



26

micron

ecologia, scienza, conoscenza

/ Il futuro della chimica
/ Evoluzione e comunicazione
/ Inquinamento dell'aria e salute

Direzione Generale Arpa Umbria

Via Pievaiola 207/B-3 San Sisto - 06132 Perugia
Tel. 075 515961 / Fax 075 51596235

Dipartimento Provinciale di Perugia

Via Pievaiola 207/B-3 San Sisto - 06132 Perugia
Tel. 075 515961 / Fax 075 51596354

Dipartimento Provinciale di Terni

Via Carlo Alberto Dalla Chiesa - 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
06012 - Città di Castello
tel. 075 8523170 / fax 075 8521784

• Distretto di Gubbio - Gualdo Tadino

Via Cavour, 38 - 06024 - Gubbio
tel. 075 9239626 / fax 075 918259
Loc. Sassuolo - 06023 - Gualdo Tadino
Tel. / Fax 075 918259

Sezione di Perugia

• Distretto di Perugia

Via Pievaiola 207/B-3
Loc. S. Sisto - 06132 - Perugia
tel. 075 515961 / fax. 075 51596354

• Distretto del Trasimeno

Via del Progresso, 7 - 06061 - Castiglione del Lago
tel. / fax 075 9652049

• Distretto di Assisi - Bastia Umbra

Via del Sindacato, 10 - 06083 - Bastia Umbra
tel. / fax 075 8005306

• Distretto di Marsciano - Todi

Frazione Pian di Porto - Loc. Bodoglie 180/5
06059 - Todi - tel. / fax 075 8945504

Sezione di Foligno - Spoleto

• Distretto di Foligno

Via delle industrie - Loc. Portoni - 06037
S.Eraclio - tel. 0742 677009 / fax 0742 393293

• Distretto di Spoleto - Valnerina

Via delle industrie - Loc. Portoni - 06037
S.Eraclio - tel. 0742 677009 / fax 0742 393293

Sezioni Territoriali del Dipartimento di Terni

Sezione di Terni - Orvieto

• Distretto di Terni

Via Carlo Alberto Dalla Chiesa - 05100 - Terni
tel. 0744 4796605 / fax 0744 4796228

• Distretto di Orvieto

Viale 1°Maggio, 73/B
Interno 3/B - 05018 - Orvieto
tel. 0763 393716 / fax 0763 391989



controllo

prevenzione

protezione

dell'ambiente

Direzione Generale

Dipartimenti Provinciali
Laboratorio Multisito

Sezioni Territoriali

Distretti Territoriali

Rivista trimestrale 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

Redazione

Francesco Aiello, Markos Charavgis

Comitato scientifico

Donatella Bartoli, Gianluca Bocchi,
Marcello Buiatti, Mauro Ceruti, Pietro Greco,
Carlo Modenesi, Francesco Frenguelli,
Giancarlo Marchetti, Francesco Pennacchi,
Svedo Piccioni, Cristiana Pulcinelli,
Adriano Rossi, Gianni Tamino,
Giovanna Saltalamacchia, Doretta Canosci

Segreteria di redazione

Alessandra Vitali
Tel. 07551596204 - 240

Direzione e redazione

Via Pievaiola San Sisto 06132 Perugia
Tel. 075 515961 - Fax 075 51596235
www.arpa.umbria.it - micron@arpa.umbria.it
twitter: @RivistaMicron

Design / impaginazione

Paolo Tramontana

Fotografia

Catalogo della mostra: *"Carburo calcioicanamide
ammoniacica sintetica prolopropilene. Un secolo di
industria chimica nella valle"*

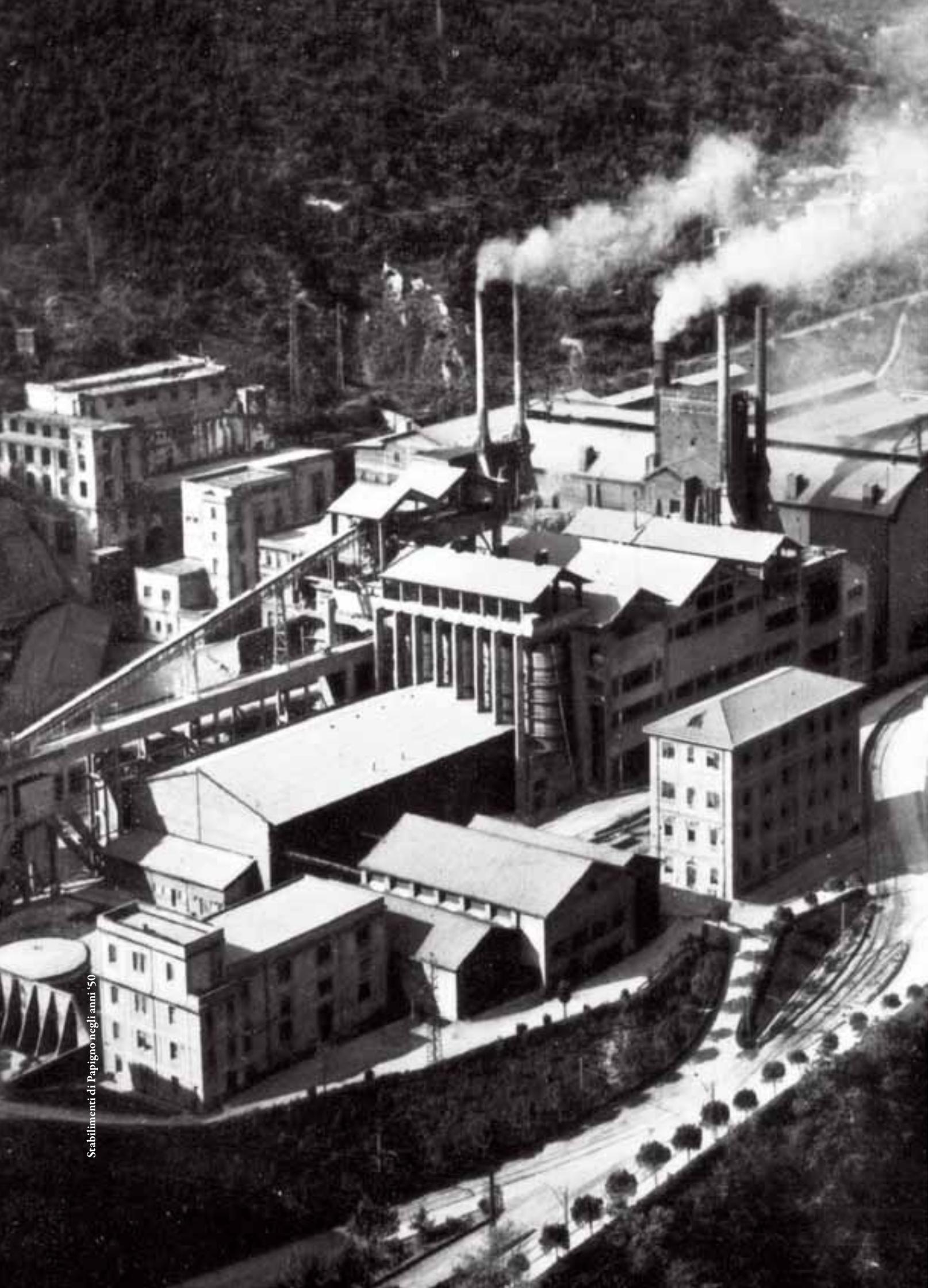
Stampa

Graphic Masters

stampato su carta Fedrigoni FREELIFE CENTO g 100
con inchiostri K+E NOVAVIT 3000 EXTREME

© Arpa Umbria 2013

Certo, certissimo, anzi probabile Svedo Piccioni	05
Una pesante eredità Fabio Mariottini	06
Il futuro della chimica Pietro Greco	14
Elettricità: energie pulite prossime al sorpasso sul gas Stefano Pisani	22
Sismicità indotta: un rischio più che probabile Romualdo Gianoli	26
Un paesaggio invisibile Irene Sartoretti	32
Il Programma Marco Polo è inefficace Tina Simoniello	37
Inquinamento e cancro al polmone: la relazione c'è Cinzia Tromba	41
Biobrevetti, le alghe come case history Giovanna Dall'Ongaro	46
Male nostrum Giuseppe Nucera	50
L'evoluzione dell'antidarwinismo Michele Bellone	56



Stabilimenti di Papigno negli anni '50

Certo, certissimo, anzi probabile

Svedo Piccioni

Il V Rapporto dell'Ipcc presentato alla fine di settembre a Stoccolma, conferma che il riscaldamento globale del pianeta è reale, ed è "estremamente probabile" che l'uomo ne sia responsabile. Rispetto allo studio del 2007 il livello di certezza che l'apporto antropico sia la causa principale del riscaldamento del pianeta è salito dal 90% al 95%. Ad avvalorare questa tesi contribuisce l'aumento della concentrazione di anidride carbonica, che è passata da 280 a 400 parti per milione nell'arco di due secoli e mezzo in concomitanza, appunto, con l'avvento della rivoluzione industriale e l'uso predominante dei combustibili fossili come fonte energetica. Anche se il Rapporto completo uscirà a gennaio del 2014, il senso della sintesi illustrata dagli studiosi dell'Ipcc è chiaro: stiamo camminando sull'orlo dell'abisso e non ci possiamo permettere di rinviare ulteriormente le strategie di riduzione del nostro impatto sul pianeta. Le conclusioni dello studio, che, se letto con attenzione e onestà intellettuale, non dovrebbe dare adito a equivoci, anche questa volta e, particolare inedito, addirittura in anticipo sulla presentazione dei dati, ha dato la stura al solito gruppetto di negazionisti per contestare i risultati e le politiche (anche se piuttosto tiepide) che alcuni governi stanno promovendo per ridurre le emissioni di gas serra. La prova decisiva della mancanza di una relazione diretta tra attività umane e riscaldamento globale risiederebbe, secondo gli scettici, nella riduzione dell'aumento della temperatura del pianeta negli ultimi 15 anni. Obiezione del tutto risibile poiché *un calo su un aumento*, che comunque persiste, non significa che ci troviamo di fronte a un'inversione di tendenza, al massimo può indicare un rallentamento del fenomeno, che, oltretutto, per essere sintomatico, deve essere valutato su tempi più lunghi. Lo stesso vale per i ghiacci polari: l'estensione della banchisa artica nel 2013 è aumentata, ma si deve considerare che nel 2012 lo scioglimento dei

ghiacciai era stato particolarmente intenso, quindi anche in questo caso ci troviamo in presenza di un fenomeno occasionale, che in termini climatici è relativamente significativo. L'unico dato che il Rapporto considera in controtendenza è l'aumento del livello dei mari entro la fine del secolo, in calo rispetto alle previsioni del 2007. Da queste valutazioni i negazionisti hanno dedotto che il panel Onu è un organismo inaffidabile guidato più dalla sensibilità politica che dalle evidenze scientifiche. Niente di nuovo né di scientificamente rilevante su queste polemiche che, da sempre, contraddistinguono l'uscita dei rapporti dell'Ipcc.

La novità questa volta è rappresentata dal grande sforzo mediatico profuso dalle lobby dei combustibili fossili che storicamente supportano questi ricercatori, al punto che lo stesso Rajendra K. Pachauri, presidente dell'Ipcc, ha sentito la necessità di intervenire nel contenzioso per garantire che «saranno fornite informazioni scientifiche precise... e che le persone razionali nei governi e in tutto il mondo potranno vedere nel merito il lavoro che è stato fatto e perché è il caso di intraprendere un'azione per il clima». In questo senso anche il *Corriere della Sera* ha fatto la sua parte con un articolo di Danilo Taino che, partendo da "indiscrezioni" filtrate prima della presentazione della sintesi del V Rapporto Ipcc, si affannava a dimostrare come il ridimensionamento del *global warming* rispetto alle previsioni del 2007 «permetta di avere un quadro meno orientato dall'allarmismo», affermando che un approccio meno ideologico sul problema, «potrebbe spingere a politiche sul clima meno polarizzate e più realiste di quelle recenti e a correggere, ad esempio, la demagogia delle sovvenzioni a pioggia cadute sulle energie alternative in Europa». Molte delle deduzioni di Taino, abbiamo visto poi con la presentazione dei dati, si sono rivelate in contrasto con le conclusioni del Rapporto che invece mostra la necessità di

tenere alta la guardia. Può succedere, quando si affrontano argomenti scientifici così complessi; ma ciò che stona in questa vicenda è che il più grande quotidiano nazionale non si sia premurato, ad esempio, di pubblicare la nota di Sergio Castellari, *senior scientist* del Centro Euromediterraneo per i Cambiamenti Climatici, oltre che *focal point* dell'Ipcc, che precisava la consistenza scientifica di questi dati e smentiva sonoramente Taino. Solo un caso di mala informazione? E' difficile pensarlo quando gli interessi in gioco sono così consistenti e gli attori in commedia così rilevanti. Ciò che invece appare evidente è che oggi il ruolo dell'informazione scientifica appare non sempre limpida, pur avendo assunto un carattere sempre più pervasivo e rilevante, in grado di condizionare, nel bene e nel male, l'opinione pubblica e, a volte, le scelte di alcuni governi. Mentre stavamo chiudendo questo numero ci è arrivata la notizia della scomparsa di Romeo Bassoli, un grande giornalista e per alcuni di noi un amico. Sotto la sua direzione la pagina scientifica de *L'Unità* negli anni '87-'99 era diventato un importante luogo di scambio e di condivisione. Il suo lavoro come comunicatore della scienza, poi, lo ha portato alla creazione dell'Agenzia Zadig e ad una collaborazione proficua con la Sissa di Trieste. Poi, dal 2008, il suo impegno come capo ufficio stampa dell'INFN (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare) è stato totale e grazie alla sua capacità di divulgazione, oggi, conosciamo meglio le logiche che presiedono la più recenti scoperte della fisica, compreso il bosone di Higgs, sul quale – insieme a Luciano Maiani – aveva scritto un libro (*A caccia del bosone di Higgs*). Ci dispiace che una persona così straordinaria che si è sempre preoccupata di come rendere la collettività più informata e quindi più consapevole, prima di lasciarci abbia dovuto assistere ad un così triste episodio di cattiva informazione giornalistica e pessima interpretazione della scienza.

Una pesante eredità

Fabio Mariottini

Il processo di industrializzazione del nostro paese fu il prodotto non governato di una serie di fattori culturali, sociali e politici che, nel tempo, avrebbero mostrato tutti i loro limiti fisici e strutturali, a partire dal difficile e delicato rapporto tra ambiente e sviluppo. Oggi di questa crescita, che negli anni '50 ha trasformato l'Italia in un importante paese industriale, rimane una storia gloriosa e una larga parte di territorio da bonificare

La trasformazione che tra la fine del XVIII e l'inizio del XIX introdusse un nuovo modo di produrre le merci, passata alla storia con il nome di "rivoluzione industriale", avvenne essenzialmente grazie al passaggio dalle fonti energetiche tradizionali (uomo, animali, acqua, vento, ecc...) ad un sistema in cui l'energia veniva generata dal vapore dell'acqua proveniente dalla combustione del carbone. «Il processo produttivo pareva adesso compiersi come un processo lineare, svincolato dai cicli riproduttivi della natura e quindi "artificiale", cosicché la capacità produttiva complessiva sembrava dipendere soltanto dalla disponibilità, apparentemente illimitata di materie prime, di risorse energetiche e di tecnologia» (Simone Neri Serneri, *Incorporare la natura*, Carocci, 2005).

Tale processo, oltre ai criteri della produzione – che da artigianale diventò seriale – modificò anche la concezione dello spazio, del tempo e i rapporti sociali, mentre le forti spinte all'inurbamento di masse sempre più imponenti di persone trasformarono la fisionomia e l'essenza stessa delle città. Da queste dinamiche sarebbe germinata poi la "seconda rivoluzione industriale" che, a partire da metà Ottocento, avrebbe definitivamente cambiato il nostro modo di essere e l'atlante geopolitico del mondo. L'impulso a questo rapido sviluppo avvenne ancora una volta in virtù dell'applicazione di nuove fonti energetiche, quali l'elettricità e il petrolio.

In questo contesto l'Italia si muoveva a velocità diverse, evidenziando un forte divario tra il triangolo industrializzato del Nord: Lombardia, Piemonte e Liguria, e il Sud ancora alle prese con una economia segnata dalle angustie del lati-

fondo. Questo processo di modernizzazione del mondo del lavoro, nel tempo, si estese – seppure in maniera disordinata – ad altri pezzi del nostro paese, seguendo spesso pulsioni economiche e politiche che a lungo andare avrebbero mostrato tutti i loro limiti fisici e strutturali; *in primis* il difficile e delicato rapporto tra crescita industriale, salute della popolazione e ambiente. Le poche norme che regolavano la permanenza e i comportamenti delle cosiddette "industrie insalubri", come le definì la legge Crispi-Pagliani del 1888, erano scritte, infatti, in una prospettiva igienista e non tenevano assolutamente conto dell'impatto sull'ambiente esterno che non fosse misurabile attraverso la tutela della salute umana.

La stessa logica di dividere in due categorie le industrie "quelle che dovevano essere isolate nelle campagne e lontane dalle abitazioni" e "quelle che esigono speciali cautele per l'incolumità del vicinato", finì in realtà col garantire ad alcuni stabilimenti la libertà di inquinare. Alla prima categoria appartenevano in genere le industrie chimiche, i cui prodotti di lavorazione (acido solforico, carburo di calcio, soda, esplosivi, coloranti sintetici, cromo, amianto) producevano un forte impatto sul territorio.

Emblematico, per durata ed effetti sull'ambiente, è il caso dell'ACNA di Cengio, che nasce nel 1882 per la produzione di dinamite e, in seguito, estenderà la propria attività anche ai coloranti sintetici. L'impatto dell'azienda sull'ambiente circostante apparve ben presto così evidente da far dichiarare al Pretore di Mondovì, già nel 1909, "inquinati i pozzi di paesi situati a valle di Cengio" (Acna e Val Bormida, Pier Paolo Poggio...). Il massimo dello sforzo pro-



duttivo e conseguentemente dell'impatto sull'ambiente circostante, in particolare sul Bormida, arrivarono però con la Prima guerra mondiale. "Dal solo impianto di acido picrico si scaricano nel fiume da 10 a 50 metri cubi di acque di lavorazione, con un inquinamento che si estende di almeno 70 chilometri a valle della fabbrica"(*). È però nel ventennio fascista che, a seguito delle sanzioni, la chimica nazionale assumerà un ruolo strategico che manterrà anche all'indomani della Seconda guerra mondiale. Con il passaggio dall'utilizzo del carbone a quello dei derivati del petrolio le condizioni dei lavoratori all'interno dello stabilimento e l'inquinamento dell'ambiente esterno, però, non migliorarono. In alcuni reparti, infatti, fino alla fine degli anni '70 del secolo scorso la maggioranza degli operai percepiva le indennità "penosa, nociva, disagiata"; una monetizzazione della salute, accettata anche dalle rappresen-



La vicenda dell'ACNA di Cengio rappresenta il paradigma dello sviluppo dell'Italia moderna

tanze sindacali, che, sommata alla mancanza di alternative lavorative, costituivano i presupposti per il degrado delle condizioni di lavoro dei dipendenti. Solo negli anni '60 si aprirà all'interno dello stabilimento un timido dibattito sul tema della salute, mentre per ciò che riguarda l'ambiente esterno bisognerà attendere fino agli anni '80 e l'insorgere di una cultura ecologica che rimettesse in discussione lo scambio tra lavoro e salute, tra salario e integrità del territorio. La strategia perseguita dalla fabbrica, però, fatta essenzialmente di pochi investimenti nella ricerca e molti abusi ambientali, aveva già esaurito il suo ciclo. A farne le spese furono i lavoratori, che da 3.841 del 1980, passarono nel 1982 a 2.686. Era l'inizio della fine, che, anche se con alcuni colpi di coda, si protrarrà fino al gennaio 1999, anno in cui l'ACNA arriverà alla conclusione di un'avventura durata 117 anni. Gli strascichi della bonifica del sito e dei risarcimenti sono ancora oggi oggetto di contenzioso. Questa vicenda, per la sua rilevanza e le soggettività coinvolte – cittadini, istituzioni, lavoratori – rappresenta il paradigma dello sviluppo dell'Italia moderna: la nascita dell'industria, il passaggio da paese agricolo a paese in-

industriale, il ruolo spesso distorto della politica nelle scelte economiche e imprenditoriali.

Lo sviluppo industriale dell'Italia non si è però esplicitato solo nelle forme "acute", come in questo caso, ma ha assunto anche i tratti distintivi di un fenomeno complesso condizionato, spesso, dalle peculiarità territoriali. A Terni, fino al secondo dopoguerra polo industriale di rilevanza nazionale, ad esempio, attorno alle acciaierie nate nel 1884, si sviluppò un sistema industriale che, estendendosi lungo le direttrici del fiume Nera e la linea ferroviaria Ancona-Orte-Roma per una trentina di chilometri, determinò l'assetto urbanistico e ambientale di tutta la Conca Ternana. Questo percorso rappresenta il filo rosso che unisce gli stabilimenti elettrochimici di Papigno e Collestatte con le aziende chimiche di Nera Montoro, a pochi chilometri da Orte. In questo quadro si distinguono, oltre alla incombente presenza dell'acciaieria, anche un tessuto diffuso di industrie chimiche (Società Italiana per il Carburato di Calcio, Acetilene e altri Gas, Società Italiana Ricerche Industriali, Società Umbra Prodotti Chimici, Polymer, Elettrocarbonium, solo per citarne alcune) che determinarono un pesante inquinamento del territorio. «Questo ampio e complesso apparato produttivo concorre alla trasformazione del territorio in due modi: attraverso la sua stessa presenza, in considerazione della mole degli insediamenti industriali che occupano ampie superfici... e attraverso il diverso sfruttamento, rispetto al passato, delle principali risorse a disposizione, cioè suoli ed acqua» (*Industria, ambiente e territorio*, a cura di Salvatore Adorno e Simone Neri Serneri, Il Mulino).

La crescita economica e l'espansione urbana del territorio ternano – la città di Terni passò tra il 1881 e il 1901 da 15 a 30.000 abitanti, con notevoli conseguenze dal punto di vista sanitario e infrastrutturale – seguirono le varie fasi dello sviluppo industriale iniziato verso la fine dell'Ottocento, consolidatosi poi negli anni '20-'30 del Novecento e durato fino alla deindustrializzazione del secondo dopoguerra. Questo sviluppo così rapido e irruento ebbe notevoli ripercussioni sulla salute della popolazione e l'inte-

/C
H₂
4/

grità del territorio, denunciate già alla fine dell'Ottocento da alcuni medici e intellettuali. Di questa "età dell'oro" rimane oggi un'area, Papigno, inserita dallo studio SENTIERI (Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento) finanziato dal Ministero della Salute tra i "siti di interesse nazionale per le bonifiche" (SIN), e la volontà di alcune aziende che contemporaneamente cercano di trovare negli errori del passato, gli stimoli per un nuovo sviluppo rispettoso dell'ambiente e della salute degli abitanti.

Ancora diverso è il modello che si realizza nel Meridione, dove a Bagnoli il polo siderurgico dell'Ilva (1910), la Montecatini (1907), la Eternit ('36-'38), il petrolchimico di Gela (1963) e il siderurgico di Taranto (1965) avrebbero a lungo rappresentato una importante risorsa economica e la speranza di riscatto di un Mezzogiorno non più rassegnato a vivere solo nel passato. Oggi, di cosa sia successo all'ambiente e alla salute degli abitanti di Taranto sappiamo molto e le notizie non sono edificanti, mentre sul petrolchimico di Gela, altro SIN, abbiamo una relazione dell'Oms che lo classifica come sito "ad alto rischio ambientale". Attorno a questa eterogeneità di situazioni si produrrà quel fenomeno chiamato "miracolo economico" costruito in larga parte sul *dumping* sociale e ambientale, ma favorito anche dalla genialità di scienziati della caratura di Giulio Natta che nel 1963 si aggiudicò, insieme a Karl Ziegler, il premio Nobel per la chimica per "le ricerche e le scoperte realizzate sulla polimerizzazione stereospecifica del propilene", aprendo la strada all'invenzione della plastica, che per la sua duttilità nell'arco di pochi anni avrebbe rivoluzionato il nostro stile di vita. Siderurgico e industria chimica, infatti, nel decennio '53-'63 avrebbero costruito i presupposti di quel "boom" che nel 1958 portò, in termini di occupazione, al superamento dell'industria rispetto al settore primario e a una crescita del Pil superiore al 6%.

Dunque, mentre l'intero sistema economico nazionale si trasformava, le imprese italiane si espandevano in modo dissennato sul territorio generando pressioni insostenibili sull'ambiente. Ma quanto è stato,

in termini ambientali, il prezzo pagato a questa modernizzazione? Sicuramente alto, se, come illustra la ricerca SENTIERI, vaste aree del paese (all'incirca il 3% del territorio) devono ancora essere bonificate.



L'Italia ha fatto tardi i conti con i danni provocati dallo sviluppo industriale e, spesso, solo in occasione di tragedie

Bisogna aggiungere, inoltre, che l'Italia non è stata solerte a fare i conti con i guasti che l'industria, in particolare quella chimica, ha esercitato sull'ambiente e, quando lo ha fatto, è stato prevalentemente a causa di gravi incidenti occorsi agli impianti o di aspri conflitti con la popolazione. Gli esempi più noti al riguardo sono i disastri di Seveso, nel 1976, con la fuoriuscita di una nube tossica di diossine dallo stabilimento Icmesa, e, sempre nello stesso anno, l'esplosione nel complesso Anic di Manfredonia che portò alla dispersione in atmosfera di 10 tonnellate di anidride arseniosa e 18 tonnellate di ossido di carbonio, con gravi danni all'ambiente e alla salute delle persone. Assieme a questi episodi, che evidenziavano tutti i limiti di una crescita senza regole e poco rispettosa dell'ambiente, nascevano le prime forme di contestazione da parte delle popolazioni verso le produzioni e gli insediamenti industriali la cui nocività per la salute e l'ambiente erano evidenti. La strada verso la nascita di un movimento ambientalista, comunque, era stata tracciata all'inizio degli anni '60 dalla biologa statunitense Rachel Carson con la pubblicazione *Primavera silenziosa* (1962) che metteva sotto accusa l'uso incontrollato dei pesticidi e in particolare del DDT. Un'impresa coraggiosa se si considera che la chimica al tempo era un settore in grande espansione e il DDT, dagli anni '40, aveva finto per rappresentare l'emblema della sconfitta della malaria e la possibilità di un miglioramento della resa delle coltivazioni. Il libro ebbe una fortuna inaspettata e diventò presto a livello mondiale il punto di riferimento di un nuovo modo di considerare l'ecosistema. Dieci anni dopo, lo studio commissionato al

Mit (*Massachusetts Institute of Technology*) dal Club di Roma, *I limiti dello sviluppo*, per la prima volta avrebbe dimostrato scientificamente un legame tra consumo delle risorse naturali e crescita economica. In Italia si dovrà attendere fino agli anni '70 perché le lotte in fabbrica per la tutela della salute dei lavoratori, caratterizzate da una forte impronta politica, si estendessero anche all'inquinamento del territorio, determinando un ambientalismo che, superando la logica "protezionistica" della natura, iniziò a mettere in discussione il modello di sviluppo.

Punto di riferimento di questa nuova visione dell'ambientalismo furono per lo più alcune riviste quali *Natura e società*, animata da Dario Paccino, *Ecologia*, fondata da Virgilio Bettini, *Sapere*, diretta da Giulio Maccacaro, unite all'opera di alcuni scienziati quali, per citare i più noti: Laura Conti, Enzo Tiezzi, Gianni Mattioli, Massimo Scalia. La questione ambientale rimase, comunque, almeno fino alla seconda metà degli anni '70, patrimonio di un numero esiguo di militanti e non fu sufficiente nemmeno la crisi petrolifera del 1973 a risvegliare la maggior parte degli italiani dal sogno di una crescita senza limiti. È con le mobilitazioni contro la costruzione di centrali nucleari che, anche in Italia, crescerà una nuova sensibilità ecologica e la protesta assumerà un carattere di massa. Fino agli anni '80, però, la logica che guiderà il movimento ambientalista in Italia sarà ancora fortemente legata all'opposizione.

A questa rigidità del mondo ambientalista faceva da specchio un sistema industriale che troppo poco si spendeva per migliorare le condizioni dei lavora-



Negli anni Ottanta del secolo scorso il movimento ambientalista riuscì ad aprire una breccia nel nostro paese

tori in fabbrica e l'impatto sull'ambiente esterno. Sul *cabier de doléance* degli ecologisti c'erano però anche la cattiva gestione del territorio, la costruzione delle grandi e spesso inutili opere pubbliche, la mancanza di una politica seria su rifiuti e i traspor-

ti. L'atteggiamento del movimento ambientalista cambiò con l'*Heart Summit* su ambiente e sviluppo che le Nazioni Unite organizzarono a Rio de Janeiro e che vide la partecipazione di quasi tutti i capi di Stato e di governo. L'idea di uno stretto legame tra economia ed ecologia diventò così, almeno negli intenti, da convincimento di pochi, a patrimonio condiviso dalla stragrande maggioranza delle nazioni. Il grande merito del summit fu quello di trasformare la teoria dello sviluppo sostenibile, formulata dalla "Commissione mondiale per l'ambiente e lo sviluppo" nel 1987, nella possibilità reale di un cambiamento di rotta nel nostro modo di intendere la crescita economica. Questo nuovo modo di interpretare lo sviluppo da parte dei Governi mondiali, provocò importanti cambiamenti anche tra le associazioni ambientaliste. Italia Nostra e Wwf, ad esempio, che avevano operato prevalentemente per la tutela del paesaggio e la conservazione della natura, iniziarono a interessarsi anche di sviluppo, di economia, di consumi e di crescita demografica.

Se i postulati di Rio potevano però rappresentare, nella loro formulazione, una svolta epocale nello sviluppo dell'umanità, a distanza di più di venti anni da quello straordinario incontro bisogna riconoscere, purtroppo, che i risultati sono stati abbastanza modesti e, a volte, la situazione complessiva ambientale del pianeta è anche peggiorata. Gli impegni sul clima, alla scadenza del Protocollo di Kyoto, si sono arenati. La perdita di biodiversità, nonostante le dichiarazioni di buona volontà, è aumentata. Le foreste continuano ad essere sacrificate alla crescita economica e demografica. La desertificazione è aumentata, producendo come conseguenze la migrazione di intere popolazioni. Sugli obiettivi dell'Agenda 21 la situazione è sicuramente peggiorata: è aumentata la povertà nel sud dell'Asia e in molti paesi sub-sahariani. L'agricoltura, a causa degli alti costi delle materie prime e dei disastri naturali, sempre più frequenti, è diventata "insostenibile". La competitività industriale ha portato le grandi aziende a delocalizzare nei paesi più poveri, dove esistono meno vincoli sociali e ambientali. A questi problemi si è

aggiunta la crisi economica globale che dal 2007 ha investito, in particolare, i paesi più industrializzati e ha determinato una spinta alla riduzione delle protezioni sociali. Oggi la congiuntura si è estesa anche al cosiddetto gruppo dei Brics (Brasile, Russia, India, Cina e Sudafrica), che marciavano con un Pil intorno al 6-7%, determinando così un peggioramento delle condizioni di lavoro e di vita della popolazione e, di conseguenza, maggiori pressioni sull'ambiente. Oggi i più ottimisti intravedono una ripresa non troppo lontana, ma la fuoriuscita dalla crisi si gioca ancora prevalentemente sul riadattamento del modello tradizionale di crescita: abuso delle risorse naturali, contrazione del welfare, neocolonialismo economico. Sull'altro fronte i paesi più sviluppati, nonostante i buoni propositi espressi in ogni consesso internazionale, non riescono a ridefinire un nuovo modello di sviluppo improntato su equità sociale, risparmio delle risorse e rispetto dell'ambiente. Diverso il caso dell'Italia che detiene, in termini negativi, alcuni importanti primati. Negli ultimi quaranta anni, scriveva Luciano Gallino già dieci anni fa (*La scomparsa dell'Italia industriale*, Einaudi, 2003) «...il nostro paese ha perduto o drasticamente ridimensionato la propria capacità produttiva in settori industriali nei quali aveva occupato a lungo un posto di primo piano a livello mondiale. E' il caso dell'informatica, della chimica, dell'industria farmaceutica». Molte sono le ragioni di questa *debacle*: l'incapacità dei manager, la pervasività della politica, le inefficienze pubbliche e private e, soprattutto, la carenza di investimenti sulla ricerca. Alla base di

Gli squilibri del modello italiano di sviluppo pesano sull'incerto futuro economico e sociale che attende il paese

questo stallo rimane l'idea, errata, di uno sviluppo che possa supplire alla ricerca con qualche sporadica eccellenza e un po' di *dumping* ambientale. Una logica che, se aveva il fiato corto mezzo secolo fa, oggi ci allontana dalla possibilità di una ripresa

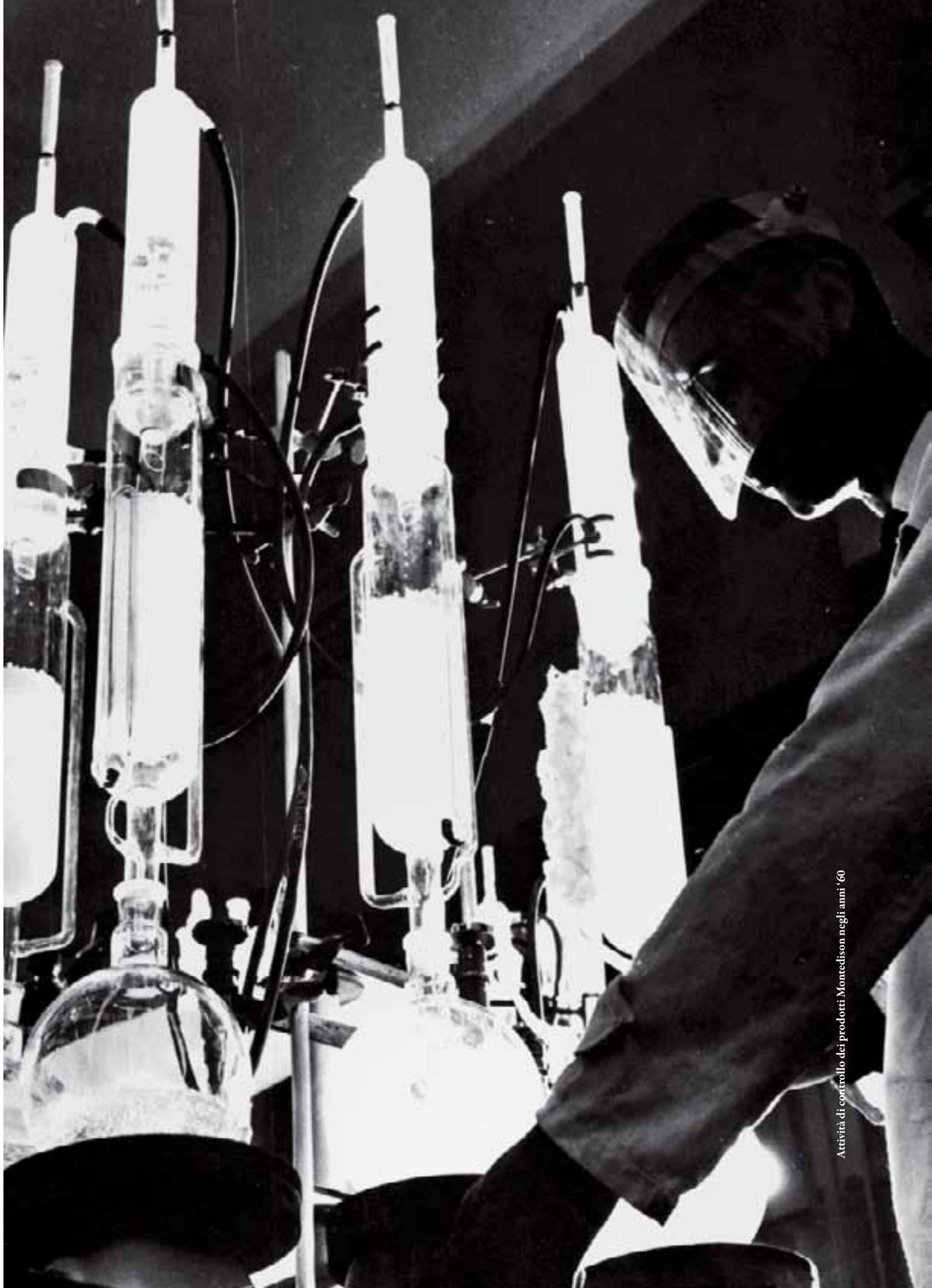
economica e ci colloca ai margini della competitività industriale. A tutto questo si deve aggiungere un calo della produzione, dal 2007, del 20%. In questo contesto di sofferenza economica e indeterminazione sociale globale, il movimento ambientalista tenta a trovare un terreno di confronto con un sistema produttivo che sta affondando insieme alle vecchie certezze. Anche sul piano dell'innovazione i risultati non sono eclatanti, infatti: «Se si considerano esclusivamente i settori che forniscono prodotti, servizi o tecnologie in ambito ambientale il peso della *green economy* – come si legge dal rapporto dell'Enea *Sviluppo Sostenibile e Green Economy: oltre il Pil del 2011* – è alquanto limitato. In termini occupazionali, l'Ocse ha recentemente dimostrato come la quota di occupati in settori industriali *green* in senso stretto sia generalmente inferiore all'1% sul totale dell'economia. Secondo uno studio di GHK et al. (2007) per la Commissione Europea, la quota di occupazione (diretta e indiretta) sul totale dell'occupazione nell'Unione Europea (EU27) salirebbe dal 2% al 4% se alle eco-industrie si aggiungono attività strettamente legate a un ambiente pulito (agricoltura organica, fonti energetiche rinnovabili ecc.)».

Da questi dati si possono evincere alcune considerazioni: a) che il periodo di transizione dalla vecchia alla nuova economia, ammesso che esista la volontà politica di farlo, sarà ancora lungo e la strada per portarlo a compimento tutta in salita. Ciò significa che in questo lasso di tempo l'economia del pianeta dovrà cercare nuovi equilibri e rideterminare quelli vecchi; b) nel periodo di passaggio la competizione tra le economie si incardinerà sempre più sulla ricerca e sulla capacità di ridurre i costi ambientali che finora

sono stati esternalizzati dai fattori di produzione. In pratica, è necessario spendere meno e meglio; c) la crescita demografica porterà il pianeta da 7 miliardi del 2007 ai 9 miliardi di abitanti entro il 2040 (stima Onu). Previsioni soggette ad ampie oscillazioni, che ci dicono però che l'incremento ci sarà e, aggiungiamo noi, avverrà nei paesi in via di sviluppo, con ciò che ne comporterà in termini di pressioni sociali e ambientali. In questo contesto l'Italia, che si colloca ancora tra i paesi più industrializzati, si trova ad affrontare un futuro abbastanza confuso senza una strategia industriale e con un territorio in larga parte ferito dall'incuria di una classe dirigente che ha praticato per anni, verso l'ambiente, una politica predatoria senza mai pensare alle conseguenze.

Da queste considerazioni è nata l'idea di organizzare a Terni un convegno (14-15 novembre) che metta al centro una riflessione su passato e futuro di un settore, quello chimico, che ha rappresentato nella seconda metà del Novecento il volano per lo sviluppo del nostro paese, producendo, allo stesso tempo, un considerevole impatto sull'ambiente. L'occasione per questo incontro è la celebrazione dei 50 anni dall'assegnazione del premio Nobel per la chimica a Giulio Natta, che a Terni lavorò a lungo allo sviluppo della società Polymer.

Il convegno, in cui si confronteranno scienziati e ambientalisti, sarà concluso da una tavola rotonda alla quale parteciperanno esponenti locali e nazionali del mondo del lavoro, imprenditori e protagonisti della scena politica che cercheranno, partendo dalla storia di questo territorio, di individuare le coordinate per un nuovo sviluppo sociale e ambientale realmente sostenibile.



Il futuro della chimica

Pietro Greco

È vero che la scienza chimica non è stata mai omologa dell'industria chimica. Ma è anche vero che, nel riaffermare la loro autonomia, i chimici non possono perdere di vista le ricadute della loro attività nel sistema produttivo. La sfida fu lanciata nel 1912 da Ciamician: «Fare come le piante». Da allora, l'idea di un'industria chimica sostenibile per l'uomo e per l'ambiente ha fatto molti passi avanti

Nel 1963, cinquant'anni fa, il premio Nobel per la Chimica venne assegnato all'italiano Giulio Natta, oltre che allo svizzero Karl Ziegler, per aver scoperto i catalizzatori che consentono la sintesi del polipropilene isotattico, aver contribuito in maniera significativa a portare avanti la «rivoluzione della plastica» e aver dato una nuova dimostrazione delle capacità d'innovazione della chimica.

A distanza di mezzo secolo dal trionfo di Natta possiamo (dobbiamo) porci due domande. Una, per così dire, locale: perché nessun altro italiano in tutto questo tempo ha vinto un Nobel per la Chimica? Un'altra del tutto generale: la chimica conserva la sua capacità di innovazione, ovvero di produrre nuove idee e nuovi oggetti? Torneremo un'altra volta sulla prima domanda. Ricordiamo solo che, per singolare coincidenza, Giulio Natta vince il Nobel proprio quando l'Italia «sceglie» (si veda il libro di Marco Pivato, *Il miracolo scippato*) di perseguire un «modello di sviluppo senza ricerca». Il suo è un canto del cigno della capacità d'innovare del nostro paese. Cerchiamo invece di rispondere alla seconda domanda. La scienza chimica è ancora in grado di produrre novità effettive, sia dal punto di vista concettuale che sostanziale? O, detta in altro modo, la chimica ha ancora un futuro? La chimica è, certamente, una scienza matura. Alcuni sostengono che sia anche una scienza finita. Che ha ancora ben poco da scoprire. Ed è destinata a «sciogliersi» in altre discipline. Ai chimici, dunque, non resterebbe che vivere perennemente in una condizione che lo storico Thomas S. Kuhn definiva, proprio l'anno prima che Natta vincessi il Nobel, di «scienza normale» e limitarsi ad applicare nei più vasti campi possibili le conoscenze di fondo già acquisite. Non

sarebbe previsto alcun «cambio di paradigma» kuhniano in chimica. Potremmo, dunque, intitolare questo articolo *la fine della chimica*. Qualcuno, però, potrebbe ricordarci le ultime parole famose del fisico inglese William Thomson, noto anche come Lord Kelvin, che in prossimità dell'anno 1900 annunciava soddisfatto la fine della fisica. Nulla più di importante c'è da scoprire. Solo un paio di dettagli sfuggono alla totale comprensione di noi fisici: la strana orbita intorno al Sole del pianeta Mercurio e la radiazione di corpo nero. Passano pochi anni e quei due dettagli si rivelano altrettanti cavalli di Troia per due rivoluzioni – quella della relatività e quella della quantistica – che generano una «nuova fisica».

Non è affatto improbabile, dunque – come ha scritto John W. Moore, direttore sia del *Journal of Chemical Education* sia dell'*Institute for Chemical Education* presso la *University of Wisconsin*, ove è anche W. T. Lippincott *Professor of Chemistry* – che il futuro ci riservi «nuova chimica». Anche se oggi è difficile individuare, ammesso che ci siano, quei minuscoli dettagli attraverso cui potrebbe passare la rivoluzione che rimodellerà la chimica. Quello che possiamo fare in questa sede è indicare alcuni dei settori di punta o, come dicono gli inglesi, gli *challenging problems*, i problemi che più sfidano i chimici. E, quindi, discutere i mutamenti concettuali – o, persino epistemologici – che possono portare i chimici a indossare nuovi occhiali per vedere il mondo.

LE TRE SFIDE DI GIACOMO CIAMICIAN

Prima di noi, e in maniera infinitamente più autorevole, un altro chimico italiano

ha discusso il problema del “futuro della chimica”. È stato il triestino Giacomo Ciamician chiamato, l'11 settembre 1912, a tenere una relazione sull'argomento nell'assemblea plenaria dell'VIII Congresso Internazionale di Chimica Applicata.

Il “*challenging problem*” indicato da Giacomo Ciamician ai chimici di tutto il mondo fu: dobbiamo imparare a “fare come le piante”. Il chimico bolognese lanciò così una sfida che, con gli occhi di oggi, ha tre aspetti che non sono stati risolti e che devono essere affrontati. Il primo aspetto è la creazione di aggregati molecolari che – come la clorofilla – sono di notevoli dimensioni, facilmente deformabili, elastici, flessibili e assolvono a una funzione precisa anche in un ambiente non completamente controllato. Insomma, si tratta di creare grandi molecole analoghe a quelle esistenti nel mondo biologico. Questa sfida è stata accolta dai chi-

Natta vince il premio Nobel proprio quando l'Italia sceglie di perseguire un “modello di sviluppo senza ricerca”

mici una trentina di anni fa e ha dato luogo alla nascita di una nuova disciplina, la chimica supramolecolare, che ancora oggi è sulla cresta dell'onda. La seconda sfida lanciata da Ciamician è quella di mettere a punto “macchine molecolari” in grado di trasformare l'energia luminosa in energia biochimica o, addirittura, direttamente in energia elettrica. Oggi può essere considerato il più grande obiettivo della fotosintesi organica. Quello che impegnerà molti chimici negli anni a venire. La terza sfida implicita nella proposta dello scienziato italiano è di realizzare una chimica che aiuti l'uomo e la sua economia a diminuire l'impatto sull'ambiente, per esempio mettendo a disposizione una fonte rinnovabile di energia.

Oggi – come *Micron* ha già avuto modo di rilevare – molti indicano nella “*green chemistry*”, la chimica verde, uno dei grandi, se non il più grande, settore di sviluppo della chimica. Non c'è dubbio, in definitiva, che per la chimica del futuro sarà ampiamente modellata dalle tre sfide lanciate con straordinaria preveggenza da Giacomo Ciamician esattamente un secolo fa. Naturalmente la chimica ha anche altri obiettivi. Molti gruppi, per esempio, sono impe-

gnati nel campo di nuove sintesi inorganiche e organiche. Dopo la scoperta del fullerene, nel 1985, da parte di Harold Kroto e Richard Smalley non solo di una nuova molecola (C_{60} , dalla caratteristica forma a “pallone di calcio”), ma di un nuovo stato allotropico del carbonio, molti chimici hanno indirizzato i loro studi verso la scoperta di nuovi fullereni: sono state identificate molecole stabili di C_{70} , C_{76} , C_{78} e C_{84} , oltre che di strutture più ramificate e di nanotubi. Ora molti sono alla ricerca di “fullereni giganti”, composti sferoidali costituiti da 240, 540, 1500 e persino 2160 atomi di carbonio. Ma anche lo gli strati monoatomici di carbonio – chiamati grafene – hanno suscitato di recente notevole interesse e sono oggetto di progetti di ricerca miliardari. In definitiva: fullereni, nanotubi, fullereni giganti e grafene hanno caratteristiche chimiche e fisiche molto particolari, tanto da dare lavoro sia ai chimici teorici che ai chimici industriali. Molto promettente sembra essere anche la cosiddetta “chimica combinatoria”, che potremmo definire un metodo utilizzato sia negli studi di base sia nei laboratori di chimica applicata per ridurre i tempi e i costi nella sintesi e nella produzione di nuove molecole soprattutto in campo farmaceutico, agrochimico e biotecnologico. In pratica il chimico combinatorio, grazie a tecniche automatiche e di miniaturizzazione, oltre che attraverso la simulazione al computer, cerca di creare grandi popolazioni o, se si vuole, intere biblioteche di molecole diverse (*libraries*, in inglese) che possano essere studiate “in massa”. L’obiettivo è di trovare più facilmente, attraverso lo studio statistico ma non del tutto casuale, sostanze



Oggi non basta più una “semplice cultura chimica”, i chimici devono assumere una “cultura interdisciplinare”

e composti di interesse terapeutico e commerciale. Non ha smesso di suscitare interesse la chimica di Natta, quella dei polimeri.

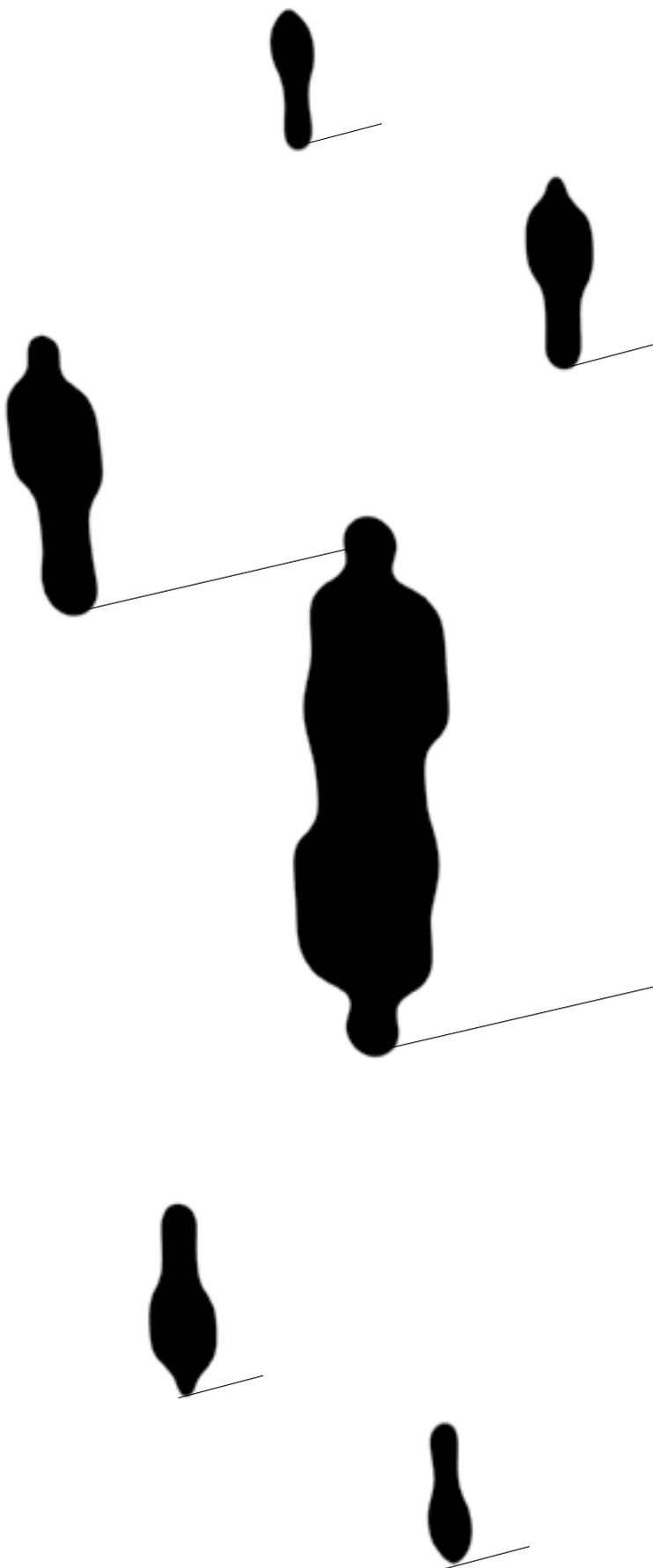
Oggi l’obiettivo è di trovare “materiali intelligenti”, in grado di modificare le proprie caratteristiche

al mutare delle condizioni ambientali. In notevole sviluppo è la nanochimica, ovvero quella parte delle nanoscienze e delle nanotecnologie, che si occupa di sintesi e di analisi alle dimensioni nano. Per cambiare completamente ambito, molti sono impegnati nell’astrochimica: la chimica delle sostanze presenti nello spazio fuori dall’atmosfera terrestre. Un tipo di ricerca che si salda con quello, antico ma non risolto, sull’origine della vita. Ancora, è un settore che suscita notevole interesse lo sviluppo delle capacità di analisi delle sostanze in tracce. E, naturalmente, continuerà a dominare il futuro dei chimici il grande comparto della chimica biologica.

UNA NUOVA CULTURA CHIMICA

Ma, più che analizzare in dettaglio i campi promettenti della chimica, conviene passare brevemente in rassegna le nuove richieste che vengono rivolte alla chimica e i nuovi approcci di cui hanno bisogno i chimici per rispondere. In altri termini, conviene delineare i contorni della nuova cultura chimica necessaria per affrontare i problemi del XXI secolo.

Ora, come rileva il chimico giapponese Nryoji Noyori dell’Università di Nagoya, la chimica storicamente ha studiato sia le strutture che le caratteristiche delle sostanze a livello atomico e molecolare (problema su cui torneremo), con lo scopo di creare nuovi composti con proprietà e funzioni desiderabili. Oggi in ciascun settore – da quello nano a quello bio fino a quello astro – non basta più una “semplice cultura chimica”, ma occorre mettere insieme e ibridare diverse culture. In altri termini i chimici (ma anche altri scienziati) devono assumere sempre più una “cultura interdisciplinare”. Facile a dirsi, difficile a realizzarsi. L’interdisciplinarietà è la grande sfida che il futuro lancia non solo alla chimica, ma a tutte le scienze. Già, l’interdisciplinarietà. Ma per risolvere, in linea prioritaria, quali problemi? George M. Whitesides e John Deutch non hanno dubbi: i chimici devono porsi nella prospettiva di risolvere i “problemi che interessano i cittadini (e per cui i contribuenti pagano)”. Questi problemi «sono troppo complessi



per essere risolti da un insieme di diverse discipline conservative». Anche per i due americani, dunque, la strada è quella della rifondazione disciplinare. Occorre assumere la cultura della “complessità dei fenomeni” che interessano i cittadini. E non bisogna temere che la soluzione di “problemi pratici” determini una volgarizzazione della chimica. Al contrario, sostengono Whitesides e Deutch, la storia dimostra che molte scoperte fondamentali – anche nel settore in cui ha trionfato Natta, quello dei catalizzatori o dei polimeri – sono state realizzate nel tentativo di risolvere problemi pratici. Che in genere sono problemi più intriganti di quelli che si pongono i chimici accademici, guidati come sono più che da un’indomabile curiosità da un sistema conservativo di *peer-review*. La provocazione dei due chimici americani è intelligente, anche se, probabilmente, non deve essere presa alla lettera.

La storia dimostra sì che la chimica si è sviluppata anche per rispondere a problemi pratici. Ma non solo per rispondere a problemi pratici. La curiosità senza finalità immediate resta un *driver* molto potente della scienza e anche della chimica.

Anche perché tra i “problemi pratici” da risolvere possiamo includere lo studio della vita come rete di reazioni (e di relazioni) chimiche. Questa rete si estende soprattutto nel mezzo acquoso. E l’acqua è tra i composti chimici più interessanti che si conoscano. Questo tipo di studi, che richiede un approccio interdisciplinare, interessa sia il chimico mosso da curiosità sia il chimico spinto dalla necessità di risolvere “problemi pratici”. Altrettanto si può dire per

Non bisogna temere che la soluzione di “problemi pratici” determini una volgarizzazione della chimica

il contributo della chimica alla comprensione delle basi molecolari delle malattie; alla gestione globale delle risorse naturali; alla produzione, stoccaggio e conservazione dell’energia (solare e non); alla gestione dell’acqua potabile; allo studio, alla preven-

zione e all'adattamento ai cambiamenti del clima. Quello che tuttavia va colto nella provocazione di George M. Whitesides e John Deutch è l'invito a "ripensare" la chimica e il lavoro dei chimici. Un po' come fece Robert Boyle quando, nel 1661, pubblicò *The Sceptical Chymist* e accelerò la transizione dalla chimica aristotelica e dall'alchimia alla chimica moderna.

C'E' BISOGNO DI CREARE LA "FILOSOFIA CHIMICA"

Il rapporto tra scienza e tecnologia è strutturale. Non c'è scienza senza tecnologia. E, ormai, non c'è innovazione tecnologica sistematica senza conoscenza scientifica profonda. Tuttavia questo rapporto inestricabile non deve avere un dominatore assoluto. La scienza può farsi guidare dall'esigenza di risolvere "problemi pratici", ma non deve essere e non deve sentirsi subalterna alla tecnologia fino al punto da negare a se stessa ogni altro valore se non quello di generatrice di tecnologia. Ciò vale anche per la chimica. Anzi, soprattutto per la chimica.

Il discorso si va facendo filosofico. E vedo già molti chimici scappare. Ma questo è uno dei punti fondamentali in questione. Per troppo tempo è mancata – e per troppo tempo questa condizione è stata accettata dai chimici come naturale – una "filosofia chimica". Mentre al contrario esistono da tempo una filosofia della fisica o una filosofia della biologia. Una filosofia della matematica (fra poco cercheremo di spiegare perché mettiamo la matematica a parte, rispetto alla fisica e alla biologia). Gli storici delle idee scientifiche ci dicono che in passato i chimici hanno cercato di definirla, una dimensione filosofica propria della loro disciplina. Nel Seicento, per esempio, esisteva una vera e propria "filosofia chimica" distinta e per certi versi contrapposta alla "filosofia fisica". Jan Baptist van Helmont o Robert Fludd pensavano, come Galileo, che il grande libro della natura è scritto in un linguaggio attingibile alla ragione. Ma pensavano che la lingua universale non fosse quella matematica proposta da Galileo, ma fosse appunto

la lingua della chimica. L'affermazione della visione meccanicistica del mondo – cui Robert Boyle ha fornito un notevole contributo – ha attenuato la ricerca di una autonoma filosofia chimica. Ricerca che sembra quasi terminare quando, poi, nel XX secolo viene elaborata la meccanica quantistica e molti iniziano a considerare la chimica, per dirla con il fisico Paul Dirac, "fisica quantistica applicata". Ovviamente oggi non è possibile in alcun modo pensare i fondamenti della chimica al di fuori del quadro quantistico. Tuttavia – come sostengono in molti, anche non chimici, per esempio il filosofo Karl Popper o il biologo Jacques Monod – non è possibile ridurre la chimica alla fisica.

La chimica, proprio come la biologia, ha una dimensione propria. Con uno statuto epistemologico autonomo (ma non separato) rispetto alla fisica. Solo che mentre alcuni biologi – si pensi a Ernst Mayr – si sono impegnati (riuscendoci) nella ricerca di una filosofia autonoma della biologia, non altrettanto è avvenuto in ambito chimico. In tempi recenti i chimici non hanno cercato – non abbastanza, almeno – di definire una filosofia autonoma del proprio ambito di studi. Tutto ciò ha avuto conseguenze pratiche. Una di queste è che nuove frontiere di ricerca a cavallo tra le discipline vengono ormai attribuite alla fisica (si pensi alle nanoscienze) o alla biologia (si pensi alla biologia molecolare), mentre i fondamenti sono tipicamente chimici. Non è solo un problema di terminologia o di equilibrio tra poteri accademici. È anche una questione di contenuto. Capita che nell'ambito degli studi di nanoscienze o di biologia molecolare l'approccio dei chimici, pur essendo talvolta più penetrante, sia trascurato o non abbastanza valorizzato.

Sia detto per inciso, una delle conseguenze della mancata ricerca di una propria forte identità epistemica ha favorito il processo di sovrapposizione di immagine tra industria chimica e scienza chimica. Spesso, anche tra gli stessi chimici. Inoltre non ha favorito la capacità della comunità chimica di dialogare con il grande pubblico. Una capacità decisamente inferiore a quella di fisici, biologi e matematici. Un esempio:

il bisogno di riscattare l'immagine della fisica nucleare dopo Hiroshima e la corsa al riarmo atomico ha portato un fisico, Frank Oppenheimer, a realizzare l'*Exploratorium* di San Francisco e a inaugurare la fe-



Secondo Paul Anastas, la chimica deve diventare più efficace, più efficiente, più elegante

lice stagione della comunicazione della scienza, quella degli *science centres*, i musei di nuova generazione in cui è “vietato non toccare”. Non è un caso che in Italia siano stati dei fisici – Paolo Budinich a Trieste, Vittorio Silvestrini a Napoli – a creare *science centres*. Analoghe esperienze sono state fatte dai matematici e, più di recente, dai biologici. Quasi mai da chimici. Si dirà: la comunità chimica non ha cercato di elaborare con forza una propria autonoma filosofia perché la chimica ha una dimensione culturale diversa dalla fisica e dalla biologia, i cui ambiti sono più chiaramente definiti. Molti chimici sostengono – il compianto Alfonso Maria Liquori, per esempio – che la chimica somiglia più alla matematica che alla fisica e alla biologia. È una scienza trans, uno strumento utile in ogni ambito di studio della natura. È dunque – come la matematica – serva e nel medesimo tempo padrona di tutte le scienze naturali.

Tuttavia proprio questa somiglianza con la matematica rafforza i precedenti argomenti e consente di superare la contraddizione, solo apparente, tra la necessità di soddisfare una domanda di interdisciplinarietà e quella di affermare una propria autonoma identità, un proprio modo di vedere il mondo naturale. I matematici – rappresentanti di una scienza “trans” – hanno coltivato con forza e profondità di pensiero la ricerca di una “filosofia matematica”. Questo ha consentito alla matematica sia di conservare uno statuto epistemologico proprio sia di affermare un'immagine forte e solida della “scienza dei numeri” presso il grande pubblico dei non esperti. Basta dare uno sguardo agli scaffali dei libri di divulgazione della scienza in una qualsiasi libreria per verificare che la

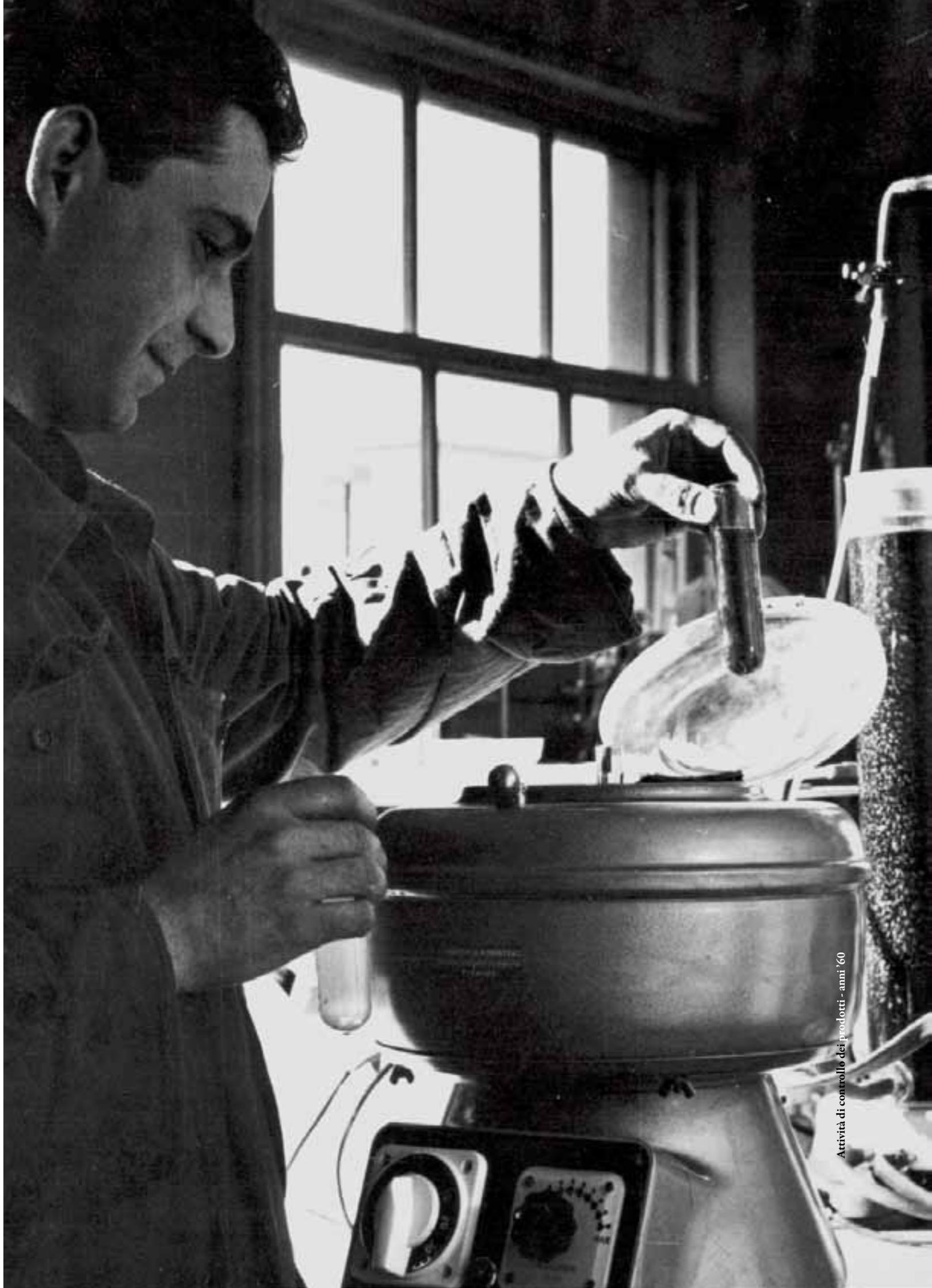
matematica è presente almeno quanto la fisica e la biologia, al contrario della chimica, che occupa spazi decisamente inferiori.

Questa scarsa propensione filosofica dei chimici nel corso del XX secolo – o, detta in altro modo, la scarsa capacità dei chimici del XX secolo di proporre una “lettura del mondo con gli occhiali della chimica” – sembra volgere al termine. Sta, infatti, aumentando la capacità dei chimici di elaborare una propria matura filosofia della natura. Un esempio per tutti, tra quelli che hanno avuto un impatto presso il grande pubblico. Il premio Nobel per la Chimica Paul Crutzen ha proposto dieci anni fa il termine e il concetto di “antropocene”. La proposta ha avuto successo. Il concetto e anche il termine sono diventati cultura diffusa. Elaborando la sua proposta, Paul Crutzen non ha solo fornito un quadro teorico solido per spiegare come l’uomo sia diventato un attore ecologico globale, capace di interferire nei grandi sistemi biogeochimici globali, come il clima. Ma ha anche dato una chiara dimostrazione di quanto profonda possa essere la visione chimica del mondo non in contrapposizione, ma in sinergia con la visione fisica e/o biologica e/o matematica. Ecco, dunque, un mandato per i chimici del futuro (prossimo): approfondire il tema della loro autonomia, anche epistemologica, della loro disciplina. Leggere il mondo con gli occhiali della chimica. Ci sono, disponibili, diverse lenti. Tra le prime c’è quella delle molecole. Se è vero, infatti, che alla base di tutti i processi chimici c’è la fisica quantistica, è anche vero che le principali unità di riferimento della chimica, le molecole, presentano “emergenze” che non possono essere interamente spiegate in termini quantistici. Possiamo leggere il mondo, in particolare il mondo biologico, come una rete di reazioni e di relazioni tra molecole? Un altro insieme di lenti è quello relativo al ruolo della chimica nello “spazio delle scienze”.

La chimica non deve essere più considerata come il cuscinetto tra la fisica e la biologia. Ma deve essere considerata un po’ come la matematica: scienza trans, dunque serva e padrona di tutte le scienze. Uno strumento utile e spesso indispensabile in ogni

ambito dello studio della natura. Un insieme di ponti ciascuno dei quali consente di connettere la dimensione non biologica, la dimensione biologica e anche la dimensione cognitiva del mondo.

Un terzo paio di occhiali è quello che riguarda il rapporto tra la chimica (tra la visione chimica del mondo) e la società. Forti di una loro “filosofia della natura”, i chimici non devono perdere i loro contatti con il sistema produttivo. Ma, al contrario, devono assumere un ruolo di guida e porsi sempre più il problema di cambiarlo. Mettendo a punto, tra l’altro, prodotti e processi che mirino a realizzare il bene generale dell’intera umanità e non solo il bene locale dell’industria. In fondo quella che propone Paul Anastas, una chimica «più efficace, più efficiente e più elegante» è, semplicemente, una chimica più avanzata.



Attività di controllo dei prodotti - anni '60

Elettricità: energie pulite prossime al sorpasso sul gas

Stefano Pisani

Il ruolo delle fonti rinnovabili nel mix energetico globale continua a rafforzarsi e, su base percentuale, sono le fonti di energia che crescono più rapidamente.

Entro il 2016 le rinnovabili saranno la seconda fonte elettrica dopo il carbone. Le prospettive sono buone ma le energie pulite, seppur sempre più competitive, restano vulnerabili per l'incertezza normativa

La generazione globale di elettricità da fonti rinnovabili di energia salirà del 40% nei prossimi cinque anni, superando il gas naturale, man mano che la Cina e altri paesi in via di sviluppo espanderanno le loro strutture.

È questo quello che sostiene il report *“Medium-Term Renewable Energy Market Report”* presentato di recente dall’Agenzia Internazionale per l’Energia (Aie), che agisce come *adviser* delle politiche energetiche di 28 paesi membri, inclusi Stati Uniti, Giappone, Canada e le più importanti nazioni europee. Si tratta di un rapporto che si è posto diversi scopi: valutare le tendenze del mercato per l’elettricità da fonti rinnovabili, dei biocarburanti per trasporti e per il settore del calore rinnovabile; inoltre, attraverso una proiezione fino al 2018 sono stati individuati i *driver* e le sfide per la distribuzione. Solo nel 2012 l’energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili (vento, sole, bioenergia, geotermico, idroelettrico) è stata di 4.860 terawattora, ossia più di quella consumata in Cina, crescendo dell’8%, e il *trend* futuro si conferma in salita. Secondo il documento, infatti, parallelamente alla caduta dei costi di generazione di energia dal vento, solare, idroelettrica e da altre fonti rinnovabili si assisterà a una crescita che porterà le fonti pulite a fornire il 25% della produzione globale di energia elettrica entro il 2018 (superando dunque l’attuale 20%); l’Ocse prevede che le fonti rinnovabili cresceranno globalmente del 40%, passando da 4.860 a 6.850 terawattora entro i prossimi cinque anni, una crescita del 50% più alta di quella fatta registrare nel periodo 2006-2012.

Le rinnovabili sorpasseranno il gas naturale e arriveranno a doppiare la produzione di energia elettrica del nucleare

entro il 2016, diventando la seconda più importante fonte di elettricità dopo il carbone. I due terzi della crescita delle rinnovabili nel prossimo quinquennio saranno però concentrati nell’area al di fuori dell’Ocse, con Asia e Africa che mostreranno i progressi più significativi. La Cina, che può vantare l’appoggio e l’impegno del suo governo e l’accesso al capitale a buon mercato, è molto avanti rispetto agli altri paesi, e prevede di aumentare la sua capacità da rinnovabili di 750 terawattora fra il 2012 e il 2018. Nello stesso periodo, gli USA si dovrebbero attestare su un incremento di 150 TWh, il Brasile di 130, l’India di 95 e la Germania di 70: solo da questi paesi si aspettano grandi aumenti in termini assoluti. In termini di crescita percentuale, invece, le economie più piccole dovrebbero compiere i passi avanti più grandi, come il Marocco (+ 25%) e il Sud Africa (+20%), in cima alla graduatoria.

Ci sono infine altre economie che stanno mostrando progressi come Arabia Saudita, Cambogia, Tunisia, Etiopia.

I COSTI DI UN SISTEMA BASATO SULLE ENERGIE PULITE

L’utilizzo delle energie rinnovabili ha molti potenziali benefici: oltre alla diminuzione delle emissioni di gas a effetto serra, ci sono anche la diversificazione delle forniture di energia e la riduzione della dipendenza dai mercati dei combustibili fossili (in particolare petrolio e gas). La crescita delle energie rinnovabili potrà anche servire per stimolare in modo incisivo l’occupazione globale, attraverso la creazione di posti di lavoro nel nuovo settore delle tecnologie *“green”*.

Costruire un moderno sistema energetico che riesca a realizzare obiettivi politici come fornire energia sicura, accessibile e sostenibile per l'ambiente, potrebbe tuttavia costare un prezzo enorme. Sempre secondo la Aie, infatti, il settore energetico europeo, stando all'ultimo *World Energy Outlook* dell'Agenzia, dovrà stanziare 1 trilione di euro entro il 2020 e 3 trilioni fino al 2030, per esigenze infrastrutturali e per garantire capacità di generazione sufficiente per il prossimo decennio.

La Commissione Europea, da parte sua, nella sua *roadmap*, energetica pubblicata a dicembre 2011, ha stimato costi compresi in un *range* di 1,5-2,2 trilioni di euro nel periodo 2011-2050. Mentre i prezzi europei dell'energia sono attualmente molto elevati, e per esempio decisamente più alti di quelli in USA, il settore elettrico potrebbe andare incontro a gravi problemi di investimenti nel settore.

La crescita delle energie rinnovabile potrebbe portare oltre a benefici per l'ambiente anche una ricaduta per l'occupazione globale

«I costi continuano a scendere e le rinnovabili crescono grazie ai loro vantaggi competitivi rispetto alla nuova generazione di combustibili fossili. Questa è una buona notizia per il sistema energetico globale, che ha la necessità di diventare più pulito e più diversificato. Molte rinnovabili non hanno più bisogno di alti incentivi, ma hanno ancora bisogno di politiche di lungo termine che consentano la formazione di un mercato affidabile e di una cornice di regole compatibile con gli obiettivi sociali: l'incertezza politica e normativa è il nemico pubblico numero uno per gli investitori, ben consapevoli del fatto che i sussidi alle fonti fossili, nel mondo, superino di sei volte quelli destinati alle fonti pulite» ha dichiarato il direttore esecutivo dell'Aie Maria van der Hoeven.

INCENTIVI, INVESTIMENTI E INCERTEZZE DELLA POLITICA

Una riflessione che, in parte, si ritrova anche nel rapporto *"Powering Investments: Challenges for the Liberalised Electricity Sector"* redatto da Eurelectric nel 2012, che ha

riportato l'opinione di 44 dei 45 leader nel settore facendo emergere una generale sfiducia nel fatto che la politica riuscirà a fare la sua parte, compiendo gli investimenti di cui si ha bisogno: in particolare, i più pessimisti vedono come imminente solo un 20% degli stanziamenti necessari. Fra i fattori che ostacolano maggiormente lo sblocco dei fondi, sempre secondo il rapporto, i maggiori oneri finanziari determinati dalla crisi del debito sovrano della zona euro, c'è l'incertezza politica e la mancanza di coordinamento fra le politiche energetiche comunitarie e nazionali. Precisamente, nel rapporto Eurelectric si auspica che i decisori forniscano una stabilità alle regole, riducendo il ricorso alle misure discrezionali che i governi nazionali tendono a fare per influenzare i mercati dell'energia. Tutto questo finisce infatti per incidere sull'attrattività del settore nei confronti degli investitori.

Secondo il report, la creazione di un *framework* politico prevedibile attrarrebbe risorse da fondi pensionistici e compagnie di assicurazione che dovrebbero essere interessati a progetti di lungo termine con flussi di entrate prevedibili. Mentre la UE è al lavoro sulle politiche energetiche e climatiche post-2020, una preoccupazione crescente riguarda come trovare il miglior modo per assicurare i massicci investimenti necessari a una moderno e ben funzionante settore energetico *low-carbon*. Il rapporto dell'Aie attesta



Molte energie rinnovabili non hanno più bisogno di alti incentivi, ma di un disegno politico di lungo respiro

che gli investimenti globali nelle energie rinnovabili sono scesi del 12% nel 2012, proprio a causa di un calo della spesa europea in seguito alla crisi economica che ha portato a un rallentamento dello sviluppo in Europa (anche se, comunque, le nuove installazioni da rinnovabili peseranno in futuro per il 60% del totale e saranno il triplo di quelle a gas).

Un meccanismo, questo, di cosiddetti cicli "*boom and bust*" che non giova alla causa delle energie pu-

lite: «Certamente queste dinamiche rappresentano un ostacolo allo sviluppo delle fonti rinnovabili, in particolare dell'eolico» ha spiegato infatti Paolo Franckl, a capo della Divisione Energie Rinnovabili dell'Aie. La delicata discussione degli incentivi non tocca però, in alcuni casi, le energie pulite. Dal rapporto emerge infatti che geotermico, idroelettrico e impianti di biomasse di grande taglia sono già competitivi rispetto alle fonti fossili e al nucleare e, in alcuni mercati, una situazione analogamente vantaggiosa è appannaggio anche di sole e vento. L'eolico a terra, per esempio, in alcune parti del mondo - Brasile, Australia, Turchia e Nuova Zelanda, e in altri mercati come Sud Africa, Cile e Messico - fornisce un chilowattora a costi minori di quelli delle nuove centrali a fonti fossili. Il fotovoltaico, poi, è molto conveniente in Spagna, Baviera, California meridionale, Danimarca e anche qui da noi in Italia, dove è preferibile autoprodurre elettricità dal sole piuttosto che comprarla dalla rete. Nei paesi che si reggono essenzialmente sulla produzione di petrolio, il fotovoltaico ha invece una sua convenienza se si valuta l'opportunità di rivendere all'esterno il greggio che viene risparmiato.

Nei prossimi anni, sole e vento saranno le fonti più in crescita e raddoppieranno la loro quota sulla produzione mondiale, passando dal 4% del 2012 all'8% nel 2018; quella idroelettrica resterà comunque l'energia che prevale sulle altre fonti verdi, anche se il 'pacchetto' delle fonti rinnovabili non idroelettriche (bioenergia, vento, solare fotovoltaico, elettricità da impianti solari termici a concentrazione, geotermico, energia dagli oceani) cresce più rapidamente.

I biocarburanti saranno usati di più nei trasporti, anche se con una incidenza minore rispetto ai tassi delle rinnovabili per l'elettricità: le previsioni parlano di un aumento del 25% dal 2012 al 2018 e dal 3,4 al 3,9% della domanda globale di carburante per trasporto. Nello stesso periodo aumenteranno del 24% le rinnovabili termiche, che dovrebbero arrivare a soddisfare il 10% della domanda di calore mondiale (due punti percentuali in più rispetto alla situazione attuale).

LA SITUAZIONE ITALIANA

Per quanto riguarda l'Italia, il *report* dell'Aie sottolinea innanzitutto le difficoltà di sviluppo delle fonti rinnovabili, in particolare quelle legate alla rete di trasmissione, che deve essere fluidificata in modo da permettere un miglior collegamento fra nord e sud e l'ottimizzazione dello sfruttamento del potenziale dell'energia eolica.

In secondo luogo, il rapporto incoraggia lo sfruttamento del sole sostenendo che, nel caso del fotovoltaico, "l'autoconsumo sarà un fattore chiave per la distribuzione nel medio termine", e quindi occorre fare di tutto per superare le problematiche che ostacolano il consumo sul posto di questa energia pulita. I dati statistici parlano di rinnovabili che hanno fornito, nel 2012, il 31% della produzione elettrica lorda, con sole e vento che hanno assicurato oltre un terzo di questa quota (4,5% eolico, 6% fotovoltaico).

Questi numeri devono confrontarsi con quelli rilasciati di recente dal *Gestore dei Servizi Energetici*, secondo cui "nel 2012 in Italia la produzione elettrica da fonti rinnovabili ha raggiunto il 27% del consumo interno lordo nazionale". In particolare, sarebbe da registrare una decisa crescita del fotovoltaico mentre cala l'idroelettrico. Facendo un paragone con le cifre statistiche degli anni scorsi, la potenza fornita dal solare è quasi quintuplicata in due anni, passato da 3370 MW a 16420 MW fra il 2010 e il 2012, come si vede nella tabella riportata.

Tabella 1 - Produzione elettrica da fonti rinnovabili Italia

Potenza (Efficienza Lorda) (MW)	2008	2009	2010	2011	2012
Idroelica	17.623	17.721	17.876	18.092	18.232
Eolica	3.530	4.898	5.814	6.936	8.119
Solare	482	1.144	3.470	12.779	16.420
Geotermica	711	737	772	772	772
Bioenergia ¹	1.555	2.019	2.352	2.825	3.802
Totale FER	23.850	26.519	30.284	41.399	47.345

Produzione Lorda (GWh)	2008	2009	2010	2011	2012
Idroelica	41.625	49.137	51.117	45.823	41.875
Eolica	4.861	6.543	9.126	9.856	13.407
Solare	193	676	1.906	10.796	18.862
Geotermica	5.520	5.342	5.376	5.654	5.592
Bioenergia ²	5.966	7.557	9.440	10.832	12.487
Totale FER	58.164	69.215	76.964	82.961	92.223

Consumo Interno Lordo CIL ³ (GWh)	2008	2009	2010	2011	2012
FER/CIL (%)	26,5	26,8	22,8	24,0	27,2

Sismicità indotta: un rischio più che probabile

Romualdo Gianoli

Su Science tre articoli di geologi americani dimostrano una correlazione tra attività di fracking per l'estrazione del gas naturale e sismi avvenuti in prossimità delle trivellazioni. I risultati dimostrano che i rischi sono troppo grossi per non prenderli nella dovuta considerazione.

La Francia ha già da qualche anno approvato una moratoria sul fracking. Gli Stati Uniti, che sull'estrazione dello shale gas puntano per riuscire entro il 2020 a raggiungere l'indipendenza energetica dall'estero, stanno invece incrementando i loro impianti di estrazione



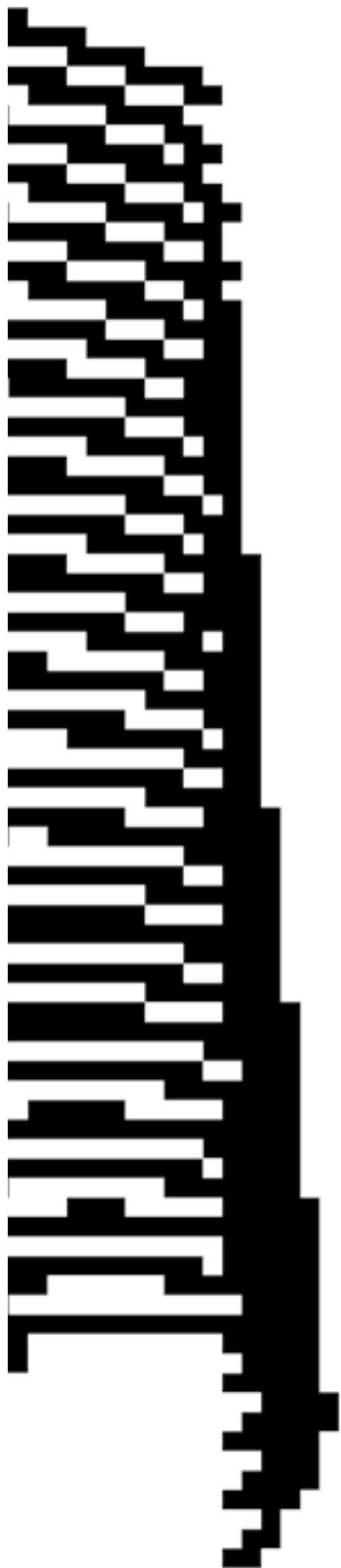
Che eventi sismici naturali possano innescare altri terremoti in aree geografiche caratterizzate da particolari condizioni geologiche, non è una novità per la scienza. È il caso, ad esempio, di zone vulcaniche o con presenza di acque idrotermali dove si possono manifestare terremoti causati da scosse verificatesi in luoghi anche notevolmente distanti. Tuttavia, ciò che finora sembrava estremamente improbabile, era che un terremoto potesse innescarne un altro a grandissima distanza, addirittura dall'altra parte del mondo. Insomma, ciò che come il classico battito d'ali d'una farfalla in Cina che provoca un uragano in America era considerato praticamente impossibile, ora non pare più tale. Almeno questa sembra essere la conclusione di un recente studio pubblicato sulla prestigiosa rivista *Science*.

La vera novità portata da questo studio, però, non è solo l'aver individuato un possibile legame causa-effetto tra terremoti a grande distanza ma, soprattutto (e questa è la prima volta), l'aver introdotto, praticamente, una nuova categoria di terremoti: quelli originati da eventi sismici naturali che si manifestano in luoghi già interessati da specifiche attività umane, specialmente quelle che riguardano il sottosuolo. Particolarmente esposte a questo fenomeno sarebbero le aree in cui è stato praticato lo stoccaggio di grandi quantità d'acqua nel sottosuolo (*wastewater injection*), a seguito di attività di perforazione e *fracking* per l'estrazione di gas naturali, idrocarburi o *shale gas*. Se infatti il manifestarsi di attività sismica localizzata in relazione al pompaggio di acqua in profondità è un fenomeno già noto, lo studio citato rivela che, come ulteriore conseguenza, questi siti diventano particolarmente sensibili anche

a eventi sismici molto distanti e che le onde di questi lontani terremoti ne possono innescare altri proprio nelle zone di stoccaggio. Anzi, secondo gli autori della ricerca, questa "sensibilità" sembra tanto spiccata da poter essere usata come indicatore dello stress geologico proprio per i siti di *wastewater injection*.

Il meccanismo fisico alla base del fenomeno, secondo gli autori, è molto semplice. Per comprenderlo, basta pensare di sostituire l'attrito radente, decisamente elevato presente tra gli strati rocciosi sotterranei, con quello volvente, molto più debole, che caratterizza lo scivolamento delle rocce sull'acqua. In pratica è lo stesso principio per il quale, quando si pompa aria sotto un *hovercraft*, questo si solleva dal suolo su un cuscino d'aria, così basta una leggerissima spinta orizzontale per spostarlo anche di molti metri. Ciò accade proprio perché all'attrito radente con il suolo si sostituisce quello volvente e, in pratica, l'*hovercraft* "rotola" sulle molecole gassose, piuttosto che strisciare sul terreno. Nel sottosuolo succede la stessa cosa, solo che al posto dell'aria c'è l'acqua iniettata in profondità che permette agli strati rocciosi di slittare l'uno rispetto all'altro, anche con piccole sollecitazioni. Di conseguenza, in queste condizioni di equilibrio precario, anche deboli onde sismiche originate da terremoti molto lontani sarebbero sufficienti a innescarne di nuovi in questi particolari siti.

Per supportare le loro conclusioni, gli autori dello studio hanno monitorato l'attività sismica in tre particolari siti di altrettanti Stati degli USA (Oklahoma, Colorado e Texas) dove erano state condotte operazioni di pompaggio d'acqua nel sottosuolo, registrando anche i più piccoli terremoti, alla ricerca di conferme



alla loro teoria. Dopo un apparente iniziale insuccesso, la sorprendente scoperta è arrivata quando la ricerca di eventuali correlazioni tra eventi sismici è stata allargata a livello planetario.

Il legame è apparso evidente quando sono stati confrontati gli eventi nei siti osservati, con terremoti di energia ben maggiore registrati anche a grandissima distanza. Così facendo i ricercatori hanno riscontrato un significativo aumento dei terremoti di magnitudo 3 o superiore, a seguito di importanti terremoti in altre aree del mondo come, ad esempio, l'evento sismico di magnitudo 8,8 del febbraio 2010 in Cile, quello di Tohoku in Giappone di magnitudo 9,1 del marzo 2011 e quello di magnitudo 8,6 di Sumatra, in Indonesia, dell'aprile 2012. Osservando la sequenza temporale è stato osservato che nei giorni seguenti a ciascuno di questi eventi, i siti sotto osservazione del Texas, del



Sfruttando la pressione dei liquidi, il fracking provoca delle fratture negli strati rocciosi più profondi del terreno

Colorado e dell'Oklahoma erano stati interessati da un insolito aumento dell'attività sismica. Molti di questi eventi si erano manifestati sotto forma di sciami sismici di livello strumentale (quindi non percepiti dalla popolazione) ma talvolta anche con una intensità maggiore, come nel caso della città di Prague nell'Oklahoma, colpita da una scossa di magnitudo 4,1 circa 16 ore dopo il terremoto del Cile del 2010. Suggestivamente, l'elemento comune alle località esaminate è che tutte sorgono nei pressi di siti utilizzati da molti anni per il pompaggio di acqua in profondità.

Come ha spiegato in un'intervista alla BBC il *team leader* Nicholas van der Elst del *Lamont-Doherty Earth Observatory* della *Columbia University*: «Quando si verifica un terremoto davvero grande in qualche zona del pianeta, questo genera grosse onde sismiche che si diffondono su tutta la superficie della Terra. Quando queste onde colpiscono aree che si trovano in uno stato di equilibrio critico, possono dare la spinta finale all'innescarsi di terremoti locali». Da qui a dedurre che questo fenomeno poteva essere usato come un indicatore del livello di stress localmente accumulato dalle rocce nei siti di stoccaggio delle acque,

il passaggio è stato breve. «Così – ha affermato van der Elst – se un sito di *wastewater injection* si è dimostrato tranquillo per lungo tempo, con questo metodo dovrebbe essere possibile capire se ha subito delle trasformazioni, raggiungendo una soglia critica



La Francia ha posto un divieto tassativo al *fracking*, così come la Bulgaria e il Lussemburgo

oltre la quale possono manifestarsi eventi sismici». L'utilità di questo risultato è evidente, perché se si riesce a dedurre con sufficiente certezza che un sito ha raggiunto il limite critico, è possibile decidere se continuare con il pompaggio di acqua oppure se è necessario sospendere e cambiare sito.

La questione della sismicità indotta a seguito dell'iniezione di acqua nel sottosuolo non è assolutamente trascurabile e, anzi, sta acquistando sempre maggior peso soprattutto negli Stati Uniti dove lo sfruttamento dello *shale gas* (con le relative attività di *fracking*) si sta diffondendo sempre di più, in risposta al progressivo esaurimento dei giacimenti petroliferi classici. L'esempio sicuramente più vistoso è rappresentato dal Texas che, da solo, conta circa 7.000 siti di stoccaggio di acqua utilizzata in operazioni di trivellazione e *fracking*. È ovvio, quindi, che se un legame certo di causa-effetto tra *fracking*, *wastewater injection* e attività sismica fosse scientificamente provato oltre ogni dubbio, nel frattempo, si sarebbero artificialmente già create situazioni di rischio estremamente diffuso ed elevato.

Tuttavia, il pompaggio di acqua nel sottosuolo non è legato solo al discusso *fracking* per lo *shale gas*, ma è un'attività connessa anche all'estrazione di combustibili fossili "classici" e alle trivellazioni in generale, lungamente e diffusamente praticata negli Stati Uniti. La conseguenza è che questa consuetudine ha già da tempo attirato l'attenzione e gli studi di numerosi geologi e ricercatori, tant'è che la comunità scientifica è consapevole, ormai da circa un ventennio, dell'esistenza di un rapporto tra questa pratica e terremoti

di bassa o media intensità localizzati nei siti di stoccaggio. In particolare sono risultati interessanti soprattutto quei siti dove l'acqua iniettata finisce con l'essere surriscaldata dalla presenza di magma, rendendo più probabile l'accumulo di pressione e la conseguente, improvvisa, rottura di strati



Queste attività di *fracking* possono provocare danni all'ambiente attraverso la contaminazione delle falde acquifere

rocciosi profondi, con sviluppo di terremoti anche di notevole intensità. Un esempio è il terremoto di magnitudo 7,9 verificatosi nel 2002 in Alaska che provocò una serie di scosse nel Parco Nazionale di Yellowstone, a oltre 3000 km di distanza, modificando addirittura il comportamento previsto di alcuni geiser.

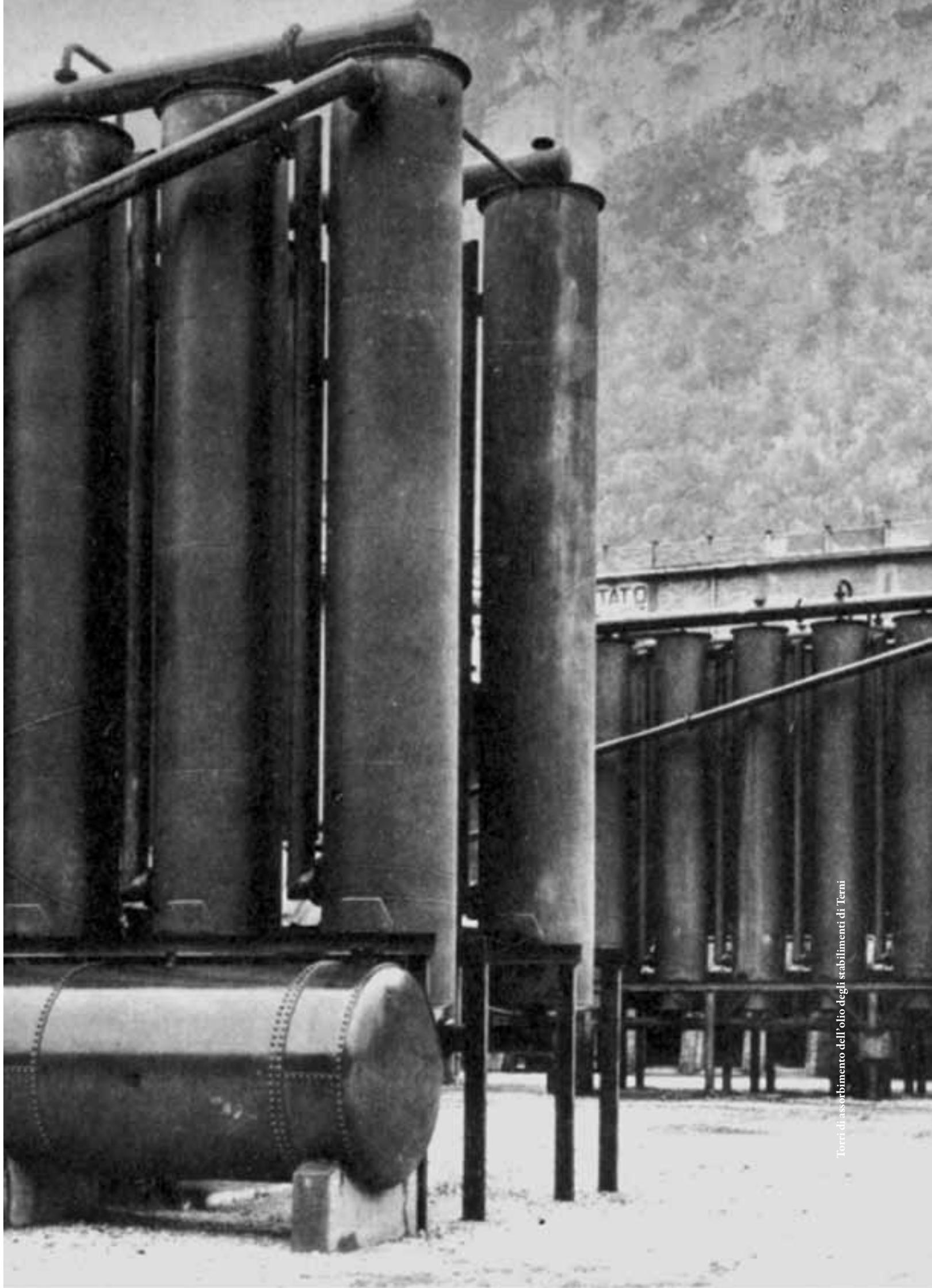
La controversa tecnica della fratturazione idraulica o *fracking*, consiste nell'uso di grandi quantità di acqua iniettata ad alta pressione nel sottosuolo (spesso con l'aggiunta di sabbia e solventi chimici per aumentarne l'efficacia), allo scopo di rompere le rocce, favorendo così la fuoriuscita e l'estrazione di gas o idrocarburi. Lo spazio vuoto che ne risulta, di solito, viene successivamente riempito pompando all'interno proprio l'acqua che è stata usata per rompere la roccia. Questa pratica, di per sé, è in grado di produrre piccoli o medi terremoti nelle zone interessate. Il caso forse più noto è quello che riguarda la città di Prague in Oklahoma, colpita nel novembre 2011 da uno sciame sismico culminato in tre scosse con magnitudo fino a 5,7, le più forti registrate nella storia dello stato americano. Un successivo studio geologico giunse alla conclusione che questi eventi, con molta probabilità, erano stati causati proprio dal pompaggio dell'acqua in profondità.

Il legame tra l'attività di pompaggio e quella sismica diventa ancora più suggestivo quando si scopre che l'iniezione di acqua nel sito petrolifero di Wilzetta nei pressi di Prague, era iniziata circa 18 anni prima degli eventi sismici del 2011, un dato coerente con quanto riportato nel citato studio geologico, secondo il quale gli eventi di sismicità indotta possono manifestarsi anche molti anni dopo l'inizio del pompaggio dell'acqua. Un dato questo, utile a richiamare l'attenzione sulla natura particolarmente subdola di

questo pericolo e che sembra concordare anche con la ricerca pubblicata su *Science*, circa la vulnerabilità sismica di strati rocciosi in situazione di equilibrio limite. Che questi studi e gli episodi citati debbano suonare come un preoccupante campanello d'allarme per tutti, ma soprattutto per gli Stati Uniti, sembra essere fuori discussione. In primo luogo perché le evidenze scientifiche si stanno accumulando e ignorarle sarebbe da irresponsabili. Nel 2012, infatti, un vasto studio dell'*US National Academy of Sciences* ha concluso che "...l'iniezione nel sottosuolo di acque di risulta delle tecnologie per l'energia costituisce un certo grado di rischio per la sismicità indotta", sebbene lo stesso report tenda poi a minimizzare, affermando che il numero dei casi documentati è ancora troppo piccolo rispetto a quello complessivo delle operazioni condotte. Intanto, però, nell'aprile dello stesso anno un'altra ricerca dell'*US Geological Survey* ha rilevato come gli eventi di magnitudo 3 o superiore riscontrati, siano enormemente aumentati dal 2009, passando da 1,2 all'anno durante i precedenti 50 anni, a più di 25 all'anno, forse proprio in conseguenza dell'introduzione di nuovi metodi di estrazione, primo fra tutti il *fracking* per lo *shale gas*.

Ma perché tutto ciò dovrebbe riguardare soprattutto gli Stati Uniti? Per almeno due buoni motivi. Prima di tutto perché, contrariamente all'UE dove il pompaggio di acqua nel sottosuolo è attualmente proibito dalla legislazione comunitaria, negli USA è ancora largamente praticato, senza neppure tenere conto del principio di precauzione in presenza di un rischio molto probabile, sebbene non accertato. Subito dopo perché gli USA sono ancora il paese con il maggior consumo di energia procapite al mondo e presumibilmente lo saranno ancora nei prossimi decenni.

E' molto probabile, dunque, che gli americani si troveranno ancora una volta, sebbene in un modo diverso, di fronte alla necessità di capire fino a che punto sono disposti a sacrificare la sicurezza dell'ambiente naturale in cui essi stessi vivono, pur di non rinunciare al proprio stile di vita.



Torri di assorbimento dell'olio degli stabilimenti di Terni

Un paesaggio invisibile

Irene Sartoretti

La parola paesaggio è polisemica e i suoi significati nel tempo si sono modificati, ampliati e complessificati, andando a riflettere determinate visioni della realtà da cui discendono concrete strategie di azione e di intervento su di essa

I nomi delle cose sono tutt'altro che indicatori oggettivi e neutrali. Così, anche la parola paesaggio non si riferisce a una realtà oggettiva, ma racchiude in sé un universo socio-culturale fatto di sistemi e gerarchie valoriali e, ancor prima, di particolari schemi di percezione della realtà. Può essere utile vedere diacronicamente l'uso di questo termine nel dibattito intellettuale e nella legislazione italiana in materia di tutela ambientale e, per l'appunto, paesaggistica. Quest'analisi può servire a far emergere l'universo culturale racchiuso nella parola paesaggio e l'evoluzione che tale universo ha subito nel tempo.

Il termine paesaggio ha storicamente una valenza estetizzante: lo si trova inizialmente nel Cinquecento come termine pittorico, dal francese quattrocentesco *paysage*, ed è in tale accezione che viene recepito dalla legislazione italiana del 1939. Alcune porzioni di territorio meritano di essere tutelate poiché belle. Il paesaggio esiste cioè in virtù della presenza di un osservatore e non può prescindere da questa presenza. L'originaria idea pittorico-estetizzante che sta alla base della tutela paesaggistica si è poi ampliata secondo, quella più moderna, che accorda a taluni paesaggi il ruolo di testimonianza materiale avente valore di civiltà, a prescindere dalla loro bellezza naturale o artistica. Nel 1970 Corboz dà del territorio l'immagine di un palinsesto, dunque di un testo fatto dei segni che l'uomo deposita e che si sedimentano e si stratificano nel tempo (Corboz 2001). Tale considerazione in chiave semiotica del territorio mette il paesaggio sullo stesso piano di una narrazione¹. L'idea di paesaggio – sia essa di tipo estetizzante, o di paesaggio come testimo-

nianza di valore storico o ancora di paesaggio come palinsesto e, dunque, narrazione – rimane in tutti questi casi sempre inscindibilmente legata alla presenza di un osservatore, o, nell'ultimo caso, sarebbe meglio dire di un lettore, in grado di interpretarne i segni.

L'ultima chiave di lettura, che vuole il paesaggio come palinsesto, apre l'idea di bellezza paesaggistica ben oltre la pura sensorialità, ma la lega alla narritività, ovvero alla capacità di un paesaggio di evocare, di raccontare delle storie. Un paesaggio inteso come forma di narrazione non può essere svincolato dal rapporto di significato con l'osservatore, cui il paesaggio deve poter raccontare qualcosa, dunque significare. Significazione possibile solo se i codici culturali di cui noi, gli interpreti, disponiamo rendono un paesaggio "parlante" ai nostri occhi. Ciò che differenzia i resti del Foro Romano da un mucchio di pietre, ciò che li rende incantevoli ed emozionanti, è il significato che attraverso i nostri codici culturali attribuiamo loro². Questo modo d'intendere il paesaggio ha fatto emergere, al livello della progettazione, la problematica di dover creare contesti spaziali significativi per chi li abita. E, ciò nonostante, l'attribuzione di senso che gli abitanti faranno di un luogo rappresenta una delle grandi incognite dell'atto progettuale. Questa non è solo difficilmente prefigurabile, non è neanche univoca e atemporale, ma sempre passibile di continue ri-figurazioni in relazione al tempo e ai soggetti. I paesaggi che oggi sono diffusamente considerati belli non è detto che siano sempre stati ritenuti tali, così come non è detto che paesaggi che sono oggi largamente percepiti in modo negativo, in futuro non possano non essere apprezzati. È il Petrarca nel

suo *Itinerarium* il primo a elevare le Cinque Terre al rango di oggetto di percezione estetica. Prima di lui, quel tipo di paesaggio era null'altro che un paesaggio coltivato, luogo di lavoro agricolo. Allo stesso modo è la cultura romantica che ci ha consegnato il gusto per certi paesaggi sublimi in cui la natura appare in tutta la sua potenza ed immensità. La scelta dei soggetti paesaggistici della pittura settecentesca e ottocentesca sarebbe stata infatti impensabile nelle epoche precedenti. Così come è molto probabile che gli abitanti della Siena medioevale e di epoca lorenese³ non avessero la stessa visione idilliaca che abbiamo noi delle loro case e delle colline senesi.

Più recentemente, l'amore per le architetture e i paesaggi proto-industriali ha ribaltato il senso di paesaggi e di luoghi che in origine erano null'altro che luoghi di lavoro pesan-

Un paesaggio inteso come forma di narrazione non può essere svincolato dal rapporto di significato con l'osservatore

te, spesso di sofferenza. Oggi questi paesaggi, privati della loro funzione originaria e consegnati all'azione del tempo, hanno intercettato il nostro gusto, ignorato in altre epoche, per le rovine e per un passato idealizzato che non torna più. Analogamente, l'attenzione di certo cinema e di certa arte di avanguardia e contemporanea riabilita quei paesaggi fatti di svincoli autostradali e di automobili, di tralicci e di edifici *kitsch*, di cartelloni pubblicitari e di stazioni di benzina, di cave d'estrazione e via dicendo (basti pensare a molti dei paesaggi dei film di Wim Wenders, che non solo fanno da sfondo agli intrecci narrati, ma ne costituiscono quasi il motore generativo. Oppure si pensi alle opere del landartista Robert Smithson, che privilegia cave abbandonate e paesaggi industriali, donando loro lo status di soggetto artistico). A questo proposito l'architetto e teorico dell'architettura Franco Purini (2008) sottolinea come il nostro apprezzamento del paesaggio reale sia sempre mediato dalla presenza del paesaggio rappresentato. Sono i paesaggi figurati, nell'arte e nella letteratura, che ne orientano la nostra percezione. L'idea del paesaggio come palinsesto, cioè come racconto, sposta l'attenzione dalla dimensione di fissità a quella di trasformazione, inglobando le categorie

del tempo, inteso come tempo *in fieri*, e dell'azione (del cronotopo direbbe Bachtin). In particolare, la dimensione dell'azione lega insieme inscindibilmente l'idea di paesaggio ai suoi agenti. Su quest'ultimo punto, prendo in prestito il pensiero di Franco La Cecla (1993) che, citando una poesia di Wallace Stevens, considera gli uomini, i loro vestiti, le loro parole, le loro musiche e, in definitiva, tutto l'ampio spettro delle loro pratiche, come parte integrante di un luogo, dunque di un paesaggio. Paesaggio che accoglie nel suo significato anche quegli elementi invisibili che da esso dipendono e al quale danno forma. Scrive Stevens: «il vestito di una donna di Lahssa,/ nel suo luogo,/ è un elemento di quel luogo/ reso visibile».

C'è perciò un paesaggio invisibile dietro quello visibile, estetico. È il paesaggio delle pratiche di adattamento degli uomini al proprio ambiente, che da vita ad un'immagine paesaggistica che in origine non nasce come estetica e che solo in seguito diviene oggetto estetico, come è per le sopra citate Cinque Terre. Per Heidegger sono belle quelle forme del paesaggio dettate da un uso e da un rapporto simbiotico e armonioso dell'uomo col proprio ambiente, che secondo il filosofo si sarebbe perso con la civiltà industriale, che ha rotto il fragile equilibrio fra l'uomo e il suo territorio. Qui si apre il problema della dialettica fra continuità e trasformazione che in Italia si è imposto con urgenza a partire dagli anni della ricostruzione e del boom economico. Antonio Cederna, con Italia Nostra, è uno fra i primi a lanciare l'allarme per la distruzione del paesaggio italiano. Il tema della fragilità del paesaggio e della rottura dei



Durante il secolo scorso si sono avvicinati e sovrapposti molti significati della parola paesaggio

legami con le pratiche storiche che lo hanno generato è infatti particolarmente significativo in Italia. Quello italiano è per l'appunto un paesaggio che, scrive Purini, sin dalle origini è stato consegnato alla

dimensione della storia. Un paesaggio dunque della lunga durata, fragile anche perché fatto di stanze territoriali. Ciò significa che il nostro paese presenta un susseguirsi di paesaggi che, per disegno e dimensioni, non sfumano nell'indefinito né mai rimandano allo sconfinato, ma sono sempre definiti da quinte collinari, montane, da presenze abitate, da orditure agrarie o da corsi d'acqua. Un paesaggio minutamente disegnato ed estremamente misurato, dunque, quasi una scena teatrale, continua Purini. Per lui i paesaggi italiani sono paragonabili ad una successione d'interni. Solo ed esclusivamente affacciandosi sui mari che lambiscono la penisola si può avere la percezione dell'infinito.

In questo tipo di paesaggio minuziosamente ricamato e sempre delimitato, quasi fosse una quinta teatrale, ogni inserimento e ogni trasformazione risultano difficili⁴. Ma proprio da questa stessa difficoltà, dalla necessità di doversi confrontare con questo paesaggio delicato, che da secoli è uno dei principali protagonisti della storia dell'arte, può discendere anche la specificità dell'architettura italiana, o meglio una misura specificamente italiana dell'architettura. Sulla misura italiana dell'architettura e sul tema della sua specifica identità in relazione al paesaggio italiano insiste oggi l'architetto Paolo Zermani, sia attraverso i suoi progetti che attraverso i suoi scritti teorici. La grande tradizione figurativa del paesaggio italiano, viene sublimata nell'opera di Zermani attraverso il dispositivo della finestra⁵ e del punto di vista privilegiato, che ritaglia e isola quei frammenti di paesaggio che per l'autore hanno mantenuto una forte identità formale. Le sue opere inoltre si adagiano seguendo quelle direttrici e quegli orientamenti che si sono sedimentati nel tempo della lunga durata e le loro forme sono una rilettura in chiave poetico-simbolica di quelle consolidate della storia. In genere è molto sentita oggi, a livello del dibattito teorico, la problematica del mantenimento di una spiccata identità formale del paesaggio italiano, soprattutto a fronte di tendenze fortemente globalizzanti che investono anche il territorio fisico. Tuttavia, per quanto riguarda l'identità formale del paesaggio è doveroso considerare che le

forme del paesaggio, anche di quello italiano, non nascono per ragione estetica, ma per motivi legati alla sopravvivenza dell'uomo e sono il risultato della stratificazione sul territorio di tattiche di adattamento all'ambiente. Da ciò discendono una serie di considerazioni sulla necessità di non museificare i paesaggi di pregio, come spesso viene auspicato per i centri storici. Un paesaggio che non si trasforma, fissato nel tempo e puramente estetizzato è, per molti critici, un paesaggio imbalsamato, falso, morto. Del resto, proprio guardando la biografia dei centri storici delle città italiane si può vedere come questi siano stati il risultato di continui riusi e riadattamenti operati nel corso della storia. Il termine polisemico di paesaggio si riferisce, non da ultimo, a questioni afferenti alle scienze naturali, che riguardano cioè gli aspetti di equilibrio ecologico e di conservazione della natura, oltre che quelli storico-estetici.

Nel corso del Novecento, la questione della tutela paesaggistica si è estesa ad una più ampia idea di tutela ambientale, in cui la dimensione fisico-ecologica si è sovrapposta alla tradizionale visione percettivo-estetizzante. Questo passaggio è significativamente rappresentato in campo legislativo dall'uso del termine "bene ambientale" in sostituzione di quello di "bellezza naturale". È stata la legge Galasso del 1985 che ha sposato questa nuova visione della tutela, prescrivendo l'obbligo di stesura del piano paesaggistico e introducendo un'idea più unitaria e onnicomprensiva di tutela ambientale, ovvero imponendo la tutela *ex lege* di intere categorie di beni naturali a prescindere dal loro valore estetico. A livello di progettazione urbanistica un'idea di paesaggio meno

Nel corso del Novecento la questione della tutela paesaggistica si è estesa a una più ampia idea di tutela ambientale

orientata a una visione estetizzante e maggiormente a una di tipo fisico-ecologico, integrata al quadro economico e sociale, è oggi promossa dalla corrente del *Landscape urbanism*⁶. Questo recente approc-

cio alla progettazione urbanistica si sviluppa negli Stati Uniti negli anni Ottanta del Novecento e rappresenta attualmente uno dei filoni più interessanti. Le radici del *Landscape urbanism* sono rintracciabili già nella seconda metà dell'Ottocento, nel pensiero innovativo del biologo, botanico ed urbanista scozzese Patrick Geddes e nell'opera dell'architetto paesaggista americano Frederick Law Olmsted, che supera l'idea di parco come elemento isolato e a sé stante. Pensa invece a sistemi interrelati di parchi e *parkways* alla scala non solo urbana ma regionale. Per l'appunto, nel *Landscape urbanism* non sono gli oggetti architettonici puntuali e a sé stanti gli elementi generatori del progetto urbano, ma un sistema paesaggistico-naturalistico integrato su scala regionale che costituisce l'infrastruttura portante per le nuove espansioni di città o per il risanamento di territori degradati. Questa intelaiatura è ciò che nella declinazione francese del *Landscape urbanism* viene indicato come *pre-paysage*, che contiene in sé la prefigurazione di possibili scenari futuri ed ha valore performativo, programmatico. Il *pre-paysage* non costituisce per l'appunto un vero e proprio planning, ma un insieme di tracciamenti, che privilegiano lunghe *promenades* e grandi spazi aperti, lungo i quali ospitare gli insediamenti futuri, pur non conoscendone ancora gli sviluppi⁷. Per concludere, nel corso del Novecento si sono avvicinati e sovrapposti molti significati della parola paesaggio, che denotano visioni diverse della realtà, a volte confliggenti. Qui sono state brevemente ricostruite e messe in relazione le più importanti di esse: la visione estetizzante, quella che pone l'accento sull'aspetto storico-antropico e che si è sovrapposta alla prima, e poi ancora la visione che deriva dalle scienze naturali, dunque di paesaggio come parte integrante di un habitat, e, per finire, la visione che assegna al paesaggio un valore programmatico-processuale nello sviluppo territoriale e che rappresenta oggi una delle visioni più innovative. Ciò mostra come il termine paesaggio non possa essere trattato come un dato di fatto, ma il suo significato vada sempre interrogato poiché da esso discendono concrete azioni e forme di tutela molto differenti.

Bibliografia

Corboz, A. [2001]. *Le territoire comme palimpseste et autres essais*, Besançon, Editions de l'Imprimeur.

Ferrario, V., Sampieri, A., Viganò, P. (a cura di) [2011]. *Landscape of urbanism*. Quaderno IUAV n.5. Roma, Officina Edizioni.

La Cecla, F. [1993]. *Mente Locale: Per un'antropologia dell'abitare*. Milano, Elèuthera.

Nicolin, P. [2012]. *Landscape Urbanism*. Milano, Editoriale Lotus.

Purini, F. [2008]. *La misura Italiana dell'architettura*. Roma-Bari, Laterza.

Waldheim, C. [2006]. *The landscape urbanism reader*. New York, Princeton Architectural Press

Riferimenti bibliografici

¹ Gli anni Settanta sono gli anni di grande sviluppo e diffusione della semiotica, che arriva ad estendere il proprio oggetto di studio oltre i confini del linguaggio propriamente scritto e parlato, investendo dunque anche il mondo delle immagini e la storia dell'arte.

² Si pensi solamente al ruolo che il cinema e la letteratura hanno nel creare il mito delle città, ammantandone i luoghi di significato e di potenza evocativa. Che cosa sarebbe Parigi, senza tutta la letteratura e il cinema che ne hanno costruito col tempo il mito? Sarebbe considerata altrettanto bella e fascinosa dai turisti che a frotte la visitano ogni anno, ansiosi di toccare con mano la città protagonista del loro immaginario filmico, libresco e fotografico? E quanto è grande la delusione quelle volte in cui l'immaginario del turista viene contraddetto dalla realtà?

³ I tratti del paesaggio agrario senese che oggi tanto apprezziamo sono per l'appunto quelli settecenteschi risalenti all'epoca dei Lorena.

⁴ Ritornando dai miei viaggi e confrontando i paesaggi italiani con quelli stranieri, avverto la grande fragilità del territorio italiano. Molti dei paesaggi inglesi e nordeuropei per esempio sono paesaggi con un più alto grado di indefinitezza e di astrazione. Forse, anche per un fatto di luci. La luce italiana, più tagliente e violenta, ritaglia precisamente i contorni delle ombre e delle cose. La luce nordica, attutisce, confonde e sfuma i confini. Si tratta di paesaggi non così minuziosamente ricamati, ma di "paesaggi della mente", come hanno intuito artisti come Richard Long, poiché visivamente più rarefatti, meno ricchi di elementi visivi. Sono paesaggi astratti, che quasi evocano il vuoto. Questo tipo di paesaggi si presta più facilmente nel nostro immaginario ad accogliere trasformazioni ed inserimenti.

⁵ Fra i progetti di *Landscape Urbanism* particolarmente significativi che si trovano in giro per il mondo si veda quello della *High line* a New York di James Corner, in cui un vecchia ferrovia sopraelevata in disuso è stata riciclata come parco-promenade urbana. Si veda anche il progetto per il *Waterfront* di Toronto del gruppo West 8 o i due progetti per Bordeaux di Michel Desvigne.

Il Programma Marco Polo é inefficace

Tina Simoniello

Il Programma Marco Polo, finanziato dalla Commissione Europea, ha l'obiettivo di ridurre la congestione stradale, di migliorare le prestazioni ambientali del trasporto merci nella Comunità e di potenziare il trasporto intermodale, contribuendo così a un sistema di trasporti efficienti e sostenibili. Secondo una relazione della Corte dei conti europea, questo programma ha prodotto risultati inefficaci e dovrebbe essere soppresso

L'Eca, la Corte dei Conti europea si è ufficialmente pronunciata sul programma Marco Polo. E lo ha bocciato.

Il programma intitolato al mercante e viaggiatore veneziano nel corso dell'ultimo decennio si è articolato in due fasi, Marco Polo I e Marco Polo II: il primo (MP-I) ha riguardato il periodo che va dal 2003 al 2006, il secondo (MP-II) dal 2007 all'anno in corso. Con MP-I e MP-II, la Commissione europea finanzia da un decennio progetti concepiti per ridurre il traffico internazionale di merci su strada e intensificare modalità alternative – e più sostenibili – di trasporto: praticamente ferrovie, acque interne e marine. Un obiettivo da tutti condiviso per migliorare lo stato dell'ambiente del territorio, della salute e della sicurezza dei cittadini.

Ebbene, secondo l'istituzione sovranazionale, che dal 1977 esamina tutte le entrate e le uscite dell'Unione e dei suoi vari organi controllandone legittimità, regolarità e corretta gestione finanziaria, questi programmi – e i loro finanziamenti – andrebbero sospesi. Con una relazione diffusa dal titolo retoricamente dubitativo, viste le conclusioni alle quali approda, "I programmi Marco Polo sono stati efficaci nel trasferire il traffico merci su strada verso altre modalità di trasporto?", il finlandese Villa Itälä, membro dell'Eca, ha definito i PM inefficaci, non all'altezza degli obiettivi fissati dai responsabili politici dell'UE e di scarso o modesto impatto. Detto ciò, con pochi giri di parole l'*audit* raccomanda al Consiglio, al Parlamento europeo e alla Commissione di considerare l'eventualità di cessare finanziamenti ai servizi di trasporto merci che seguono lo stesso approccio dei programmi MP, e invita, per

il futuro, a far dipendere i finanziamenti «da una valutazione d'impatto *ex ante* che mostri se e in che misura si produca un valore aggiunto per l'UE». Nella sintesi della relazione leggiamo poi che, sebbene nel tempo la Commissione abbia migliorato la gestione quotidiana dei Programmi MP, «non ha tuttavia valutato in maniera approfondita il potenziale del mercato in rapporto al raggiungimento degli obiettivi dei programmi, non ha preso in considerazione i nuovi sviluppi e non ha adottato per tempo misure correttive per porre rimedio agli evidenti difetti di concezione del programma». Insomma, se non è proprio una bocciatura poco ci manca. MP-I venne istituito nel settembre 2001 in seguito all'uscita del Libro bianco della politica comune dei trasporti. Secondo questo documento, in assenza di interventi correttivi finalizzati a ridurre l'entità del traffico su gomma, il trasporto delle merci su strada sarebbe aumentato del 50% entro il 2010. Un incremento di questa portata avrebbe a sua volta generato successivi sensibili costi per le infrastrutture (strade, autostrade...), aumento dell'incidentalità e naturalmente dell'inquinamento, locale e globale. In termini di aumento di traffico internazionale di merci, la cifra calcolata era pari a 12 miliardi di tonnellate per chilometro ogni anno. Questo, riassumendo parecchio, era dunque lo scenario che vide la nascita di MP-I, con il quale furono messi a disposizione 102 milioni di euro per sostenere azioni e progetti finalizzati ad "arginare" il previsto aumento di circa 48 miliardi di tonnellate di prodotti per chilometro negli anni 2003-2006 spostando le merci dalla gomma alle vie marittime a corto raggio, alle ferrovie, al trasporto sulle acque in-



terno o anche a reti che adottassero la multimodalità, cioè la combinazione di due o più vie di trasporto: strada, acqua, ferrovie. Con l'attuale Marco Polo sono stati rifatti i calcoli: nel periodo 2007-2013, in assenza di interventi correttivi, l'aumento del trasporto merci su strada sarebbe stato pari a 20,5 miliardi di tonnellate per chilometro. Per trasferire una parte sostanziale dell'incremento previsto MP-II ha messo a disposizione 450 milioni di euro.

Per la Commissione europea Marco Polo di risultati apprezzabili ne ottiene e per la verità anche secondo alcune associazioni ambientaliste, anche se non negano alcune criticità che hanno effettivamente influenzato non positivamente il successo di MP-I e MP-II: tra queste certamente la crisi economica, la difficile attuazione della progettazione e realizzazione delle reti multimodali, la concessione di finanziamenti pubblici direttamente al mercato (la quale avrebbe generato problemi di concorrenza durante il ciclo di vita di MP).

La relazione dell'Eca lascia però qualche speranza sul futuro del progetto: «Per il periodo successivo al 2013, la Commissione ha proposto che l'Ue continui a sostenere i servizi di trasporto merci, promuovendo l'introduzione di servizi di trasporto innovativi o di nuove combinazioni di servizi di trasporto esistenti, anche attraverso l'applicazione di "sistemi di trasporto intelligenti" e l'istituzione di pertinenti strutture di governance». Tuttavia, in mancanza di una valutazione *ex ante*, non è ancora noto come verranno attuati tali obiettivi generali, quali siano gli obiettivi specifici e le priorità, nonché l'importo del finanziamento ritenuto necessario». E più sotto: «Il meccanismo usato per i pagamenti del programma ha subordinato l'erogazione dei fondi dell'Unione europea ai risultati, la procedura di selezione ha fatto sì che siano stati selezionati solo progetti di alta qualità e tali progetti hanno di solito garantito maggiori benefici alla comunità in senso lato. Non è tuttavia stato presentato un numero sufficiente di proposte di progetti pertinenti, in quanto la situazione di mercato e le condizioni d'ingresso hanno scoraggiato gli operatori dall'avvalersi del programma. Sussistono

inoltre dubbi in merito alla modesta quantità trasferita che è stata presentata nelle relazioni, e la sostenibilità di una metà dei progetti controllati è limitata. Inoltre, i progetti sarebbero stati avviati anche senza il finanziamento Ue (effetto inerziale)».

L'ITALIA SCEGLIE LA GOMMA

La strada è il mezzo di trasporto principale dell'Unione europea, per i semplici cittadini come per i prodotti: attualmente il trasporto di merci su gomma rappresenta oltre i due terzi del tonnellaggio totale e coinvolge oltre 4 milioni 800 mila autoveicoli, il 4% in più circa rispetto al 2007 (dati rielaborati Acì e Osservatorio Autopromotec). Secondo un'analisi dell'Osservatorio Eurispes sulla mobilità e i trasporti, nel nostro paese il trasporto delle merci su rotaie rappresenta una quota decisamente minoritaria rispetto ad altre modalità, raggiungendo un valore di appena il 6%.

Il resto d'Europa, sebbene le percentuali non brillino neanche lì, si comporta comunque meglio di noi: il comparto ferroviario delle merci si attesta infatti tra il 12 e il 18%. E questo nonostante i costi elevati, la forte dipendenza dalle condizioni atmosferiche, il maggiore tasso di incidentalità e, soprattutto, le ripercussioni ambientali del trasporto su gomma.

A proposito di ambiente, uno studio di FerCargo (una associazione di imprese ferroviarie private che si occupano di trasporto merci su rotaia), ha stimato che per ogni tonnellata di carico e per ogni chilometro percorso con un treno merci si riversano 29 grammi di CO₂ mentre con un mezzo pesante su gomma euro5-conforme le emissioni di biossido di carbonio raggiungono gli 81 grammi: tre volte tanto.

Ma a rendere meglio l'idea del vantaggio in termini di impatto ambientale del ferro in alternativa della gomma c'è un altro dato, ottenuto attraverso il software europeo EcoTransit: a parità di percorsi e merci trasportate, la quantità di CO₂ emessa da un treno merci equivale a quella di 40 Tir.

Ma non è solo l'ambiente a trarne benefici. Facendo infatti i conti solo per il Bel Paese, è stato calcolato che se il ferro muovesse invece del 6% delle merci il 24% si potrebbero risparmiare 3 miliardi di euro l'anno.



Lavorazione delle fibre della Meraklion negli anni '60

Inquinamento e cancro al polmone: la relazione c'è

Cinzia Tromba

Secondo le stime dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, nel 2004 in tutto il mondo il fumo ha causato 5,1 milioni di morti ed è stato responsabile del 71% dei tumori del polmone; nello stesso anno, l'inquinamento atmosferico ha causato 1,2 milioni di morti e l'8% dei tumori del polmone



Le microparticelle inquinanti (PM10 e PM2,5) sono responsabili di una quota rilevante di tumori del polmone. Punto e a capo. Ormai nessuno lo potrà più negare, o semplicemente sottovalutare: l'inquinamento da polveri sottili aumenta il rischio di tumore del polmone. E lo fa anche a concentrazioni inferiori alle soglie stabilite dalle normative vigenti per PM10 e PM2,5.

A deporre questa pietra miliare nell'ambito della ricerca sui rapporti tra inquinamento e tumori è un ampio studio pubblicato sulle pagine di *Lancet Oncology*. Non che si tratti di un risultato inatteso. Tutt'altro. Il fatto è che gli studi condotti finora, che pure avevano messo in luce un'associazione tra inquinamento e cancro polmonare, soffrivano di diverse limitazioni: dall'esiguità del campione considerato all'utilizzo della mortalità, invece che dell'incidenza dei tumori del polmone, come fattore rispetto a cui misurare l'effetto dell'inquinamento, fino alla scarsa (quando non assente) considerazione dei possibili fattori confondenti (per esempio l'abitudine al fumo). Tutte limitazioni che lo studio appena pubblicato ha colmato. E come se ciò non bastasse, lo stesso lavoro mette in evidenza come non esistano soglie sotto le quali si possa ritenere che le microparticelle sospese nell'aria (PM10 e PM2,5) siano innocue, perché la relazione tra concentrazioni del particolato e incidenza dei tumori (relazione dose-risposta) è lineare. Proprio come accade per l'amianto. Che il fumo di tabacco sia il responsabile principale dell'insorgenza del cancro polmonare non è in dubbio. Ma è altrettanto certo che esistono altri fattori di rischio, dal radon alle esposizioni professionali al fumo passivo. Fino all'inquina-

mento, in particolare quello dovuto alle microparticelle (PM) disperse nell'aria, che adsorbono sulla propria superficie una grande varietà di sostanze tossiche e cancerogene, come gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA).

«Diversi studi epidemiologici avevano già messo in relazione l'inquinamento ambientale con un incremento del rischio per il cancro del polmone» spiegano gli autori della ricerca. «E avevano anche suggerito come l'effetto sia maggiore tra chi non fuma (sia ex tabagisti sia persone che non hanno mai fumato) e chi consuma poca frutta. D'altra parte, negli ultimi decenni nei paesi sviluppati i tassi di incidenza del cancro del polmone si sono stabilizzati, ma contemporaneamente si è assistito a un notevole aumento della frequenza di adenocarcinomi (l'unico tipo di tumore del polmone che si sviluppa in un numero significativo di non fumatori) e una forte diminuzione dei carcinomi a cellule squamose, il tipo cellulare più legato al fumo».

Tenendo conto di questa situazione, i ricercatori si sono proposti di rispondere ai seguenti quesiti:

a) l'inquinamento ambientale (in specifico quello da particolato) nei luoghi di residenza è associato al rischio di cancro del polmone? b) l'associazione tra inquinamento e rischio di cancro è più forte per non fumatori e persone che consumano poca frutta? c) questa associazione è più marcata per gli adenocarcinomi e i tumori a cellule squamose che per tutti i tipi di cancro del polmone combinati? Lo hanno fatto analizzando i dati provenienti da 17 coorti incluse in *ESCAPE* (uno studio europeo che ha l'obiettivo di studiare gli effetti dell'inquinamento dell'aria sulla salute) disseminate in aree

con livelli di inquinamento molto diversi: in alcuni paesi dell'Europa meridionale, infatti, le concentrazioni di inquinanti sono da 3 a 12 volte più elevate rispetto a quanto rilevato in nord Europa.



Lo studio ha interessato 300.000 individui provenienti da nove diversi paesi europei

L'Italia ha partecipato con quattro coorti con sede a Torino (EPIC-Torino, SIDRIA-Torino), Varese (EPIC-Varese) e Roma (SIDRIA-Roma).

E già qui emerge il primo fattore che differenzia questo studio dagli altri condotti in precedenza. Se infatti i primi lavori indagavano gli effetti dell'inquinamento per lo più basandosi su correlazioni geografiche (per esempio tra concentrazioni di inquinanti in una data comunità e dati aggregati sul cancro del polmone) e spesso senza tenere in debito conto l'effetto confondente rappresentato dal fumo di tabacco, i ricercatori hanno cercato man mano di superare questi limiti passando a studi individuali (di coorte o caso-controllo) e a misure di esposizione via via più precise.

Ebbene, in questo lavoro è stato compiuto un ulteriore passo in avanti: si sono infatti combinate le stime sugli effetti dell'inquinamento ottenute da 17 coorti utilizzando protocolli condivisi e standardizzati, e su questi dati si è condotta una metanalisi. Ciò ha avuto l'effetto di aumentare grandemente il numero dei partecipanti (più di 300.000 individui) provenienti da un ampio *range* di aree europee (nove paesi, dalla Svezia alla Grecia), riducendo di molto la possibilità di errori. Se a questo si aggiunge l'alta percentuale di individui che sono stati seguiti fino alla fine del *follow-up*, ossia per circa 13 anni, e l'aggiustamento per potenziali confondenti, soprattutto il fumo di tabacco (per cui i ricercatori hanno introdotto nei modelli di analisi un ampio *set* di variabili), si può ben ritenere che questo studio abbia ridotto di molto le possibilità di errore. Considerazioni che hanno portato Takashi Yanifuji e Saporì Kashima,

nel loro editoriale di commento, a definire il disegno dello studio «s sofisticato» e tale da «superare molte delle limitazioni degli studi precedenti». Nei 13 anni coperti dallo studio, tra gli oltre 300.000 in-

Si sono registrati casi di tumori anche in persone esposte a livelli di polveri inferiori ai limiti dell'attuale legislazione

dividui appartenenti alle 17 coorti europee si sono registrati 2.095 nuovi casi di tumore del polmone. Per ognuno di questi casi, in ciascuna coorte si è ricercata la presenza di un'associazione con il livello di inquinamento ambientale. Un'analisi, come si diceva in precedenza, condotta a livello individuale, misurando la concentrazione degli inquinanti nei luoghi di residenza dei soggetti. I ricercatori hanno quindi analizzato i risultati prodotti dalle diverse coorti partecipanti.

La metanalisi così condotta dimostra che, per ogni incremento di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM10 il rischio di cancro del polmone aumenta del 22%, un incremento che arriva al 51% se si considerano solo gli adenocarcinomi. Lo stesso *trend* emerge per le particelle più sottili: ogni volta che la concentrazione di PM2,5 cresce di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ il rischio di contrarre un tumore polmonare aumenta del 18% (55% per l'adenocarcinoma). Se poi si limita l'analisi a quei soggetti che non hanno cambiato luogo di residenza nel corso del *follow-up*, il rischio addirittura raddoppia (triplica per l'adenocarcinoma). A ciò si aggiunge un altro elemento importante: il rischio permane anche qualora si considerino esposizioni a livelli di particolato sotto le soglie attualmente stabilite dalla normativa europea ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il PM10 e $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il PM2,5). Risultati confermati dall'analisi statistica, che dimostra come la relazione tra inquinamento atmosferico e rischio di tumore del polmone non devii significativamente dalla linearità.

Non si sono invece rilevate associazioni significative tra insorgenza del tumore del polmone e inquinamento da ossidi d'azoto (NO_2 e NO_x).

LA SITUAZIONE ITALIANA

Per quanto riguarda l'Italia, è da sottolineare come nelle tre coorti che hanno fornito i valori di concentrazione del particolato (Varese non dispone di questo dato) il livello dell'inquinamento sia superiore rispetto a quanto rilevato negli altri paesi europei, con l'eccezione della Grecia. Parallelamente, anche il rischio di contrarre un cancro del polmone a causa dell'inquinamento è più alto per i cittadini italiani: per ogni incremento di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM10 l'aumento del rischio va dal 35% nella coorte SIDRIA di Roma al 45% nella coorte EPIC di Torino (contro il 18% della metanalisi), mentre a ogni aumento di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM_{2,5} sono associati incrementi del rischio che vanno dal 33% (SIDRIA-Roma) al 94% (SIDRIA-Torino), contro il 22% della metanalisi.

L'EUROPA DEVE AGGIORNARSI

Innanzitutto, questi dati confermano, questa volta sulla base di una amplissima base campionaria (oltre 300.000 persone), quanto era stato suggerito da studi precedenti, e cioè che le microparticelle inquinanti (PM10 e PM_{2,5}) presenti nell'aria sono responsabili di un'ampia quota di casi di tumore del polmone. Inoltre, il fatto che l'associazione più forte sia risultata quella con l'adenocarcinoma sottolinea come chi non fuma non possa ritenersi al riparo dal rischio di sviluppare un cancro polmonare se vive in aree inquinate. Ma, forse ancora più importante in termini di governo della sanità pubblica, è la scoperta che il rischio non diminuisce al di sotto delle soglie stabilite dalle leggi europee. Ciò vuol dire che ogni ulteriore riduzione della concentrazione del particolato nell'aria può contribuire a diminuire in maniera significativa il numero di persone che si ammalano di cancro del polmone.

A questo proposito, vale la pena ricordare che il limite di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il PM_{2,5} è di ben $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ più elevato rispetto a quanto stabilito dall'Organizzazione Mondiale della Sanità, per la quale la concentrazione media annuale di PM_{2,5} non dovrebbe superare i $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Come sottolineano Yanifuji e Kashima nel loro commento: «Dobbiamo aggiungere l'inquinamento dell'aria, anche alle concentrazioni attuali, alla lista della cause di cancro del polmone. Bisogna quindi riconoscere che l'inquinamento atmosferico ha pesanti effetti sulla salute pubblica: per fortuna, come il fumo di tabacco, è un fattore controllabile». Non resta che aggiornare le normative. I decisori europei sono avvertiti.

EpiAir si aggiorna

È in corso di pubblicazione sulla rivista *Epidemiologia & Prevenzione* l'aggiornamento del Progetto EpiAir e delle connesse linee guida («Inquinamento atmosferico e salute umana ovvero come orientarsi nella lettura e interpretazione di studi ambientali, tossicologici ed epidemiologici») rivolte agli operatori.

I primi dati di questo studio sugli effetti a breve termine degli inquinanti atmosferici (PM10, NO₂ e ozono) sono stati pubblicati quattro anni fa, coprivano un periodo di studio di 5 anni, dal 2001 al 2005, e riguardavano 10 città italiane: Torino, Milano, Mestre-Venezia, Bologna, Firenze, Pisa, Roma, Taranto, Palermo, Cagliari (EpiAir - Inquinamento atmosferico e salute: sorveglianza epidemiologica e interventi di prevenzione. *Epidemiol Prev* 2009; 33(6) Suppl.1).

Con EpiAir2 le città monitorate sono diventate 25 (si sono aggiunte Treviso, Trieste, Padova, Rovigo, Piacenza, Parma, Ferrara, Reggio-Emilia, Modena, Genova, Rimini, Ancona, Bari, Napoli e Brindisi) e l'analisi temporale è stata estesa al 2010.

Che c'è di nuovo? Che i livelli di particolato nel decennio in studio sono diminuiti, così come si sono ridotti i ricoveri causati dall'ozono. Permane invece una scarsa omogeneità nella promozione di misure che incentivino la mobilità sostenibile e un sostanziale ritardo, nei confronti di analoghe città europee, nella diffusione di sistemi di trasporto pubblico locale su rotaia, quali metropolitane e tranvie. Era noto che l'inquinamento atmosferico è un fattore di rischio per la salute cardiovascolare e costituisce un elemento scatenante per l'infarto cardiaco, ma è la prima volta che si dimostra una associazione tra aumenti, nel breve periodo, della concentrazione del particolato fine e il rischio sia di ricoveri e sia di decessi per scompenso cardiaco.

Biobrevetti, le alghe come *case history*

Giovanna Dall'Ongaro

Giappone, Cina e Corea del Sud si dividono l'84% dei brevetti sulle alghe, pur non eccellendo nella produzione. Indonesia, Vietnam e Filippine, ai vertici mondiali come produttori, restano invece fuori dagli Uffici Brevetti. Il caso, analizzato da uno studio su Nature Biotechnology, è emblematico dello stretto legame tra la capacità di innovazione e la condizione economica dei paesi

Biocarburanti, prodotti cosmetici, batterie per telefonini, integratori alimentari, cibo per pesci. Tutto ricavato dalle alghe. E, sebbene un recente rapporto del *National Research Council* americano abbia dimostrato che la produzione su larga scala di *biofuel* dalle alghe sia ancora lontana dal potersi definire "ecologica", non si può negare che il business del futuro ha radici nel mare. In una *review* del 2007, firmata da Yusuf Chisti dell'*Institute of Technology and Engeneering* della Nuova Zelanda, si calcolava che le alghe potessero produrre da 15 a 300 volte più olio per *biodiesel* rispetto a colture terrestri tradizionali. Non è un caso che il numero delle coltivazioni di questi organismi vegetali stia aumentando del 7,5% in media ogni anno nel mondo. Anche i tanto osannati integratori Omega 3, per portare un altro esempio di prodotto ampiamente commercializzato, possono provenire, oltre che dal pesce, dall'olio di alga. L'affare è stato fiutato dagli investitori di tutto il mondo, ma ad assicurarsi i ricavi maggiori sono, per ora, le aziende giapponesi, cinesi e coreane: l'84% dei brevetti sulle alghe (sulle piante geneticamente modificate e sulle tecnologie impiegate nell'acquacoltura) si trova infatti nelle loro mani.

Il dato ha colto di sorpresa i ricercatori del *Consejo Superior de Investigaciones Cientificas* (CSIC) di Madrid che hanno analizzato, con uno studio pubblicato su *Nature Biotechnology*, l'andamento del mercato in questo settore tra il 1980 e il 2009, ricostruendo la paternità di più di 9.000 brevetti estrapolati dalle banche dati internazionali. E trovando un inaspettato divario tra chi produce e chi brevetta. Cina, Giappone e Corea, che insieme arrivano quasi a monopolizzare

il commercio dei prodotti derivati dalle alghe, non possono infatti paragonarsi in quanto a zelo produttivo a Filippine, Indonesia e Vietnam, leader mondiali nella coltivazione degli organismi marini rimasti però finora ai margini del business. La spaccatura è ancora più marcata se si guarda ai paesi occidentali come Stati Uniti e Francia, che si dividono la restante fetta di mercato grazie ai brevetti depositati senza essersi mai "bagnati le mani". Nel caso delle alghe ritorna, evidente più che mai, il leitmotiv dell'economia globale: il braccio lavora e la mente guadagna. O, per dirla con le parole dei ricercatori: «Nonostante l'elevata produzione che garantiscono paesi in via di sviluppo in Asia e in Africa, sono le nazioni che investono maggiormente nella ricerca come Giappone, Cina e Corea del Sud ad aggiudicarsi i brevetti. Al contrario paesi come Filippine e Indonesia con investimenti in ricerca esigui non ottengono la registrazione dei brevetti».

Non è una novità, dobbiamo ammetterlo, eppure i ricercatori del CSIC non si aspettavano che la bilancia pendesse così tanto da una parte sola: «Prima di iniziare le nostre ricerche speravamo che, data la maggiore accessibilità delle alghe che crescono spontaneamente nelle zone costiere, il mercato dei brevetti fosse ripartito in modo più omogeneo tra i paesi. L'incremento della domanda di nuovi prodotti derivati dalle alghe rappresenta una possibilità di crescita per i paesi tradizionalmente produttori» – riferisce Inés Mazarrasa, ricercatrice del CSIC.

«Non mi stupirei più di tanto del risultato dello studio», commenta Andrea Capocci, esperto della materia, autore per Ediesse del libro *Il Brevetto*. «Non è la prima volta che assistiamo alla con-





centrazione di brevetti agroalimentari e farmaceutici nelle mani di poche multinazionali. Si pensi al riso: i paesi che si classificano tra i maggiori produttori non detengono i brevetti delle sementi geneticamente modificate e sono costretti ad acquistarle dalle aziende che le brevettano.

Chi, anche involontariamente, facesse crescere nei suoi campi una varietà brevettata andrebbe incontro a sanzioni. E' il rischio che corse l'agricoltore canadese Percy Schmeiser accusato di violazione brevettuale per aver coltivato, a sua insaputa, la colza transgenica della Monsanto che si era introdotta in modo spontaneo nelle sue piantagioni. La vicenda, che si concluse a favore del contadino, è emblematica degli squilibri che esistono nel settore agricolo da quando sono state introdotte le norme sulla proprietà intellettuale vigenti in ambito tecnologico»

Squilibri che sembrano destinati ad avere lunga vita, ali-



Negli anni Ottanta molte società chimico-farmaceutiche hanno iniziato a interessarsi al patrimonio di biodiversità

mentati da un perpetuo e prevedibile circolo vizioso: chi ha soldi può fare innovazione, chi innova brevetta, chi brevetta guadagna e può tornare nuovamente a investire. A guadagnarci, tanto, sono in pochi. Secondo il Rapporto "Seed giant U.S. farmer" delle associazioni *Center for Food Safety* (CFS) e *Save Our Seeds* (SOS), tra il 1995 e il 2011 il prezzo della soia, che per 93% è OGM e brevettata, è triplicato e quello del cotone (l'88% è OGM) è addirittura quintuplicato.

Come possono i tanti Davide distribuiti nel sud del mondo e, tra questi, i coltivatori di alghe delle Filippine, dell'Indonesia e del Vietnam oggetto delle preoccupazioni dei ricercatori spagnoli, affrontare i pochi ma potenti Golia che monopolizzano i mercati nel campo delle biotecnologie? La posta in gioco è alta: lo sviluppo economico di un paese può dipendere dall'esito di questa sfida. «Un esempio di come limitare lo strapotere delle multinazionali viene dall'India», sostiene Capocci. «Oggi il paese asiatico ospita una fiorente industria di farmaci generici che contende alle multinazionali farmaceutiche fette di un mercato in rapida crescita. Le recenti sentenze della Corte di Nuova

Dehli e le decisioni dell'Ufficio brevetti di Calcutta che hanno rifiutato i brevetti a colossi come Novartis e Roche dimostrano che si può investire sul mercato dei farmaci generici indebolendo le restrizioni determinate dai brevetti. Questa potrebbe rivelarsi una strategia di rilancio economico laddove esistono le capacità industriali per produrre farmaci ma non vi sono sufficienti investimenti in ricerca allo scopo di sviluppare medicinali innovativi da brevettare. Una strada già percorsa dall'Italia qualche tempo fa. Fino agli anni Settanta il nostro Paese non riconosceva i brevetti sui farmaci e investiva nella produzione dei generici con buoni risultati per l'intero settore».

Ma l'India ha anche altro da insegnare: come difendersi, per esempio, dalla biopirateria e preservare la biodiversità secondo quanto previsto dalla Convenzione internazionale sulla Biodiversità del 1992. Immaginiamo che la lezione si svolga all'ombra del *neem*, *Azadirachta Indica*, l'"albero gratuito", la "farmacia del villaggio", il generoso dispensatore di medicinali, pesticidi e cosmetici, divenuto simbolo delle battaglie delle popolazioni indigene contro i vari Golia ansiosi di brevettare le tante proprietà della pianta. Per difendersi dai "pirati" le associazioni indiane hanno realizzato una Libreria digitale delle conoscenze tradizionali consultabile on-line.

«Una banca dati digitale dei saperi tradizionali dove si possono trovare migliaia di impieghi agricoli o medicinali di una determinata pianta, insieme ad altre antiche pratiche culturali come lo yoga. Grazie ad accordi con gli uffici brevetti statunitensi e giapponesi questo archivio fa parte del *corpus* di conoscenze a cui devono fare riferimento gli esaminatori per valutare uno dei requisiti necessari per ottenere il brevetto: l'originalità dell'invenzione», conclude Capocci.



Caricamento del nastro di linoleum alla Sommer

Male nostrum

Giuseppe Nucera

Il turismo costituisce un settore dell'economia internazionale e in particolare europea di vasta importanza. Grazie al maggior peso che esso sempre più assume nelle politiche di molti stati, il fenomeno vive su scala globale un'espansione tale da proiettare il comparto turistico come la prima industria del XXI secolo. Ma, come per tutte le industrie, è necessario fare i conti con i connessi impatti ambientali

Il turismo costituisce un settore dell'economia internazionale e, in particolare, europea di vasta importanza che, a differenza di molti altri settori, vive in questo momento una forte espansione.

Nel 2012, per la prima volta nella storia, si è assistito al superamento della soglia del miliardo di spostamenti internazionali su tutto il globo. Questo significativo risultato è stato ottenuto grazie a una crescita costante del numero di viaggiatori transfrontalieri dalla metà del secolo scorso a oggi, trend che si pone in contrasto anche con la crisi economica globale contemporanea. Gli arrivi internazionali sono passati dai circa 100 milioni del 1960 ai 325 del 1980 e ai 564 milioni del 1995. L'esplosione si è avuta nel terzo millennio con il raggiungimento nel 2012 della faticosa quota del miliardo. L'Organizzazione Mondiale del Turismo (UNWTO), prevede che il numero totale di arrivi internazionali possa quasi raddoppiare entro il 2030, toccando la quota di un miliardo e 800 milioni. Si prospetta, dunque, un'espansione tale da far diventare il turismo la prima industria del XXI secolo.

Nel caso dei paesi della regione mediterranea, la voce turismo, che comprende tutti i servizi e gli investimenti collegati, costituisce in media il 10,9% del PIL, rappresentando a tutti gli effetti una voce fondamentale soprattutto per le economie emergenti. Gli investimenti inoltre trovano spinta nell'enorme ampliamento previsto per il comparto nei prossimi decenni. All'interno del quadro contemporaneo offerto dall'UNWTO, l'Europa conferma il suo primato come area geografica con maggiore capacità attrattiva in termini turistici, rappresentando (nonostante un tasso di crescita fermo al 3%)

la destinazione preferita per il 52% degli spostamenti internazionali a livello mondiale; un afflusso in entrata per il vecchio continente pari a una totalità di 534 milioni di arrivi turistici internazionali (18 milioni in più del 2011).

Tra le regioni del mondo con maggior tasso in termini di arrivi turistici internazionali spiccano però l'area dell'Asia e Pacifico, con una crescita del 7% rispetto al 2011, seguita da Africa (+6%) e America (+5%)

MEDITERRANEO, CULLA DI POPOLI... E DI TURISTI!

L'Assemblea Regionale e Locale Euro-Mediterranea, ha accertato che la regione mediterranea nel suo complesso rappresenta il vero cuore pulsante del turismo mondiale, primato indiscusso data la sua capacità di attrarre il 30% dei turisti in arrivo e il 25% del reddito globale generato appunto dal fenomeno turistico mondiale. Possiamo dire che il turismo è dunque una peculiarità mediterranea, più che europea. Infatti, la costa europea del Mediterraneo vanta 3 paesi (Francia, Spagna e Italia) nei primi 5 del *ranking* mondiale in termini di arrivi internazionali (4 su 6 se dal punto di vista politico si considera europea anche la Turchia). Escludendo la Francia, prima classificata, i paesi mediterranei europei sono dietro solo a USA e Cina, una concorrenza "sleale" se si considera la vastità dei loro territori, comunque relativa in base al rapporto tra massa turistica accolta e popolazione autoctona. In questo senso è preoccupante vedere come la somma dell'affluenza turistica internazionale che negli ultimi anni ha caratterizzato Francia, Spagna e Italia (circa 180 milioni di arrivi

annui) sia maggiore della somma delle popolazioni dei tre stati comunitari (170 milioni circa).

Maggiore l'apporto della Francia in tale risultato, visto che da sola presenta quasi 20 milioni di *surplus* nel rapporto tra arrivi internazionali e popolazione interna. La Spagna 10 milioni in più, mentre l'Italia è l'unica in negativo con 14 milioni di turisti internazionali annui in meno rispetto alla propria popolazione. Gli 11 paesi che si affacciano invece sulla costa non europea del Mediterraneo, quindi dalla Turchia al Marocco, se non sono ancora protagonisti in assoluto per quanto riguarda i numeri degli arrivi turistici internazionali, lo sono in termini di incremento esponenziale dello stesso mercato. In generale, in soli 20 anni – dal 1990 a oggi – hanno visto quasi quintuplicarsi il numero di arrivi internazionali. La primavera araba e l'instabilità politica che caratterizza da più tempo il Medio Oriente

La regione del Mediterraneo accoglie il 30% dei turisti e riceve il 25% del reddito globale prodotto dal turismo mondiale

hanno scalfito solo in parte un successo costruito da tutta la zona (anche se con forti differenze al proprio interno) negli ultimi due decenni: dai poco più di 17 milioni nel 1990 si passa prima ai 78,178 milioni nel 2010, per poi riscendere ai 71,359 milioni del 2011, risalendo infine nel 2012 con 76,576 milioni di arrivi). Il sud del Mediterraneo vede dunque una crescita complessiva del 449% tra il 1990 e il 2012, un dato che a livello mondiale si ferma invece a un +247% lungo lo stesso arco temporale.

Il Mediterraneo ha vissuto un incremento degli arrivi internazionali sulla sua costa meridionale in percentuale quasi due volte più grande rispetto al tasso di crescita del mercato turistico mondiale, portando la regione compresa tra Turchia e Marocco a rappresentare oggi il 7,4% del mercato globale. Si può notare, dall'analisi di Robert Lanquar, come la straordinaria crescita di questo territorio sia stata trainata in primo luogo da due successi, quello dell'Egitto e quello della Turchia cresciuti in termini di arrivi turistici internazionali tra il 1990 e il 2010 rispettivamente di 424% e di 480%. Si rafforza anche per l'area del Mar Mediterraneo un'evoluzione che sta caratterizzando lo

scenario mondiale per quel che riguarda il fenomeno turismo: in questo processo le economie avanzate, seppur in crescita anche loro, perdono pian piano fette di mercato a vantaggio delle economie emergenti, le quali presentano tassi di incremento impensabili per chi ha già un sistema turistico sviluppato, se non oramai al limite. La UNWTO prevede che, a livello globale, entro due o tre anni i paesi dalle economie emergenti diverranno le destinazioni più diffuse, guadagnando il primato assoluto rispetto alle economie più avanzate. Nel caso del Mediterraneo, la costa occidentale europea, che all'inizio del millennio accoglieva il 30% degli arrivi turistici internazionali, ora rappresenta in tal senso "solo" il 18% del mercato globale.

La UNWTO, inoltre, ci offre un dato molto interessante: a livello globale aumentano sempre più i turisti internazionali che preferiscono destinazioni turistiche all'interno della loro stessa regione di origine. Parallelamente, in futuro si dovrà prestare maggiore attenzione all'evoluzione all'interno dei paesi emergenti delle domanda da parte del turismo domestico, considerato finora debole e soprattutto economicamente poco incisivo.

LA SETE DEL TURISMO

Una delle risorse maggiormente sfruttate dal turismo è quella idrica. Grazie alla migrazione turistica si assiste non solo allo spostamento di viaggiatori ma, con essi, al trasferimento di bisogni e domande soprattutto in termini di consumo di acqua. Nei ter-



L'Agenzia europea per l'ambiente ha affermato che il turismo rappresenta il 7% di tutto l'inquinamento

ritori di destinazione, ai bisogni idrici delle popolazioni autoctone si aggiungono quindi quelli dei turisti. La situazione diventa problematica nel momento in cui l'afflusso turistico comporta il raddoppiarsi della propria popolazione. Uno studio della *Plan*

Bleu ha constatato che per i 27 comuni della Costa Brava, in Spagna, in alta stagione si può assistere un aumento della popolazione locale di quasi dieci volte: da 150 mila abitanti d'inverno la popolazione arriva a 1,1 milione di persone nei giorni centrali di agosto.

Inoltre, il consumo di acqua di un turista è decisamente più alto rispetto a quello dell'individuo autoctono. In generale, un turista consuma 3 o 4 volte più acqua di un residente locale. Ad Alanya (Turchia) nel 2009 il consumo d'acqua legato al turismo rappresentava il 52% del consumo totale. Il Programma Ambiente delle Nazioni Unite (Unep) ha calcolato che il consumo medio giornaliero di acqua per un turista va dai 300 ai 500 litri. Ovviamente in questo dato sono incluse attività come cucinare, il riempimento di piscine, l'irrigazione di giardini.

Per capire i termini del consumo basta pensare che, in media, un campo da golf ha bisogno tra 10.000 e 15.000 m³ di acqua per ettaro all'anno (stesse necessità di acqua delle risaie). La superficie di un campo da golf, generalmente, si estende dai 50 ai 150 ettari: questo comporta un consumo annuale di circa 1 milione di metri cubici per un campo da golf medio, l'equivalente del consumo di acqua di una città di 12.000 abitanti. Quando si rendono conto che le risorse idriche sono scarse per fronteggiare tali richieste, raramente le amministrazioni cercano di limitare l'afflusso turistico o di ridefinire il sistema di accoglienza; più frequentemente, invece, tendono ad aumentare lo sforzo dei propri impianti o a trovare soluzioni alternative, purtroppo il più delle volte velleitarie.

Una delle soluzioni trovate recentemente per rifornire di acqua potabile i turisti consiste nell'utilizzare gli impianti di desalinizzazione. Se tale scelta, da un lato, ha compor-



In Italia, l'80% delle acque reflue delle 120 città costiere principali viene scaricato nel Mediterraneo

tato un minore impatto rispetto alla possibilità di trasportare l'acqua mediante cisterne o condutture, dall'altro ha traslato il problema del largo consumo dall'elemento acqua a quello dell'energia. Si è calcolato che nell'intera regione mediterranea la desalinizzazione di 30 milioni di m³ al

giorno equivale alla produzione di 5.000 MW, pari alla capacità di 8-10 centrali a gas a ciclo combinato o di 4-5 centrali nucleari. I consumi di elettricità sono inoltre problematici già di per sé, dal momento che nei picchi stagionali a volte raddoppiano o triplicano per molte zone turistiche. A Torremolinos (Spagna), il turismo rappresenta il 40% del consumo di elettricità, consumo che negli ultimi vent'anni è aumentato del 169%. Ad Alanya (Turchia), il consumo di elettricità è aumentato del 208% tra il 2000 e il 2008 e il turismo ne è responsabile per il 21%. Molti paesi del Mediterraneo vivono inoltre una situazione drammatica non solo per ciò che concerne l'approvvigionamento delle risorse primarie, ma anche per la gestione in fase di smaltimento delle stesse.

Sulla costa di Tetuan (Marocco), le acque reflue prodotte dal turismo spesso vengono scaricate direttamente in mare senza essere trattate e gli impianti esistenti per il trattamento delle acque risultano ampiamente sovraccarichi. In Turchia circa il 90% degli impianti e l'80% delle strutture turistiche non dispongono di un trattamento delle acque. Il 20% delle acque reflue del paese viene trattato e solo il 6% di tutti i rifiuti solidi prodotti in un anno viene eliminato. In Italia, l'80% delle acque reflue delle 120 città costiere principali viene scaricato nel Mediterraneo senza essere minimamente trattato. Nel 2000, l'Agenzia europea per l'Ambiente ha affermato che il turismo rappresentava il 7% di tutto l'inquinamento presente nel Mare Mediterraneo, una bacino estremamente sovraccaricato, visto che, pur costituendo lo 0,7% della superficie marina globale, riceve il 17% dell'inquinamento totale da idrocarburi.

TURISMO E RISCHIO AMBIENTALE

Nel 2007 il tasso di sfruttamento delle risorse naturali della regione mediterranea è stato 2,6 volte più veloce del tasso di recupero delle risorse stesse (rispetto alla media mondiale, dove il tasso di sfruttamento è stato di 1,5 più veloce). Diventa allora di primaria importanza la gestione delle risorse naturali (acqua e suolo in primis) non solo per considerazioni di natu-

ra ambientale, ma anche di natura economica. Infatti, le stesse rappresentano gli input del fenomeno turistico, ossia i fattori di attrazione su cui il turismo cresce. Tenuto conto dei numeri considerevoli del turismo nel Mediterraneo, questo aspetto controverso porta a ritenere il fenomeno turistico non esattamente un'industria leggera, come generalmente lo si è considerato. Il turismo, soprattutto quello dei grandi numeri e fortemente concentrato in territori limitati, come nel caso del Mediterraneo, comporta uno sfruttamento costante e a pieno sforzo delle risorse ambientali, mettendo a rischio, in alcuni casi compromettendo radicalmente, la qualità dell'ambiente o l'estetica del paesaggio. Particolarità queste che caratterizzerebbero proprio l'industria pesante. Secondo l'Agenzia europea dell'ambiente, solo il 10% degli ecosistemi marini europei risulta adeguatamente protetto, mentre il 50% di essi è minacciato o notevolmente danneggiato, e non si conosce la situazione del restante 40%. Nelle zone costiere, il 70% degli habitat marini è stato distrutto oppure parzialmente danneggiato, mentre solo l'8% resta in buone condizioni. È interessante in questo senso vedere come il fenomeno del turismo moderno sia oggetto di una ridefinizione in parallelo ad altri ambiti della nostra società. Il modello di turismo classico, oggi ridefinito attraverso l'uso di aggettivi quali responsabile, etico o sostenibile, è oggetto di una critica che, secondo il famoso antropologo Marco Aime, «ricalca nei contenuti – e soprattutto nel linguaggio – quella a un certo sviluppo economico; e gli aggettivi utilizzati per riqualificare il turismo sono gli stessi che accompagnano la parola sviluppo».

Se quella del turismo fino a qualche tempo fa era considerata un'attività tipicamente postmoderna, nell'accezione di postmaterialista, lo scrittore Marco D'Eramo sottolinea con chiarezza l'esatto contrario: «Il turismo costituisce una delle importanti obiezioni alla vulgata postmoderna: se da un lato è infatti un settore economico tipicamente postmoderno, teso a soddisfare bisogni superflui, dall'altro non è immateriale per niente». Anzi, a differenza di altri settori economici, il degrado ambientale che il turismo può

causare ha un impatto negativo sul suo stesso sviluppo. Quasi tre quarti delle dune sabbiose esistenti tra Spagna e Sicilia sono scomparse a causa dell'urbanizzazione legata allo sviluppo turistico.

È facilmente comprensibile come la perdita di bellezza del proprio paesaggio si possa tramutare con facilità in perdita di indotto economico: i luoghi ormai contaminati vengono abbandonati a vantaggio di altre mete turistiche dal paesaggio ancora intatto. Preservare dunque le risorse e la qualità ambientale non è un'azione dal beneficio esclusivamente ambientale ma anche dal punto di vista socioeconomico. Le previsioni sul futuro del turismo, con la certezza di un significativo incremento del fenomeno su scala globale, ma in primis nel Mediterraneo, ci costringono a soffermarci ad analizzare quanto siano insufficienti le strategie finora utilizzate. Se l'obiettivo, certamente la necessità, è quello di ridurre il degrado ambientale causato dal turismo, è fondamentale che si sviluppino anche nuove forme alternative. Bisogna affiancare al modello attualmente predominante, quello del "turismo delle tre S (*Sea, Sand and Sun*), altre strategie di sviluppo non più basate principalmente sul "recreational land use", ossia un uso ricreativo del territorio che per la soddisfazione dei bisogni del turista sfrutta esclusivamente le materie prime quali aria, acqua, vegetazione e clima favorevole.

Bibliografia

- Agenzia europea dell'ambiente, *10 messaggi per il 2010 – Gli ecosistemi marini*, 2010;
- Agenzia europea dell'ambiente, *Segnali ambientali*, 2001;
- Andriola e Manente, *Turismo durevole e sviluppo sostenibile: il quadro di riferimento italiano*, ENEA serie ambiente;
- ARLEM, *Relazione sul turismo sostenibile nel Mediterraneo*, 2012;
- Aime Marco, *L'incontro mancato. Turisti, nativi, immagini*, Bollati Boringhieri, Torino, 2005;
- D'Eramo M., *Troppe impronte sulla neve*, in «il manifesto», 23 dicembre 1999
- Canestrini Duccio, *Andare a quel paese. Vademecum del turista responsabile*, Feltrinelli, Milano, 2003;
- Lanquar Robert, *Il turismo negli 11 paesi del Mediterraneo*, relazioni della rete CASE, n. 98/2011, CASE – Centro di ricerche economiche e sociali, Varsavia, 2011.
- Lanquar Robert, *Tourism in the Mediterranean: scenarios up to 2030*, MEDPRO report n.1/July 2011 (update May 2013)
- Legambiente, *Mare Monstrum*, 2013;
- Lucia De Stefano, *Freshwater and tourism in the Mediterranean*, WWF, 2004;
- UNWTO, *Tourism Towards 2030/ Global Overview*, 2011;
- UNWTO, *Tourism Highlights 2013 edition*, 2013;
- Plan Bleu, *Mediterranean Vision on water, population and the environment for the XXIst century*, December 1999.

L'evoluzione dell'antidarwinismo

Michele Bellone

A centocinquant'anni dalla sua formulazione, la teoria darwiniana si è evoluta e continua a evolversi per poter spiegare le nuove evidenze portate alla luce dai ricercatori. Allo stesso modo, anche l'antidarwinismo si è evoluto: dal creazionismo puro è passato al creazionismo scientifico e da lì alla teoria dell'Intelligent Design, fino alla tappa più recente: un approccio che sostiene di prendere le distanze sia dal creazionismo sia dall'Intelligent Design per evitare il più possibile qualsiasi riferimento troppo esplicito a ipotesi più o meno creazioniste, in modo da poter rendere più credibile la propria aura di scientificità

In America c'è addirittura un parco a tema creazionista, con tanto di Arca di Noè e Torre di Babele. In Italia non siamo a questi livelli e non abbiamo una percentuale altrettanto preoccupante – cioè pari a circa il 50% – di persone che non “credono” nell'evoluzionismo, ma qualche problema l'abbiamo avuto anche noi, che si trattasse del tentativo del ministro Moratti di far sparire la teoria darwiniana dai libri di testo o del congresso antievoluzionista organizzato dal vicepresidente del CNR, De Mattei. Le dispute fra scienza e religione sullo scivoloso tema dell'evoluzione – termine peraltro poco amato dallo stesso Darwin poiché troppo legato a un'idea di progresso molto vittoriana, diretta dal semplice al complesso, che lui non riteneva credibile – erano vivaci già ai tempi del naturalista inglese. Da un lato c'era chi tuonava contro una visione del mondo che negava la centralità dell'uomo, dall'altro chi esaltava la neonata teoria come il primo tassello di una dimostrazione scientifica dell'ateismo.

Sono passati centocinquant'anni e nel frattempo la teoria dell'evoluzione ha sposato la genetica, dando vita alla Sintesi Moderna, affacciandosi ora a un possibile, ulteriore aggiornamento, la Sintesi Estesa, alla luce delle novità introdotte dall'evo-devo, dalla biologia dei sistemi, dall'epigenetica.

Ironia della sorte, col passare del tempo anche l'antidarwinismo si è evoluto: dal creazionismo puro è passato al creazionismo scientifico e da lì alla teoria del Disegno Intelligente, in un succedersi di tentativi sempre più mirati ad ammantare di scientificità l'idea che in natura esista un disegno superiore. Lo scopo di questi tentativi è molto semplice: far sì

che, nelle ore di scienze, all'insegnamento della teoria di Darwin venga affiancata la spiegazione di una teoria presentata come alternativa, che lasci spazio al concetto di finalità e, quindi, all'esistenza di Dio. La scientificità è dunque solo una strategia, un trucco per introdursi nei programmi scolastici scientifici e conquistarsi una buona posizione nella battaglia culturale per l'educazione. Non a caso, uno dei paladini emergenti dell'antidarwinismo nostrano è un insegnante di scienze naturali, Enzo Pennetta, fondatore di un blog dall'ambizioso titolo di Critica Scientifica.

Il metodo adottato è sempre lo stesso: denunciare presunti errori scientifici che renderebbero non valida la teoria. L'aspetto interessante dell'ultima evoluzione dell'antidarwinismo è che sostiene di prendere le distanze sia dal creazionismo sia dal Disegno Intelligente, definito non scientifico tanto quanto la teoria darwiniana. L'idea è quella di evitare il più possibile qualsiasi riferimento troppo esplicito a ipotesi più o meno creazioniste, in modo da poter rendere più credibile la propria aura di scientificità. Gli argomenti usati per attaccare il darwinismo rimangono però gli stessi di sempre: la presunta mancanza di prove, il fatto di essere una teoria filosofica spacciata per scientifica, l'esistenza di meccanismi biologici irriducibilmente complessi, la presunta dimostrazione matematica dell'impossibilità di un'evoluzione guidata solo dal caso e dalla necessità, e via dicendo. Tutte argomentazioni inconsistenti dal punto di vista tanto scientifico quanto epistemologico, che non verranno qui approfondite. Il punto su cui si vuole riflettere è un altro, ma prima di arrivarci sono necessarie ancora alcune informa-

zioni. È bene infatti ricordare un altro elemento centrale della critica al darwinismo: i suoi avversari vedono in esso la bandiera di un'ideologia scienziata e riduzionista, una teoria che si vuol far credere scientifica al solo scopo di dare supporto ad ateismo e materialismo. Per contrastare il darwinismo inteso come ideologia materialista si cerca quindi di demolire il darwinismo come teoria scientifica, come se il secondo stesse in piedi per merito del primo e non delle prove che i ricercatori continuano ad accumulare. Darwinismo diventa così sinonimo di riduzionismo, così come di meccanicismo e di tutta una serie di "ismi" il cui campione è il biologo e divulgatore Richard Dawkins, sostenitore di un'evoluzione basata su geni egoisti che sfruttano gli organismi come "macchine da sopravvivenza" e di un ateismo militante e metodologico che vede le religioni come elaborate superstizioni. Come sottolinea anche il fi-

L'evoluzione dell'antidarwinismo prende le distanze sia dal creazionismo sia dal Disegno Intelligente

losofo della biologia Telmo Pievani, nel libro "La vita inaspettata", «la sua intransigenza nei confronti della religione fa di Dawkins l'avversario perfetto per imbastire, dall'altra parte, un dialogo fra sordi». Ed è proprio su questa immagine del dialogo fra sordi che è opportuno soffermarsi, poiché l'aspetto comunicativo ricopre un ruolo fondamentale in questo dibattito.

Come detto in precedenza, lo scopo dell'antidarwinismo è quello di screditare la visione afinalistica del mondo che il darwinismo porta con sé e di impedirne la diffusione nelle scuole. In quest'ottica, la scientificità non è altro che la maschera migliore da indossare per raggiungere lo scopo. Il messaggio non è quindi diretto agli scienziati, bensì alla gente comune e ai decisori politici, spesso privi degli strumenti necessari per cogliere le debolezze e le inconsistenze scientifiche dell'antidarwinismo. Presentandosi con un'aura di scientificità ed evitando riferimenti religiosi troppo espliciti – in Europa il fondamentalismo religioso non ha lo stesso spazio che ha in America e infatti il Disegno Intelligente non ha avuto molto successo da questo lato dell'Atlantico – gli avversari di Darwin mirano a far passa-

re l'idea che anche la comunità scientifica sia divisa su questo tema.

Una tattica molto diffusa fra tutte le pseudoscienze, che si tratti del vittimismo dei sostenitori dei metodi



Negli ultimi anni il crescere delle informazioni via web ha portato un aumento delle notizie di pseudoscienza

Di Bella e Stamina o dei deliri di chi crede nell'esistenza delle scie chimiche, e che va a braccetto con quella di descrivere la scienza cosiddetta "ufficiale" come un baluardo di interessi economici e politici, arroccata sulle proprie granitiche posizioni e finanziata da grandi e occulte compagnie industriali, molto efficienti nel chiudere la bocca a chi dissente. A dar man forte a questo approccio c'è un certo atteggiamento ambivalente nei confronti della scienza: da un lato se ne teme lo strapotere e la grande influenza sulla società, dall'altro si continuano a considerare medici e scienziati come le categorie più degne di fiducia. Ne consegue che presentarsi – pur non essendolo – come lo scienziato ribelle che lotta contro il pensiero unico dominante e sa conquistare la fiducia della gente, è un'arma narrativa di grande efficacia. Sì, narrativa, perché in fondo si tratta di raccontare la storia più coinvolgente. Dopotutto, è proprio grazie a una narrativa efficace che i metodi Di Bella e Stamina hanno conquistato l'attenzione pubblica e, di conseguenza, trovato supporti politici o giudiziari in grado di dare carburante alle loro iniziative. Non dissimile è la storia di Giampaolo Giuliani, ex tecnico, ora in pensione, presso i Laboratori Nazionali del Gran Sasso, che sostiene di avere un metodo per prevedere i terremoti; anche lui si è guadagnato una certa visibilità grazie alla sua ribellione contro il "sistema". Guarda caso, la protesta del mondo scientifico per la partecipazione di Giuliani a una conferenza che forniva crediti formativi agli studenti è stata citata come esempio di tirannia dello scientismo dominante proprio sul blog dell'antidarwinista Pennetta. Quella dell'insegnante ribelle, che lotta per liberare

le giovani menti degli studenti dall'onnipresente ideologia darwinista, è una figura che non va sottovalutata. Scrollare le spalle dicendo che lui e i suoi sostenitori "sono solo quattro gatti" potrebbe rivelarsi un grave errore di valutazione. Il loro attivismo, la loro vicinanza a certi ambienti – come il sito dell'Unione Cristiani Cattolici Razionali (UCCR), contraltare dell'Unione Atei e Agnostici Razionalisti (UAAR) e che appoggia, fra gli altri, siti anti-omosessuali o che equiparano l'eutanasia al nazismo – e la loro fame di visibilità li rende potenzialmente in grado di conquistarsi un posto sul palcoscenico pubblico, un posto dal quale la loro presunta critica scientifica, per quanto inconsistente, potrebbe fare danni. Sorge quindi spontanea una domanda: che fare? In che modo è possibile contrastare questa forma di pseudoscienza?

Finora l'approccio più adottato è quello suggerito proprio da Richard Dawkins e dal suo "rivale" scientifico Stephen Jay Gould. Nel 2001, i due studiosi scrissero una lettera nella quale sostenevano che gli scienziati non avrebbero dovuto accettare dibattiti pubblici con i neocreationisti, perlomeno in sedi come università e musei scientifici, per non legittimarli e non incoraggiare la loro "strategia del cuneo", cioè il tentativo di screditare la scienza dall'interno. Benché criticato da alcuni autorevoli scienziati, come Niles Eldredge, che di Gould era amico e collega, questo approccio ha tenuto e continua a tenere banco. Se da un lato è vero che accettare un dibattito pubblico con gli antidarwinisti rischia di legittimarli di fronte all'opinione pubblica, facendoli passare per esperti al pari dello scienziato che hanno di fronte, è anche vero che dalla proposta congiunta di Gould e Dawkins sono passati dodici anni, nel corso dei quali il ruolo di internet nel veicolare informazioni di qualsiasi tipo è cresciuto sempre più vertiginosamente.

Molte più informazioni, molto meno controllate e disponibili molto più in fretta. Forse, in un contesto simile, sarebbe il caso di non sottovalutare possibili derive pseudoscientifiche, valutando quindi di volta in volta l'opportunità di intervenire nel dibattito,

avendo però presente un aspetto importante: quando si discute con un antidarwinista, che sia dal vivo o su internet, è bene ricordarsi che lo scopo non è convincere lui – impresa persa in partenza – bensì



Il bravo scienziato deve saper capire il pubblico e adattare il taglio della propria comunicazione

far capire a chiunque segua il confronto che le sue critiche hanno radici ideologiche e non scientifiche. Una simile consapevolezza cambia inevitabilmente l'approccio alla discussione. Un errore nel quale è facile farsi trainare, infatti, è quello di cadere in un vortice di precisazioni che richiamano a loro volta altre precisazioni, inseguendo le tante fallacie che i ragionamenti antidarwinisti contengono. Sebbene i loro argomenti siano sempre gli stessi – su internet si trovano elenchi delle loro tesi, con risposte punto per punto – confutarli richiede un grande sforzo ed è facile che il pubblico di turno non abbia le competenze necessarie per seguire tutti i risvolti della discussione.

Il rischio è che, visto da fuori, il dibattito appaia come il confronto fra due esperti in materia, avvalorando quindi la tesi, sbagliata, secondo la quale la comunità scientifica sarebbe divisa su questo tema. Tesi su cui gli antidarwinisti insistono, citando le controversie interne alla biologia evolutiva – più che normali in qualsiasi disciplina scientifica – come evidenze di una profonda spaccatura. Per esempio, la scoperta di processi nei quali la selezione naturale non è il motore principale dell'evoluzione non significa, come sostengono gli antidarwinisti, che la selezione naturale non spiega l'evoluzione in generale. Dettagli importanti, difficili da cogliere per chi non ha un po' di pratica con l'argomento.

Qualora ci si impegni in un dibattito con degli antidarwinisti, è bene quindi aver presente che tipo di platea stia seguendo tale dibattito: sono loro i veri destinatari del messaggio, non lo pseudoscientziato che si ha di fronte. Ragionare sul pubblico è un eser-

cizio fondamentale per chiunque voglia cimentarsi con la comunicazione pubblica di temi scientifici.

A questo proposito è opportuno sfatare il mito, diffuso fra molti scienziati, secondo il quale fatti ed evidenze comprovate sono la migliore arma per convincere. Un mito, appunto, come dimostrano diversi studi di psicologia cognitiva. Nessun ragionamento è impermeabile alle emozioni, che costituiscono un elemento fondamentale per le nostre decisioni, evolutosi per consentirci una reazione più pronta agli stimoli ambientali. Il punto è che questa reazione la applichiamo non solo ai pericoli fisici ma anche alle informazioni, allontanando quelle che minacciano la nostra visione del mondo e dando maggiore peso a quelle che invece la confermano. Una serie di evidenze, per quanto documentate, rischia dunque di scontrarsi con il muro emotivo derivante dal bagaglio di valori, convinzioni e pregiudizi che ciascuno di noi si porta appresso. E da questo scontro potrebbe non nascere niente di buono. Gli esperti di psicologia cognitiva lo chiamano “*backfire effect*”: il tentativo di scardinare le convinzioni di una persona con argomentazioni ben documentate potrebbe in certi casi spingere questa persona ad aggrapparsi ancora più tenacemente alle proprie idee. Ecco perché si sottolineava l'importanza di conoscere la platea che assiste al dibattito. Intuirne i valori e le opinioni consentirebbe di evitare errori comunicativi, scivoloni e gaffe che potrebbero innescare diverse difese emotive. Se ci si ritrova a discutere con un antidarwinista davanti a un pubblico di cattolici, per quanto essi possano essere aperti, citare Dawkins e le sue dimostrazioni logiche della quasi-inesistenza di Dio non è certo un buon piano. A meno che lo scopo non sia quello di presentarsi come paladini di un darwinismo fiero e materialista, utile per galvanizzare le proprie truppe e predicare ai convertiti ma non certo per promuovere la diffusione della cultura scientifica. L'importante è aver chiaro l'obiettivo.

Capire il pubblico e adattare il taglio della propria comunicazione di conseguenza non è, a differenza di quella adottata dagli antidarwinisti, una forma di manipolazione, bensì un tentativo di veicolare in

maniera più efficace un messaggio tutto sommato semplice: la teoria dell'evoluzione per discendenza con modificazioni, formulata da Darwin, ha ricevuto svariate conferme sperimentali per quanto riguarda la sua struttura di base e si sta tuttora evolvendo per includere le nuove e più recenti osservazioni. Fermo restando che nella scienza non esistono verità assolute, a tutt'oggi questa teoria è in grado di dare la migliore spiegazione possibile dell'evoluzione, un processo la cui esistenza è riconosciuta anche dalla maggior parte degli antidarwinisti. Nulla esclude che questa spiegazione possa venir abbandonata in futuro, ma perché ciò avvenga sono necessarie evidenze scientifiche forti e una spiegazione migliore. Che non sia facile demolire una teoria consolidata è tutto sommato normale. Continueremo a fidarci della scienza se bastassero critiche ambigue e superficiali per smontarne le teorie? In conclusione, nonostante le sue evoluzioni l'antidarwinismo continua a restare una forma di pseudoscienza e come tale va contrastata. Sebbene in Italia questa corrente di pensiero non possa contare sul supporto del fondamentalismo religioso statunitense, è bene non sottovalutarne la pericolosità, specie in un paese come il nostro, che pare predisposto ad acclamare santoni e ribelli ammantati di falsa scientificità.

Il successo delle pseudoscienze deve tenerci in allarme da un lato, ma suggerirci una riflessione dall'altro: il fatto che dottrine e ipotesi che non hanno nulla di scientifico usino un linguaggio e delle strutture narrative che ricalcano quelle scientifiche, vuol dire che il racconto del mondo portato avanti dalla scienza viene percepito come credibile. Il che è incoraggiante, per chi di scienza si occupa.

L'INDUSTRIA CHIMICA ITALIANA TRA PASSATO E FUTURO.

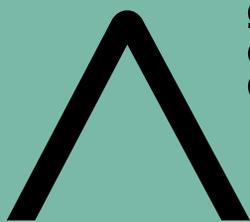
L'EREDITÀ DI GIULIO NATTA
A CINQUANT'ANNI DAL NOBEL



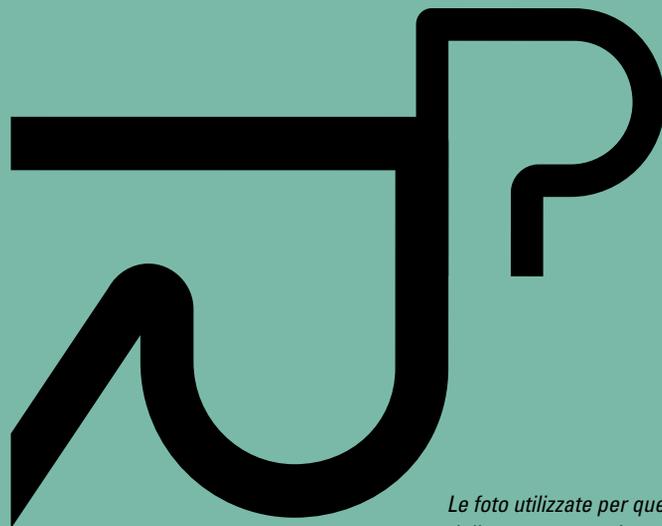
TERNI

14/15
NOVEMBRE
2013

ore 14,00
sala convegni Arpa Umbria
via C. Alberto Dalla Chiesa, 32
(centro direzionale "le terrazze di Terni")



controllo prevenzione protezione dell'ambiente



Hanno collaborato a questo numero:

Michele Bellone
Comunicatore della scienza

Giovanna Dall'Ongaro
Giornalista Scientifica

Romualdo Gianoli
Giornalista Scientifico

Pietro Greco
Giornalista Scientifico

Giuseppe Nucera
Comunicatore della scienza

Stefano Pisani
Giornalista Scientifico

Irene Sartoretti
Architetta

Tina Simoniello
Giornalista Scientifica

Cinzia Tromba
Giornalista Scientifica

*Le foto utilizzate per questo numero provengono dal Catalogo della mostra organizzato dall'ICSIM e dall'Osservatorio per il settore chimico: " **Carburo calcioicanamide ammoniaca sintetica prolopropilene. Un secolo di industria chimica nella valle**", tenutasi nel 2003 a Terni*

