (dal radon all'inquinamento delle falde acquifere) che i mass media sembrano invece ignorare.[11]

I media rispetto al rischio, dimostrano più capacità di dettare l'*agenda setting *che non di manipolare effettivamente l'opinione pubblica

Il motivo per cui la rappresentazione mediatica dei rischi non rispecchia le valutazioni degli esperti è dovuto al fatto che in realtà l'agenda dei media risponde a specifiche modalità produttive di selezione ed enfasi delle notizie che spesso hanno poco a fare con l'entità dei rischi, se la si intende solo in termini di probabilità di accadimento e gravità delle possibili conseguenze. Nelle logiche della comunicazione di massa, la rilevanza di un rischio dipende piuttosto da fattori legati alla notiziabilità degli eventi, a cui contribuisce una pluralità di elementi di natura socioculturale (la prossimità, la violazione di una norma condivisa), narrativa (la presenza di vittime identificabili, l'attribuzione di colpa, l'esistenza di un conflitto) o tecnica (la disponibilità di immagini, l'inserimento in un *frame* preesistente).[12] È stato osservato che in questo scenario la copertura dei mass media è piuttosto un buon indicatore della capacità dei diversi attori sociali di imporre le proprie priorità e il proprio punto di vista nell'agenda del dibattito pubblico.[13]

Anche il carattere discontinuo ed emergenziale dell'informazione, di cui sono spesso accusati i mass media, rientra nella logica del giornalismo moderno, che in una società democratica non ha la funzione di educare il pubblico ma di fornire un'arena di confronto alle diverse posizioni sui temi di maggiore interesse e attualità. Sui giornali e in televisione, le tematiche dei rischi tecnologici appaiono infatti sempre fortemente politicizzate: l'interesse non è tanto quello di risolvere una diatriba sulla presunta pericolosità di una tecnologia, quanto piuttosto offrire uno spazio di dibattito a un'ampia varietà di attori sociali e punti di vista. Nella rappresentazione mediatica, la tipica impostazione tecnocratica (univoca definizione del problema e individuazione della migliore soluzione) lascia spazio al *framing* caratteristico della politica convenzionale (negoziazione tra i diversi e legittimi obiettivi e interessi).[14] In altre parole, a differenza di quanto accade normalmente in una controversia scientifica, in cui si mira a stabilire quale sia la teoria più corretta, i mass media seguono il modello del dibattito politico, in cui è più importante dare voce a tutte le parti in causa, senza pregiudizi di legittimità e senza l'obiettivo di stabilire quale posizione debba prevalere.

I mass media, dunque, più che operare passivamente per amplificazione e distorsione, proprio a causa della natura politica delle dispute sul rischio, partecipano al dibattito offrendo ai diversi attori coinvolti un terreno di discussione che, a differenza del passato, oggi non è più esclusivo dominio di esperti e istituzioni, facendo della gestione del rischio un problema sociale che chiama in causa tutti i saperi, siano essi esperti o profani. Per usare una metafora, al *tempio* si è sostituito il *foro*, alla *torre* d'avorio *l'agorà*, legittimando un confronto sempre più allargato (e talvolta aspro) sulle implicazioni sociali, etiche e politiche delle applicazioni tecnologiche. Grazie all'allargamento dell'arena del dibattito, associazioni di consumatori, comitati di cittadini, movimenti ambientalisti, partiti politici, istituzioni governative, Ong, manager dell'industria, operatori della comunicazione e molti altri attori sociali e gruppi di interesse (in inglese, *stakeholders*) sono oggi voci importanti nelle controversie sui rischi e, al pari di scienziati, tecnici ed esperti, possono far sentire tutto il loro peso nel processo decisionale, si tratti della commercializzazione di alimenti transgenici, della costruzione di un inceneritore o della dislocazione di un deposito di scorie radioattive. Se l'arena dei media può favorire il processo di negoziazione tra gli attori sociali che prendono parte al dibattito, non sembra però il luogo più adatto per risolvere le controversie perché, inducendo i diversi attori a caratterizzare la propria posi-

zione adottando le strategie comunicative che meglio evidenziano le differenze tra i diversi punti di vista, il dibattito tende a polarizzarsi rendendo più difficile il raggiungimento del consenso o di un compromesso.[15] Occorre infine notare che sebbene i mass media siano certamente in grado di influenzare il dibattito pubblico e suggerire le priorità all'agenda politica, la loro effettiva capacità di manipolare l'opinione pubblica è assai più controversa, difficile da dimostrare, e certamente non segue un modello lineare di tipo causa-effetto.[16] In altre parole, i mass media possono imporre all'attenzione pubblica alcuni rischi a scapito di altri, ma non è affatto scontato che siano in grado di cambiare la testa gente: possono suggerirci a *cosa* pensare, ma non *come* giudicare.[17]

SCIENZA E SOCIETÀ

Le strategie adottate dalla comunità degli esperti per favorire l'accettazione sociale delle nuove tecnologie si sono profondamente evolute negli ultimi decenni: al tentativo ingenuo di *educare* il pubblico, si sono susseguite modalità sempre più sofisticate di *persuasione* (dal confronto fra rischi di entità simile alla valutazione costi-benefici) per arrivare infine, all'inizio degli anni Novanta, alle prime forme di dialogo e coinvolgimento del pubblico nei processi decisionali.[18] È tuttavia interessante notare come questi mutamenti nella comunicazione del rischio, più che il contenuto informativo, abbiano investito il numero e il ruolo dei diversi gruppi sociali coinvolti nella discussione pubblica sui rischi tecnologici.

Oggi la *governance* dei rischi si svolge all'interno di un complesso e articolato confronto tra una pluralità di soggetti con obiettivi e interessi diversi, in cui le dinamiche comunicative giocano un ruolo cruciale. Appare tuttavia evidente come in questo scenario il sistema di comunicazione pubblica della scienza sia ben lontano dall'essere riducibile a un monologo tra scienziati e pubblico mediato da giornali e tv. Numerosi altri *stakeholders* (decisori politici, gruppi ambientalisti, associazioni di consumatori, rappresentanti dell'industria, eccetera) possono autonomamente produrre informazioni sui rischi e dialogare fra loro, anche ricorrendo a canali non espliciti che fanno uso di linguaggi artistici, letterari o figurativi. Accade così che i diversi pubblici della scienza formino le proprie convinzioni attingendo a una pluralità di fonti di informazione, di cui la comunità scientifica è solo una fra le tante, e non necessariamente la principale.[19]

Alla luce di questi mutamenti, oggi la comunicazione del rischio può essere definita come l'insieme di tutti gli scambi informativi – espliciti o impliciti, volontari o involontari – fra i diversi soggetti che partecipano alla discussione pubblica sui rischi per la salute e per l'ambiente. Il risultato è un'intricata rete di canali comunicativi tra molteplici gruppi di interesse che, in compartecipazione con la comunità scientifica (sebbene in forme e gradi diversi), sono oggi chiamati ad assumere decisioni rilevanti per lo sviluppo della scienza e della tecnologia.[20]

Questo processo di inclusione di nuovi attori sociali nel dibattito sui rischi riflette a sua volta un più generale e profondo mutamento nei rapporti fra scienza e società. Secondo il fisico e sociologo della scienza inglese John Ziman, infatti, a partire dalla fine della seconda guerra mondiale siamo entrati in una nuova era per la scienza, definita post-accademica, in cui i rapporti tra scienza, economia e politica sono diventati strettissimi e in cui le decisioni rilevanti per lo sviluppo della ricerca non sono più dominio esclusivo della comunità scientifica ma, al contrario, necessitano della compartecipazione dei diversi pubblici e del consenso sociale.[21] La società, d'altra parte, sentendosi sempre più esposta alle conseguenze che l'innovazione tecnologica porta con sé, sia in termini di benefici che in termini di rischi, avanza l'esigenza di *governare* la scienza, esprimendosi sulle scelte che ne indirizzano lo sviluppo. La scienza è entrata prepotentemente nella nostra vita e nella nostra cultura, e non dovrebbe sorprendere che un numero crescente di persone desideri partecipare al dibattito sugli sviluppi delle applicazioni tecnologiche che più influenzeranno la società del prossimo futuro.

Riferimenti bibliografici

[1] Baruch Fischhoff, "Risk perception and communication unplugged: twenty years of process", *Risk Analysis*, 15, 1995, p. 137-145.

[2] Giancarlo Sturloni, *Le mele di Chernobyl sono buone*. Mezzo secolo di rischio tecnologico, Sironi, Milano 2006.

[3] Walter Bodmer, "Public Understanding of Science", Royal Society, Londra 1985.

[4] Paola Borgna, *Immagini pubbliche della scienza*, Edizioni di Comunità, Torino 2001, p. 11-16.

[5] Per un'analisi più generale della crisi che ha investito il movimento del PUS, si veda Nico Pitrelli, "La crisi del 'Public Understanding of Science' in Gran Bretagna, *JCOM*, 2(1), marzo 2003.

[6] Geoffrey Evans, John Durant, "The relationship between knowledge and attitudes in public understanding of science in Britain", *Public Understanding of Science*, 4, 1995, 57-74.

[7] Mary Douglas, *Come percepiamo il pericolo. Antropologia del rischio*, Feltrinelli, Milano 1991, p. 188.

[8] "Science and Society", House of Lords, Her Majesty's Stationary Office, Londra 2000.

[9] "From PUS to PEST", *Science*, 298, 4 ottobre 2002, p. 49.

[10] Martin W. Bauer, George Gaskell, "Researching the public sphere of biotechnology", in Martin W. Bauer, George Gaskell, *Biotechnology. The making of a global controversy*, Cambridge University Press, Cambridge 2002, p. 7.

[11] Cass R. Sunstein, *Quanto rischiamo*, Edizioni Ambiente, Milano 2004.

[12] Giancarlo Sturloni, *Le mele di Chernobyl sono buone*, op. cit.

[13] Allan Mazur, *The Dynamics of Technical Controversy*, Communications Press, Washington DC, 1981.

[14] Bruna De Marchi (a cura di), *Le tecnologie genetiche applicate all'agricoltura in Europa*: fra tecnocrazia e partecipazione, Notizie di Politeia, 60, 2000.

[15] Hans Peter Peters, "Mass Media as an Information Channel and Public Arena", *Risk Health Safety Environment*, 5, 1994, p. 241–50

[16] Allan Mazur, "Technical Risk in the Mass Media", *Risk*, 5, 1994, p. 189-92.

[17] Maxwell McCombs e David Shaw, "The Agenda-Setting Function of the Mass Media", *Public Opinion Quarterly*, 36(17), 1972, p. 176-187.

[18] Baruch Fischhoff, "Risk perception and communication unplugged: twenty years of process", op. cit., p. 137-145.

[19] Pietro Greco, "Understanding Publics of Science", *JCOM*, 2(1), marzo 2003.

[20] Pietro Greco, "Il modello Venezia", Nico Pitrelli, Giancarlo Sturloni (a cura di), La comunicazione della scienza. *Atti del I e II Convegno Nazionale, Zadigroma*, Roma 2004, p. 11-35.

[21] John Ziman, *La vera scienza*, Edizioni Dedalo, Bari 2002

I discorsi della scienza

Intervista a Pino Donghi, docente di Modelli psicosociali della comunicazione della scienza presso l'Università di Bergamo

Markos Charavgis

Comprendere i linguaggi della scienza e le logiche che ne governano i processi è un tema che coinvolge, direttamente o indirettamente, l'intera società, chiamata sempre più spesso ad esprimere un giudizio sui progressi del mondo scientifico e sui loro risvolti etici. Sulle possibili strategie utili ad estendere il grado di accessibilità di argomenti tradizionalmente complessi come quelli scientifici, Pino Donghi, docente dell'Università di Bergamo e Segretario generale della Fondazione Sigma-Tau, ha introdotto alcune stimolanti riflessioni nel suo ultimo libro, S*ui generis*, recentemente edito per i tipi di *Laterza*.

Quando si parla di comunicazione della scienza viene spesso chiamato in causa il problema del linguaggio. L'attenzione, come lei afferma, va piuttosto focalizzata in un contesto più ampio che fa riferimento all'accessibilità ai temi della scienza.

Credo che il problema della complessità della comunicazione non abbia a che fare solo con la scienza. Gli estenuanti dibattiti sulle diverse forme costituzionali, ad esempio, per me che non ho una cultura giuridica, rimangono poco comprensibili tanto quanto possono esserlo alcune questioni di biologia molecolare o di fisica delle particelle. Il punto vero è che oggi la società viene chiamata, sempre più spesso, a esprimere giudizi e dare delle valutazioni morali sulla scienza, su ciò che è bene e ciò che è male. Su ciò che fa bene e ciò che fa male. Il recente referendum sull'uso di cellule staminali per la ricerca, così come è accaduto in precedenza con quello sul nucleare e, come immagino, accadrà sempre più spesso in futuro, chiamano i cittadini ad esprimere un giudizio su questioni estremamente complesse che, per essere affrontate, necessitano di un momento di conoscenza condivisa.

C'è necessità, dunque, di individuare percorsi in grado di rendere comprensibili innanzitutto le logiche della scienza.

La scienza deve essere raccontata in un contesto. In questo senso, uno strumento che considero molto utile è il genere narrativo. Il "genere", infatti, possiede al suo interno regole proprie di costruzione in grado di agevolare i meccanismi di comprensione. Chi, ad esempio, è abituato al genere poliziesco, si muove a proprio agio all'interno di quel contesto ed è in grado di riconoscerne le regole e di anticiparne in qualche modo gli sviluppi, anche di fronte a storie complicate o di difficile comprensione. È, in fondo, il meccanismo alla base del successo di alcune serie televisive come *Dr. House*, in cui il linguaggio utilizzato è quello medico professionale, ma il genere di racconto, strutturato su una traccia quasi da *detective story*, lo rende più fruibile. Non si riduce la complessità di linguaggio, ma si facilita l'accesso ai temi mettendo il telespettatore a proprio agio attraverso l'uso di un codice familiare. Ciò che non può avvenire di fronte ad un articolo scientifico, nel quale questioni obiettivamente difficili e complesse sono trattate con un linguaggio interno alla scienza, con un genere di discorso ordinato da regole che comprendono solo gli scienziati di professione

Il tema dell'accessibilità ai discorsi della scienza, cui lei fa riferimento, chiama in causa quello più complesso di accessibilità ai processi di governance della scienza e alle logiche che ne dirigono le scelte. Una questione, in ultima analisi, connessa ad elementi di partecipazione democratica ai fattori di sviluppo della società. Quale ruolo è in grado di giocare una corretta comunicazione scientifica in questo contesto?

È oramai evidente per tutti che quella della comunicazione della scienza è diventata una questione cruciale per lo sviluppo della democrazia. Qualche giorno fa ho partecipato, a questo proposito, ad un dibattito su *Giornali e democrazia ai tempi di internet*. Questioni come quella dell'informazione in rete sono ineludibili e, piaccia o non piaccia, devono essere affrontate. Questioni che hanno a che fare con la ricerca scientifica: cambiamenti di clima, Ogm, ricerca di fonti energetiche alternative, biotecnologie, biomedicina, cellule staminali, interrogano la società da un punto di vista prevalentemente etico, ma anticipano il tema dell'accesso. Credo infatti che nel futuro prossimo, più che il profilo etico di alcune questioni, sarà quello economico-finanziario a interrogare la società. E cioè chi potrà accedere, per esempio, a certe cure o alle nuove tecnologie e chi invece, per problemi strutturali, ne sarà escluso. In questo contesto, una comunicazione scientifica corretta rappresenta ovviamente la pietra angolare sulla quale costruire la partecipazione democratica. Un ruolo sbagliato, dal mio punto di vista, viene giocato da molti scienziati nel momento in cui si fanno portavoce dell'una o dell'altra posizione politica o etica. Con questo non intendo, sia chiaro, che lo scienziato non debba avere una posizione morale o delle idee politiche, ci mancherebbe altro. Come singolo cittadino, prima ancora evidentemente che come scienziato, ha il diritto ed eventualmente anche il dovere di promuovere idee nelle quali crede. Il ruolo dello scienziato, però, dovrebbe essere quello che uno studioso dei rapporti fra politica e scienza chiama di "onesto mediatore". Lo scienziato non deve dare una sola soluzione, perché per i problemi che si pongono alla società, con riferimento allo sviluppo scientifico, non c'è una risposta sola. Per le risposte sicure, per le certezze indiscutibili bisogna rivolgersi a Padre Pio o agli astrologi. La scienza ha certezze probabilistiche e, quindi, come un onesto mediatore, lo scienziato deve proporre alla società i due o tre scenari con gradi di probabilità diversi, fra i quali la società deve operare le proprie scelte. È uno dei motivi per cui non credo alle democrazie guidate dagli esperti, ma sono un sostenitore delle democrazie in cui gli esperti informano e allargano il ventaglio delle scelte possibili, lasciando poi alla politica, alle istituzioni anche alla religione le opzioni che democraticamente, filosoficamente, moralmente pensano migliori.

L'opinione pubblica e i media sembrano chiedere alla scienza risposte rapide, infallibili e pron-

te all'uso. A suoi avviso, in questi ultimi anni – che Ian Mc Ewan ha definito età dell'argento, se non dell'oro della divulgazione scientifica – quanto è stato investito, in termini culturali, per rimandare un'immagine complessa della scienza e per affermare la possibilità di sperimentare l'incertezza?

Io direi poco, anche per ragioni intrinseche all'impresa scientifica che oggi presuppone grandi investimenti finanziari, oltre che buone idee. Allora, siccome la grande scienza, in ambito fisico, chimico, biologico, biomedico ecc., ha bisogno di tempo, pazienza, ma anche di finanziamenti certi, si è registrato negli anni un atteggiamento tale per cui, in ordine alla possibilità di ricevere contributi, si è esagerato nel dare per ovvio l'ottenimento di risultati. Come, appunto, se la scienza fosse un'impresa che ci permette di arrivare sempre a conclusioni certe. E' evidente che, nel momento in cui la scienza ci consegna un risultato, ci restituisce il frutto finale di una serie di sperimentazioni incrociate, di controlli, di verifiche che ne costituiscono una ragionevole certezza, ma a misura di una sua località, quello scientifico è un risultato che identifica molto bene il suo contesto di applicazione. Fuori da tale contesto, cambiando i parametri di riferimento, quel risultato non è più necessariamente giusto. E comunque, quando lo è, lo è sempre in termini probabilistici, anche se di una probabilità che tende al 100%. Questo è il motore per cui sull'impresa e sui risultati dei colleghi che hanno operato prima di noi, altri scienziati si misurano e vanno avanti trovando ulteriori conferme o mettendo in discussione il quadro interpretativo precedente. È questo il modo in cui, per fortuna, la scienza procede. Da tempo però il bisogno di consenso sociale intorno all'impresa scientifica ha fatto sì che ci si affidasse un po' troppo all'idea di usare la scienza per produrre certezze indiscutibili e assolute.

Un po' quel "reato di mancata promessa" cui fa riferimento nel suo libro?

Se non si è in grado di promettere la cura di tutti i tumori possibili e immaginabili, non si ottengono finanziamenti e, quindi, a volte, si dà per certo quello che si ritiene possibile e certo sperabile. Anche in buona fede, perché se si persegue un'idea di ricerca lo si fa ovviamente perché si è convinti. D'altra parte, che la sola mappatura del genoma potesse risolvere con la bacchetta magica tutti i problemi della biomedicina, non l'ha probabilmente mai pensato nessuno, nemmeno coloro che l'hanno lasciato intendere. Eppure era necessario farlo, e la quantità di informazioni e di scoperte che ne sono conseguite sono ora di aiuto a tutta la comunità scientifica. Dunque è chiaro che la società si è abituata a un'idea della scienza che, di fatto, non corrisponde a quello che effettivamente essa può darci. Lo ripeto: il capitolo certezze assolute riguarda coloro i quali credono, legittimamente, in qualche assoluto indiscutibile. Quello che non è pensabile, invece – e in questo senso bisognerebbe investire di più anche in termini culturali –, è che venga richiesto alla scienza di produrre significati assoluti e risposte indiscutibili. La disillusione che registriamo nell'opinione pubblica dinanzi alle difficoltà, ad esempio, della medicina, nasce proprio da questi meccanismi, che producono poi una cattiva interpretazione di quello che questa scienza può fare per noi. La scienza può produrre buonissimi risultati e ottime approssimazioni, ma non la chiave in grado di aprire tutte le porte.

Un ultima domanda, che è anche un po' una curiosità, ma che ben si lega al tema della possibilità di sperimentazione, in questo caso dei linguaggi. Fra le esperienze realizzate dalla Fondazione che lei presiede, c'è quella di aver fatto incontrare scienza e teatro. Lo stesso libro si apre con una riflessione maturata dinanzi ad un quadro di pittura ...

L'episodio che ho utilizzato per introdurre questo argomento mi riporta a qualche anno fa, quando visitai con i miei allora giovanissimi due figli la Galleria degli Uffizi, tentando si suscitare la loro curiosità dinanzi ad alcuni quadri. Nel farlo, mi sono interrogato su cosa mio figlio avesse compreso, nel rispondermi: "ho capito", dei particolari e delle figure dell'Annunciazione di Leonardo da Vinci che gli stavo illustrando. Quello che mio figlio vedeva era ricostruibile secondo il repertorio di figure che lui già possedeva da qualche parte della sua mappa cerebrale: riconosceva un angelo, una figura femminile, una prospettiva alla quale era già abituato. Quindi, dal suo punto di vista, quegli elementi che gli indicavo rappresentavano degli elementi di comprensione. Evidentemente, tra quello che aveva capito lui, quello che eventualmente potevo capire io e, facendo un salto vertiginoso, quello che capiva Gombrich di quel quadro, c'è una differenza abissale.

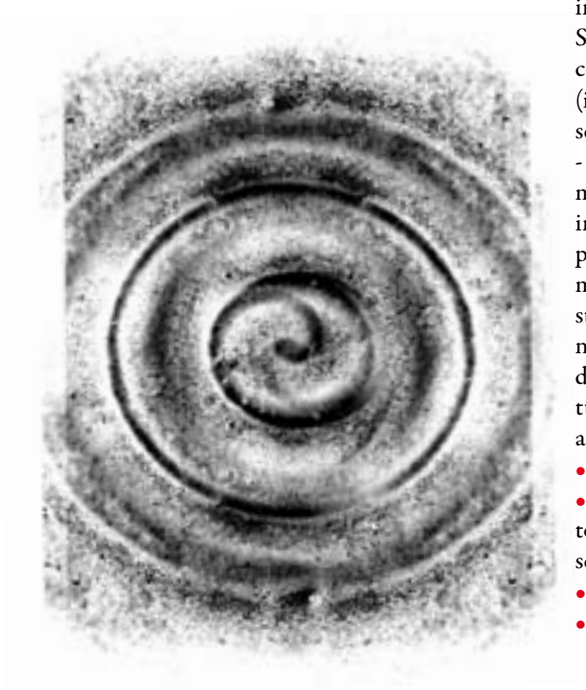
La mia impressione è che solo una percezione parzialmente distorta di quello che rappresenta la cultura scientifica ci impedisce effettivamente di capire che in tutti i campi del sapere esistono strati diversi di possibile comprensione che si sovrappongono e che sono in grado di confondersi. Per quanto qualcuno ce lo spieghi in termini sufficientemente accessibili, possiamo avere solo un'impressione un po' *naïve* di ciò che rappresenta la formula $E = mc^2$. Questo non significa che non possiamo percepire l'importanza di questo totem che ha connotato lo sviluppo della cultura scientifica del '900. Come non significa, sempre per tornare al parallelo con l'arte, che un quadro non ci possa colpire per la sua bellezza e avere per noi un significato, anche se non sarà quello di un grande storico dell'arte, che saprà collocarlo in un preciso contesto storico – culturale.

Nell'esperienza fatta con il teatro di Ronconi, il linguaggio non è stato semplificato o ridotto: semplicemente, i contenuti scientifici sono stati trasportati nel teatro, registrando un enorme successo. E questo successo, a mio avviso, ha a che fare proprio con le dinamiche legate al genere di cui parlavamo prima. Il genere teatrale di Ronconi, che il pubblico comprende e al quale è affezionato. Questo tentativo ha mostrato che il teatro tradizionale è in grado di trasmettere contenuti molto complessi. Certo, interrogarsi su quanto lo spettatore abbia compreso di ciò che il testo raccontava è legittimo. Come però, è legittimo interrogarsi anche su quanto comprenda dell'Amleto.

Scienza e informazione nei rischi ambientali

Luca Carra

L'intensità della percezione del rischio, spesso diventa il sinonimo di un giudizio di qualità che la popolazione istintivamente dà in merito alle procedure di monitoraggio, di governo, di informazione e di partecipazione attivata da parte degli agenti istituzionali



Nell'affrontare situazioni connesse a rischi ambientali, mi chiedo spesso quale sia il tipo di informazione scientifica e aggiungerei anche di scienza, utile alla costruzione di una politica rispettosa delle dinamiche sociali che il "rischio", percepito o reale che sia, comporta. La logica perseguita nella maggior parte dei casi in cui si presenta una situazione a rischio è una logica per cui si preferisce non "svegliare il can che dorme" e affidarsi a *non-risposte* di tipo burocratico. Si pensi al caso di Scanzano Ionico, dove la collocazione del deposito nazionale dei rifiuti radioattivi è stato "comunicato" alla popolazione attraverso la comparsa in "Gazzetta Ufficiale" del relativo decreto, salvo poi, di fronte alle proteste, provare a sedare le rivolte con le forze dell'ordine e, infine, delegando l'intera questione a un "comitato di 19 esperti". Questa è la fase primitiva e paleoburocratica della comunicazione del rischio, che porta spesso a conflitti molto forti, a un irrigidimento delle posizioni e a una paralisi di qualsiasi decisione. Nella comunicazione e informazione relativa ai rischi ambientali giocano un ruolo importante anche fattori non riconducibili a una valutazione puramente scientifica della posta in gioco. A questo proposito è bene introdurre il concetto di rischio percepito. Secondo Richard Sandman, il rischio percepito (Rp) equivale alla somma del rischio (in inglese *hazard*) - o almeno quello che gli scienziati riescono a misurare come rischio - e quello che viene chiamato *l'outrage*, termine che si potrebbe tradurre con "senso di ingiustizia patita, reale o immaginario, da parte della popolazione", molto frequentemente legato alla creazione di nuove infrastrutture, nuovi impianti, nuove tecnologie, nuovi rischi. Le componenti più frequenti di questo senso di indignazione, di arrabbiatura, di ingiustizia patita, che alla fine porta allo scontro e alla paralisi sono:

- l'involontarietà del rischio;
- la censura, il *cover-up*, il silenzio interessato, che agisce addirittura a livello di ricerca scientifica;
- gli incidenti che si possono verificare;
- le doppie verità;
- i conflitti di interesse che sono presenti anche nella società scientifica;
- la distribuzione ineguale del rischio.

In qualche modo, quindi, il rischio è un indicatore importante, soprattutto il rischio come lo vive la popolazione, che non sempre è frutto di percezioni immaginarie e non fondate sulla pura emotività o su una presunta sindrome *Nimby (not in my back yard)*. L'intensità di questa percezione, di questa sensazione di rischio, spesso diventa il sinonimo di un giudizio di qualità che la popolazione istintivamente dà in merito alle procedure di monitoraggio, di governo, di informazione e di partecipazione attivata da parte degli agenti istituzionali. La scienza è spesso strumentale alla giustificazione di scelte operate senza il suo decisivo supporto. Il carattere strumentale e posticcio delle ragioni scientifiche emerge molto bene nella ricerca di Valentina Murelli (tesi di master Sissa, *Terra bruciata, terra dell'Eden,* Trieste, 2006), dove si analizzano le strategie di comunicazione di gruppi di interesse (industria, Comuni e comitati di cittadini) coinvolti nella realizzazione di un depuratore di rifiuti nocivi e una centrale elettrica a gas a ciclo combinato in provincia di Pavia. Uno dei leader della protesta contro il depuratore (il "fronte del no"), dichiara alla ricercatrice:

I dati e la tecnica difficilmente possono rappresentare la soluzione del problema... non sono strumenti adatti a convincere la maggioranza dei cittadini. I dati, piuttosto servono per coprirsi le spalle rispetto a chi potrebbe accusare, in loro assenza, di superficialità, incompetenza o scarsa serietà. Per cui noi - sostanzialmente - nella nostra lotta ci serviamo strumentalmente della scienza per difenderci e per contrattaccare.

LA SCIENZA È UN SUPERMARKET

Quindi il vero punto nelle decisioni e nelle opposizioni alle questioni ambientali non è la scienza. Qual è allora il punto? Un aspetto può essere rappresentato da valori pubblici e interessi privati che spesso confliggono, e gli

argomenti scientifici, per quanto persuasivi, non possono sovrastare solo con la forza dell'evidenza queste pulsioni. In un altro brano di quell'intervista il responsabile di questo comitato spontaneo dice:

Anche se la scienza mi dimostra che questa centrale elettrica a ciclo combinato o questo depuratore di rifiuti pericolosi sono assolutamente innocui per la popolazione, li combatterei lo stesso perché le logiche che presiedono alla scelta di questa localizzazione derivano da una considerazione che la nostra terra è una terra "bruciata", ormai compromessa, degradata, interessata da altri impianti industriali, ci passa attraverso l'autostrada, c'è l'elettrodotto e, quindi, ci mettiamo anche questo. Per noi è la terra dell'Eden, perché ci siamo nati, una terra che forse abbiamo trattato male, non abbiamo valorizzato, ma che adesso, di fronte a questa nuova eventualità, vogliamo difendere a tutti i costi, anche contro la scienza.

Per questo è difficile parlare di mero e asettico "trasferimento" delle conoscenze scientifiche. Queste competenze sono importanti ma non sono risolutive: non lo sono state probabilmente né per coloro che hanno preso le decisioni, né per chi vi si oppone. Da qui nasce, specialmente negli ultimi anni, lo sviluppo di una serie di teorie di tipo sociologico che portano a un ridimensionamento e riformulazione del ruolo della scienza nella gestione e nel governo di questo genere di conflitti. La scienza, infatti, può anche essere usata come strumento retorico atto a giustificare a cose fatte scelte che rispondono ad altre logiche. "La scienza è un supermarket - scrive Dorothy Nelkin - dove si possono trovare dati e teorie in grado di razionalizzare qualsiasi decisione". Secondo Sheila Jasanoff, un'altra studiosa postpositivista, "la scienza è in grado di produrre varie costruzioni della realtà, e in quanto tale può prestare argomenti a sostegno di qualsiasi rivendicazione". L'epistemologa e sociologa della scienza Elga Novotny pone l'accento sulla richiesta che i politici fanno ai tecnici di ridurre i margini di incertezza spesso presenti nelle valutazioni dei rischi ambientali, perché "la gente vuole certezze". Tuttavia, nota ancora la Novotny, una scienza come quella attuale, caratterizzata da separazione e astrazione, tende a escludere aspetti soggettivi e aneddotici spesso rilevanti per la popolazione, e non riconducibili, banalmente, solo a una sindrome Nimby. Ciò detto, la scienza, con il suo bagaglio di regole, metodi, e linguaggi condivisi, assicura comunque un livello di giustizia e di razionalità superiore a quello che può garantire una dialettica disordinata, che dà la parola con lo stesso volume e con lo stesso peso a tutte le parti in gioco. La questione, a questo punto, va così riformulata: che tipo di informazione scientifica può essere utile nella cornice del principio di precauzione? E che genere di scienza? La prima domanda attiene alla qualità dell'informazione scientifica. Un'informazione utile deve essere preventiva, tempestiva e continua: soprattutto deve entrare in campo prima che il conflitto precluda qualsiasi possibilità di comunicazione. Deve inoltre essere trasparente e manifestare capacità di recepire le ragioni altrui ed essere in grado di correggersi. A sua volta, il modo di comunicare deve essere essenziale, comprensibile, non inflattivo, soprattutto nell'uso delle statistiche e dei numeri. Troppe cifre, troppi tecnicismi, rendono impossibile un dialogo e una partecipazione alle decisioni pubbliche. In genere le valutazioni di impatto ambientale e altri documenti sono appunto congegnate per dissuadere l'esercizio di un controllo e di una reale interlocuzione in materia ambientale. Una seconda domanda importante riguarda come approntare un'analisi dei rischi che consenta di intercettare la complessa "realtà" del rischio. Il *risk-assessment* tradizionale, di derivazione ingegneristica, è incardinato sulla probabilità che un certo evento si verifichi e sull'entità del danno che ne può conseguire. Queste due dimensioni, tuttavia, andrebbero integrate con la considerazione di altri fattori, quali l'incertezza, l'ubiquità di un rischio, la sua persistenza, la possibilità che possa portare dei danni in un secondo tempo, la violazione dell'equità nella distribuzione dei rischi e dei benefici, nonché il potenziale di mobilitazione sociale che un certo rischio può esercitare.

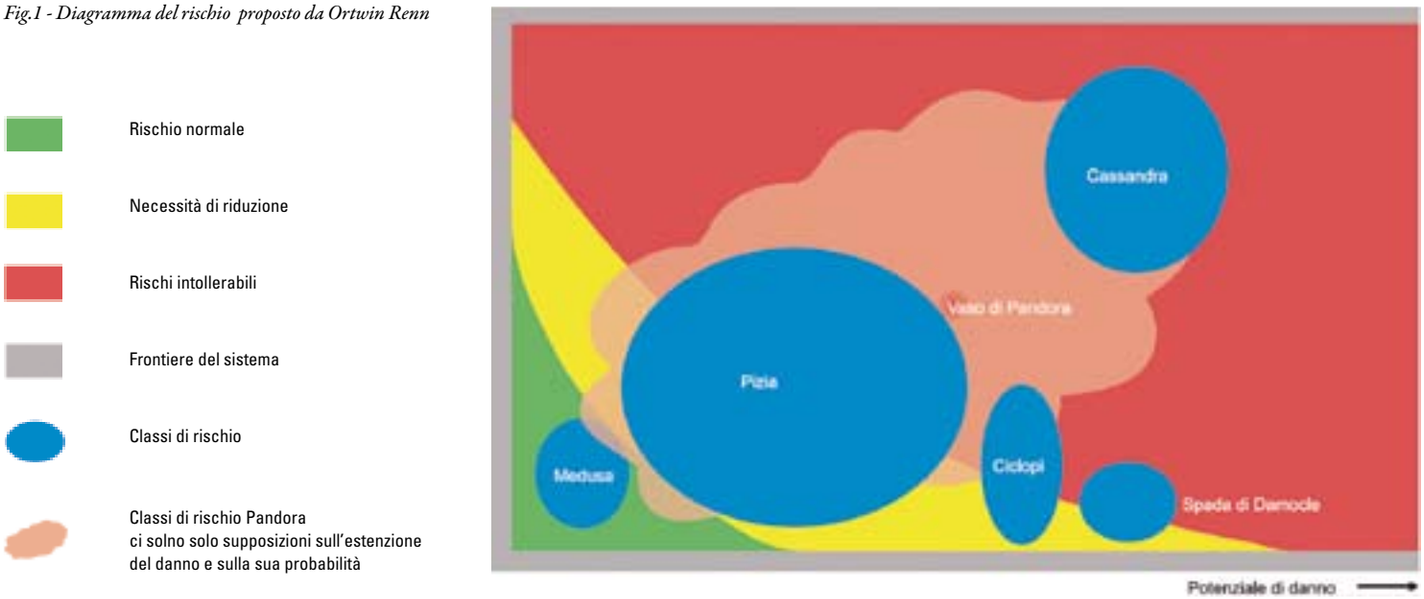
ENTITÀ E PROBABILITÀ DEL RISCHIO

In base a questi e ad altri fattori, il sociologo della scienza tedesco Ortwin Renn ha proposto un diagramma del rischio che integra le due dimensioni principali (entità e probabilità del rischio, sui due assi di un grafico). Così i rischi vengono a disporsi all'interno di tre macro aree: quella verde significa un rischio basso e generalmente accettabile, a fronte di benefici certi, quella gialla indica un grado intermedio di rischio in cui alcuni dei parametri possono essere alti, quella rossa segnala rischi inaccettabili, caratterizzati da livelli alti di molti parametri. I rischi problematici o non accettabili hanno tipicamente questi parametri troppo alti: probabilità, estensione del danno, alta incertezza, ambiguità rispetto ai benefici. A loro volta, i rischi vengono categorizzati da Renn anche in base a fantasiose classi che rimandano alla mitologia greca. Eccole:

- *Spada di Damocle*: in generale impianti (come il nucleare) con probabilità di incidente molto bassa, potenziale di danno molto alto, incertezza sugli effetti molto piccola.
- *Ciclopi*: rischi con molta incertezza e ignoranza sulle probabilità, ma con una conoscenza chiara del potenziale di danno (disastri naturali).
- *Pizia*: rischi con una grande incertezza relativa alla probabilità e al potenziale di danno, e con una chiara connessione causale fra l'agente e il danno.
- *Vaso di Pandora*: rischi ubiqui e persistenti, dall'effetto irreversibile (sostanze chimiche diffuse); suggerisce misure precauzionali.

Nella comunicazione e informazione relativa ai rischi ambientali giocano un ruolo importante anche fattori non riconducibili a una valutazione puramente scientifica della posta in gioco

Fig.1 - Diagramma del rischio proposto da Ortwin Renn



• *Cassandra*: rischi con alta probabilità di verificarsi, ma con un grande ritardo di tempo (cambiamento climatico). Per questo non preoccupa la popolazione, ma suggerisce misure precauzionali.

La scienza, con il suo bagaglio di regole, metodi, e linguaggi condivisi, assicura comunque un livello di giustizia e di razionalità superiore a quello che può garantire una dialettica disordinata, che dà la parola con lo stesso volume e con lo stesso peso a tutte le parti in gioco

• *Medusa*: rischi con bassa probabilità, alta esposizione, ma basso potenziale di danno, grande potenziale di mobilitazione (campi elettromagnetici).
Abbiamo quindi rischi certi ma improbabili, rischi incerti ma con una lunga gittata, e rischi che, almeno in questo tipo di classificazione, sono caratterizzati più che da un alto tasso di incertezza da un alto tasso di ambiguità e di controversia. Per cui, se c'è un dominio che ricade sotto il classico *assessment* scientifico, ve ne è un altro in cui è più giusto applicare le norme del principio di precauzione e un terzo, che si sovrappone in parte con il secondo, in cui è molto importante che vi sia un incentivo alle pratiche partecipative. Un altro punto che mi sembra importante sottolineare nelle valutazioni del rischio mostra l'esigenza di integrare i dati "duri" della valutazione del rischio con le sensibilità locali e i valori in gioco. L'analisi partecipata del rischio consiste proprio nel cercare un metodo per integrare i dati epidemiologici e tecnici con quelle che lo studioso tedesco chiama le "idiosincrasie collettive", gli aneddoti, le sensibilità e i valori in gioco. Questo genere di analisi e di gestione del rischio, inoltre, non può essere interamente delegata agli "esperti". In Val di Susa, ad esempio, gli esperti del comitato anti-Tav si sono dimostrati più comunicativi e più convincenti, e probabilmente anche più preparati, degli esperti pro-Tav. L'esperto, come incarnazione della competenza scientifica, viene "usato" dagli uni e dagli altri, quindi non può essere dirimente in una disputa, perché sempre più spesso i pareri raccolti dalle parti in causa sono divergenti se non opposti. Anche gli esperti sono pervasi da conflitti d'interesse e in quanto tali non sono super partes.
Ma c'è anche una ragione di tipo epistemologico, per cui l'esperto non può rappresentare colui che sbroglia la matassa dei conflitti ambientali e riduce l'incertezza, poiché l'incertezza, come sappiamo, è co-essenziale alla scienza. Che fare, allora, visto che degli esperti e delle competenze non si può e non si deve fare a meno? Innanzitutto bisogna ridefinire la nozione di esperto, e vedere come questa nuova scienza della complessità possa cercare, nelle sue valutazioni, di integrare le competenze scientifiche tradizionali con i saperi locali. In medicina, ad esempio, le persone affette da malattie croniche, o da malattie rare, sono spesso più "competenti" dei medici che li curano. In questo senso non è da escludere che su molti aspetti gli *stakeholders* locali possano apportare conoscenze e competenze utili a una più corretta ed equa gestione delle criticità ambientali e territoriali.

Se l'informazione perde la bussola

Fabio Mariottini

Nell'universo digitale i dati e le informazioni sono infinite e non esistono gerarchizzazioni. Si abbattono le rigide pareti del libro e si entra negli spazi dilatati dell'ipertestualità in un percorso libero, senza punti cardinali o stelle polari

Società post industriale. Società dell'informazione. Sono queste, in genere, le definizioni attraverso le quali si cerca di fissare l'immagine dei cambiamenti che hanno determinato negli ultimi trenta anni i rapporti di produzione e le relazioni tra gli individui. La conoscenza, quindi, almeno nella parte più sviluppata del mondo, diventa il capitale da accumulare, sviluppare e su cui operare investimenti per il futuro. In questo processo, la variabile temporale assume un valore intrinseco: non è solo necessario sapere e intervenire, ma è necessario farlo subito. Questi rapporti valgono per ciascun campo di applicazione, dalla politica all'economia, dalla scienza allo sport. L'esigenza di essere competitivi nei tempi e nei modi dettati dalle leggi del villaggio globale, viene così a determinare un corto circuito tra le regole della sperimentazione, la verifica e l'applicazione del risultato. Se per alcune discipline questa precipitazione, che va spesso a discapito della veridicità e della serietà del risultato, può essere considerata come un peccato veniale, in alcuni settori, come quello scientifico, le scorciatoie possono rivelarsi perlomeno improprie.

L'esempio più clamoroso degli ultimi tempi è quello che riguarda la compilazione della mappa del genoma umano. Nell'aprile del 2000 il biologo Craig Venter, che dopo l'uscita dal progetto pubblico *Human Genome*, aveva fondato l'istituto privato di ricerca Celera Genomics, annunciò il completamento della mappa del genoma umano. Ma i 35.000 geni contati da Venter non convinsero i ricercatori del progetto pubblico e nemmeno alcuni scienziati della Ohio State University che stavano lavorando da anni al sequenziamento del Dna. La spettacolarizzazione mediatica dell'evento aveva creato però le condizioni per una corsa delle case farmaceutiche all'acquisto della "scoperta" in grado di curare ogni malattia. Dopo qualche tempo, lo stesso Venter dichiarava che sul funzionamento dei geni si sapeva ancora troppo poco e che i risultati raggiunti erano solo un primo passo di un percorso più lungo e faticoso. Ma gli effetti voluti dall'industria di ricerca sono comunque stati ottenuti e il guadagno in borsa per la società di Venter già stato realizzato. Gli obiettivi dello scienziato-imprenditore erano chiari fin dal momento della costituzione della società privata, ma determinante e allo stesso tempo ambiguo è stato il ruolo giocato dal sistema mediatico, la cui consapevolezza dell'importanza della posta in palio è ancora da accertare; cercando di capire, quanto sia possibile imputare alla superficialità o alla ricerca di sensazionalismo e quanto invece sia dovuto ai corposi interessi dell'industria nel mondo dell'editoria. Nel secondo caso è difficile intervenire senza andare ad incidere sugli equilibri che regolano i rapporti tra sistema economico e mediatico, tra pubblicità ed etica, in pratica, senza rimettere in discussione nel profondo la struttura sulla quale si regge il villaggio globale stesso. Rispetto al metodo, invece, con il quale viene affrontata la complessità di una ricerca scientifica, è necessario che sia il sistema dell'informazione, sia il mondo della scienza compiano una seria riflessione. Qualche tempo fa Pietro Greco, in un saggio su *La responsabilità dei media rispetto all'informazione scientifica*, metteva in evidenza come l'abbraccio sempre più soffocante tra economia e ricerca avessero modificato il lavoro dello scienziato, che ormai non deve più preoccuparsi solo dell'esito, ma anche dell'*output* del proprio lavoro. L'effetto di questa trasformazione è la necessità, quindi, anche per il ricercatore, di acquisire nuovi strumenti e nuove tecniche che lo mettano in condizione di relazionarsi con l'esterno, tenendo ben presente di operare in un contesto in cui non è possibile, se non a scapito del

l'abbraccio sempre più soffocante tra economia e ricerca ha modificato il lavoro dello scienziato che ormai non deve più preoccuparsi solo dell'esito, ma anche dell'output del proprio lavoro

rigore scientifico, usare facili semplificazioni. I mezzi di comunicazione di massa, quindi, mai troppo amati dagli scienziati, diventano così un passaggio angusto, ma obbligato, per la ricerca di visibilità. Se questo nuovo modo di interpretare lo sviluppo scientifico ha generato perplessità e difficoltà nel mondo accademico, ne ha prodotte altrettante anche sul mondo dell'informazione. La crisi della carta stampata, come *trend* ormai strutturale e consolidato, ha avuto come risposta miope una contrazione e una destrutturazione delle redazioni, nelle quali, attualmente, predominano i "generalisti" e si lavora molto con le agenzie di stampa. I quotidiani sono incalzati dalla televisione e il valore aggiunto è rappresentato dalla velocità. Alla sfida catodica i giornali rispondono con le edizioni *on line*, che per essere veramente efficaci dovrebbero essere accompagnate - e alcune testate stanno iniziando questa sperimentazione, in termini di complementarietà con una "settimanalizzazione" del quotidiano stesso - attraverso un uso più coraggioso di inchieste, approfondimenti, e riflessioni meno frettolose. In realtà, per ora, la carta stampata sta ancora ricercando una propria identità e ciò che si registra è solo un aumento delle difficoltà per il giornalista che si trova a dover affrontare, problemi complessi in tempi brevi.

UN MARE DI DATI

In questo scenario domina internet. Nell'universo digitale i dati e le informazioni sono infinite, non esistono gerarchizzazioni e la conoscenza avviene quasi per contatto. Si abbattono le rigide pareti del libro e si entra negli spazi dilatati dell'ipertestualità in un percorso libero, senza punti cardinali o stelle polari. Come si fa, quindi, a distinguere il segnale dal rumore? La notizia scientifica accreditata da un iter accademico tradizionale dalla "bufala". Eugenio Scalfari, già nel 2000, scriveva: "Non c'è dubbio che la rete possa estendere enormemente la comunicazione dei pensieri, con un rischio: se Heisemberg comunica con Eistein e il laboratorio di Ginevra comunica con quello di Pasadena, l'intrecciarsi dei pensieri, delle esperienze, delle scoperte sarà fecondo. Ma se la comunicazione sarà generale ci sarà un tale ingorgo di informazioni più o meno qualificate (più meno che più) da spegnere l'informazione". Solo la diffidenza acida di una grande firma che ha paura di perdere il proprio carisma di "mediatore esperto"? Sarebbe riduttivo e ingeneroso nei confronti del fondatore di *Repubblica*. In realtà, se ben interpretato, il messaggio poteva rappresentare lo spunto per una riflessione sull'anarchia della rete e sulla conseguente difficoltà dell'internauta non specializzato ad accedere ad una informazione "sicura".

Problema che si trova ad affrontare, ovviamente, anche un giornalista di cronaca che improvvisamente si trova alle prese, ad esempio, e capita spesso, con temi di conflittualità ambientale locale legati all'istallazione di una antenna per la telefonia cellulare o alla costruzione di un inceneritore. La differenza tra il libero navigatore e l'operatore dell'informazione è che il primo può perdersi nell'oceano dell'informazione senza gravi contraccolpi, mentre il secondo è obbligato, alla fine della giornata a raccontare una storia, possibilmente vera. In questi casi, quindi, un professionista scrupoloso, che ha già la scrivania ingombra di dossier dei comitati e di comunicati delle istituzioni, cerca prima di affrontare l'argomento, di documentarsi. Dove? Ovviamente su internet. E qui iniziano i problemi di orientamento. Se si prova a digitare su *Google* la parola "inceneritori", sulla prima pagina, alla terza voce, si trova il sito di Beppe Grillo, le cui opinioni sono rispettabilissime e pongono l'accento su problemi molto importanti che vengono colpevolmente dimenticati dalla grande stampa e, peggio ancora, dalle istituzioni, ma spesso, non essendo sottoposte ai vincoli della validazione della comunità scientifica, riescono a fornire solo un punto di vista parziale e per di più orientato. Sostanzialmente inutile, quindi, da solo, per dotarsi di strumenti critici adatti per affrontare in modo corretto l'argomento. Se si va molto più avanti e si cerca bene, sulla questione degli inceneritori compaiono dei lavori dell'Istituto superiore di sanità, che hanno validità scientifica accertata, godono della neutralità del giudizio, ma sono relazioni tecniche, o lavori scientifici utili per una discussione tra esperti. Il giornalista, che tale non è, ha difficoltà ad interpretarne il senso. Così, anche queste informazioni sono inutilizzabili, perlomeno,

Nei conflitti ambientali, spesso, l'informazione gioca un ruolo determinante che a volte travalica perfino gli aspetti scientifici

nei tempi di chiusura di un quotidiano. Alla fine la decisione sarà quella di privilegiare la parte in questione che è più attenta alle esigenze mediatiche, fa pervenire in redazione comunicati chiari, relazioni, pareri, convoca conferenze stampa e assemblee. Tra questi soggetti ci sono senz'altro le associazioni ambientaliste, le industrie, i comitati dei cittadini. Mai la pubblica amministrazione, che a dispetto dei proclami e degli enunciati di maniera, non considera ancora la comunicazione come parte integrante del proprio lavoro. Ora, se consideriamo il peso dei risvolti tecnico-scientifici nella conflittualità ambientale, ci appare in tutta la sua evidenza il problema dell'attendibilità delle fonti e del ruolo che l'informazione può giocare in questa partita nella quale sono coinvolte la salute delle persone, la credibilità delle istituzioni e una bella fetta della nostra democrazia. Ovviamente, il problema dell'utilizzo delle fonti si moltiplica in maniera esponenziale con l'aumento della complessità dei problemi affrontati e con l'inasprirsi della conflittualità sui risultati conseguiti e, insieme, crescono i problemi di orientamento. Ecco quindi che anche per i giornalisti, come per gli scienziati, si impone l'obbligo della ridefinizione del proprio ruolo e delle proprie specificità. Se fino a qualche tempo fa con una certa dose di autoironia il giornalista si poteva auto defini-

WWW

re un "professionista dell'improvvisazione", oggi questo non è più possibile. Il giornalismo delle futuro cartaceo o telematico che sia, dovrà necessariamente ritrovare le ragioni della propria identità proprio a partire dai livelli di specializzazione. Alle crisi economiche che si sono susseguite dagli anni novanta ad oggi gli editori hanno tentato di rispondere riducendo gli organici ed esternalizzando il lavoro. È il percorso seguito, per altri versi, dell'industria e i risultati, non sono lusinghieri. Oggi, appare evidente che la concorrenza al ribasso non paga e che l'unica competizione che un paese sviluppato può e deve vincere è quella basata sulla qualità. E questo vale per un'automobile come per un quotidiano. Per riacquistare autorevolezza l'intero sistema dell'informazione va ripensato e il deficit di formazione che ancora affligge la categoria, deve essere al più presto colmato. Nel 1996, agli inizi dell'esplosione della Rete lo psicologo Aldo Carotenuto scriveva "Ora quello che può accadere e di fatto accade è che il giornalista, sommerso dalle informazioni, non controlla più nulla di quello che scrive perché la verità di una informazione sembra dipendere dal fatto che sia stata comunicata. La verità sembra non appartenere più al mondo dell'informazione, quello che esiste è un modo di interpretare i fatti. Questo pericolo è sempre esistito, ma ciò che preoccupa è l'ampiezza attuale del fenomeno dovuta soprattutto alla rapidità con la quale le notizie (vere o false poco importa) si diffondono e vengono riprese dai diversi mezzi di comunicazione". Non spetta certamente ai giornali rispondere alle distorsioni del mercato, alla richiesta di certezze che proviene da una società sempre più insicura e ripiegata su se stessa o alle pulsioni oscurantiste che stanno attraversando il pianeta. Ma è certamente compito dei giornalisti conoscerle, capirle e spiegarle. Possibilmente con cognizione e competenza.

Verso un'epistemologia della comunicazione della scienza

Eloisa Cianci

Il complesso rapporto fra esperti e percezione pubblica sui grandi temi che interessano la scienza chiama in causa differenze importanti nelle stesse modalità di costruzione della conoscenza

PERCEZIONI

In base alle ricerche sulla percezione pubblica delle *energy technologies*, presentate dall'Eurobarometro pubblicato nel gennaio 2007, solo il 14% dei cittadini europei considera i problemi correlati all'energia (carenza, costi, ecc.) come uno dei temi più importanti per il proprio paese e solo il 12% considera tale la protezione dell'ambiente. Le tematiche che destano maggiore preoccupazione sono quelle considerate di impatto più diretto nella vita di tutti giorni: la disoccupazione, il crimine, la situazione economica, l'immigrazione e così via. In Italia la situazione non si discosta molto dalla media: il 17% dei cittadini dà rilevanza ai problemi concreti correlati all'energia e solo il 9% pensa alla protezione dell'ambiente. E alla domanda aperta: "Quando pensa alle questioni correlate all'energia, qual è la prima idea che le viene in mente?", il 32% dei cittadini risponde "l'aumento dei prezzi", il 17% pensa alle "risorse energetiche limitate" e appena il 4% alle questioni ambientali. Nelle sue conclusioni, l'Eurobarometro sottolinea che "le possibili future conseguenze delle questioni ambientali non generano grandi timori nelle menti degli europei" e che "sembra che i cittadini europei abbiano difficoltà nel correlare le questioni energetiche alle situazioni future".

Viene da chiedersi come mai, su un tema così dibattuto in ambito scientifico, politico ed economico si sia creata una tale percezione (o non percezione) a livello di opinione pubblica. Dopotutto è già da alcuni decenni, almeno dagli anni '70 in poi, che si registra una progressiva presa di coscienza del legame tra problematiche ambientali e futuro del pianeta, anche a livello istituzionale. Nel 1972, a Stoccolma, durante la *Conferenza Onu sull'Ambiente Umano*, 113 nazioni redassero una dichiarazione che sottolineava l'importanza della salvaguardia delle risorse naturali per migliorare in modo duraturo le condizioni di vita. Negli anni '80, poi, venne coinvolto anche il mondo economico. Dall'esigenza di conciliare la crescita economica con la distribuzione delle risorse nacque un vero e proprio nuovo modello di sviluppo, definito sostenibile: "un processo di cambiamento – citando le parole dell'allora ministro norvegese Bruntland, riferite nel rapporto *Our common future* del 1987 – nel quale lo sfruttamento delle risorse, l'andamento degli investimenti, l'orientamento dello sviluppo tecnologico e i mutamenti istituzionali sono in reciproca armonia e incrementano il potenziale attuale e futuro di soddisfazione dei bisogni e delle aspirazioni umane." Negli anni '90, poi, furono elaborati possibili percorsi in grado di portare all'attuazione concreta, sul territorio, di tali principi, anche attraverso il coinvolgimento di cittadini, imprese, associazioni. Nel 1992 a Rio de Janeiro, alla *Conferenza su Sviluppo e Ambiente*, nacque *Agenda 21*, un documento di intenti volto alla promozione di uno sviluppo sostenibile che teneva in conto anche gli aspetti sociali, ambientali ed economici coinvolti in uno sviluppo sostenibile. Dopo quasi un decennio di preparativi, l'11 dicembre 1997 è stato sottoscritto da più di 160 paesi il Protocollo di Kyoto per la riduzione dei gas serra, ritenuti fattore responsabile del riscaldamento globale. L'inizio del nuovo millennio, infine, sta registrando una fase di valutazione dei risultati, in un'ottica di rilancio di nuove azioni mirate ad una partecipazione consapevole. Così nel 2001, a Göteborg, l'Unione Europea, nel *VI Piano d'Azione Ambientale*, ha definito le priorità e gli obiettivi della politica ambientale europea fino al 2010, descrivendo i provvedimenti da adottare per contribuire alla realizzazione di uno sviluppo sostenibile.

La condizione attuale – riflettendo sugli sforzi scientifici, politici ed economici che si stanno compiendo, e sulle difficoltà che le *"Europeans' minds"* incontrano nel correlare le questioni energetiche agli sviluppi delle situazioni ambientali future – non può che lasciare perplessi. Il mondo scientifico e politico propongono all'attenzione della popolazione un tema globale, che coinvolge l'uomo in tutte le sue dimensioni: quella spaziale, del pianeta in cui vive, e quella temporale, della nostra specie, che dovrà adattarsi e sopravvivere in condizioni ambientali attualmente non prevedibili. Eppure non sembra che ciò interessi più di tanto ai cittadini.

UN PROBLEMA DI ORDINE EPISTEMOLOGICO

La differenza di percezione evidenziata dal confronto tra le analisi compiute dall'Eurobarometro e la consapevolezza dell'importanza del problema a livello specialistico (in questo caso sia scientifico che politico) è comune ad altri temi di attualità scientifica in cui è stato coinvolto il pubblico più generale. Si può dire che questo sia un problema intrinsecamente correlato alla peculiarità del tipo di comunicazione che coinvolge questi due poli: quella scientifica, appunto. Essa, fra l'altro, rappresenta una forma privilegiata di comunicazione che assume su di sé il compito di mettere in relazione la comunità scientifica con molti altri mondi: politico, economico, sociale etc.

Storicamente, problemi di questo genere sono stati ricondotti dalla comunità scientifica ad una semplice carenza di conoscenza, persino a una sorta di irrazionalità dovuta ai deficit culturali che sarebbero inevitabili, per il pubblico dei "non addetti ai lavori". Tale interpretazione appare oggi fortemente riduttiva. Una serie sempre più ampia di studi legati all'ambito della comunicazione della scienza, mostrano una situazione differente. La sociologia della scienza o la psicologia sociale, ad esempio, riflettono attentamente sul fatto che il senso comune costruisce i propri giudizi attraverso atti interpretativi qualitativamente diversi da quelli degli esperti. Questa diversità non è affatto dettata da una irrazionalità di fondo, bensì dipende da una differenza nelle stesse modalità di costruzione della conoscenza. Il problema, è dunque, soprattutto di ordine epistemologico.

Secondo dati recenti, per i cittadini europei quelli ambientali sono ancora fra i temi che destano minore preoccupazione

Secondo le attuali teorie costruttiviste, una conoscenza nasce nel momento in cui viene creato un collegamento, un nesso tra due o più fatti considerati prima di allora separati. Questa connessione, che "aggancia" lo sconosciuto al conosciuto, permette in questo modo di percepire e dare un "senso" ad una conoscenza nuova. Così, se immaginiamo ogni oggetto o fatto come fosse un "nodo", e il processo di costruzione di una conoscenza come il costruire, "il cucire un legame tra questi nodi", possiamo visualizzarci adeguatamente la nascita di una nuova conoscenza: si creano relazioni, connessioni di senso tra nodi prima slegati tra loro, che insieme formano la "tela della conoscenza", una vera e propria rete che permette l'emergenza di senso complessivo. Questa modalità di costruzione avviene non solo per le conoscenze di tipo strettamente scientifico, ma anche per gli immaginari più ampi relativi alla scienza stessa. Ciò che differenzia profondamente le reti tessute dall'immaginario del senso comune da quelle generate dalla scienza è il tipo dei legami tra i nodi. Essi, infatti, possono essere di vario genere: quelli che caratterizzano le teorie scientifiche nelle loro fasi di verifica e falsificazione, ad esempio, sono di tipo riflessivo-ipotetico, logico e formale. Quelli che caratterizzano gli aspetti creativi dei processi di costruzione degli immaginari, ma anche dei processi della stessa scoperta scientifica, procedono invece per associazioni di idee, similitudini, analogie di tipo empatico, emotivo, immaginifico ecc.

Una caratteristica tipica del nostro immaginario è che esso tende a non lasciare scollegati tra loro i fatti che accadono e quindi cerca sempre, mediante le varie tipologie di connessioni che conosce e le fonti di informazione che trova, di collegare i nodi trovando un senso, una spiegazione alle cose o agli eventi che non comprende. Un ruolo fondamentale nella costruzione delle conoscenze, quindi, è assunto dalle fonti da cui vengono reperite le informazioni. La strutturazione attuale della nostra società vede la compresenza di fonti di informazione per natura molto diverse tra loro. Abbiamo forme di comunicazione dirette, che collegano la comunità scientifica con altri gruppi sociali (ad esempio i politici o i giornalisti) e forme di comunicazione indirette, mediate. In tal caso si possono recepire informazioni sulla scienza leggendo una rivista specialistica – per cui la conoscenza proviene da una fonte indiretta ma riconosciuta formalmente dalla comunità scientifica – oppure possono essere riportate attraverso un dialogo tra non esperti che si confrontano su un determinato tema, o ancora sono veicolate da pubblicità televisive o da film fantascientifici che colpiscono particolarmente. Certo, esistono fonti più accreditate di altre scientificamente o socialmente, ma ognuno di questi canali di informazione è a pieno titolo un potenziale veicolo di immaginari legati alla scienza.

Un'ulteriore riprova della complessità del sistema di circolazione delle conoscenze scientifiche nella nostra società è anche il fatto che, spesso, canali diversi veicolano informazioni diverse, discordanti e a volte contraddittorie su uno stesso tema. Così uno stesso fruitore può leggere un articolo sulla stampa specialistica o seguire un servizio messo in onda da un telegiornale che denuncia il problema energetico con le sue possibili conseguenze sul nostro ecosistema in un possibile futuro, e associarlo ad un film che mette in scena una possibile catastrofe climatica, connettendolo quindi un'ipotesi scientifica ad una fantascientifica legata ad un particolare filone cinematografico. E poi lo stesso fruitore viene attratto dalla pubblicità di qualche casa automobilistica che punta ad immergerlo in un contesto ambientale privo di traffico, smog e inquinamento, che vuole comunicare la serenità e la sicurezza data da un particolare modello di macchina. Quale delle varie immagini sarà più efficace e avrà più presa sulla sua mente? Tutto dipende dalle dinamiche di percezione e dalle scelte di priorità che caratterizzano il suo "modo di conoscere, pensare e riflettere".

Le analisi dell'Eurobarometro sopra citate mostrano chiaramente quanto sia forte il criterio di "utilità immediata". Tuttavia ne esistono altri altrettanto influenti, come la probabilità percepita che possa accadere un determinato evento o la difficoltà di gestione di un'eventuale situazione di crisi. Le dinamiche di percezione sopra descritte, quindi, possono portare a rendere taluni canali di comunicazione

indiretti (pubblicità, film ecc), più influenti rispetto a quelli diretti (ad esempio convegni o lezioni), nelle scelte e nelle azioni che regolano la vita di ogni giorno. Per comprendere appieno le dinamiche degli immaginari legati alla scienza non si può fare a meno di analizzare tali reti e di comprendere i criteri attraverso i quali si generano queste relazioni, si tessono queste tele.

SCELTE CONSAPEVOLI IN UNA SOCIETÀ DELLA CONOSCENZA

Le necessità sopra esposte valgono soprattutto per una società come la nostra, in cui cittadini e uomini di scienza sono chiamati a collaborare, a dialogare e a compiere scelte rilevanti per il futuro della società e della stessa specie umana, immersa e fortemente dipendente da un ambiente in continua, rapida e imprevedibile evoluzione. Il cittadino, dunque, ora più che mai è chiamato a compiere scelte consapevoli. Non a caso la nostra società viene sempre più spesso definita come "società della conoscenza". Con questa definizione si vuole indicare soprattutto il fatto che è caratterizzata da una circolazione sempre più ampia di conoscenze e di significati. Parallelamente, se ne possono però evidenziare altri due fenomeni tipici. Da una parte le conoscenze, soprattutto quelle scientifiche, tendono a crescere sempre più in fretta e ad iperspecializzarsi; dall'altra non si ritrovano più grandi modelli di comportamento imposti da autorità, politiche o religiose che siano, che in passato orientavano il gruppo sociale a costruire i suoi immaginari su di essi. Esiste dunque un proliferare di immaginari che propongono i più vari modelli di vita, scelta e azione. Oggi ognuno è libero di costruire i propri modelli di riferimento che procedono parallelamente e che in ogni momento, in base al cambiamento e alla volontà di ogni individuo, sono fungibili, interscambiabili in dipendenza dal percorso che si sceglie. Questo, se da un lato può portare ad un aumento delle possibilità di informazione, formazione e crescita di ogni individuo, dall'altro tende anche a frastornarlo, bombardandolo con innumerevoli quantità di informazioni spesso discordanti tra loro. Da qui incomprensioni, fraintendimenti e incapacità di scelta e azione dell'individuo del nostro tempo, che spesso non riesce a comprendere che cosa sia giusto o sbagliato e quindi a scegliere, a decidere e ad agire.

SCIENZE, COMPLESSITÀ E NUOVE SFIDE

Abbiamo precedentemente visto come la comunicazione della scienza si ponga l'obiettivo di monitorare le forme di relazione che intercorrono tra scienza e società. Queste "relazioni", fondamentalmente di tipo comunicativo, sono degne di un'attenzione particolare e di uno studio approfondito. Le attuali frontiere di ricerca nell'ambito, infatti, stanno evidenziando l'enorme potenzialità che esse hanno di apportare profondi mutamenti: a livello di sistemi politici, economici e sociali (emblematico, in questo il caso, il problema energetico), e all'interno della scienza stessa, visto che alcune attuali linee di ricerca iniziano a riflettere sul fatto che tali forme di relazione possano mettere in crisi e modificare lo statuto ontologico della scienza stessa. Di certo, queste forme di comunicazione hanno già cambiato profondamente la percezione che il pubblico ha della scienza. Se fino a poche decine di anni fa essa veniva presentata alla società ridotta ad una conoscenza indiscutibile perché oggettiva e portatrice di verità e il pubblico dei non addetti ai lavori "non sapeva di non sapere", ossia non era consapevole delle alternative, delle tensioni, dei contrasti concernenti ai processi di costruzione delle conoscenze scientifiche, oggi si assiste ad una nuova situazione, definibile post-accademica proprio perché nuova rispetto a quella accademica appena descritta. Questa nuova condizione è caratterizzata dal fatto che il grande pubblico ora "sa di non sapere", ossia ha preso coscienza di questa ricchezza e ridondanza propria dell'impresa "scienza". Alcuni studi hanno sottolineato come questa consapevolezza e la visione contraddittoria che la scienza oggi tende a dare di sé – da un lato in quanto "conoscenza vera giustificata" che tende a presentarsi come indiscutibile e portatrice di verità accessibili solo agli esperti e, dall'altro, come un'impresa fortemente creativa che studia il mondo da un particolare punto di vista, quello del metodo sperimentale e ipotetico-deduttivo – genera incertezza e fastidio nel pubblico. Così il pubblico esibisce atteggiamenti di chiusura e di distacco verso una scienza che, tra le altre cose, continua a "parlare una lingua" troppo diversa da quella della vita quotidiana. A questo punto sorge, inevitabile, un'importante domanda. Se, a tutt'oggi, il "sapere di non sapere" è una condizione che spesso rischia di portare il pubblico ad una chiusura o ad un disinteressamento alle problematiche scientifiche (come possiamo osservare dagli stessi dati sulla consapevolezza dei mutamenti ambientali connessi al problema energetico), può ora trasformarsi in una apertura a nuove possibilità di conoscenza, di riflessione attiva e di scelta democratica, consapevole e responsabile sulle tematiche scientifiche che oggi coinvolgono la società intera? Tali sfide possono essere colte solo dallo sviluppo di una riflessione epistemologica attenta, da un lato, a comprendere le dinamiche di costruzione presenti in ogni processo di cambiamento delle conoscenze, siano esse scientifiche o legate a forme di senso comune, dall'altro ai possibili cambiamenti che questa forma di comunicazione genera all'interno dei due poli che mette in relazione: scienza e società. Spetta quindi a un nuovo approccio scientifico alla comunicazione della scienza cogliere questa sfida e contribuire alla diffusione di una consapevolezza, base di ogni scelta democratica, su questioni che oggi più che mai possiedono l'enorme potenzialità di influire irreversibilmente sugli sviluppi stessi del pianeta.

La costruzione della conoscenza passa per fonti e canali di informazione spesso discordanti fra loro, che giocano un ruolo diverso nelle dinamiche di precezione

Le sfide globali si vincono localmente

Intervista a Ermete Realacci, presidente della VIII Commissione. Ambiente, Territorio e Lavori Pubblici della Camera dei Deputati

Fabio Mariottini

Una Europa leader nella lotta contro l'effetto serra. È un impegno politico importante quello assunto a marzo dall'Unione Europea con l'approvazione di un documento che si prefigge di produrre il venti per cento della propria potenza elettrica da fonti rinnovabili entro il 2020 per combattere il riscaldamento del pianeta. Il presidente del Consiglio Romano Prodi non nasconde le proprie difficoltà, dichiarando senza perifrasi che l'Italia, rispetto allo sviluppo delle energie alternative "è ancora molto indietro". Sulle conseguenze che le prescrizioni europee possono comportare per il nostro paese abbiamo voluto rivolgere qualche domanda all'onorevole Ermete Realacci, presidente della Commissione Ambiente, Territorio e Lavori pubblici della Camera e per molti anni presidente di Legambiente.

Alla fine sarà l'Europa, onorevole Realacci, a imporre quella riconversione ecologica dell'economia auspicata da tutto il mondo ambientalista?

È probabile, anche se il termine imporre è un po' troppo perentorio per rappresentare una questione così complessa, però è fuor di dubbio che l'Europa sarà una protagonista attiva di questo cambiamento. Se c'è un terreno su cui l'Europa del futuro deve caratterizzarsi come un soggetto utile e responsabile non solo verso i propri cittadini, ma anche nei confronti del resto del mondo, è proprio quello delle politiche ambientali e dei mutamenti climatici.

A proposito di mutamento climatici: in Italia, paese firmatario del protocollo di Kyoto, le emissioni nel 2005 sono state del 13% superiori a quelle del 1990. La Germania, ad esempio, nello stesso periodo di tempo le ha ridotte del 17,5%. La nostra adesione alla svolta Ue non sarà condizionata dal solito vizio italico per cui le regole sono fatte per essere trasgredite?

Questa politica di "rientro" crea problemi anche agli altri paesi, ma sicuramente l'Italia è stata segnata da una schizofrenia profonda nel corso di questi anni e la responsabilità non è ovviamente solo di Berlusconi, ma anche di una pesante eredità lasciata dai governi precedenti. Il nostro paese, rispetto al trattato di Kyoto, ha preso impegni importanti e vincolanti e altrettanto ha fatto per ciò che riguarda le recenti scelte europee. Ora si tratta di tradurre in decisioni politiche le buone intenzioni, proprio a partire da quei dati sopraelencati, che non sono molto confortanti considerando che l'Italia dovrà ridurre del 20% le emissioni di CO_2 non entro il 2020, ma già entro il 2012, che è l'anno di riferimento per gli accordi di Kyoto del 1990.

L'Italia parte male in questa sfida. Le fonti rinnovabili (secondo i dati del 2003) forniscono poco più del 13% dell'elettricità. Siamo allo 0,5 per l'eolico, all'1,6 per il geotermico, e scarsa la presenza del solare. Esiste, partendo da queste premesse, una possibilità reale di raggiungere gli obiettivi indicati dall'Unione Europea?

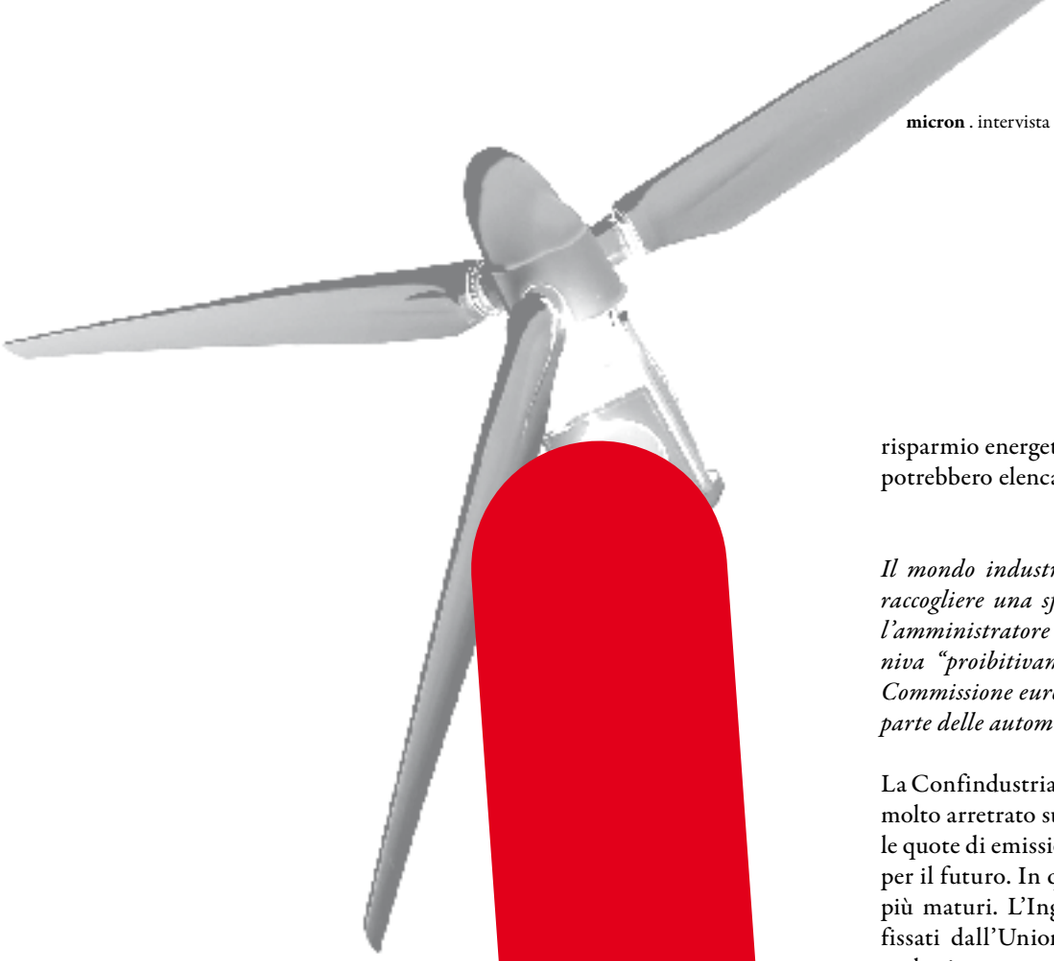
Il dato sulle fonti rinnovabili, per certi aspetti, è ancora più sconfortante perché molta parte di questo 13% è per lo più legato a idroelettrico e geotermico, che sono retaggi del nostro passato. Mentre sulle nuove fonti rinnovabili, che per quanto riguarda l'energia elettrica si riferiscono soprattutto all'eolico e in misura minore al fotovoltaico, l'Italia ha lavorato poco rispetto ad altri paesi europei. In Germania sono ormai 20.000 i megawatt eolici e qualche giorno fa, in Spagna, durante il pomeriggio, oltre il 20% dell'energia elettrica proveniva dall'eolico. In Danimarca le percentuali sono ancora superiori.

L'eolico però non sembra molto popolare nemmeno tra alcune associazioni ambientaliste che, a parte Legambiente, hanno posizioni più critiche rispetto all'uso di questa sorgente

È chiaro che l'eolico, come tutte le altre fonti di energia, ha i suoi problemi e in un paese di straordinaria ricchezza paesaggistica come l'Italia, deve essere preceduto da un'attenta valutazione. Detto questo, bisogna tenere presente che oggi l'eolico è la fonte rinnovabile più matura e che tante opposizioni non sono condivisibili. Le politiche ambientali non sono fatte solo di negazioni, ma implicano anche scelte. E se l'Italia, come giustamente ha fatto, vuole rinunciare all'uso del nucleare e ridurre l'uso del carbone, è chiaro che il solo risparmio non può essere sufficiente, ma sono necessari investimenti adeguati e, soprattutto, una differenziazione delle fonti a partire proprio dalle tecnologie più mature, come appunto l'eolico. Chi si muove su una linea diversa non propone una politica praticabile per il paese.

I risultati in questi campi si ottengono solo con lo sviluppo di nuove tecnologie. Il governo non sembra aver investito molto per università, ricerca e innovazione

Per questa valutazione è necessaria un'analisi disaggregata per settore. In qualche campo, sicuramente, è necessario un forte investimento in ricerca e sviluppo; per ciò che riguarda l'energia, ad esempio, oggi gli investimenti sono inferiori a quelli operati negli anni Ottanta. Evidentemente non c'è la percezione della centralità di tale settore per il futuro del nostro paese. In altri casi, invece, si tratta di ricorrere a tecnologie già sviluppate. Un esempio per tutti può essere quello che riguarda l'edilizia. Molti paesi europei hanno introdotto standard più rigorosi dei nostri favorendo la crescita di un comparto produttivo di qualità. Tale strategia può essere praticata anche nel nostro paese e con successo, proprio in virtù della versatilità delle piccole e medie imprese e delle imprese artigiane italiane. In questo senso vanno alcune misure della Finanziaria che io ritengo molto positive. Penso in particolare agli sgravi fiscali fino al 55% per le manutenzioni edilizie che si traducono in



intervista

intervista

risparmio energetico e all'utilizzo di fonti rinnovabili, ma se ne potrebbero elencare anche altre.

Il mondo industriale, in Italia, non sembra ancora pronto a raccogliere una sfida così impegnativa. Solo qualche giorno fa l'amministratore delegato della Fiat, Flavio Marchionne, definiva "proibitivamente care" e "irrealistiche" le proposte della Commissione europea per la riduzione delle emissioni di $C0_2$ da parte delle automobili

La Confindustria italiana è ancora segnata da un atteggiamento molto arretrato su questa questione. Continua a lamentarsi per le quote di emissioni e per i costi, ma fa ben poco per attrezzarsi per il futuro. In questo senso altri paesi si stanno dimostrando più maturi. L'Inghilterra, ad esempio, al di là degli obiettivi fissati dall'Unione europea, ha varato un insieme di norme molto interessanti e impegnative che prevedono una riduzione del 32% delle emissioni di CO_2 entro il 2020, per arrivare al 60% nel 2050. È una sfida impegnativa che vede protagonista l'intero sistema politico di quel paese e coinvolge lo stesso leader conservatore che si candida a rappresentare il futuro spingendo molto sui temi ambientali. Non a caso il governatore repubblicano della California Arnold Schwarzenegger, che è un conservatore ambientalista, è stato invitato al congresso dei conservatori britannici. La scelta di una riconversione ecologica dell'economia è un'esigenza e allo stesso tempo una nuova frontiera della competitività. Può essere interessante ricordare che alcune delle imprese che avevano speso decine di milioni di dollari all'epoca del Summit Onu di Rio de Janeiro del 1992 per dimostrare che i mutamenti climatici non esistevano e che l'effetto serra era un'invenzione degli ambientalisti, oggi negli Stati Uniti spingono l'amministrazione Bush a prendere misure più impegnative in questo campo. Qualche giorno fa ho letto una divertente battuta dell'amministratore capo della General Electric che, alla domanda dell'intervistatore sulle ragioni dell'impegno dell'azienda in campo ambientale, ha risposto onestamente e anche spiritosamente, che quando c'è una cena, è meglio fare la parte del convitato anziché quella della pietanza. Questo modo di pensare, purtroppo, non è ancora molto diffuso nel sistema confindustriale italiano. Ma sono anche sicuro che il sistema delle piccole e medie imprese saprà cogliere questa sfida, purchè i segnali che arrivano dalle istituzioni e della politica siano chiari.

*La "*soft economy*" che è anche il titolo del libro da lei pubblicato poco più di un anno fa insieme ad Antonio Cianciullo può costituire la risposta alle richieste dell'Unione europea e, contemporaneamente, una sfida al futuro?*

Sicuramente, perché l'utilizzo dell'innovazione in campo ambientale è una componente importante di molti dei casi di *soft economy* che vengono raccontati nel libro. L'Italia non può competere con i grandi paesi emergenti sul costo del lavoro o sul *dumping* ambientale, mentre invece, per le sue caratteristiche, può essere competitiva, se riesce a spostare in alto la catena del valore, producendo cose che hanno come componente fondamentale la qualità. Una qualità che spesso è legata alla ricerca, al territorio, e alla creatività. Il successo di questo modello a basso impatto ambientale può essere già misurato in tante produzioni italiane. Faccio due esempi apparentemente blasfemi: una delle più grandi rivoluzioni ecologiche è avvenuta nel settore vinicolo. In Italia oggi produciamo il 40% in meno di vino rispetto a venti anni fa - prima della crisi del metanolo -, ma il valore del nostro prodotto si è più che triplicato. Le esportazioni, in quegli anni, erano intorno ai 700-800 milioni di euro, in moneta attuale, e l'anno scorso hanno superato i tre miliardi di euro. Siamo diventati, leader mondiali del settore, battendo la Francia, grazie alla qualità del nostro prodotto. Questo ha generato anche un vantaggio ambientale, perché per produrre meno vino ci vuole meno acqua, meno energia, meno materie prime. Quindi abbiamo creato più ricchezza inquinando di meno. Lo stesso è accaduto nel settore calzaturiero. Oggi l'Italia esporta la metà delle scarpe di dieci anni fa, ma il valore è aumentato. Il che significa, appunto, che di nuovo abbiamo spostato in alto la catena del valore. Con questo sistema, inoltre, è possibile anche difendere meglio i diritti dei lavoratori perché per produrre cose di qualità servono dipendenti regolari, con un alto livello di professionalità e una retribuzione adeguata. Queste sono alcune delle motivazioni che fanno della *soft economy* anche uno strumento importante nella lotta al riscaldamento del pianeta

Gli esempi riportati nel libro illustrano come questo nuovo modo di intendere lo sviluppo economico, che parte proprio dalla traduzione pratica dell'assunto del pensare globalmente e agire localmente, può costituire qualcosa di più di una economia di nicchia. Ma un paese industrializzato come il nostro può diventare competitivo nello scenario mondiale solo reggendosi su qualche eccellenza?

Questa è un'economia che oggi interessa settori importanti che sono larga parte del nostro export a partire dall'agricoltura di qualità, per arrivare alla nautica, passando per la moda e la meccatronica. A questo proposito, alla fine di maggio verrà presentata una prima relazione che un gruppo di economisti, insieme all'ex ministro dell'economia Domenico Siniscalco, ha elaborato, che tiene conto di un indicatore nuovo, il "prodotto interno qualità", che misura quanta parte del Pil è già oggi legata a quest'idea di qualità trasversale che comprende innovazione, ricerca, conoscenza e, perfino, legame col territorio. E' quell'economia non delocalizzabile che può renderci ancora competitivi anche in uno scenario globale. Probabilmente scopriremo che già oggi una fetta consistente del nostro prodotto interno lordo, nella parte che è più capace di competere, dipende da una idea di qualità che è diffusa nel nostro paese, ma troppo spesso sottovalutata.
Se qualche anno fa qualcuno si fosse preso la briga di girare l'Italia e non limitarsi solo a leggere le analisi degli economisti che davano il nostro paese per spacciato a causa della mancanza di grandi imprese, si sarebbe accorto della vitalità di questa rete di piccole e medie imprese. A questo punto è la politica che deve fare la sua parte costruendo le basi per lo sviluppo di un sistema imprenditoriale che sappia cogliere i segni dei tempi.

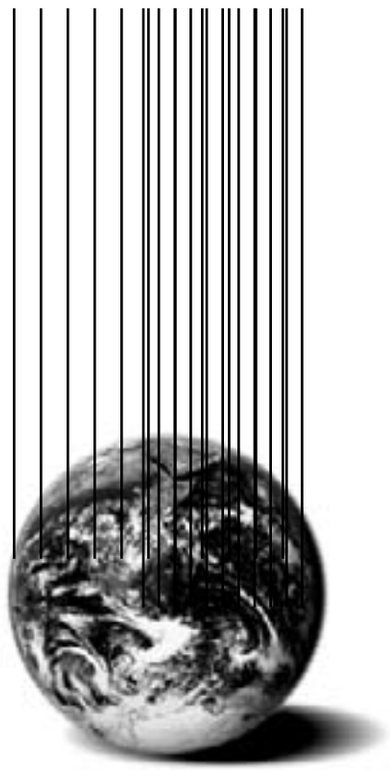
Un'ultima battuta sul governo è doverosa: come si coniugano obiettivi così ambiziosi con un governo che non gode, per così dire, di ottima salute?

È un problema serio. Il governo ha dato già nella Finanziaria alcuni segni di inversione di tendenza importanti. Citavo prima gli sgravi sulla manutenzione edilizia, ma ci sono i contributi per il ricambio dei motori elettrici, per la sostituzione dell'illuminazione negli edifici commerciali, per gli edifici a basso consumo, ecc.. Ci sono molti spunti interessanti, ma è chiaro che se vogliamo accettare questa sfida, è necessaria una politica molto più vigorosa, rigorosa e, nel complesso, più consapevole. Citavo non a caso quello inglese come esempio di trasversalità delle tematiche dello sviluppo all'interno del quadro politico. Per far questo occorre un governo che abbia la forza per realizzare gli obiettivi che si prefigge, ma, soprattutto, una idea della politica al servizio del paese e un grande sforzo collettivo. Comunque, ciò che è evidente, è che delle grandi questioni ambientali sono oggi chiamate a farsi carico, indistintamente, tutte le forze politiche, sia di governo che di opposizione.

I cambiamenti del clima

Pietro Greco

Il Quarto rapporto sui cambiamenti climatici delle Nazioni Unite dimostra come gli effetti del surriscaldamento del pianeta siano già una drammatica realtà, basata su dati empirici reali, che impone interrogativi non più rinviabili non più sulle misure da adottare



Il clima del pianeta Terra sta cambiando con una velocità sconosciuta nelle ultime migliaia di anni. I gas serra in atmosfera hanno raggiunto concentrazioni senza precedenti negli ultimi 650.000 anni e, forse, negli ultimi 2 milioni di anni: sconosciute, quindi, a *Homo sapiens*. La temperatura media al suolo è aumentata di quasi tre quarti di grado nell'ultimo secolo. Nel medesimo tempo, il livello dei mari è cresciuto e l'estensione dei ghiacciai è diminuita. Le cause principali di questi cambiamenti sono note. Alcune sono naturali, sia di origine astronomica sia di origine terrestre. Ma la causa di gran lunga principale deriva dall'azione di un nuovo e già potentissimo attore ecologico globale: l'uomo. Gli effetti sono già fra noi. Non li dobbiamo collocare solo nel futuro, più o meno prossimo. Sono già qui, nel presente. Non li possiamo solo prevedere sulla base di scenari probabilistici. Li possiamo già misurare.

È questa la grande novità dei due capitoli - il primo sui mutamenti fisici, il secondo sui loro effetti - del Quarto rapporto sui Cambiamenti del Clima presentati nelle settimane scorse rispettivamente dal *Working Group* I e dal *Working Group* II dell'Ipcc *(Intergovernmental Panel on Climate Change)*, il panel organizzato dalle Nazioni Unite e costituito da 2.500 scienziati di tutto il mondo. Una novità che non solo ci informa su quello che si sta modificando nell'equilibrio dinamico di uno dei sistemi fondanti dell'ecosfera terrestre, il sistema clima. Ma che ci rilancia la palla. E ora, che fare? Domanda niente affatto banale. Non solo perché le cose da fare sono tante, ma anche perché non era affatto scontato - non fino a qualche anno fa, almeno - che l'uomo potesse intervenire intenzionalmente sui grandi equilibri dinamici della biosfera per cercare di indirizzarli verso un futuro desiderabile. Prima di (tentare di) rispondere alla domanda, però, conviene ricordare cosa ci hanno detto i due gruppi dell'Ipcc.

IL FUTURO È GIÀ PRESENTE

Il primo gruppo, il *Working Group* I - quello che ha elaborato il capitolo *Climate Change 2007: The Physical Science Basis* - ci propone, in buona sostanza, tre constatazioni e uno scenario. La prima constatazione è che la concentrazione dei gas serra in atmosfera è aumentata, fino a raggiungere livelli inesplorati negli ultimi millenni. Nel 2005, ad esempio, la concentrazione di anidride carbonica in atmosfera ha raggiunto la soglia di 379 ppm (parti per milione): la più alta degli ultimi 650.000 anni. Nello stesso anno la concentrazione di metano ha raggiunto la soglia di 1774 ppb (parti per miliardo): 2,5 volte maggiore della concentrazione fatta registrare dal gas in epoca pre-industriale. Mentre la concentrazione di ossidi nitrosi è salita a 319 ppb: il 18% in più rispetto a un quarto di millennio fa.

Secondo il I Gruppo di lavoro dell'Ipcc, da qui al 2100 la temperatura media del pianeta continuerà a crescere. Di quanto, dipenderà dall'uomo

Poiché i «gas serra» sono capaci di trattenere l'energia emessa dalla Terra sotto forma di raggi infrarossi provocando, per l'appunto, il medesimo effetto di surriscaldamento che si ottiene in una serra, non desta meraviglia la seconda osservazione certificata dal gruppo di scienziati che lavora per le Nazioni Unite: dal 1850 a oggi la temperatura media al suolo del pianeta è aumentata di 0,76°C. Questo ha determinato, nel corso del secolo scorso, un aumento del livello dei mari di 17 centimetri e un generalizzato ritiro dei ghiacciai in entrambi gli emisferi. La terza constatazione riguarda la causa principale dell'accelerazione della dinamica del clima planetario, che con un'elevata probabilità (ovvero con una probabilità superiore al 90%,) risiede nelle attività umane, in particolare nell'uso dei combustibili fossili e, in misura minore, dalle attività agricole.

Sulla base di questi dati e dei modelli matematici che "girano" nei computer è possibile cercare di prevedere cosa accadrà al sistema

climatico nei prossimi cento anni. Secondo il *Working Group* I dell'Ipcc, da qui al 2100 la temperatura media del pianeta continuerà a crescere. La misura di questa crescita dipende dalle azioni che l'uomo saprà adottare in questo lasso di tempo. Nel peggiore degli scenari, ovvero che l'uomo continui a comportarsi come sta facendo in questo momento, l'aumento della temperatura rispetto a oggi potrà essere di altri 4 °C: un'enormità. Ma anche nel migliore degli scenari, ovvero se riusciremo a stabilizzare le concentrazione di gas serra al livello dell'anno 2000, la crescita della temperatura non sarà inferiore a 1,8 °C. In ogni caso, il livello dei mari salirà ancora di 20 o 40 centimetri. Con un massimo di 1 metro, nello scenario peggiore.

Un'efficace lotta ai cambiamenti del clima dovrà passare per una autentica rivoluzione economica e culturale, capace di superare l'attuale paradigma fondato sulla crescita dei consumi individuali

Il secondo gruppo, il *Working Group* II - che ha redatto il capitolo Climate Change 2007: *Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerabilità* - ha studiato proprio gli effetti dei mutamenti climatici. Affermando, appunto, che il conto è "già" arrivato. Ed è "già" piuttosto salato. È proprio in quel "già" che consiste la grande novità. Perché, come ha rilevato Martin Parry, co-presidente del Working Group II, è la prima volta che, relativamente al *climate change*, non parliamo solo di scenari elaborati al computer, ma di dati empirici reali. Non stiamo parlando di un ipotetico futuro, ma di un presente reale. Di ciò che, appunto, sta "già" accadendo o è "già" avvenuto.
Sono già in aumento, per numero ed estensione, i laghi glaciali; e così la portata dei fiumi alimentati da ghiacciai e nevi; si è già modificata la qualità delle acque di molti laghi e fiumi; si sono già modificati i tempi di molti cicli biologici, come la germinazione primaverile delle piante e della migrazione degli uccelli; si è già modificata l'abbondanza di alcune specie in molti ecosistemi; nell'Oceano Artico le temperature stanno salendo più velocemente del previsto e più rapidamente si stanno fondendo i ghiacci; molte coste si stanno già erodendo e molti regimi meteorologici stanno già mutando; i deserti stanno già avanzando; il permafrost si sta già sciogliendo. La frequenza degli uragani più estremi è già aumentata.
Per sostenere questo e altro ancora, il Gruppo di Lavoro II fa riferimento a 75 diversi studi indipendenti che hanno raccolto complessivamente 29.000 serie di dati empirici, l'89% dei quali risulta del tutto congruente con l'accelerazione del cambiamento climatico in atto. Dati che rendono più solide le previsioni per quello che accadrà in futuro. Se il clima cambierà come previsto, nei prossimi decenni avremo un ulteriore incremento dei fenomeni di erosione delle coste e di avanzamento dei deserti; entro la fine del secolo da 1 a 3 miliardi di persone potrebbero soffrire per la penuria di acqua potabile, e 600 milioni di persone potrebbero soffrire la fame (ovviamente in aggiunta agli assetati e agli affamati dei nostri gironi). Entro il 2080 potrebbero esserci 60 milioni (ma alcuni dicono persino 200 milioni) di persone costrette ogni anno ad abbandonare le loro case a causa dei cambiamenti climatici. Certo, saranno i più poveri tra i poveri del mondo a subire le conseguenze più gravi dei cambiamenti climatici, come ha notato Rajendra Pachauri, presidente dell'Ipcc. Anche se i ricchi non potranno dormire tra due guanciali. Gli effetti sociali più marcati saranno registrati nell'Africa sub-sahariana; tra le piccole isole degli oceani, molte delle quali saranno sommerse dai flutti; lungo i grandi bacini fluviali dell'Asia, dove miliardi di persone saranno esposte al rischio di inondazioni. Ma anche nell'Europa meridionale gli effetti saranno rilevanti, a causa dell'aumento della frequenza con cui si presenteranno le «onde di calore», della penuria di acqua, dell'erosione della produttività e della diversità in agricoltura, dell'aumento della frequenza degli incendi. Che fare, dunque? L'altro messaggio forte che l'Ipcc ha nonostante tutto lanciato è che questi scenari possono essere modificati. Non tutto è già scritto. Anche se - qualsiasi cosa faremo - non sarà possibile evitare un aumento consistente della temperatura (intorno ai 2 °C) possiamo e, quindi, dobbiamo evitare gli scenari peggiori (aumento di 4 °C e più). Possiamo e, quindi, dobbiamo mitigare gli effetti dei cambiamenti climatici sia attraverso azioni di prevenzione (come, lo dirà in dettaglio nei prossimi mesi un rapporto del Gruppo di Lavoro III), sia attraverso azioni di adattamento. Ma prevenire (per chi non ha le tecnologie) e adattarsi (per tutti) costa. L'Africa, ad esempio, dovrebbe impegnare dal 5 al 10% del proprio prodotto interno lordo per opere di adattamento. Un'enormità, che non è nelle sue disponibilità.

UNA POLITICA GLOBALE

Di qui la domanda (nostra, non dell'Ipcc): visto che il clima è globale e che l'Africa pagherà per azioni compiute da noi, non sarebbe giusto socializzare i costi necessari ad adattarsi ai cambiamenti del clima? Non potremmo, non dovremmo adottare l'Africa e tutti i più poveri tra i poveri del mondo cui un cameriere sbadato e ingiusto sta "già" portando il conto più salato dei cambiamenti del clima? Come? L'Ipcc non si pronuncia. Non con questi primi due capitoli del Quarto rapporto, almeno. Ma le opzioni in campo sono chiare da tempo. E riguardano un mix di interventi che chiamano in causa l'umanità a ogni livello, da quello globale a quello locale. Se vogliamo che entro il 2100 l'aumento della temperatura non superi i 2 °C, dobbiamo ridurre le emissioni del 60% rispetto ai livelli di riferimento del 1990. E per realizzare questo obiettivo occorrono una forte volontà politica e, come dicevamo, un concerto di azioni a ogni livello.
In primo luogo, occorre dare una decisa accelerazione agli accordi internazionali per abbattere le emissioni di gas serra. In questo momento è in atto il "Protocollo di Kyoto" che obbliga i paesi industrializzati che lo hanno sottoscritto a tagliare entro il 2012 del 5,2% le loro emissioni rispetto ai livelli del 1990. Alcuni paesi

(Germania, Gran Bretagna) stanno procedendo da tempo in maniera spedita lungo questa strada. L'Italia no: deve recuperare terreno. Ma il Protocollo di Kyoto non basta, se l'obiettivo è tagliare del 60% o addirittura dell'80% le emissioni di gas serra entro la fine del secolo. Occorre allora inaugurare un nuovo processo politico che, con un nuovo Protocollo, coinvolga tutti gli stati (compresi quelli che ne sono fuori, a partire da Usa, Cina e India) in un progetto definito e vincolante di tagli che tenga conto anche delle responsabilità storiche. Progetti del genere sulla carta già esistono (si chiamano "*contract and convergence*"): occorre solo la volontà politica per attuarli.

In attesa che si realizzi questa volontà politica globale, i singoli paesi possono essi stessi decidere in maniera unilaterale di andare "oltre Kyoto" e di avviare un programma più incisivo di tagli a partire dal 2012. Non è un pio desiderio. L'Unione Europea ha già deciso che tutti i suoi paesi membri dovranno tagliare le emissioni entro il 2020 di almeno il 20% rispetto ai livelli del 1990. Germania e Gran Bretagna hanno già programmi per abbattere le emissioni di oltre il 50% nei prossimi decenni. Negli Usa molti singoli stati stanno già operando come se fosse in vigore anche per loro il Protocollo di Kyoto. E la Cina ha in progetto di costruire entro il 2020 ben 30 nuove centrali nucleari (se il programma cinese verrà realizzato la questione nucleare si riaprirà). Non tutto sarà facile. Occorre sviluppare la ricerca e produrre nuove conoscenze. Ma intanto è già possibile applicare tecnologie esistenti per accelerare la «fuoriuscita dal petrolio» e, più in generale, dai combustibili fossili. Certo, per contrastare i cambiamenti del clima in maniera efficace e duratura occorrerà, una rivoluzione culturale ed economica: mettere in discussione il paradigma economico, ancora fondato sulla produzione di beni materiali e sulla crescita dei consumi individuali, per proporne un altro, fondato sulla produzione di beni comuni e immateriali. Ma non partiamo da zero. Il cambio di paradigma è già possibile. E a ogni paese va lasciata la libertà e la responsabilità di individuare i percorsi più adatti. E per l'Italia qual è la politica più adatta? Partiamo da una dato inoppugnabile: entro il 2012 dovremo tagliare di oltre il 13% le emissioni attuali di gas serra; entro il 2020, dovremo tagliarle del 33%. La sfida è grande, ma anche per noi è possibile. Ad iniziare dalle nostre case. Sono, infatti, già disponibili le tecnologie di "risparmio energetico" per ridurre i nostri consumi di combustibili fossili (e quindi delle nostre emissioni di gas serra) del 20% o addirittura 30% a parità di servizi: ovvero senza modificare la domanda di riscaldamento o di raffreddamento o le nostre esigenze di mobilità. Si tratta quindi di incentivare l'applicazione sistematica di queste tecnologie: dalle lampadine a risparmio, agli elettrodomestici ad alta efficienza, alla costruzione di case che non richiedono energia elettrica per la loro climatizzazione. È possibile intervenire anche nel settore dei trasporti. Occorre ripensare sul serio la politica dei trasporti dell'Italia. Siamo il paese con la più alta densità di automobili private al mondo, dopo gli Stati Uniti (che hanno peraltro un territorio ben più vasto). Siamo il paese con un'altissima intensità di trasporto merci su gomma. Bisogna cambiare. Il bello è che non c'è da inventarsi nulla. Sappiamo da tempo che dovremmo sviluppare il trasporto su ferro e sfruttare le immense «autostrade del mare» di cui disponiamo. Anche lo stesso trasporto su gomma va ripensato, oltre che disincentivato. Occorre, con tecnologie già esistenti, introdurre rapidamente automobili che producono meno gas serra: a metano, ibride, a bioalcol o biodisel e, in prospettiva, a idrogeno. Se riusciremo a produrre il «vettore idrogeno» usando fonti energetiche alternative. Dobbiamo intervenire infine nella produzione di energia elettrica. In questo settore le necessità ecologiche si sposano con le opportunità geopolitiche. Dipendiamo troppo dall'estero e da troppe poche fonti.

Occorre diversificare. L'Unione Europea ci dice che entro il 2010 il 25% dell'energia elettrica dovrà essere prodotta da fonti alternative. E che entro il 2020 tale percentuale deve salire al 40%. Che, in ogni caso, entro il 2020 il 20% di tutta l'energia dovrà essere fornita da fonti rinnovabili. In pratica significa sviluppare in modo serio l'eolico, il solare, la geotermia. Anche qui, non si tratta di inventarsi nulla. Si tratta di seguire l'esempio non solo della Danimarca (che ha più eolico di noi) o dell'Austria (che ha più solare di noi), ma anche di grandi paesi come la Spagna e la Germania. Occorre puntare sulla cogenerazione: le nostre aziende e i nostri edifici pubblici devono produrre da sé l'energia di cui hanno bisogno. E la gran parte può farlo. Occorre anche utilizzare, quando è necessario, i combustibili fossili meno dannosi. Il che significa bloccare i progetti di costruzione di centrali a carbone e, quando è necessario, sostituire quelle a petrolio con centrali a metano. Con questo mix potremo, senza aggravi di spesa ma addirittura con grandi opportunità di risparmio, rispettare quanto ci impone l'Europa, tagliare le emissioni di gas serra del 15% entro il 2012 e del 33% entro il 2020 e, quindi, evitare di pagare multe per alcuni miliardi di euro l'anno che l'Unione somministrerà a tutti quei paesi che non rispetteranno il programma comunitario di lotta ai cambiamenti climatici.

Un modello di monitoraggio ambientale e socio-economico per la valutazione della sostenibilità

Antonio Boggia *

Il modello di monitoraggio ambientale e socio-economico studiato dal Dipartimento di Scienze Economico-Estimative e degli Alimenti della Facoltà di Agraria Università di Perugia e dall'Agenzia di protezione ambientale ha lo scopo di fornire un supporto alla Regione Umbria nella pianificazione dello sviluppo sostenibile del territorio

L'Agenzia di protezione ambientale e il Dipartimento di Scienze Economico-Estimative e degli Alimenti della Facoltà di Agraria Università di Perugia hanno sviluppato, su incarico della Regione Umbria, uno studio volto a definire una metodologia semplificata ed integrata di "monitoraggio" in grado di facilitare una lettura delle tematiche sociali, ambientali ed economiche a supporto delle attività di programmazione territoriale nel rispetto del principio di sostenibilità. il Lavoro ha rappresentato l'occasione per finalizzare anni di studi e di ricerche da parte delle due istituzioni, sia sul fronte delle analisi complesse con indicatori, sia sul piano metodologico. Il motore centrale del modello scelto è costituito da un set comune di indicatori, in grado di rappresentare le dimensioni della sostenibilità prendendo in considerazione variabili economiche, sociali e ambientali con l'obiettivo di consentire una sintesi comparata tra diverse realtà territoriali. I risultati saranno ottenuti attraverso un modello di analisi multicriteriale che consente di affrontare problemi complessi valutando singolarmente, ma in modo integrato, tutte le variabili in gioco e attribuendo a ciascuna di esse la propria importanza relativa.
I metodi di valutazione multicriteriale consentono di effettuare valutazioni comparative e di classificare una serie di alternative usando un insieme di regole decisionali. Tali metodi hanno lo scopo, inoltre, di fornire informazioni sulla capacità delle diverse alternative di raggiungere contemporaneamente gli obiettivi rappresentati dagli indicatori utilizzati nell'analisi.
È questa la ragione per cui essi sono particolarmente adatti nel momento in cui si intenda procedere a valutazioni comparative tra diversi scenari che sono caratterizzati da un profilo multidimensionale, in cui le diverse dimensioni in gioco sono spesso contrastanti tra loro, come nel caso di un'analisi della sostenibilità, che implica obiettivi economici, sociali e ambientali. Le metodologie multicriteri, quindi, aiutano nella ricerca delle migliori soluzioni di compromesso tra obiettivi diversi da raggiungere.

L'ANALISI MULTICRITERI

L'analisi multicriteri è una metodologia derivata dalle discipline della ricerca operativa e della teoria delle decisioni; consente di affrontare problemi complessi valutando singolarmente, ma in modo integrato, tutte le variabili in gioco, attribuendo a ciascuna di esse la propria importanza relativa.
I metodi di valutazione multicriteriale permettono di affrontare valutazioni comparative e di classificare una serie di alternative utilizzando un insieme di regole decisionali. Gli elementi di un metodo di valutazione sono le regole di decisione (DR), l'insieme (X) delle alternative (x), e l'insieme delle regole ($f_1 \ldots f_j$) attraverso le quali ogni attributo è valutato per una data alternativa x, pertanto un metodo di valutazione può essere formalmente scritto come:

$$DR\,[f_1(x), \ldots f_j(x)]$$
$$x \in X$$

I metodi di valutazione differiscono tra loro per il tipo di regola decisionale applicata, per le caratteristiche dell'insieme di alternative che possono gestire e per l'insieme di regole usate per valutare gli attributi. Una regola decisionale è da considerare nel più ampio concetto di strategia decisionale, che può essere definita come l'insieme delle procedure necessarie per la ricerca di una soluzione. Una regola decisionale può essere parte di tale strategia.
Il significato operativo della metodologia si riassume in un confronto fra i valori assunti da tutti gli indicatori per ciascuna delle alternative, ottenendo come risultato finale una classificazione delle alternative stesse in funzione del grado di raggiungimento degli obiettivi fissati, in presenza di priorità definite.
I due elementi di partenza, che rappresentano l'input per l'ottenimento dei risultati, sono:
1. <u>una matrice di valutazione</u> X, di dimensioni J x I, considerando i (i=1,.....I) alternative e j (j=1,.....J) indicatori o criteri. Per ciascun indicatore, il comportamento nei riguardi di ogni alternativa è rappresentato da z_{ji}, z_{ji}',.....z_{jI} corrispondente al valore assunto dall'indicatore j per ciascuna delle I alternative. La matrice, così, racchiude in sé tutte le informazioni sul comportamento di ciascun indicatore nei confronti di ciascuna alternativa;

2. un sistema di pesi w_j (j=1.....J), che fornisce informazioni sull'importanza relativa attribuita ai diversi indicatori, e che è rappresentato dal vettore:

$w = (w_1,.....w_j)$

LA METODOLOGIA DI VALUTAZIONE

Nel caso del modello di valutazione della sostenibilità, il set degli indicatori economici, sociali ed ambientali rappresenta l'insieme dei parametri utili alla valutazione, mentre le alternative sono rappresentate dai contesti territoriali che si intende valutare, che possono essere di tipo locale (contesti comunali) o più ampi (ad esempio regionali). Una volta quantificati gli indicatori per ciascun ambito territoriale, il punto di partenza è rappresentato dalla creazione di una matrice di valutazione, costituita da n righe (i territori) ed m colonne (gli indicatori). La matrice rappresenta il comportamento di ciascun territorio nei confronti degli indicatori utilizzati. È da sottolineare come i valori degli indicatori contenuti nelle matrici siano espressi ciascuno nella propria unità di misura, presentando quindi un alto livello di eterogeneità. Pertanto, si rende necessaria una standardizzazione ed una trasformazione degli indicatori in criteri. Il criterio - a differenza dell'indicatore di partenza, che esprime solo una misura, una quantificazione di un certo fenomeno o di una certa caratteristica -, è invece espressione delle preferenze dell'analista in riferimento agli obiettivi da conseguire. In altri termini, occorre trasformare la misura pura e semplice di un determinato fenomeno (economico, sociale od ambientale che sia), in un punteggio che esprima "la direzione" di queste misure quantitative, e cioè se quella quantità è più o meno positiva, rispetto agli obiettivi dell'analisi, e rispetto a tutti gli altri valori presenti.

Il problema della standardizzazione viene affrontato impostando due equazioni, una lineare crescente, ed una lineare decrescente, in grado di trasformare tutti i valori della matrice in numeri da 0 ad 1, con la regola che tanto più si è vicini all'1, tanto più si raggiunge l'obiettivo prefissato; per ciascun indicatore, quindi, un'alternativa evidenzia una buona performance rispetto a quell'indicatore.

Viceversa, quando viene applicata la funzione decrescente, significa che più i valori dell'indicatore sono bassi e più si avvicinano positivamente agli obiettivi dell'analisi. Dopo la standardizzazione, la matrice contiene solo numeri compresi tra 0 e 1. Il passaggio successivo è quello della ponderazione, ovvero l'attribuzione di importanza relativa a ciascun indicatore rispetto agli altri. Questo passaggio viene effettuato mediante la costruzione di un vettore di pesi W. I pesi vengono assegnati secondo regole di priorità prefissate. Dopo l'applicazione dei pesi, si ottiene la cosiddetta matrice di lavoro pesata, che mantiene sempre il significato della precedente, cioè la scala di misura compresa tra 0 ed 1. Sui dati così elaborati, è possibile applicare la metodologia di aggregazione che porta, come risultato finale, ad una classificazione delle alternative in base ad un indice aggregato.

Questo percorso viene sviluppato separatamente per il profilo socio-economico e per quello ambientale. In altri termini, con la procedura descritta vengono ottenute due classificazioni comparative dei territori oggetto di valutazione: la prima scaturisce da una valutazione socio-economica, i cui risultati sono rappresentati da un indice aggregato di performance socio-economico, mentre la seconda scaturisce da una valutazione ambientale, i cui risultati sono rappresentati da un indice aggregato di performance ambientale. Nella fase finale si procede all'incrocio dei dati socio-economici con quelli ambientali, pervenendo ad un giudizio sul livello di sostenibilità di ciascun territorio.

La metodologia di aggregazione per ottenere gli indici è quella della somma pesata. Tale approccio si basa sul calcolo di un punteggio complessivo per ciascuna alternativa, ottenuto dapprima moltiplicando ciascun valore della matrice per il proprio peso, ed in seguito sommando i valori pesati relativi a ciascun indicatore di ogni alternativa. In tal modo, la migliore alternativa si ottiene dalla:

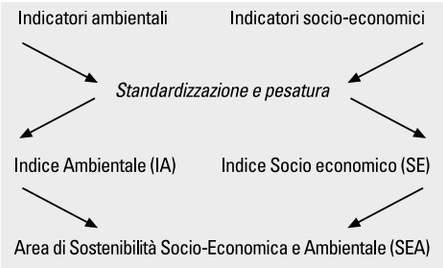
$$\max_{i=1,\dots i} \sum_{j=1}^{J} (w_j z_{ji})$$

L'analisi multicriteri consente di affrontare problemi complessi valutando singolarmente, ma in modo integrato, tutte le variabili in gioco e attribuendo a ciascuna di esse la propria importanza relativa

Calcolando la sommatoria per tutte le alternative, è possibile costruire un ordinamento, decrescente dal valore più alto al più basso, che rappresenta il risultato finale dell'analisi. Al modello multicriteriale, costruito come sopra descritto, è stata collegata un'interfaccia GIS. I vantaggi di questo collegamento sono legati innanzitutto alla maggiore gestibilità dei dati aggregati a livello territoriale, con la possibilità anche di costruire nuovi indicatori utilizzando le capacità di elaborazione dei dati contenuti nei propri archivi da parte del software GIS. In sintesi, quindi, il percorso metodologico prevede:

1. definizione del set di indicatori ambientali ia1, ia2, ...ian;
2. definizione del set di indicatori socioeconomici ise1,ise2, ...isen;
3. aggregazione del set in un indice di performance ambientale IA, per ciascuna alternativa, utilizzando la procedura di standardizzazione sopra descritta;
4. aggregazione del set in un indice di performance socio-economica SE, per ciascuna alternativa utilizzando la procedura di standardizzazione sopra descritta;
5. classificazione delle alternative mediante metodologia multicriteri, in funzione dell'indice ambientale;
6. classificazione delle alternative mediante metodologia multicriteri, in funzione dell'indice socio-economico;
7. incrocio dei risultati ambientali e socio-economici e classificazione del territorio regionale in funzione del livello di sostenibilità conseguito.

Il percorso metodologico è così sintetizzabile:



LA VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ

Molti modelli esistenti che affrontano la valutazione della sostenibilità presentano la caratteristica di una leggibilità scarsamente trasparente. Quasi sempre il risultato finale dei calcoli di tali modelli è rappresentato da un indice aggregato di sostenibilità criptico e di difficile interpretazione. Questo è il problema che generalmente si riscontra quando si utilizzano strumenti per la valutazione di un concetto complesso come quello della sostenibilità, che sintetizzano i risultati ottenuti in un unico indice. Lo stesso Dashboard of Sustainability, il cruscotto della sostenibilità - modello che è nato all'interno della Commissione dell'Onu sullo sviluppo sostenibile (Uncds) ed è stato in seguito migliorato da un piccolo gruppo di ricercatori sotto la guida dell'International Institute for Sustainable Development (Canada), e presentato in occasione del World Summit di Johannesburg nel 2002

Molti modelli esistenti che affrontano la valutazione della sostenibilità presentano spesso indici aggregati di difficile interpretazione

-, si propone di integrare in un'unica voce la sfera economica, sociale ed ambientale allo scopo di fornire un quadro sul livello della sostenibilità dello sviluppo di una nazione, regione, provincia, comune, ecc. L'obiettivo perseguito è quindi quello di fornire uno strumento utile a visualizzare in modo sintetico il livello di sostenibilità di una determinata realtà territoriale a partire da un set di indicatori selezionati. È possibile così ottenere un indice complessivo di sostenibilità, chiamato Esi (Environmental sustainability index). Proprio per questa ragione, l'interpretazione e la comprensione dei risultati ottenuti è molto difficile, al punto che il Dashboard è stato definito come una black box, o scatola nera. Uno strumento cioè, in cui vengono immessi alcuni dati, si ottengono degli output, ma non è dato di sapere cosa avviene all'interno. Nel presente studio questo si è voluto evitare. Pertanto, è stata presa un'altra direzione per la valutazione di sintesi sulla sostenibilità dei territori analizzati. Tale decisione è stata influenzata oltre che dal problema della leggibilità, interpretazione e comprensione dei risultati, anche da alcune considerazioni di ordine teorico, con riferimento al concetto stesso di sostenibilità.

Partendo dalla nota definizione del Rapporto *Our Common Future* (1987) o Rapporto Brundtland, che individua nello sviluppo sostenibile quello "Sviluppo che fa fronte alle necessità del presente, senza compromettere la capacità delle future generazioni di soddisfare le proprie esigenze", gli studiosi della problematica hanno concluso che uno sviluppo sostenibile e duraturo è possibile solo se le formulazioni pianificatorie, organizzative e gestionali sono contestualmente basate, oltre che sui classici fattori "capitale fisso" e "lavoro", anche sul capitale naturale. Herman Daly[1], il padre della teoria economica dello sviluppo sostenibile, ha poi precisato come ci siano due principi di sostenibilità nella gestione delle risorse:

1. La velocità di prelievo delle risorse deve essere uguale alla capacità di rigenerazione;
2. La velocità di produzione dei rifiuti deve essere uguale alla capacità di assorbimento da parte degli ecosistemi nei quali i rifiuti vengono immessi.

Capacità di rigenerazione e capacità di assorbimento devono essere trattate come "capitale naturale": se non si riesce a mantenerle, si ha ' consumo di capitale ' e, quindi, non sostenibilità. Lo stesso Daly aggiunge che ci sono due modi per mantenere intatto il capitale totale:

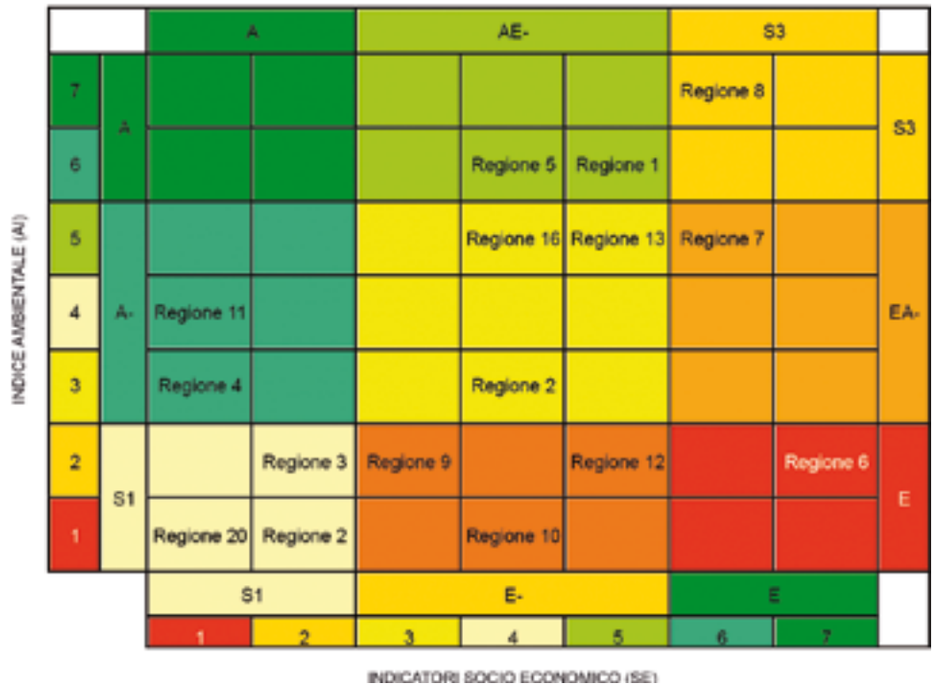
1. Sostenibilità debole: significa mantenere a un valore costante la somma capitale naturale + capitale prodotto dall'uomo. Il capitale materiale e il capitale naturale sono sostituibili l'uno dall'altro. Alle generazioni future deve essere consegnato un "pacchetto di benessere", composto da una somma costante di capitale materiale e di capitale naturale.
2. Sostenibilità forte: significa mantenere a un valore costante ciascuna componente. Il capitale materiale e il capitale naturale non sono interscambiabili. Ambedue i capitali devono essere mantenuti intatti perché la produttività dell'uno dipende dalla disponibilità dell'altro. La sostituzione del capitale naturale con capitale materiale è possibile solo in misura limitata. A ciascuna generazione, la Terra e le sue risorse sono assegnate in modo fiduciario e ciascuna generazione ha il dovere di lasciare alle generazioni future una natura "intatta" (capitale naturale costante), qualsiasi sia il livello di benessere raggiunto.

In sintesi, la logica dell'aggregazione in un indice di sostenibilità, seppure ottenuto quale risultato di un processo di valutazione multicriteriale, è molto vicina al concetto di sostenibilità debole, per la compensazione che si viene a generare tra gli aspetti socio-economici e quelli ambientali. Ma l'approccio che attualmente viene visto con maggiore favore ed attenzione è quello della sostenibilità forte che, secondo molti autori, sarebbe la vera sostenibilità. Gli aspetti sociali, economici ed ambientali, seppure integrati, devono mantenere una propria autonomia.

Da tutto quanto finora esposto è nato l'approccio attraverso il quale si è giunti alla definizione della parte conclusiva del percorso di valutazione del modello. Tale approccio è basato sull'incrocio degli indici ambientali e di quelli socio economici, non nei loro valori assoluti, ma nelle classi di risposta che per tali indici vengono definite. In tale modo il risultato è una sorta di diagramma che riporta su un asse le classi dell'indice socio-economico e sull'altro quelle dell'indice ambientale, collocando le alternative all'interno delle aree di incrocio che si vengono a creare. L'appartenenza di una alternativa all'una o l'altra delle aree che si vengono a creare, ha un preciso significato in termini di livello di sostenibilità conseguito, ed ha una immediata pos-

sibilità di spiegazione, semplicemente andando a ritroso lungo il percorso dei due indici ed i collegamenti con i dati di base.
È utile ed opportuno ricordare come le classi dei valori dell'indice ambientale, e quelle dell'indice socio-economico si equivalgono in termini di interpretazione, nel senso che hanno lo stesso significato in quanto al livello di raggiungimento dei risultati attesi, ma possono differire negli intervalli numerici che le compongono. Questo, d'altra parte, è logico, se si considera la diversità assoluta tra i due indici, ed è ammissibile in una logica, quale quella multicriteriale, basata sulla comparazione, e non già sull'attribuzione di valori assoluti. Gli incroci fra classi che si vengono a determinare nel diagramma hanno così un significato molto chiaro in termini di combinazione fra risultati ambientali e socio-economici, ma devono acquisire anche una relazione con il livello di sostenibilità conseguito da ciascuna alternativa, secondo l'obiettivo perseguito dal presente studio. La chiave di lettura è fornita proprio dal concetto, sopra ricordato, di sostenibilità forte: il capitale naturale e il capitale prodotto dall'uomo non sono sostituibili, dunque non si percorre la direzione della sostenibilità se dal punto di vista ambientale si ottengono eccellenti risultati, ma le performance socio-economiche sono carenti: il capitale totale deve essere conservato per le generazioni future, senza sostituzioni fra l'una e l'altra componente. L'analisi della sostenibilità si configura, quindi, come un'analisi di equilibrio, dell'equilibrio esistente fra le diverse dimensioni che compongono la sostenibilità. È così che nel diagramma si viene a definire una diagonale, rappresentata dalle situazioni in cui le alternative si posizionano allo stesso livello di classe sia ambientale che socio-economica. Quella diagonale rappresenta il percorso in equilibrio, il percorso della sostenibilità. A questo punto, infatti, non serve ripetere le considerazioni già fatte analizzando separatamente i due indici, ma occorre una lettura integrata, con l'obiettivo della sostenibilità. Ne risulta che tutte le alternative che presentano squilibrio tra l'uno e l'altro risultato, sono distanti da un modello di sviluppo sostenibile. Quelle che si trovano nella diagonale hanno già intrapreso il percorso giusto. Naturalmente,

Fig. 1 - Esempio di matrice della sostenibilità



tale percorso è solo impostato, e necessita di un forte incremento qualitativo, nel caso di posizionamento nella parte bassa della diagonale (incrocio tra classi basse), è più avanzato man mano che si sale lungo la diagonale. Si sottolinea ancora una volta come, per la natura comparativa della valutazione, trovarsi nella parte alta della diagonale non significa essere "sostenibile" in assoluto, ma solo trovarsi più avanti rispetto agli altri territori alternativi nel cammino verso la sostenibilità. Questo approccio non ammette sostituzioni del capitale umano con quello naturale, e non determina lo stabilirsi di una situazione del tipo black box. Il principio della sostenibilità forte è rispettato, i limiti degli approcci del tipo Dashboard of sustainability sono superati.

LE APPLICAZIONI DEL MODELLO

Per quanto riguarda l'utilità operativa del modello per il decisore pubblico, occorre sottolineare che si tratta innanzitutto di un sistema di monitoraggio, che consente, pertanto, in primo luogo, di verificare l'evoluzione di determinate situazioni semplicemente variando ed aggiornando il riferimento temporale dei dati di base, e applicando di volta in volta la procedura.
Il modello può fornire anche utili indicazioni in fase di valutazione, perché fornisce elementi di analisi comparativa utili per apprezzare gli interventi sul territorio. Le finalità come strumento di valutazione possono essere molteplici:

Il modello può dare utili indicazioni in fase di valutazione, perché fornisce elementi di analisi comparativa utili per apprezzare gli interventi sul territorio

è sufficiente, infatti, cambiare il set di indicatori, adattandolo ai diversi obiettivi in gioco, e il modello può diventare strumento di supporto alle valutazioni ex ante, in itinere ed ex post.

Prima di intervenire è possibile anche simulare i cambiamenti degli indicatori critici e verificare che effetti producono sul risultato finale, così da stabilire dei target da raggiungere secondo scenari alternativi di riferimento e, conseguentemente, fino a quale punto è necessario spingere l'intervento pubblico. Si tratta come detto, di un modello caratterizzato da grande trasparenza nei passaggi logici, favorita da una completa ripercorribilità dei passaggi effettuati.
Attualmrnte il modello è stato applicato per due distinti studi di caso; nel primo è stato utilizzato per realizzare un confronto tra i 92 comuni umbri in base ad un set di 21 indicatori (12 ambientali e 9 socio-economico) mentre nel secondo è stata effettuata una simulazione tra le venti regioni italiane in base a 10 indicatori di cui 5 ambientali e 5 socio-economici. L'applicazione ai 92 comuni umbri ha consentito il perfezionamento del modello e delle procedure di analisi fino alla formulazione di un software specifico per la generazione in automatico dei seguenti indici: ambientale, socio-economico e di sostenibilità, oltre alla creazione informatizzata della matrice finale che costituisce l'elemento centrale del monitoraggio e del modello stesso. Il software è stato poi testato con la seconda simulazione relativa alle Regioni e ha confermato la flessibilità del modello e la sua capacità di sintetizzare gli elementi utili per una chiave di lettura codificata della sostenibilità di un territorio. Un ulteriore campo applicativo potrebbe essere quello della Valutazione ambientale strategica di piani e programmi con attinenza alle matrici ambientali. Le valutazioni da inserire nel rapporto ambientale ai sensi della direttiva Vas hanno spesso carattere integrato e tendono a tenere collegata la matrice ambientale con gli aspetti socio-economici dei piani. Tra le possibili evoluzioni del modello potrebbe rientrare poi, a titolo di esempio, la definizione degli indicatori in base a specifici obiettivi ambientali. Si dovrebbe quindi passare da un impiego degli indicatori in valore assoluto o unitario a uno in cui i singoli dati sono riferiti a uno specifico target ambientale e/o socio-economico e a questo rapportati. In questo modo gli indici che ne derivano potrebbero assumere un significato di distanza dall'obiettivo ottimale che permetterebbe una lettura più dettagliata e precisa della distribuzione dei soggetti osservati. In altre parole la matrice costituirebbe in quel caso non solo un momento di confronto tra realtà differenti, ma anche una scala di prossimità rispetto al raggiungimento di target normativi, istituzionali o legislativi.

* in collaborazione con,
Roberta Caliò, Carla Cortina, Gianluca Massei, Carla Ricci, Paolo Stranieri.

Riferimenti Bibliografici
[1] Herman E. Daly (1996) - Beyond Growth: The Economics of Sustainable Development. Boston: Beacon Press.

Un piano per la tutela delle acque

Angiolo Martinelli

Il piano di tutela delle acque potrà consentire una gestione adeguata delle risorse idriche e ambientali dell'Umbria garantendo un uso dell'acqua basato sul risparmio, la riduzione dell'impatto delle attività antropiche e la tutela degli ecosistemi acquatici e della biodiversità.

I Piani di tutela sono stati introdotti dal Decreto Legislativo 152/99 in sostituzione dei Piani di risanamento delle acque predisposti dalle Regioni in ottemperanza alla Legge Merli del 1976. Considerati quali piano stralcio del Piano di Bacino, previsto dalla legge 183/89 (la legge sulla Difesa del Suolo) i Piani di tutela devono prevedere le misure necessarie al raggiungimento dello stato ambientale "buono" entro il 31 dicembre 2015 in ogni corpo idrico significativo (fiumi, laghi, falde).
La Regione Umbria, già dal 1986, si è dotata di uno specifico strumento di pianificazione generale delle risorse idriche denominato "Piano regionale di risanamento delle acque dall'inquinamento e per il corretto e razionale uso delle risorse idriche". Tale Piano ha rappresentato lo strumento della programmazione regionale attinente ai servizi di acquedotto, fognatura e depurazione delle acque e ha dettato le norme e disegnato gli scenari programmatici e pianificatori del territorio umbro in tutti questi anni. L'Aggiornamento al Piano di risanamento delle acque, avviato nel 1996, è stato redatto con l'intento di approfondire le criticità emerse nel territorio regionale successivamente all'applicazione del primo strumento messo in atto, investigando i possibili legami causa-effetto e proponendo, per ciascuno degli otto sottobacini idrografici caratterizzanti il reticolo fluviale regionale, le linee guida per gli interventi finalizzati al miglioramento del livello qualitativo delle risorse idriche superficiali e sotterranee, inquadrati in tre direzioni fondamentali:
1) prevenzione e riduzione dei carichi inquinanti;
2) miglioramento della qualità delle acque destinate ad usi particolari;
3) controllo e verifica dello stato ambientale dei corpi idrici superficiali e sotterranei.
L'Aggiornamento del Piano si è concluso nel 2000, dopo l'emanazione del Decreto legislativo 152/99; non potendo più essere approvato nel nuovo contesto, gli elaborati prodotti sono stati adottati dalla Giunta regionale e dichiarati "materiale propedeutico alla redazione del Piano regionale di tutela delle acque". È in questo quadro che ha preso avvio la redazione del Piano di tutela delle acque, collocato all'interno del "Patto per lo sviluppo dell'Umbria" e degli strumenti di programmazione regionale. Nel 2004 la redazione della Proposta di Piano è stata affidata all'Agenzia di protezione ambientale, di concerto con i Servizi regionali interessati della Direzione Politiche territoriali, Ambiente e Infrastrutture. Tutti gli atti di programmazione regionale, compresi quelli che dettano i lineamenti politici sulla tutela delle acque, sono contenuti all'interno della cornice strategica e unitaria rappresentata dal "Patto per lo sviluppo dell'Umbria". Tra le azioni strategiche previste dal Patto vi è quella sulla "Tutela e valorizzazione della risorsa Umbria". L'Umbria è nota per le sue risorse ambientali, naturali e culturali, con un territorio rurale fatto di piccoli insediamenti, di attività economiche diffuse, con un contesto sociale che privilegia la qualità della vita in un territorio ad elevata qualità ambientale.
Nel quadro di valorizzazione del sistema regionale, che integra le politiche di tutela dell'ambiente e delle condizioni di vita, si inserisce la necessità di sviluppare una strategia complessiva delle acque, finalizzata a tutelare le risorse idriche per farne un uso corretto e misurato, con normative e programmi ispirati dalle stesse finalità. Le strategie programmatiche che la Regione ha dichiarato di voler adottare nella politica delle acque, basate sui principi di uso plurimo, salvaguardia/tutela e monitoraggio, tendono a:

- un'effettiva e reale tutela quantitativa e qualitativa delle acque;
- l'uso razionale della risorsa idrica nei limiti della sua capacità di rigenerazione;

Quali unità territoriali di riferimento del Piano sono stati assunti i sottobacini, distinguendone nove nel bacino del Tevere, uno in quello dell'Arno ed uno per l'insieme dei territori afferenti al mare Adriatico

- la conservazione e il miglioramento della qualità delle acque;
- la sensibilizzazione di tutti gli operatori pubblici e privati;
- la promozione di un modello culturale di valorizzazione e di salvaguardia della risorsa.

Fondamentale per la buona risuscita della programmazione risulta il coordinamento tra i vari soggetti istituzionali che operano sul territorio. Ben prima del completamento della Proposta di Piano hanno preso avvio programmi e Piani strettamente collegati al Piano di tutela, in particolare il Piano di emergenza idrica 2002, i Piani d'ambito delle AATO, l'Aggiornamento del Piano regolatore generale degli acquedotti, l'Accordo di programma quadro tra il Governo italiano e la Regione Umbria (marzo 2004), che hanno messo in moto il percorso di gestione e salvaguardia della risorsa idrica regionale. L'Accordo di programma quadro finalizzato alla tutela delle acque e alla gestione integrata delle risorse idriche ha seguito la linea predisposta dalla normativa vigente, la stessa del piano di tutela:

Gli strumenti di analisi delle pressioni hanno analizzato le idroesigenze e le emissioni ricollegabili alle attività produttive e all'uso civile delle acque

- tutelare i corpi idrici superficiali e sotterranei;
- ripristinare la qualità delle acque superficiali e sotterranee;
- ridurre l'inquinamento dei corpi idrici superficiali e sotterranei;
- incentivare una politica sostenibile di gestione della risorsa idrica;
- assicurare il soddisfacimento dei fabbisogni idrici del territorio;
- incentivare la riduzione dei consumi idrici e del riutilizzo delle acque depurate;
- completare la riforma della gestione dei servizi idrici mediante il perseguimento di obiettivi di efficienza;
- garantire l'effettiva razionalizzazione della gestione delle risorse idriche attraverso il servizio idrico integrato.

Le linee d'azione, nel rispetto di quanto disposto dalla normativa comunitaria vigente in materia, hanno di fatto obbedito, anticipandole, a molte proposte del Piano.

MODALITÀ DI ESECUZIONE E PRINCIPI

Il lavoro di predisposizione della Proposta di Piano ha dovuto necessariamente fare opera di razionalizzazione e analisi della "pianificazione in corso d'opera", ha armonizzato le informazioni/valutazioni esistenti e aggiornato le conoscenze, per tracciare un quadro di riferimento dello stato ambientale prima, e delle necessità di intervento poi, che fungesse da filo conduttore per il futuro strumento. La tutela delle acque, quindi, non solo come uso della risorsa, ma anche come prerogativa della salvaguardia "ecologico-ambientale" del territorio umbro, inteso come valore sociale, troppo spesso trascurato, per gli aspetti relativi alla qualità della vita.

Pur nella consapevolezza delle limitazioni derivanti dalla disponibilità di informazioni, dalla qualità dei dati e del tempo a disposizione, l'Agenzia ha voluto portare lo sviluppo della proposta di Piano all'interno di un percorso tecnico-operativo organico, capace di completare con logica coerente l'analisi valutativa prevista. Questo ha richiesto la revisione della struttura del Piano, l'attivazione di nuovi strumenti di conoscenza e la predisposizione di valutazioni tematiche specifiche. Si è fatto ricorso alla predisposizione di modelli di qualità sui corsi d'acqua, a valutazioni tecnico-economiche di possibili azioni di intervento e alla valutazione della pianificazione esistente, al fine di verificarne la compatibilità e l'integrazione con gli obiettivi di Piano. In allegato al Piano sono state realizzate 21 monografie tematiche su argomenti che necessitavano di specifico approfondimento, propedeutiche alla redazione del piano e utili nelle fasi di confronto e partecipazione della proposta in ambito regionale. Tredici cartografie tematiche completano il quadro elaborato.

ATTIVITÀ REALIZZATE

La proposta di Piano rispetta la struttura prevista dalla normativa nazionale di riferimento Oltre all'approfondimento del quadro normativo di settore, nel Piano è stata sviluppata anche una valutazione del ruolo e delle interazioni degli strumenti pianificatori esistenti, in una sorta di Valutazione ambientale strategica che, seppur ancora non obbligatoria a scala nazionale, è necessaria a livello tecnico e richiesta dalle norme comunitarie. Quali unità territoriali di riferimento del Piano sono stati assunti i sottobacini, distinguendone nove nel bacino del Tevere, uno in quello dell'Arno e uno per l'insieme dei territori afferenti al mare Adriatico. Gli strumenti di analisi delle pressioni hanno fatto il punto sulle idroesigenze e sulle emissioni ricollegabili alle attività produttive (agricoltura, zootecnia, industria) e all'uso civile delle acque (acquedotti, scarichi idrici, depurazione), con le loro infrastrutture e sistemi di riferimento.

L'analisi dello stato ambientale dei corpi idrici e sulla sua evoluzione ha permesso di individuare i fattori che ne condizionano lo stato attuale e le criticità rispetto agli obiettivi di qualità, evidenziando le necessità primarie di intervento, dirette, per lo più, alla riduzione delle fonti di contaminazione e alla riduzione degli impatti sia quantitativi che qualitativi.

Le misure di Piano che ne sono derivate, sia per la parte operativa di tutela che per quella conoscitiva, hanno visto lo sviluppo di proposte pragmatiche che dovrebbero garantire, nei tempi di attuazione del piano, le soluzioni ai principali problemi esistenti, dall'ottimizzazione degli usi e dalla salvaguardia quantitativa delle risorse idriche al miglioramento dell'efficacia del trattamento delle acque reflue, dal contenimento degli inquinanti civili, agricoli e industriali a un miglior uso dei nutrienti sul suolo, dai vincoli su aree di salvaguardia delle acque potabili alla tutela delle aree sensibili e delle zone vulnerabili.

Le misure proposte per il risanamento ambientale e per il raggiungimento degli obiettivi entro il 2015, riferite ai corpi idrici principali, superficiali e sotterranei, ed a quelli a specifica destinazione (acque superficiali ad uso potabile, balneazione, vita dei pesci), hanno tenuto conto della fattibilità tecnico-economica degli interventi e dei criteri di efficacia delle scelte proposte. Le misure di tutela, distinte in misure obbligatorie per legge, misure proposte dal piano e misure complementari, comprendono 21 misure su aspetti quantitativi della risorsa, 27 inerenti la riduzione dell'inquinamento da fonti puntuali e 11 da fonti diffuse, 2 misure per le acque a specifica destinazione; 11, infine, sono le misure per le zone vulnerabili e le aree a specifica tutela, e 39 quelle finalizzate al completamento del quadro conoscitivo.
La possibilità di conseguire gli obiettivi prefissi è stata valutata mediante scenari basati sulle simulazioni di un modello matematico sviluppato per i principali corsi d'acqua regionali, nonché sulla stima degli effetti complessivi delle misure proposte, in termini di riduzione dei carichi sversati in corpo idrico. La tabella riassume i principali effetti attesi in termini di riduzione dell'impatto dei principali carichi inquinanti (carico organico e nutrienti) sui corpi idrici. La mancanza di un quadro di dettaglio sul settore industriale ha reso difficoltoso quantificare gli effetti delle misure previste. Tali misure dovrebbero, tuttavia, consentire una riduzione sia dei principali parametri inquinanti sia dei micro-inquinanti pericolosi per l'ambiente, così come auspicato dalle norme comunitarie e nazionali. Il quadro economico di Piano è stato proposto partendo dalle analisi tecniche sviluppate, integrando le scelte già in atto con altri strumenti di investimento regionale (Emergenza Idrica, Docup Ob.2, Piani d'Ambito) e proponendo l'integrazione degli interventi di prossima attuazione (Piano di Sviluppo rurale, POR). Le indicazioni attuali, pari a oltre 500 milioni di euro in otto anni, rappresentano la base di partenza per una discussione che dovrà essere in capo alla Regione e agli organi amministrativi regionali competenti in materia.

STRUMENTI NORMATIVI AVVIATI IN PARALLELO

In attesa dell'approvazione del Piano di tutela delle acque, la Regione Umbria ha emanato o sta predisponendo, con il supporto di Arpa, direttive e regolamenti sulle zone vulnerabili ai nitrati di origine agricola (Programmi di azione), sull'utilizzazione dei reflui in agricoltura (zootecnici, frantoi oleari e aziende agroalimentari, itticoli), sulla gestione degli scarichi idrici e sulle aree di salvaguardia delle captazioni idriche a fini potabili.
Queste norme, da subito operative, saranno strumento primo di attuazione del Piano e oggetto di verifica in corso d'opera fino alla data di approvazione del Piano stesso.
Il Programma di Azione per le Zone vulnerabili ai nitrati di origine agricola è stato approvato con DGR n. 2052 del 7 dicembre 2005 ed è operativo dall'autunno 2006. Le Direttive Reflui sono state emanate a livello regionale dopo il DM 7 aprile 2006 del Ministero per le poliche agricole e forestali: la DGR 2/8/06 – "Utilizzazione agronomica delle acque di vegetazione e delle sanse umide dei frantoi oleari" e la DGR 6/9/06 – "Utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento; delle acque reflue provenienti dalle aziende di cui all'Art. 101, comma 7, lettere a), b) e c) del D.Lgs. 99/92; dei reflui delle attività di piscicoltura". La Direttiva scarichi è ancora in fase di emanazione, mentre il regolamento per le zone di rispetto delle aree di salvaguardia è tuttora in fase di predisposizione: con D.G.R. 22/12/03 erano state approvate le modalità per la "Delimitazione delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano di cui all'art.21 del D.Lgs. 152/99", individuando le AATO quali soggetti tenuti alla presentazione delle proposte.

I PERCORSI DI PARTECIPAZIONE

Il processo di approvazione del Piano implica il coinvolgimento di enti e istituzioni locali, nonché la partecipazione di tutti i "portatori di interesse": cittadini, associazioni, imprese. L'art.14 della Direttiva 2000/60 prevede la pubblicazione e la messa a disposizione del pubblico del calendario e del programma di lavoro per la presentazione del Piano di gestione dei bacini idrografici, e quindi, implicitamente, che la partecipazione inizi dalla fase propositiva del Piano di tutela.
La proposta di Piano presentata da Arpa, dopo opportuna discussione e condivisione in seno all'istituzione regionale, con conseguente adozione del documento di Piano, verrà messa a disposizione di tutti gli enti, le amministrazioni locali, le associazioni e i cittadini attraverso eventi di presentazione, documenti e la divulgazione sul web. Sui siti internet della Regione Umbria e dell'Agenzia saranno messi a disposizione i documenti di Piano, le cartografie tecniche, le normative preliminarmente adottate e collegate al

Tabella 1 - Carichi di BOD5, Azoto e Fosforo attuali e dello scenario di piano sversati in corpo idrico superficiale

Nome sottobacino	DA FONTI PUNTUALI						DA FONTI DIFFUSE		Totale
	Depuratori	Eccedenze depurazione	Reti non depurate	Scaricatori di piena	Attività industriali	Scarichi puntuali su suolo	Agricolo	Zootecnico	
	(t/anno)	(t/anno)	(t/anno)	(t/anno)	(t/anno)	(t/anno)	(t/anno)	(t/anno)	(t/anno)
BOD_5 Totale Sversato attuale	1.385,9	1.050,2	1.309,2	3.235,0	2.990,0	181,9	0,0	2.031,3	12.183,5
BOD_5 Totale 2015 Scenario di Piano	1.231,7	0,0	0,0	2682,4	2990,0	166,2	0,0	1751,1	8.821,4
Azoto Totale Sversato attuale	860,2	216,0	269,0	348,6	202,7	169,6	6.736,6	1.735,4	10.538,1
Azoto Totale 2015 Scenario di Piano	906,1	0,0	0,0	288,0	202,7	154,9	4528,5	950,3	7.031,1
Fosforo Totale Sversato attuale	144,7	28,0	35,0	108,8	20,5	3,5	328,3	78,5	747,3
Fosforo Totale 2015 Scenario di Piano	73,4	0,0	0,0	90,2	20,5	3,2	282,2	69,7	539,2

Piano e le monografie tecniche. L'Assessorato all'Ambiente dovrà realizzare un percorso di divulgazione e confronto nei tempi e nei modi più idonei, allo scopo di consentire la piena partecipazione alla valutazione della proposta di Piano. La partecipazione dovrà avvenire tanto a livello istituzionale che di "società civile": dovranno essere distinte fasi informative e di presentazione dei contenuti, fasi di confronto su argomenti specifici e di particolare interesse per determinate istituzioni/gruppi di cittadini ed associazioni, fasi di revisione complessiva della proposta.
Considerata l'importanza della realizzazione degli scenari di intervento previsti, devono essere sviluppati tre gruppi di azioni:
- divulgazione dei contenuti del Piano, delle misure e azioni, degli obiettivi e del percorso previsto per il loro raggiungimento;
- sensibilizzazione dei differenti attori locali, coinvolti direttamente o indirettamente nelle misure di piano, per fornire tutti gli elementi operativi e comportamentali necessari o utili ad una migliore evoluzione delle misure;
- informazione degli enti locali e dei portatori di interesse sullo stato di attuazione del Piano e delle differenti misure ed azioni.

LA DIRETTIVA COMUNITARIA 2000/60/CE E IL NUOVO DECRETO LEGISLATIVO 152/06

La proposta di Piano è stata sviluppata negli anni 2004-2006 utilizzando come riferimento normativo principale il D.Lgs. 152/99, ma tenendo presenti i contenuti della Direttiva 2000/60. L'emanazione del D.Lgs.152/06, con il formale recepimento della Direttiva quadro, ha comportato una parziale revisione delle valutazioni e misure proposte, In particolare, per quanto riguarda lo stato ambientale dei corpi idrici, tutte le informazioni utilizzate sono relative all'intervallo temporale 2000-2004, nel corso del quale il monitoraggio ambientale è stato condotto secondo le indicazioni della normativa allora vigente. A tutto il 2006, comunque, nonostante l'entrata in vigore della nuova normativa nazionale, non è possibile effettuare valutazioni su tutti i corpi idrici regionali secondo i nuovi principi: allo stato attuale, infatti, non risultano ancora disponibili i nuovi metodi biologici di monitoraggio ambientale per le acque superficiali ed il monitoraggio secondo tali prassi sarà presumibilmente attivato solo dal 2008, lasciando al 2007 il tempo per avviare la sperimentazione delle metodiche, completare l'approccio sistematico del monitoraggio previsto dalla Direttiva e avviare le prime valutazioni operative. In ogni modo, non sarà possibile disporre dei nuovi dati di stato ambientale prima del 2009.
Sulla base delle esperienze preliminari di sperimentazione della Direttiva realizzate nell'ambito del Progetto Pilota Tevere, in collaborazione con l'Autorità di Bacino, si ritiene che il quadro conoscitivo e le misure di Piano siano in linea con quanto richiesto dal nuovo approccio normativo del D.Lgs.152/06, assumendo che le scelte di Piano producano effetti sia sui carichi inquinanti che sullo stato biologico. Nel Piano vengono inoltre evidenziate una serie di tematiche e argomenti che sono e saranno necessari per il pieno recepimento della Direttiva 2000/60 e l'ottimizzazione delle azioni promosse dal Piano di tutela.
In particolare, la Direttiva mette al centro della tutela ambientale gli stessi ecosistemi e gli organismi animali e vegetali presenti, a tutela della biodiversità e degli ambienti naturali, integrandosi con le Direttive di conservazione della natura (Direttiva Habitat, DIR 92/43 CEE). Queste indicazioni, che richiederanno tempo e risorse per opportuni approfondimenti e valutazioni, dovranno validamente essere sviluppate entro i limiti temporali del Piano, facendo in modo che, ove possibile, possano già essere attive nella prima fase dello stesso (2008-2011) e che siano organicamente integrate nella successiva revisione operativa del Piano per il periodo 2012-2015. I principali argomenti da mettere all'ordine del piano sono i seguenti:
- valutazione degli impatti indotti dai cambiamenti meteoclimatici sulle acque meteoriche, di scorrimento e di infiltrazione;
- misure di integrazione tra aspetti idraulico funzionali ed ambientali dei corsi d'acqua: interventi di riqualificazione fluviale;
- misure di conservazione della biodiversità (habitat, Natura 2000, corridoi ecologici);
- tutela delle zone umide e degli ecosistemi connessi con le acque;
- gestione della rimozione di sedimenti e svaso dei laghi;
- analisi economica di sostenibilità degli usi dell'acqua.

VERIFICA DEL PIANO

Con l'adozione formale della Direttiva 2000/60 mediante il D.Lgs.152/06, l'orizzonte temporale del Piano di tutela diviene l'anno 2015, e si ridefiniscono i termini di adozione ed approvazione del Piano stesso a scala regionale, rispettivamente previsti per il 31 dicembre 2007 e 31 dicembre 2008.
A prescindere dalla data di approvazione del Piano, è importante fin da ora prevedere un aggiornamento intermedio tra la data di approvazione e il 2015, non perché in un lasso di tempo così breve possano cambiare radicalmente le condizioni, quanto piuttosto per la possibilità di una evoluzione stessa della normativa e lo sviluppo di nuove conoscenze.
Le misure conoscitive previste dal Piano costituiranno l'elemento di qualificazione dell'aggiornamento di Piano, unitamente con le necessità di adeguamento della valutazione dello stato derivante dalla messa in opera dei nuovi criteri e indicatori previsti dalla Direttiva 2000/60.
Le carenze conoscitive evidenziate nel corso dello sviluppo del Piano potranno essere in gran parte colmate nei primi 4 anni di attuazione, avendo previsto misure specifiche e l'attivazione funzionale del Centro di documentazione sulle acque. Aspetti che ad oggi possono essere definiti solo in modo qualitativo (es. scarichi industriali) o mediante valutazioni basate su parametri indicativi (es: carichi di origine diffusa), potranno essere resi quantitativamente significativi, attuando strumenti quali il catasto degli scarichi, il catasto delle concessioni e dei prelievi idrici, la valutazione di scenari e stati di riferimento mediante modellazioni matematiche. Per

garantire i risultati del Piano è stata proposta la realizzazione di un programma di verifica che ha il compito di sviluppare le attività di monitoraggio degli effetti e dell'efficacia del Piano in fase di attuazione e di valutare la coerenza delle risposte agli interventi nei tempi e nei modi previsti per il raggiungimento degli obiettivi. Un Osservatorio regionale sullo sviluppo e l'applicazione del Piano dovrà sviluppare un programma operativo specifico per ciascun quadriennio di attuazione del piano ed un programma generale di indirizzo fino al 2015. L'operatività dell'Osservatorio potrà essere assicurata dal Centro di documentazione sulle acque previsto dalle normative, per tutti gli aspetti elaborativi, di raccolta informazioni, valutazioni dello stato ambientale e indicatori di risultato del Piano.

L'Osservatorio, nell'ambito della pianificazione operativa quadriennale e di piano, identifica e realizza nel tempo le azioni di monitoraggio inerenti:

- l'applicazione delle misure obbligatorie e necessarie previste;
- l'adozione di comportamenti volontari più consapevoli in fatto di quantità e qualità della risorsa;
- l'attuazione degli interventi normativi ed il loro livello di applicazione;
- la realizzazione delle azioni di monitoraggio e sviluppo conoscitivo;
- la realizzazione degli archivi e banche dati, del Centro di Documentazione;

la verifica degli impegni economici previsti e realizzati;

- la verifica dell'evoluzione dello stato ambientale dei corpi idrici;
- la verifica della raggiungibilità degli obiettivi;

l'adeguamento a nuove normative introdotte (es. DIR 2000/60);

- le modalità di ridefinizione e riallineamento delle misure in caso di mancate risposte o non conseguimento dei risultati attesi.

Gli strumenti da utilizzare, oltre alle previste attività di monitoraggio ambientale, sono quelli predisposti in sede di Piano (modelli matematici, database interventi) e quelli normalmente utilizzati in sede di valutazione ambientale strategica (indicatori di attuazione, di risultato, di investimenti economici, reports, aggiornamento delle valutazioni di settore). La divulgazione dello stato di attuazione del Piano e delle azioni/risultati deve essere condotta con informative programmate a varia scala su tutto il territorio regionale e verso i diversi livelli di interesse presenti (istituzioni, cittadini, associazioni).

INTEGRAZIONE CON ALTRE POLITICHE REGIONALI

Il Piano si propone l'integrazione con altri strumenti di Pianificazione ed intervento regionale, a partire dal Piano regolatore regionale degli acquedotti, recentemente approvato, o il Piano stralcio di assetto idrogeologico dell'Autorità di Bacino che si riporta come esempio. L'Autorità di Bacino, ha adottato il Piano stralcio di assetto idrogeologico con Delibera del Comitato istituzionale n. 114 del 5 aprile 2006 che si prefigge la minimizzazione del rischio idrogeologico, e le Regioni si attiveranno per la realizzazione degli interventi di riduzione del rischio idrogeologico.

Senza mettere in discussione la necessità di interventi di tutela idraulica del territorio, a fronte di un'antropizzazione storica e recente che si è sviluppata in zone a rischio idrogeologico, è fondamentale che le logiche di intervento siano valutate in modo più ampio ed integrato, a partire dagli impatti che possono avere sugli aspetti ambientali e naturali del territorio. Nella volontà di minimizzare gli impatti degli eventi idrologici estremi, si utilizza troppo spesso una logica idraulica che considera gli alvei e le loro pertinenze come canalizzazioni artificiali e gli interventi che vengono effettuati hanno scarsa considerazione per gli aspetti di tutela ambientale del territorio. Occorre operare in una logica di valutazione integrata della problematica, del principio che la tutela territoriale e la destinazione d'uso è funzione anche di scelte poco impattanti e economicamente convenienti.

Le scelte che ne deriveranno potranno avere molteplici effetti operativi, economici e di ricaduta sulla gestione e tutela del territorio e delle pianure alluvionali collegate ai principali corsi d'acqua:

- pianificazione integrata ed efficace delle azioni di ripristino della funzionalità idraulica dei corsi d'acqua;
- riequilibrio idraulico-idromorfologico delle aste fluviali con conseguente recupero di qualità ambientale;
- risparmio di inutili investimenti per correre dietro a fenomeni erosivi e/o di modifica degli assetti dei corsi d'acqua, ivi compresi gli interventi di ripristino di opere trasversali di attraversamento;
- recupero funzionale dei corridoi fluviali e della loro funzione ambientale, ricettiva, paesaggistica;
- riduzione del rischio idraulico nelle aree alluvionali contigue;
- recupero degli habitat umidi e tutela della biodiversità.

La crescita della sensibilità ambientale, nell'opinione pubblica e nelle istituzioni ha portato al centro dell'attenzione gli elementi di qualità ambientale come fattore di sviluppo sociale e di qualità della vita: fumi, falde e laghi stanno riacquistando l'antica importanza, dopo essere stati trattati per decenni dalla società moderna come recapito dei residui dell'attività antropica. A titolo di esempio, i fiumi possono essere considerati un indicatore di equilibrio della nostra società.

Si pensi agli elementi di natura fisica, quali le portate in alveo, i fenomeni di modificazione degli alvei (conseguenti ai processi di erosione, sedimentazione e trasporto) e all'intervento diretto dell'uomo, con opere infrastrutturali e sistemazioni idrauliche (briglie, sistemazioni delle sponde, ponti, derivazioni, arginature, ecc.). L'appropriazione degli spazi

Il processo di approvazione del Piano implica il coinvolgimento di enti e istituzioni locali, nonché la partecipazione di tutti i "portatori di interesse", cittadini, associazioni, imprese

fluviali ha rotto gli equilibri e, oltre ai rischi di inondazioni, gli impatti indotti dalle modificazioni del sistema idrografico e del "sistema fiume" vengono avvertite anche nel suo regime ordinario e di magra.Il tutto riporta comunque al punto fondamentale dell'argomento, che è l'ecosistema fluviale con le sue componenti biotiche, esse stesse obiettivo di qualità e punto centrale riconosciuto dalla direttiva comunitaria e dalla normativa nazionale. Si tratta di quelle comunità biologiche che sono contemporaneamente catalizzatori dei processi di degradazione degli inquinanti e primo bersaglio dell'impatto prodotto dagli stessi, dalle modificazioni morfologiche del sistema fluviale, dalla modifica delle condizioni di deflusso idrico. Consci della consistenza delle implicazioni ambientali, del bisogno di integrare l'analisi svolta con tanti altri punti di approfondimento, della necessità di affrontare i problemi con una visione aperta e multidisciplinare, è doveroso riportare l'attenzione sul significato e il valore che l'ecosistema acquatico rappresenta per la sostenibilità del Pianeta. In fondo è sempre l'uomo il bersaglio più facile del degrado o il fruitore di un ambiente vivibile. Da una parte le sostanze veicolate dal fiume al mare o scambiate con le falde sotterranee tornano sulla tavola di ognuno attraverso i prodotti ittici o le acque potabili, oppure con i prodotti dell'agricoltura. Dall'altro la fruibilità di un ambiente sano, la preservazione e l'incremento della biodiversità dei corridoi fluviali, che attraversano territori occupati da agricoltura intensiva o da insediamenti produttivi sempre più estesi, possono consentire una piccola "cura" al malessere causato dallo stress dell'ambiente urbano, divenire rifugio temporaneo e luogo di "divagazione" anche della "specie umana".

È su questa linea che si è sviluppata la Direttiva Comunitaria sulle acque (*Water Framework Directive*, Direttiva 2000/60 EC). L'indirizzo comunitario è stato gradualmente fatto proprio anche dalle normative nazionali che negli anni hanno sostituito le prime leggi nate per limitare i danni provocati da un uso irrazionale delle acque e del territorio: dall'imposizione di limiti agli scarichi si è passati alla compatibilità ambientale degli stessi, dai piani di risanamento si è arrivati ai piani di tutela, dalle concessioni idriche "senza limiti" si sta giungendo al rispetto dei bilanci idrici e del deflusso minimo vitale. La gestione della problematica in Italia soffre di cronici ritardi, sia nel recepimento delle direttive comunitarie, sia per la lenta integrazione delle componenti ambientali con quelle di difesa del suolo e di gestione dei servizi idrici integrati.Il Piano di tutela delle acque dell'Umbria deve farsi promotore del superamento di queste fasi di incertezza e di indecisione, garantendo idonee valutazioni e scelte condivise da cittadini e istituzioni, e facendosi promotore del rispetto delle regole e scelte locali a scala sovraregionale e nazionale, in primis in ambito dell'Autorità di Bacino del fiume Tevere e delle future Autorità di distretto previste dalla nuova normativa.

Hanno collaborato a questo numero:

Gianni Barro
Arpa Umbria

Antonio Boggia
Università degli Studi di Perugia

Roberta Caliò
Arpa Umbria

Luca Carra
Agenzia Zadig

Eloisa Cianci
Università degli Studi di Bergamo

Pietro Comba
Istituto superiore di sanità

Carla Cortina
Arpa Umbria

Pino Donghi
Fondazione Sigma – Tau

Lucia Fazzo
Istituto superiore di sanità

Pietro Greco
Scuola internazionale superiore di studi avanzati

Angiolo Martinelli
Arpa Umbria

Gianluca Massei
Arpa Umbria

Roberto Pasetto
Istituto superiore di sanità

Ermete Realacci
Presidente VIII Commissione. Ambiente, Territorio
e Lavori Pubblici della Camera dei Deputati

Carla Ricci
Arpa Umbria

Paolo Stranieri
Arpa Umbria

Giancarlo Sturloni
Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati - Trieste

n 7