micron

ecologia, scienza, conoscenza

40

/ Gli Italiani e l'informazione scientifica
/ L'era del Plasticene
/ Comunicare il rischio al tempo dei *social*

Arpa - agenzia regionale per la protezione ambientale dell'Umbria / rivista trimestrale / numero 40 - settembre 2018 / spedizione in abbonamento postale 70% / DCB Perugia

controllo
prevenzione
protezione
dell'ambiente
C
città di castello
G
gubbio
G
gualdo tadino
P
perugia
C
castiglione del lago
B
bastia umbra
F
foligno
T
todi
O
orvieto
T
terni

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
Walter Ganapini

Direttore responsabile
Fabio Mariottini

Redazione
Francesco Aiello, Markos Charavgis

Comitato scientifico
Enrico Alleva, Marco Angelini,
Fabrizio Bianchi, Gianluca Bocchi,
Antonio Boggia, Marcello Buiatti,
Mauro Ceruti, Liliana Cori, Franco Cotana,
Maurizio Decastri, Luca Ferrucci,
Gianluigi de Gennaro, Enzo Favoino,
Pietro Greco, Luca Lombroso,
Giovanni Gigliotti, Cristina Montesi,
Enrico Rolle, Claudia Sorlini,
Gianni Tamino, Luciano Valle

Direzione e redazione
Via Pievaiola San Sisto 06132 Perugia
Tel. 075 515961 - Fax 075 51596399
www.rivistamicron.it
twitter: @RivistaMicron

ISSN 2239-9623

Design / impaginazione
Paolo Tramontana

Fotografia
Fotolia

Stampa
Graphicmasters

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

© Arpa Umbria 2018

micron
ecologia, scienza, conoscenza

ANNO XIV . NUMERO 40 / SETTEMBRE 2018

INDICE

La plastica, iconografia del cambiamento 05
Fabio Mariottini

Gli italiani e la qualità dell'informazione scientifica 06
Andrea Rubin

Darwin, razze umane e migrazioni 13
Pietro Greco

Alla scoperta dell'Etna, il vulcano "gentile" 22
Marcello Turconi

Comunicare l'emergenza al tempo dei *social media* 27
Maria Giovanna Pagnotta

La meteorologia fra *fake news* e meteobufale 33
Luca Lombroso

La lezione del Congo 39
Cristina Da Rold

Progetto CISAS: ecosistema e salute umana 44
Fabrizio Bianchi, Liliana Cori, Francesca Gorini

Dopo 50 anni la Medaglia Fields torna in Italia 52
Intervista a Alessio Figalli
Stefano Pisani

Benvenuti nel Plasticene 58
Francesca Buoninconti

Micron letture 64

Fotolia

La plastica, iconografia del cambiamento

Fabio Mariottini

La nascita della plastica è ascrivibile alla seconda metà dell'Ottocento, quando Alexander Parkes brevetta un materiale semisintetico, la Xylonite. Una scoperta che condizionerà in maniera pesante tutto il Novecento. Questo materiale duttile ed economico, insieme ai mutamenti determinati dalla rivoluzione industriale, sarà alla base di un nuovo modo di produrre e di consumare. In Italia poi rappresenterà, anche in termini iconografici, il simbolo del passaggio da paese agricolo a paese industriale. E sarà proprio l'Italia ad avere un ruolo da protagonista in questa vicenda, grazie all'invenzione del polipropilene isotattico di Giulio Natta che, insieme a Karl Ziegler, fu insignito nel 1963 del premio Nobel per la chimica. La plastica, inoltre, impresse una svolta culturale radicale al nostro stile di vita. La civiltà contadina, improntata sul "riutilizzo", lasciò presto il posto alla pratica della "sostituzione" e questo nuovo materiale diventò così la pietra angolare di quella società dei consumi che già verso la fine degli anni '50 verrà ferocemente criticata da alcuni intellettuali d'oltralpe come Henri Lefevre e André Gorz.

Per comprendere meglio l'impatto della plastica sulla società è necessario ragionare non solo di perdita delle tradizioni, inquinamento dell'ambiente, danni per la salute, ma anche degli aspetti positivi, a partire dalla lotta alle malattie infettive per arrivare al miglioramento della qualità della vita quotidiana. Nell'analisi storica di questa scoperta, necessita un cambio di paradigma che consideri la plastica non più come un "contenuto", ma alla stregua di un "contenitore" dentro il quale si mescolano vizi e virtù della nostra società a partire dall'idea sbagliata che il territorio sia una distesa di suolo/piattaforma inerte di cui disporre incondizionatamente con crescenti ricorsi a chimica e meccanica (ad alto costo ambientale ed energetico), fino all'avidità di alcuni imprenditori che preferiscono usare le scorciatoie (più o meno legali) rispetto ai comportamenti consapevoli e responsabili.

I numeri di oggi ci dicono che quello dell'inquinamento da plastica è diventato un problema che perturba gli equilibri del pianeta e che bisogna agire subito. Per capire la portata di questo impatto basti pensare che dal 1950 ad oggi sono state prodotte quasi 10 miliardi di tonnellate di plastica e che, secondo un rapporto comparso nei *Proceedings of the National Academy of Sciences* (PNAS) la produzione mondiale di questo materiale è passata dai 15 milioni di tonnellate del 1964 agli oltre 300 milioni attuali, di cui almeno 8 tonnellate finiscono negli oceani.

La plastica è attualmente sul banco degli imputati non solo per i rifiuti tossici che ne accompagnano la produzione, per la sua persistenza quando abbandonata e per le emissioni inquinanti che originano dalla sua combustione, ma anche per le crescenti conoscenze relative all'inquinamento determinato dai suoi microscopici residui (da 330 micrometri a 5 millimetri) negli oceani e nelle acque interne (fiumi e laghi), con forti impatti sulla ittiofauna e sulle catene trofiche.

La produzione e il consumo di plastica continuano ad aumentare nelle aree del mondo in via di sviluppo, ma molti Paesi si stanno muovendo per realizzare plastiche provenienti da materie prime rinnovabili e biodegradabili con cui progettare e produrre oggetti predisposti per essere riutilizzati. Per non vanificare gli sforzi che si stanno compiendo, si deve lavorare alla riqualificazione di consumi e stili di vita fino all'internalizzazione dei costi ambientali, partita che si può vincere solo se riusciremo veramente a trasformare il nostro modello di sviluppo economico da lineare a circolare, dove al posto del rifiuto ci sono riuso, recupero e riciclo.

Gli italiani e la qualità dell'informazione scientifica

Andrea Rubin

Un'informazione corretta è senza dubbio importante, ma smentire i contenuti inaffidabili non appare una via sufficiente né decisiva. Il principale problema non è la necessità di colmare un gap di competenze scientifiche, ma la necessità di far conoscere il metodo scientifico con i suoi limiti e le sue potenzialità, e ciò vuol dire conoscere i tempi spesso lunghi della ricerca e riconoscere il ruolo sociale degli esperti

Negli ultimi anni abbiamo potuto assistere a un mutamento profondo della comunicazione della scienza, spesso definita «divulgazione». L'attuale situazione dovrebbe indurci a riflettere accuratamente sulle modalità con cui si comunica la scienza anche in virtù della rilevanza pubblica che lo sviluppo tecnoscientifico ha assunto. Basta sfogliare le pagine di un qualsiasi quotidiano, infatti, per imbattersi in articoli che illustrano l'ultima scoperta nel campo della biomedicina o guardare la TV e trovare uno scienziato impegnato a descrivere al pubblico il recente esperimento eseguito per suffragare il modello standard della fisica. Alla stampa e alla televisione vanno poi aggiunte anche conferenze, festival, media digitali, musei e film per avere un quadro completo dei molti modi attraverso cui la scienza viene quotidianamente comunicata.

Da alcuni anni si è però reso necessario valutare la qualità e l'impatto sociale di tutti questi sforzi comunicativi. Recentemente, soprattutto in Italia, il dibattito sul ruolo della comunicazione scientifica si è riacceso a seguito di alcuni casi che hanno animato l'arena pubblica: si pensi, in particolare, alla controversia sulle vaccinazioni. In un contesto sociale ampiamente mediatizzato come quello contemporaneo, la comunicazione della scienza è un ambito ancora troppo spesso percepito in modo ambivalente dai ricercatori e dal pubblico. Infatti, se da un lato scienziati e ricercatori considerano importante comunicare la scienza anche a un pubblico di non esperti, dall'altro il rapporto con i media e con il pubblico è considerato spesso conflittuale e inadeguato. Ai media vengono sovente rivolte principalmente due critiche: fornire scarsa copertura dei temi di scienza e tecnologia e diffondere informazioni imprecise. Verso il pubblico si rivolgono invece accuse di ignoranza o di essere animato da atteggiamenti antiscientisti. Si tratta di pregiudizi che decenni di studi sul rapporto tra scienza e società hanno ampiamente suggerito di rivedere. Annualmente, infatti, vengono monitorati alcuni indicatori sul rapporto tra scienza e società come, per esempio, il livello di alfabetizzazione scientifica dei cittadini, le opinioni su alcuni temi contingenti relativi a scienza e tecnologia o l'esposizione a contenuti tecnoscientifici nei media. Proprio sul tema delle fonti d'informazione con cui gli italiani si informano sui temi di scienza e tecnologia, il centro di ricerca indipendente *Observa – Science in Society,* che rileva da quindici anni la situazione del rapporto tra scienza, tecnologia e società italiana mediante un Osservatorio, ha recentemente effettuato un approfondimento i cui risultati sono confluiti nell'Annuario Scienza Tecnologia Società 2018 (ed. Il Mulino). Nel 2016, l'indagine condotta dall'Osservatorio Scienza Tecnologia e Società di Observa, coordinato da Massimiano Bucchi e Barbara Saracino, ha potuto registrare un aumento dell'interesse per i contenuti scientifico-tecnologici presentati da stampa, TV e web.

L'Osservatorio ha anche verificato quanto i cittadini ritengano credibili alcune delle fonti sopracitate. I risultati sembrano premiare, fra tutte, le conferenze pubbliche dei ricercatori ovvero forme di comunicazione diretta tra scienziati e pubblico che le considera tra le fonti degne di maggior fiducia. Mentre sono soprattutto i blog e i profili *social* degli scienziati a godere di una minor fiducia, tanto

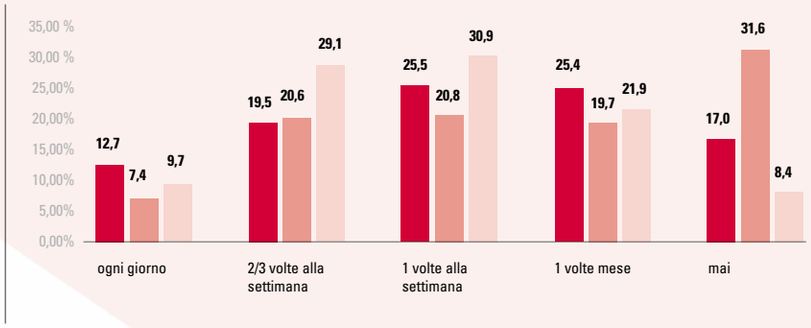


Grafico 1 - Frequenza con cui gli italiani dichiarano di esporsi a contenuti scientifico-tecnologici nei media (%)

leggere articoli che parlano di scienza su giornali quotidiani
consultare siti web/blog su scienza e tecnologia
guardare trasmissioni televisive che parlano di scuienza...

Fonte: Annuario Scienza Tecnologia Società 2018 (ed. Il Mulino)

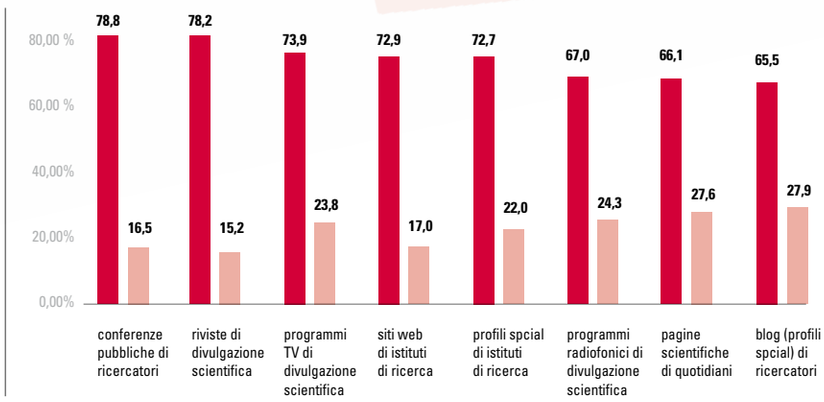


Grafico 2 - La credibilità di alcune fonti di informazione, in relazione a importanti questioni della vita individuale che coinvolgono la scienza (%; 2016)

molto o abbastanza credibile
poco o per nulla credibile

Fonte: Annuario Scienza Tecnologia Società 2018 (ed. Il Mulino)

che più di un cittadino su quattro li considera poco o per nulla credibili. Il web e i *social network* sono stati indicati, nel corso del dibattito pubblico seguito all'emergere della controversia sui vaccini, come principale veicolo di disinformazione. A riguardo, i più recenti dati dell'Osservatorio di Observa confermano un sostanziale scetticismo degli italiani nei confronti delle notizie che circolano sul web: meno del 5% di cittadini cerca informazioni sui vaccini consultando i forum e/o le pagine sui *social*. Si tratta di un dato che ridimensiona notevolmente il peso che spesso viene attribuito a questi strumenti mentre le dinamiche della comunicazione digitale portano a dare maggior visibilità ed eco, anche per la loro intrinseca notiziabilità, a gruppi e posizioni minoritarie. Per citare di nuovo l'esempio dei vaccini: l'80% degli italiani ritiene che i loro benefici siano sempre superiori ai potenziali rischi; per il 50% degli italiani sono soprattutto i medici di base o i pediatri la fonte a cui affidarsi principalmente, seguono gli opuscoli e le campagne istituzionali promosse dalle ASL, dalle Regioni o dal Ministero mentre, al terzo posto, si collocano gli articoli che appaiono su quotidiani e riviste o i programmi radio o TV.

Una delle cause di un così cauto affidamento alle notizie raccolte in rete sul tema dei vaccini può essere suggerito da un altro dato importante che emerge dalle rilevazioni: un quarto degli italiani ritiene poco o per niente affidabili le notizie su scienza e tecnologia, o medicina o salute presenti sul web e/o sui *social*. Se incrociati con i dati sociodemografici, l'identikit dell'utente "web scettico" restituisce l'im-

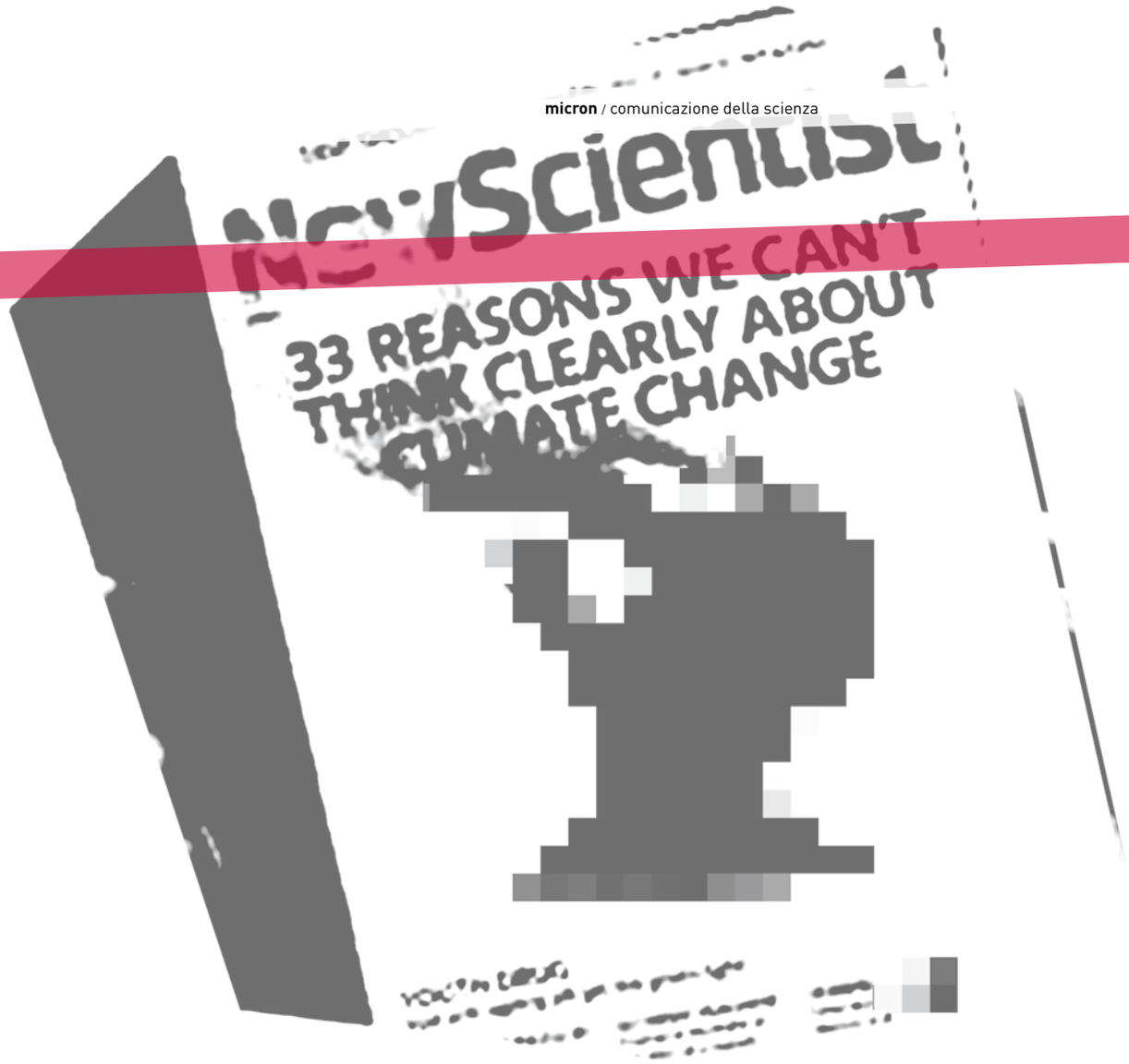
Tabella 1 - Quanto è frequente la diffusione di notizie false sul web e/o sui social *(%; 2017)*

Fonte: Annuario Scienza Tecnologia Società 2018 (ed. Il Mulino)

	molto	abbastanza	poco	per niente	non so
in generale	40,0	35,3	6,2	2,2	16,3
su argomenti relativi a scienza e teecnologia	18,3	37,0	24,2	2,2	18,3
su argomenti relativi a medicina e salute	23,4	39,9	16,7	2,3	17,7

magine di una persona laureata e con un alto livello di alfabetizzazione scientifica. La scarsa fiducia riposta sulle notizie che circolano sul web e sui *social network* è frutto soprattutto della convinzione che le cosiddette *fake news* in questi media siano frequenti: il 75% degli italiani ritiene che la diffusione di notizie false sul web e/o sui *social* in generale sia molto o abbastanza frequente e che anche le notizie di scienza, tecnologia o medicina e salute non siano esenti da questi meccanismi. Più della metà degli italiani ritiene che, su questi argomenti, circolino notizie poco credibili. Cosa rende dunque una notizia attendibile e credibile? Gli italiani dichiarano di affidarsi soprattutto alla fonte da cui proviene la notizia. Più del 40% dei cittadini, infatti, risponde in questo modo. È di poco inferiore al 20%, invece, la percentuale di coloro che consultano altre fonti. La responsabilità di far circolare notizie false su argomenti scientifici, medicina o salute, viene attribuita soprattutto ai giornalisti. La pensa così il 31% degli italiani, anche se gli stessi cittadini ammettono di avere una responsabilità nella diffusione di *fake news*: il 25% pensa infatti siano gli utenti dei *social* con il meccanismo della condivisione a diffonderle, mentre il 19,1% dei cittadini italiani pensa che la diffusione di disinformazione sia da attribuire agli algoritmi che gestiscono il flusso di contenuti nei *social*.

Tra coloro che si espongono più frequentemente a contenuti relativi a scienza e tecnologia sul web e sui *social* possiamo, inoltre, individuare due tipi di utenti: a) coloro che consultano almeno una volta al mese siti web o blog e qualche volta condivide sui *social* le notizie che legge e cerca soluzioni in internet per curarsi (15%); b) gli italiani che compiono tutte e tre le azioni frequentemente (10%). La frequenza con cui il secondo tipo di utenti si espone a contenuti tecnoscientifici si riflette sulla percezione della qualità e all'affidabilità delle notizie dei *social media*:



gli italiani che abitualmente si espongono a contenuti scientifici, condividono sui *social* le notizie lette e cercano informazioni in rete per curarsi sono più cauti rispetto ai contenuti che circolano in Internet. Tra questo tipo di utenti, l'affidabilità della notizia viene valutata maggiormente sulla base della sua diffusione e della fiducia che si ha nella persona che per prima l'ha condivisa. Tra coloro che utilizzano frequentemente la rete come strumento d'informazione sui temi tecnoscientifici si rileva la percentuale più alta di chi ritiene che siano molto diffuse le bufale e le *fake news* sul web e che la colpa sia principalmente dei giornalisti.

A conferma invece della fiducia riposta su medici e ricercatori, si riscontra che meno di un cittadino su dieci li ritiene responsabili della diffusione di notizie false. Gli esperti non sono però esenti da critiche. Tra i cittadini non mancano alcune preoccupazioni rispetto a un tema, quello della cosiddetta *research integrity*, che sta assumendo proporzioni allarmanti tanto da mettere in guardia ormai da un po' di tempo le principali istituzioni scientifiche e politiche europee e internazionali: sono numerosi, e in aumento, i casi di ritrattazione – a seguito dell'accertamento di manipolazione di dati – di studi pubblicati anche su prestigiose riviste. L'opinione pubblica non pare essere indifferente a questo tema: quasi quattro intervistati su dieci pensano che tra gli scienziati siano molto diffusi conflitti di interesse, e altri quattro cittadini su dieci ritengono che tali conflitti siano abbastanza diffusi; mentre uno su quattro considera molto diffusi comportamenti di plagio e quasi due su dieci attri-

Il 75% degli italiani dichiara di guardare programmi televisivi di scienza e tecnologia almeno una volta al mese

buiscono agli scienziati diffuse pratiche di falsificazione dei dati. L'integrità della ricerca scientifica e le cattive condotte (*misconduct*) di alcuni ricercatori sono dunque dei temi che nell'era dei media digitali hanno un notevole impatto sulla qualità dei contenuti scientifici per il grande pubblico e quindi anche sulla credibilità delle informazioni scientifiche che vengono veicolate dai media.
In un recente articolo pubblicato sulla rivista *il Mulino*, Massimiano Bucchi e Giuseppe Veltri ricordano che le recenti iniziative per contrastare la diffusione e il proliferare di notizie false rischia di condurci fuori strada. L'invenzione di notizie o la diffusione di notizie deformate non è una novità recente. E non è certamente da attribuire unicamente a Internet. Di certo, la portata del fenomeno è mutata in virtù dell'ordine di grandezza con cui ciò avviene o può avvenire. Per quanto riguarda i temi di scienza e tecnologia e/o medicina e salute una cosa deve necessariamente essere considerata: parte del pubblico rimane impermeabile a dati, risultati e posizioni che provengono dal mondo degli esperti. Non si tratta di una carenza di informazioni come hanno potuto dimostrare oltre trent'anni di studi nell'ambito del cosiddetto *Public Understanding of Science*, ovvero una diffusa (ancora oggi) concezione della comunicazione della scienza. *Public Understanding of Science* fu il titolo di un rapporto commissionato nel 1985 dalla Royal Society, a un gruppo di studiosi guidati dal genetista Sir Walter Fred Bodmer. Il rapporto denunciava l'ignoranza che i cittadini avevano rispetto ai temi scientifici. Tuttavia, l'implicita idea di fondo che prevedeva «più comunicazione = più

Due terzi degli europei ritengono che scienza e tecnologia rendano la nostra vita "più facile, sana e confortevole"

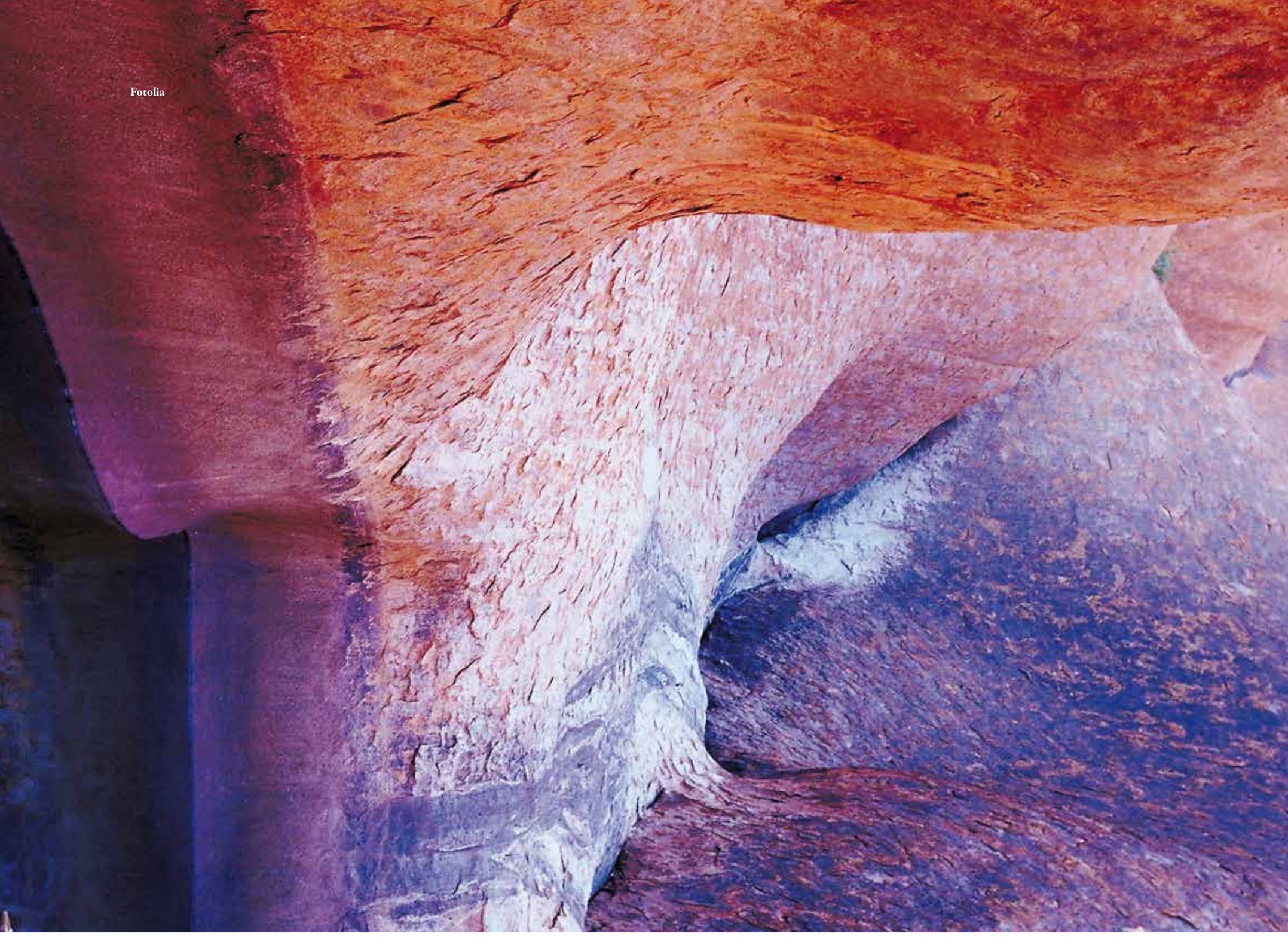
comprensione = più sostegno sociale alla scienza» appare oggi quanto mai infondata. Esso appariva come la pretesa di convertire l'uomo della strada in esperto scientifico. A questa «visione dominante» della comunicazione pubblica della scienza sono riconducibili almeno due elementi: l'idea che la complessità dei contenuti scientifici necessiti di una mediazione per il grande pubblico e l'idea che il pubblico vada alfabetizzato alla scienza. Gli studi sulla co-

pertura mediatica dei temi scientifici e tecnologici si sono concentrati, almeno inizialmente, sul pubblico destinatario di tale comunicazione e hanno potuto rilevare che più informazione scientifica non equivale necessariamente a una maggior accettazione acritica di alcuni elementi controversi. Anzi. In alcuni casi, è stato dimostrato il contrario: i più scettici sull'adozione di alcune decisioni legate ai prodotti e ai risultati della tecnoscienza sono proprio i più informati sui contenuti. Ciò pone anche una serie di dubbi sull'efficacia delle numerose iniziative di *debunking* che recentemente sono proliferate poiché le questioni tecnoscientifiche, una volta entrate nell'arena pubblica, sono sì connesse ai risultati di scienza e tecnologia, ma vi entrano anche aspetti politici, sociali e culturali.

Gli Ogm ne sono stati (e sono) un valido esempio: lo scetticismo rispetto al loro impiego come alimenti esula dalle loro caratteristiche tecniche e ha maggiormente a che fare con ciò che gli alimenti Ogm rappresentano da un punto di vista industriale, economico e politico. In altre parole, la valutazione finale su un tema tecnoscientifico da parte dell'opinione pubblica è effettuata soprattutto in relazione alla sfera valoriale. Cercare di istruire il pubblico, attraverso la trasmissione di contenuti – così come vorrebbe il *Public Understanding of Science* – non funziona perché si dimentica che al processo comunicativo segue, da parte dei pubblici, una rielaborazione dei contenuti entro un quadro articolato di valori, preferenze, percezioni, rappresentazioni di sé e dei temi in oggetto. Alcune tendenze che si registrano, per esempio, nel campo della salute (i vaccini, ma anche la diffusione di terapie cosiddette alternative, apertura verso biotestamento e fecondazione assistita) si possono spiegare proprio con la propensione, sempre più diffusa, a considerare la salute e il benessere come una prerogativa fortemente individualizzata che perciò presuppone un'ampia libertà di scelta e, talvolta, il rifiuto della figura dell'esperto. Il caso degli Ogm, appena ricordato, ci permette anche di chiamare in causa un altro aspetto: il ruolo della fiducia nelle istituzioni coinvolte in decisioni sulla tecnoscienza. La perdita di fiducia può facilmente derivare da episodi e scandali pregressi che il pubblico percepisce come rilevanti. Ritornando in conclusione ai dati, possiamo notare che non ci troviamo di fronte a un'ondata di aperta opposizione alla scienza. Diversi studi hanno infatti confermato che la scienza e la tecnologia godono ancora ampiamente di fiducia e prestigio tra i cittadini: due terzi degli europei ritengono che "scienza e tecnologia rendano la nostra vita più facile, sana e confortevole" e tre quarti ritengono che da scienza e tecnologia vengano rilevanti opportunità per le nuove generazioni. In Italia, dal 2011 a oggi, il riconoscimento dei benefici della scienza non ha mai coinvolto meno del 73% dell'opinione pubblica, giungendo a superare l'80% nella rilevazione 2017.

I dati raccolti e presentati nell'*Annuario Scienza Tecnologia Società 2018*, curato da Giuseppe Pellegrini, permettono di comprendere meglio come un'informazione corretta sia senza dubbio importante, ma smentire i contenuti inaffidabili non appare una via sufficiente né decisiva. Il principale problema non è la necessità di colmare un gap di competenze scientifiche ma la necessità di far conoscere il metodo scientifico con i suoi limiti e le sue potenzialità, e ciò vuol dire conoscere i tempi spesso lunghi della ricerca e riconoscere il ruolo sociale degli esperti. Alcune vicende di attualità ci ricordano che il rapporto tra scienza e società non è fatto solo di comunicazione di contenuti, ma di creazione e di consolidamento di un rapporto di fiducia tra cittadini ed esperti che oggi attraversa una fase estremamente critica. In società pluraliste come quelle contemporanee non è possibile trascurare le differenti valutazioni avanzate dai diversi gruppi sociali che inevitabilmente le caratterizzano.

Se, infine, come ricordato dalla frase divenuta virale "la scienza non è democratica: non si vota certo per alzata di mano sulle leggi della gravitazione", non possiamo però dimenticare che la discussione sul ruolo della scienza nella società, ossia sulle priorità, le implicazioni, le decisioni che si possono prendere sulla base di risultati o pareri di esperti, quella sì dovrebbe essere senza dubbio democratica.



Fotolia

Darwin, razze umane e migrazioni

Pietro Greco

Oggi sappiamo che la genetica fornisce la piena conferma dell'ipotesi di Charles Darwin: le razze umane non esistono. Il naturalista, attraverso i suoi studi, ha falsificato l'idea di razza umana e destituito di ogni fondamento scientifico il razzismo. In questa sua dimensione "politica", la vicenda di Darwin mostra molte analogie con quella di altri grandi scienziati, come Galileo e Einstein. Come loro, Darwin ha un progetto politico forte. E "progressista". Nel suo caso, un mondo senza schiavitù e senza razzismo

Il 12 febbraio 1809 è una data davvero importante nella storia dell'uomo e dei diritti civili. Perché, per una strana coincidenza, nascono due campioni, affatto diversi, della lotta alla schiavitù: Abraham Lincoln e Charles Darwin.
La vicenda antischiavista di Lincoln è ben conosciuta. E culmina nella guerra civile combattuta sul suolo americano tra il 1861 e il 1865. Il presidente coraggioso pagò con la vita la sua avversione alla schiavitù. Colpito a morte la sera precedente con un colpo di pistola da John Wilkes Booth al Ford's Theatre, morì il 15 aprile 1865 presso la Petersen House, al numero 516 della Decima Strada a Washington. L'antischiavismo di Charles Darwin è forse meno conosciuto. Anche se ha avuto effetti che, sul piano culturale, non sono stati certo meno importanti di quelli di Lincoln. Gli storici Adrian Desmond e James Moore, nella loro prima biografia dedicata a Darwin, hanno raccontato la vita del grande naturalista e hanno spiegato "come" il padre della teoria dell'evoluzione biologica per selezione naturale del più adatto ha generato la sua creatura. Uscita in italiano nel 1992 per la Bollati Boringhieri con il titolo *Darwin*, la loro è una delle più documentate biografie dell'evoluzionista nato a Shrewsbury, della contea di Shropshire, al confine tra Inghilterra e Galles. E tuttavia, per quanto importante, quel libro non proponeva una lettura "con occhiali nuovi" della vita di Charles Darwin. Nella loro seconda biografia, *La sacra causa di Darwin*, pubblicata in italiano con l'editore Raffaello Cortina nel 2012, Desmond e Moore spiegano perché il naturalista di Shrewsbury si è messo alla ricerca di una teoria dell'evoluzione biologica. Ed è il "perché" che, più della medesima data di nascita, accomuna Darwin a Lincoln: l'antischiavismo. «Questa è la storia, mai raccontata, di come l'orrore di Darwin per la schiavitù abbia condotto alla nostra attuale comprensione dell'evoluzione», scrivono Desmond e Moore nell'introduzione a *La sacra causa di Darwin*. La "causa prima" che ha spinto il naturalista inglese a elaborare la sua teoria e a pubblicare nel 1859 il capolavoro che divide le epoche, *Sull'origine delle specie*, è dunque la medesima che ha portato Lincoln due anni dopo, nel 1861, a non tirarsi indietro di fronte all'apertura di una guerra civile: la "lotta alla schiavitù". Una «causa» non strettamente scientifica, dunque, ma piuttosto un valore: culturale, morale, politico. Un valore che oggi definiremmo "progressista" e "universalista". È un valore morale, dunque, l'orrore per la schiavitù, che ha portato Charles Darwin non solo a elaborare e poi a difendere la sua teoria dell'evoluzione biologica, ma anche a spiegare perché le "razze umane" non esistono e, dunque, non esiste alcuna base scientifica per il razzismo (che invece, purtroppo) esiste. È su questo secondo aspetto degli effetti dell'"orrore per la schiavitù" di Darwin che ci fermeremo, anche perché lo ha portato, quasi per naturale conseguenza, ad affrontare il tema delle migrazioni nella storia della vita sul pianeta Terra.
Quella data, 12 febbraio 1809, in cui sono venuti al mondo due campioni della lotta alla schiavitù, Abraham Lincoln e Charles Darwin, è una coincidenza. Che tuttavia spiega bene come l'avversione per la schiavitù tra la fine del XVIII e l'inizio del XIX secolo fosse un sentimento tutto sommato abbastanza diffuso. Più in Inghilterra che in Nord America.
Ebbene, Charles Darwin nasce in una

famiglia di antischiavisti militanti. Sia il nonno paterno, Erasmus Darwin, medico di gran fama e poeta, sia il nonno materno, Josiah Wedgwood, esponente della nuova ed emergente classe degli industriali manifatturieri, erano

Darwin ha sempre ritenuto un crimine di civiltà la pratica dello schiavismo e una conquista morale la sua abolizione

antischiavisti. Antischiavisti militanti, appunto. E anche piuttosto coraggiosi, visto che la loro azione politica era contestata, spesso con violenza, dai reazionari del tempo. Non fosse altro perché l'uno e l'altro erano persone molto in vista e influenti. E non solo nello Shropshire. In realtà, i nonni di Charles avevano una connotazione culturale molto precisa. In Inghilterra il sentimento antischiavista a cavallo tra XVIII e XIX secolo aveva, infatti, due anime. Una di matrice religiosa e tendenzialmente conservatrice, come quella di William Wilberforce. L'altra laica e progressista: è a questa che aderiscono sia Erasmus Darwin che Josiah Wedgwood. Quando Charles nasce, le due correnti di pensiero sono alleate. Eppure sono destinate a divergere e, nell'arco di due generazioni, a contrastarsi. Anche e soprattutto a causa del nipote di Erasmus e Josiah. E il motivo risiede nel ruolo che ciascuna delle due scuole assegna all'uomo nella natura. La corrente religiosa dell'antischiavismo cui appartiene Wilberforce considera l'uomo distinto dalla natura, assiso da Dio su un piano incommensurabilmente superiore a ogni altro essere vivente. Il ruolo dell'uomo nella natura è quello di sovrano. La corrente laica del movimento antischiavista ha un'idea affatto diversa: considera l'uomo parte della natura.

L'antischiavismo, nel primo caso, quello di Wilberforce, nasce dal fatto che ogni uomo – senza distinzione alcuna e con pari dignità – si trova su un trono da cui domina il resto della natura. Nel secondo caso nasce dal fatto che ogni uomo – senza distinzione alcuna e con pari dignità – si trova in una rete di relazioni col resto della natura. Quanto agli schiavisti, che tra la fine del XVIII e l'inizio del XIX secolo ancora ci sono in Inghilterra e non certo in scarso numero, giustificano se stessi sostenendo la diversità e la superiorità della razza bianca rispetto a quella nera e a

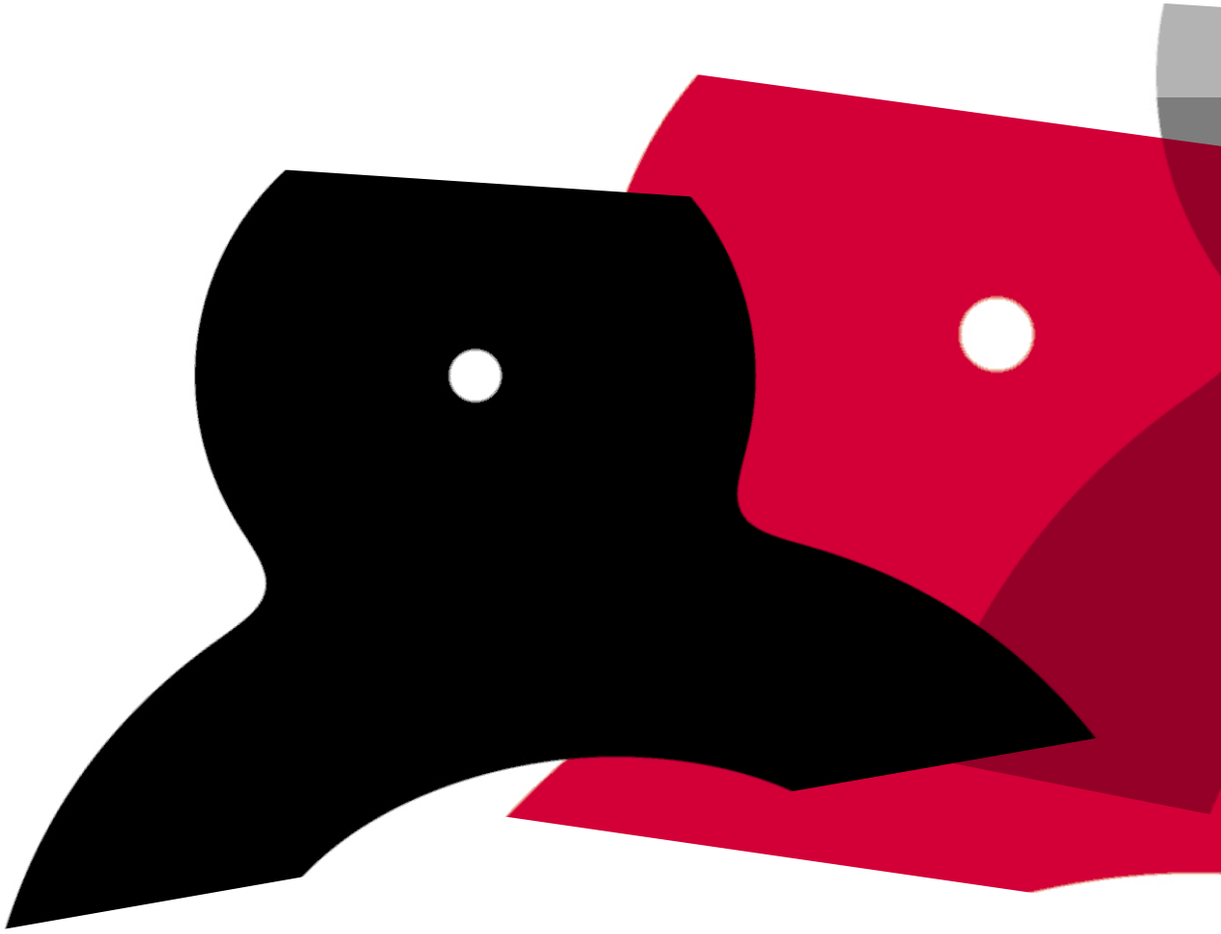
ogni altra razza. È invece con un'intima convinzione antischiavista che, il 27 dicembre 1831, il giovane Darwin intraprende quel celebre viaggio sul *Beagle*, nel corso del quale non solo ha modo di vedere coi propri occhi e di toccare con mano l'orrore della schiavitù, ma anche di raccogliere le prove della rete di relazioni che lega l'uomo alla natura. Prove che sono sotto gli occhi di molti, se non di tutti.

Charles Darwin ha tre incontri significativi con la schiavitù. Il primo, durante i suoi studi a Edimburgo, quando apprende come impagliare gli uccelli da un uomo di colore, John Edmonston, che era stato uno schiavo. Di lui scrive: «Usavo spesso sedermi accanto a lui, perché era un uomo gentile e intelligente». Il secondo durante il suo viaggio sul *Beagle*. Così ricorda la visita a Rio de Janeiro: «Mi sono opposto a un'anziana signora che storceva la dita di una sua schiava fino a rompergliele». Il terzo nel 1958 durante una passeggiata a Moor Park, nella contea dello Hertfordshire, quando osserva un raro caso di schiavitù in natura: una *Formica sanguinea* che trascina tra le sue mandibole una *Formica fusca* che non divora, ma la rende sua schiava. Un'osservazione che colpisce Darwin. Nell'ottavo capitolo de *L'origine delle specie*, dedicato all'istinto, il naturalista nota come lo schiavismo sia presente in più specie di formiche con modalità diverse l'una dall'altra: nell'Europa continentale *Formica (Polyergus) rufescens* non è capace di costruirsi il proprio nido, non decide le proprie migrazioni, non raccoglie il cibo per sé o per le proprie larve e non è nemmeno in grado di nutrirsi da sola. Usa formiche schiave. In Inghilterra invece, la specie schiavista *Formica sanguinea* cattura molti meno schiavi e i padroni decidono quando e dove trasferire il nido, nelle migrazioni sono loro a trasportare gli schiavi e, in generale, dipendono molto meno dalla specie sottomessa. Una possibile spiegazione del fenomeno, sostiene Darwin, è che molte formiche non schiaviste catturano e portano nel proprio nido le pupe di altre specie, immagazzinandole come cibo. Ma in passato può essere successo che alcune si fossero schiuse nel nido delle rapitrici e avessero iniziato, seguendo il loro istinto, a fare i classici lavori da operaie, ossia lo scopo per cui erano istintivamente programmate. Dato che questo comportamento si è rivelato utile alla specie che le aveva catturate, è possibile che l'abitudine di raccogliere pupe e lasciarle

Le relazioni tra gli esseri viventi e la logica dell'evoluzione dimostrano la discendenza comune

schiudere sia stata selezionata ed abbia avuto successo dal punto di vista evolutivo, tramutandosi così in vero e proprio schiavismo col passare delle generazioni. Prove che Darwin legge con gli specialissimi occhiali dell'antischiavismo laico, che gli consentono di "vedere" le trame dell'evoluzione biologica per selezione naturale che si fondano sulle relazioni di tutti con tutti tra i viventi. Corollario di questa rete di relazioni che si estende nello spazio ma si snoda anche nel tempo profondo, è l'origine comune di tutte le specie.

Certo, quando pubblica l'*Origine delle specie*, nel 1859, Charles Darwin non fa esplicita menzione dell'origine che accomuna l'uomo a tutte le altre specie viventi. Le conclusioni le trarrà pubblicamente solo undici anni dopo, quando pubblicherà il libro *L'origine dell'uomo e la selezione sessuale*. Tuttavia le conseguenze sono chiare a tutti. Compreso il vescovo Samuel Wilberforce, figlio di quel William che è stato campione dell'antischiavismo, che sbotterà, rivolto a Thomas Huxley, il "mastino di Darwin": «Lei, di grazia, discende dalle scimmie per parte di madre o di padre?». Sia Samuel Wilberforce sia Charles Darwin sono e continuano a essere antischiavisti militanti, come i loro genitori e nonni. Ma la visione dell'uomo che porta ciascuno di loro a "provare orrore per la schiavitù" è ormai irrimediabilmente diversa. Ed è proprio questa diversità che impone una nuova e più avanzata "militanza". In nome di Dio, Wilberforce nega l'evoluzione biologica. E nega la discendenza da un antenato comune di tutte le specie, uomo compreso. Anche con una certa aggressività. In nome della scienza, che impo-



ne spiegazioni naturalistiche senza dover ricorrere a Dio, Darwin si difende e, in seguito agli attacchi di Samuel Wilberforce, è costretto a scendere in campo per spiegarla l'origine naturale e non soprannaturale, come vorrebbe il religioso, dell'uomo. Ed è a questo punto, nel 1870, che affronta il tema delle razze umane. Il suo pensiero si snoda legando quattro argomenti:

1. Le relazioni tra tutti gli esseri viventi e la logica dell'evoluzione dimostrano la discendenza comune di tutti gli esseri viventi. Anche gli uomini sono nati da un comune antenato. Così scrive nella parte prima, capitolo terzo del nuovo libro: «... l'uomo presenta nella sua struttura fisica chiare tracce della sua discendenza da qualche forma inferiore». Certo, ci sono le capacità mentali: però «dobbiamo anche ammettere che vi è una differenza molto maggiore di capacità mentale tra uno dei pesci inferiori, come una lampreda o un anfiosso e una delle scimmie superiori, che tra questa e un uomo; tuttavia tale differenza è colmata da numerose gradazioni». Si interessa anche delle emozioni e della loro espressione. Sostenendo che esistono emozioni innate, molte sono universali, comuni all'uomo e ad altri animali, determinate dall'evoluzione biologica.

2. Darwin ha verificato di persona, in Brasile per esempio, la completa interfertilità tra indios, negri ed europei che dà luogo a individui "meticci" altrettanto fertili.

3. «L'uomo – scrive, ancora – è stato studiato più estesamente di qualsiasi altro animale, eppure vi è la più grande diversità possibile di opinioni tra gli studiosi eminenti circa il fatto che l'uomo possa essere classificato come una singola specie o razza, oppure come due (Virey), tre (Jacquinot), quattro (Kant), cinque (Blumenbach), sei (Buffon), sette

(Hunter), otto (Agassiz), undici (Pickering), quindici (Bory St. Vincent), sedici (Desmoulins), ventidue (Morton), sessanta (Crawford), o sessantatre, secondo Burke». Nessuno studioso è in accordo con nessun altro. Nessuno riesce a dare una definizione precisa di razza.

4. Ma l'argomento di gran lunga più importante «contro l'idea che le razze umane siano specie distinte» sono le gradazioni naturali di ogni fattore preso in considerazione, compreso il colore della pelle, anche in assenza di incroci.

Oggi sappiamo che la genetica fornisce la piena conferma dell'ipotesi di Charles Darwin: le razze umane non esistono. Affermazione, quella di Darwin, che suscita forti obiezioni anche in illustri studiosi, come Louis Agassiz. L'obiezione principale chiama in causa le migrazioni: se l'umanità è una sola e non ci sono razze e nasce da un progenitore comune, come si è diffusa sulla Terra assumendo fenotipi diversi? Agassiz non le prende in considerazione le migrazioni e per spiegare la presenza di uomini su tutto il pianeta, propone una teoria poligenica. Gli uomini nei varie continenti sono nati in maniera indipendente. Una posizione che costringe Darwin a intervenire di nuovo. Come scrivono Adrian Desmond e James Moore: «La responsabilità ultima di aver spinto Darwin a pronunciarsi sulla questione delle razze umane ricade su un uomo solo: Louis Agassiz, il futuro decano della comunità scientifica americana, professore a Harvard».

Nel XIX secolo molti uomini di scienza si posero il problema di dimostrare che tutti gli uomini che popolano il pianeta hanno una comune origine. E, anche solo per questo, hanno eguali diritti. Ne era convinto il naturalista e antropologo James Cowles Prichard, morto nell'anno dei grandi moti che scos-

sero l'Europa, il 1848, secondo cui l'uomo era nato in Africa e si era poi diffuso attraverso successive migrazioni, per l'intero pianeta. E aveva scritto un libro, *Eastern Origin of the Celtic Nations*, con cui corroborava l'idea delle migrazioni e della comune origine dell'uomo, sostenendo che la lingua celtica (e quindi la nazione celtica) derivava da lingue orientali e che le migrazioni umane avevano poi dato origine al cespuglio delle lingue indo-europee.
Contro questa idee scese in campo Louis Agassiz, un naturalista svizzero emigrato negli Stati Uniti d'America. Le migrazioni, sosteneva, degli uomini così come degli animali e delle piante sono un fatto "innaturale" (curioso da parte di uno che era, appunto, emigrato dall'Europa in America). E che se troviamo uomini, animali e piante simili nei diversi continenti è a causa della poligenia. Il pensiero di Agassiz è, in estrema sintesi, questo: le piante della Tasmania e della Terra del Fuoco (così simili tra loro) così come gli uomini che abitano l'isola a sud dell'Australe e le terre più meridionali d'America sono nati in maniera indipendente le une e gli uni dalle altre e dagli altri, in virtù di un comune progetto divino. D'altra parte, come avrebbero potuto migrare le piante dal Sud America all'Oceania, coprendo migliaia di chilometri di mare aperto? È appena passata la metà del secolo e Agassiz sta riscuotendo un successo crescente negli Stati Uniti, divisi dalla questione degli schiavi. Charles Darwin, antischiavista non meno dei nonni,

La storia dell'evoluzione dimostra che la diversità della vita sulla terra è dovuta a speciazione e migrazione

se ne duole non poco. Intanto perché è convinto della comune origine dell'umanità. E poi perché pensa che il migrante Agassiz stia facendo un grande favore ai conservatori che vogliono mantenere la schiavitù. Cosi decide di occuparsi della distribuzione delle piante nel mondo e a organizzare esperimenti sulla sopravvivenza dei semi in acqua salata. Darwin è uno scienziato. Uno dei più grandi di ogni

tempo. E si rende conto che tanto quella della comune origine quanto quella del ruolo delle migrazioni nella biodiversità del mondo debbano essere provate per via empirica. E inizia così una serie di esperimenti cui nessuno aveva pensato prima. Con gli esperimenti dimostra, per esempio, che i semi delle piante terrestri, contrariamente a quanto ritenevano un po' tutti i naturalisti, possono sopravvivere a lungo nell'acqua salata. E che possono essere trasportati dalla correnti marine anche a molte migliaia di chilometri di distanza. Già immagina le opposizioni e le risatine di scherno, così scrive: «Giacché a molti tali esperimenti potrebbero naturalmente sembrare puerili, posso forse premettere che hanno un'attinenza diretta con un problema molto interessante ... se lo stesso essere sia stato creato in uno o più luoghi sulla faccia del nostro pianeta».

Gli esperimenti dimostrano che le piante, dunque, possono migrare anche a lunghe distanze. E così gli animali. Uomo compreso. Certo, poi piante, animali e uomini si adattano ai nuovi ambienti e si diversificano. Ma tutti hanno una comune origine. Poco più tardi Charles Darwin si spinge più in là e afferma che tutti – piante e animali, uomo compreso – hanno un antenato comune vissuto nella notte dei tempi. Da questo quadro emerge che le migrazioni – che Darwin e i naturalisti dell'Ottocento chiamano diffusione – sono alla base sia della presenza della vita su tutto il pianeta sia della diversità della vita per adattamento all'ambiente. La diversità della vita sulla Terra è dovuta alla speciazione e alla migrazione. Ma le prove empiriche raccolte da Darwin a favore della diffusione e dell'origine comune delle specie corroborano anche la sua idea sulle razze umane. Con la sua tesi sulla poligenia, invece, Agassiz aveva dedotto che le razze umane esistono – ne aveva individuato nove – e che tutte hanno avuto un'origine indipendente. Con la sua ipotesi, corroborata da dati empirici, che l'umanità ha un'origine comune, Charles Darwin la spazza via quell'ipotesi poligenica. E con due ragionamenti molto semplici che proviamo a riassumere: non è possibile separare in maniera netta le diverse, presunte razze umane descritte da Agassiz

e da altri; tra tutti coloro che sostengono l'esistenza di razze umane non ce ne sono due che concordino su quali siano. Non potrebbe essere diversamente, per il semplice motivo che non ci sono tratti in grado di discriminare in maniera univoca e precisa tra la diversità umana. La teoria della selezione sessuale oltre che l'adattamento spiegano le diversità dell'umanità migrante. Ecco, dunque, che lo studio sul ruolo decisivo delle migrazioni nell'evoluzione della vita porta Darwin a concludere che non esistono razze umane (e che non c'è alcuna giustificazione possibile della schiavitù). Certo, Darwin non si soffermerà mai in maniera diretta sulle migrazioni umane. Tuttavia fa una previsione, legata alla sua concezione dell'evoluzione biologica e, anche, sociale. Molti europei, in questa parte finale del XIX secolo, stanno emigrando in America. Sono tutti per lo più giovani e forti. Vedrete, nel futuro prossimo venturo gli Stati Uniti diventeranno la nazione più forte e ricca del mondo. Anche su questo la storia gli ha dato ragione.

Fotolia

Alla scoperta dell'Etna, il vulcano "gentile"

Marcello Turconi

Per i siciliani è semplicemente "a Muntagna" ma con i suoi 3300 metri sul livello del mare l'Etna è il vulcano emerso più alto d'Europa e anche tra i più attivi. Per capire come funziona l'attività di vigilanza sull'Etna abbiamo incontrato Salvatore Giammanco, primo ricercatore presso INGV Osservatorio Etneo

Dai suoi oltre tremila metri d'altezza l'Etna osserva, apparentemente placido, i visitatori che si avventurano nel suo areale, costituito da più di 1.500 km^2. Come un Titano della mitologia greca il vulcano domina il Golfo di Catania e, proprio come le divinità adorate dalle popolazioni che quasi duemila anni fa vivevano alle sue pendici, non esita ad avvalersi dell'aiuto degli elementi della natura per tenere alla larga i più curiosi: la tempesta che spazza il cielo sopra l'Etna e che impone alla spedizione una precoce quanto prolungata pausa presso il rifugio Sapienza, è degna dell'ira del drago Tifone, che secondo il mito abita il vulcano, causandone sbuffi, fumate ed eruzioni. Il vulcano è forse l'emblema, a livello di immaginario collettivo, della potenza imprevedibile e incontrollabile della natura. Ciononostante, la necessità di poter in qualche modo anticipare le mosse dell'Etna, unita all'insaziabile curiosità e sete di conoscenza che caratterizza il genere umano, ha fatto sì che ai piedi dell'Etna si sviluppasse uno dei centri di ricerca vulcanologica più all'avanguardia a livello italiano ed europeo.
È qui, infatti, che l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) Osservatorio Etneo/Sezione di Catania porta avanti da decenni un lavoro costante di ricerca e monitoraggio, che abbraccia le più disparate branche della vulcanologia moderna; dallo studio della composizione chimica dei gas fumarolici, all'analisi dei gas craterici, fino alla descrizione delle acque di falda (sia in area vulcanica sia in aree geotermiche, geotermali e sismogenetiche): un'analisi, strutturata e ripetuta a livello quasi quotidiano, di tutti i fenomeni nascosti sotto nelle profondità del vulcano, importanti indizi sullo stato di attività del gigante etneo. Per supportare questa intricata rete di filoni d'indagine, la stessa vulcanologia si è quindi dovuta evolvere nel corso degli ultimi anni, mutuando conoscenze e metodologie da altri campi di ricerca, e attualmente si affida a discipline diverse: molto utilizzate sono, ad esempio, le tecniche di modellistica computerizzata, fondamentali per calcolare le mappe di rischio e per sviluppare modelli probabilistici tanto sofisticati quanto verosimili; cruciale è anche la sinergia tra geologi ed esperti di ingegneria meccanica ed elettronica, che rende possibile l'utilizzo di droni e di satelliti in grado di fornire immagini con un livello di risoluzione impensabile fino a pochi anni fa. Non a caso (anche se il dato sembra a prima vista paradossale) all'Osservatorio Etneo, che conta più di cento dipendenti, i geologi sono in netta minoranza: «la maggioranza dei ricercatori sono fisici, chimici, biologi, ingegneri informatici, meccanici ed elettronici – spiega Salvatore Giammanco, primo ricercatore presso l'INGV, specializzato in geochimica dei fluidi che vanno a comporre uno spettro di competenze altissimo».
Un approccio multidisciplinare che, ovviamente, è specchio delle molteplici attività quotidianamente portate avanti dai ricercatori e dalle ricercatrici dell'Osservatorio: non solo il monitoraggio dell'Etna e degli altri vulcani siciliani attivi (tra cui Stromboli, Vulcano, Pantelleria, Panarea e Lipari), ma anche studi di magnetometria e di sismologia. Su quest'ultima specializzazione la ricerca è intensiva, e diversificata: si studia non soltanto l'attività sismica in senso stretto – quindi i terremoti – bensì anche il tremore vulcanico e i segnali infrasonici, ovvero segnali

sonori di bassissima frequenza che si generano quando le onde prodotte dall'esplosione di gas all'interno di un condotto vulcanico si propagano non nella roccia, bensì nell'aria, cioè nell'atmosfera.
Vengono studiate le emissioni di gas (che, generate dal magma, risalgono fino in superficie attraverso delle fratture delle rocce) e le variazioni delle proprietà chimico-fisiche delle acque di falda in risposta all'attività del vulcano; tutto infatti, nel complesso sistema che costituisce il sottosuolo dell'Etna, è in qualche modo collegato: un aumento del rilascio di gas è ad esempio associato a una maggiore acidità delle acque di falda, che vanno quindi a corrodere con maggiore veemenza le rocce vulcaniche. O ancora, i rapporti tra le varie specie chimiche presenti nei gas sono indicatori potentissimi di variazioni di pressione e temperatura in profondità: dall'analisi dei gas emessi in superficie è quindi possibile capire, ad esempio, la profondità a cui si trova il magma che ha generato quello specifico gas. «È come se fossimo dei medici – spiega Giammanco – che devono trattare un paziente analizzandone soltanto i sintomi, senza poter fare esami diagnostici interni, o almeno potendone fare solo alcuni». Perché alcuni *raggi X* del vulcano, in realtà, vengono effettuati sfruttando una sorta di attività sismica "mimata" che, come un radar, permette di guardare dentro al vulcano, ricavandone un'immagine a tre dimensioni: sono le cosiddette tomografie sismiche a pila, per le quali vengono posizionate in alcuni punti strategici delle piccole cariche esplosive; parallelamente, tutto intorno al vulcano sono posti dei sensori: la propagazione delle onde sismiche

Lo studio delle cronache geosismiche del passato ci insegna che la conformazione dell'Etna è cambiata e continuerà a cambiare

generate dalle esplosioni delle cariche diventa così uno strumento di analisi utile per studiare la struttura del vulcano, e in particolare permette ai gruppi di ricerca dell'INGV di individuare gli accumuli di magma presenti.
D'altro canto, il monitoraggio del gigante siciliano non è certo da considerarsi una prerogativa dell'epoca moderna: è infatti possibile ricostruire la storia dell'attività dell'Etna attraverso quasi duemila anni di testimonianze lasciate dagli

abitanti dell'antica Catania e delle zone limitrofe, che nei loro scritti hanno riportato frequenza ed entità delle eruzioni più spettacolari, o preoccupanti. Come molti altri tipi di testimonianze scritte, tuttavia, anche i resoconti dell'attività vulcanica subiscono l'azione di Chronos, Dio del Tempo: abbiamo così delle lacune, dei periodi per i quali non sono riportate eruzioni, colate o altri eventi geosismici legati all'attività dell'Etna. Anche in questo caso, tuttavia, il lavoro dell'INGV fornisce un aiuto fondamentale, attraverso gli studi di archeosismologia che porta avanti da alcuni anni: «attraverso l'analisi dei resti di strutture greche o romane – spiega a tal proposito Giammanco – cerchiamo di capire se c'è stato un terremoto non citato dalle cronache dell'epoca, o descritto in cronache andate poi perdute: si scavano vere e proprie trincee per capire come si sono attivate le faglie nei secoli e millenni passati, datando così i vari eventi geologici. In questo modo si sono riusciti ad identificare, e quindi catalogare, terremoti sconosciuti in quanto di interesse locale e con effetti e danni contenuti».
Dal sedicesimo secolo in poi le testimonianze fortunatamente si fanno più precise e affidabili: è così possibile identificare (anche se raramente i vulcani si ripetono uguali a se stessi) dei cicli di attività minore o maggiore dell'Etna. Giammanco sottolinea infatti che «dal 1500 è possibile osservare due cicli con attività maggiore: il primo è durato dal 1550 fino al 1669, e si è concluso con un'ultima grande eruzione, con calate laviche che sono giunte a lambire la città di Catania, circondandola ed entrando in mare; ad essi sono seguiti quasi tre secoli con un tasso di eruzione lavica notevolmente più basso; il secondo ciclo è tuttora in corso, e possiamo identificare come suo anno d'inizio il 1971». Negli ultimi 47 anni è stato infatti possibile osservare un aumento della frequenza di eruzione e una maggiore quantità di lava emessa, anche se il ciclo in corso è diverso da quello del '600: innanzitutto per la tipologia di lava eruttata, ma anche per tipo di eruzioni (molte più eruzioni di tipo esplosivo, o fontane di lava, o parossismi dai crateri sommitali; meno, invece, dai crateri di fianco).

Più della metà delle 300 stazioni per il monitoraggio dei vulcani attivi e delle aree sismiche siciliane è installata sull'Etna

La raccolta e lo studio delle cronache geosismiche del passato ci insegnano che la conformazione stessa dell'Etna è cambiata – e, presumibilmente, continuerà a cambiare – nel corso dei secoli: «Si pensi che fino al 1911 c'era un unico cratere centrale. Da quell'anno a oggi – e in particolare dal 1968 al 1971 – abbiamo assistito alla formazione di altre tre crateri sommitali, di cui il più giovane (il cratere di sud-est) risulta ad oggi il più attivo: conta infatti più di 500 fontane di lava, e una quantità enorme di gas rilasciato». Anche il condotto centrale è più aperto, oggi, rispetto al passato, e questo cambiamento si riflette sulla tipologia di eruzioni osservabili: se in passato il magma che si accumulava doveva raggiungere grosse pressioni per giungere in superficie (e si ottenevano così eruzioni laterali con grande rilascio di lava), ora abbiamo molte più eruzioni sommitali ed eruzioni a fontana, con cenere vulcanica (che in passato non c'era, o almeno non in tale quantità).
La comprensione di tali fenomeni e l'interpretazione di queste evoluzioni non è però immediata: non basta certo, in questo contesto, la prima eruzione di un nuovo ciclo per delinearne le caratteristiche. Bisogna analizzare periodi di tempo piuttosto lunghi, innanzitutto filtrando i dati registrati attraverso alcune ciclicità stagionali (ad esempio la *baseline* relativa all'emissione di gas da sottosuolo è più alta d'estate e diminuisce durante l'inverno). Una volta identificati tali cambiamenti si va poi a circoscrivere, partendo da un areale molto grande, un sito specifico; infine, si studia l'impatto della sua struttura e delle varie ciclicità sui fenomeni in esso presenti, di cui solo a questo punto si possono identificare eventuali anomalie: «per capire la conformazione dell'Etna dal punto di vista geochimico ci sono voluti 25-30 anni di ricerche intensive» spiega Giammanco. Nel frattempo, però, l'opinione pubblica – costituita da persone che vivono giorno dopo giorno le *bizze* dell'Etna – anela

a delle spiegazioni, a delle rassicurazioni fondate su rigorosi dati scientifici (e lo fa a ragion veduta: gli sbuffi e i rombi provenienti dal vulcano che accompagnano la spedizione nella risalita al cratere centrale, attraverso la Valle del Bove, metterebbero alla prova la sicumera di molti, se non tutti). Fortunatamente, anche in questo senso lo sviluppo di nuove tecnologie ha portato a un miglioramento del tipo di informazioni che l'INGV riesce a veicolare, quasi quotidianamente, al pubblico: «possiamo raggiungere praticamente chiunque, ad esempio grazie a un'app gratuita attraverso la quale consultare e scaricare, sul proprio smartphone e in tempo quasi reale, le immagini provenienti dalle webcam presenti nei siti di monitoraggio posti sull'Etna. O ancora, attraverso il sito internet dell'Osservatorio è possibile monitorare *real time* i segnali sismici e di tremore vulcanico».
Di contro, il fiorire di *fake news* e le dichiarazioni occasionali da parte di pseudo-vulcanologi (a cui la comunicazione digitale, immediata, gratuita e incontrollata, ha dato voce e spazio) creano un clima di ansia generalizzata e immotivata: qualunque cosa faccia il vulcano – anche uno sbuffo di cenere – anche se non ha impatto sulla vita delle persone, ha un forte impatto mediatico. Per porre rimedio a questo allarmismo diffuso e immotivato, l'INGV è presente sui media e sui *social* (Instagram e Facebook in primis) per fornire un canale di informazione corretta e verificata, che renda conto dell'enorme mole di "lavoro nascosto" effettuato all'Osservatorio Etneo: «Presso il nostro centro si effettua un lavoro quotidiano e costante di elaborazione dei dati, ma anche, banalmente, di manutenzione delle strumentazioni e dei sistemi informatici». L'ininterrotta opera di monitoraggio è così importante che le sale operative sono due, dislocate a una distanza notevole una dall'altra: tutto è replicato, in modo che eventuali danni alla prima non rappresentino un problema. «Uno dei nostri obiettivi principali è che la gente si fidi di noi, di chi lavora e mette la propria esperienza nello studio dei vulcani: persone che vivono in questi luoghi, insieme alle proprie famiglie e affetti. Se diciamo "non c'è alcun pericolo nonostante si sia verificata una piccola scossa" è perché è davvero così».
Questo cauto ottimismo, riscontrabile anche tra le popolazioni del catanese, deriva non solo dalla fiducia nei confronti di dati e previsioni fornite dall'INGV e dalla stretta collaborazione tra l'ente di ricerca e la Protezione Civile,

ma anche dalla natura stessa dell'Etna, un vulcano attivo ai cui piedi si può tuttavia tranquillamente vivere. *U'Mungibeddu*, la "montagna delle montagne" (come viene chiamato qui, con un termine dialettale che ripercorre secoli di storia: deriva infatti dalle parole *mons* e *ghebel*, che significano entrambe montagna, rispettivamente in latino e in arabo) è quanto di più lontano si possa immaginare, in termini geologici, dall'altro grande vulcano attivo italiano: il Vesuvio. Il gigante partenopeo è infatti – a causa delle caratteristiche chimico-fisiche del magma che lo alimenta – molto più esplosivo, e genera così eruzioni molto più impattanti sul territorio circostante: le sue esplosioni sono caratterizzate da valanghe ardenti conosciute come colate piroclastiche, formate da nubi che sono una sospensione di particelle liquide di lava, gas nocivi e blocchi rocciosi. «Le colate piroclastiche – spiega Giammanco – si muovono sui fianchi del vulcano a velocità superiori ai 100 chilometri/ora: secondo le ultime proiezioni, sono in grado di raggiungere il mare – e quindi le zone più popolate che circondano il Vesuvio e i Campi Flegrei – in pochi minuti». Di contro, le colate laviche dell'Etna si muovono con una velocità di qualche metro all'ora, e solo in pochissimi casi esse hanno un effetto pratico sulla vita delle persone. Paradossalmente, quello che più spaventa gli esperti in queste aree non è infatti il rischio vulcanico, quanto piuttosto quello sismico: la Sicilia è infatti particolarmente esposta a questo rischio in quanto si trova in una zona di margine tra la zolla africana e quella euroasiatica, e anche perché sotto di essa sono presenti grandi faglie tettoniche litosferiche, molto profonde. «Queste faglie possono dare origine a terremoti con magnitudo molto alta, difficilmente osservabili in altre parti d'Italia: pensiamo ad esempio al terremoto del Belìce, che nel gennaio del 1968 devastò le province di Trapani, Agrigento e Palermo». Prevedere con esattezza l'insorgenza di tali fenomeni non è purtroppo ancora possibile, ma anche in questo settore l'impegno dell'INGV è costante, e prevede lo studio dei cosiddetti precursori sismici, anomalie di alcuni parametri geofisici, osservabili prima di alcuni terremoti, che possono fungere da campanello d'allarme. Il tutto con il beneplacito dell'Etna, colosso apparentemente eterno che, con uno sbuffo di fumo, sembra salutarci al termine di questa esplorazione tra i segreti della vulcanologia.

Comunicare l'emergenza al tempo dei *social media*

Maria Giovanna Pagnotta

Terremoti, alluvioni, epidemie, inquinamento, biotecnologie. La comunicazione del rischio è oggi uno strumento essenziale per promuovere la salute e la tutela dell'ambiente. In questo contesto le piattaforme digitali assumono un ruolo di rilievo nelle situazioni di emergenza, quando la disponibilità di informazioni diventa una necessità vitale e le persone si rivolgono ai *social media* per cercare notizie

Secondo la raccolta dei dati del report mondiale *Digital In 2017*, relativi all'utilizzo di internet, dei *social media* e mobile, oltre il 46% della popolazione mondiale, equivalente a tre miliardi e mezzo di persone, è connesso a internet. Sono 2,5 miliardi le persone che usano *social network* e 3,8 miliardi quelle che utilizzano i dispositivi mobili, fenomeni in crescita di circa il 10% rispetto all'anno 2016. Questo trend è la chiara conseguenza di come la rivoluzione tecnologica abbia aperto le porte a una vera e propria rivoluzione culturale e conseguentemente psicologica e comunicativa. Una trasformazione epocale, che non ha avuto eguali dai tempi della nascita della scrittura.

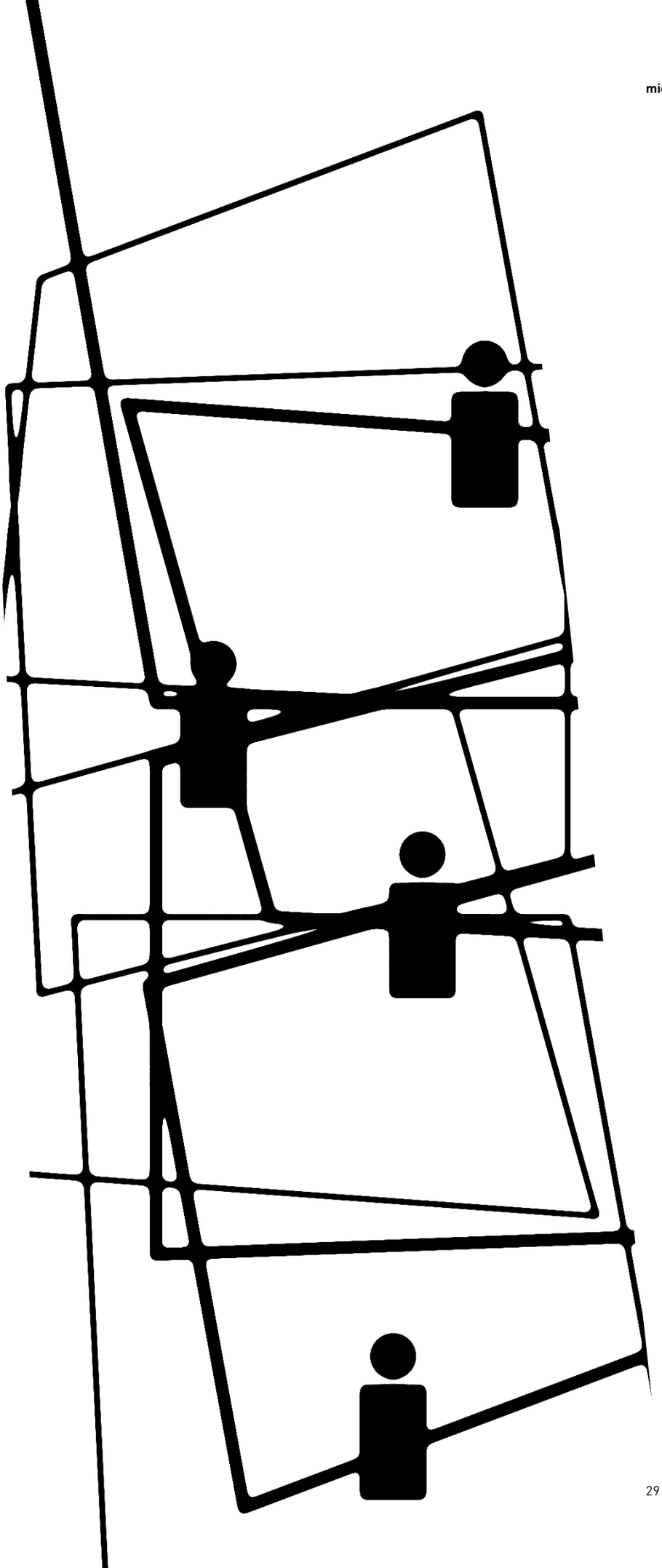
Nell'era globalizzata della conoscenza, dove i flussi di notizie si sviluppano soprattutto attraverso i media online e i *social network*, l'accessibilità alle informazioni costituisce una prerogativa indispensabile ai fini dell'attuazione di una politica inclusiva in un contesto civile e democratico della società. L'importanza di una comunicazione efficace è riscontrabile soprattutto in settori comunicativi delicati e di innegabile importanza come quello della comunicazione del rischio naturale, in situazioni di emergenza e non. In un Paese, come il nostro, ad alto rischio sismico e idrogeologico, la diffusione tempestiva di informazioni efficaci e affidabili può avere un ruolo fondamentale per la mitigazione del rischio e al contenimento dei danni ad esso connessi. Il flusso comunicativo che si viene a creare in questo contesto, infatti, è di primaria importanza per la salvaguardia dei soggetti colpiti. Secondo uno studio di Comunello (*Comunello 2014*) sono proprio i *social network* i primi mezzi di informazione a essere utilizzati dalla popolazione per reperire notizie riguardanti un'emergenza. Questo accade sicuramente anche perché, in molti casi, l'evento calamitoso crea l'interruzione di linee telefoniche, generato anche dal congestionamento delle stesse. Facebook e Twitter in queste situazioni possono fornire un'alternativa necessaria per ottenere informazioni utili ai soccorsi. Con i *social network* i modelli comunicativi tradizionali iniziano a essere totalmente stravolti, dal momento che gli utenti non sono unicamente fruitori dell'informazione ma anche produttori della stessa. In questo modo è evidente come tale ecosistema comunicativo possa aver cancellato totalmente i tradizionali modelli comunicativi che vedevano le istituzioni come portatrici di informazioni ufficiali mentre gli utenti come semplici ricettori dell'informazione, sostituendo la lineare struttura verticale di trasmissione della comunicazione con una trasmissione orizzontale *two-ways*. Tramite i *social network*, come sottolinea più volte Giancarlo Sturloni nel suo libro "La comunicazione del rischio"(Mondadori Università, 2018), gli utenti possono partecipare allo scambio informativo inerente il rischio naturale, fornendo un contributo attraverso la pubblicazione di proprie testimonianze o la condivisione di post istituzionali. Le interazioni comunicative in emergenza vedono infatti da un lato l'impegno delle istituzioni nel tentativo della gestione dell'emergenza, mentre dall'altra parte l'automatico coinvolgimento dei cittadini-utenti che si attivano a loro volta grazie ai *social*. In questo caso, il ruolo delle istituzioni e dei media nella capacità di rapportarsi con tutti i soggetti coinvolti nell'emergenza può fare la dif-

ferenza per quanto riguarda la gestione del rischio, facendo in modo che le popolazioni colpite riescano a reagire attivamente. Compito fondamentale delle istituzioni in questa evoluzione comunicativa è dunque quello di valorizzare e canalizzare i contributi degli utenti, cercando di accogliere e gestire la crescente necessità di partecipazione alla gestione del rischio da parte della popolazione. Secondo le stime Censis del 2017, ben il 56% degli italiani ha un profilo Facebook, il 49,5% è su Youtube, il 21% è su Instagram e il 13,5% è su Twitter. Nonostante gli utenti attivi su Twitter in Italia risultino essere una minoranza rispetto alle altre piattaforme *social*, bisogna ricordare che si tratta di una piattaforma utilizzata da giornalisti, decisori politici e grandi aziende, che possono adoperare gli stringati tweet per ampliare e divulgare il messaggio su altre piattaforme *social*. È infatti l'uso integrato delle varie piattaforme che consente un'efficace comunicazione del rischio naturale, iniziando dalla comunicazione in tempo di pace fino ad arrivare alla comunicazione in emergenza, momento in cui i *social media* assumono una funzione fondamentale data la necessità di informazioni che si viene a creare in questi periodi delicati.

L'accadimento di un evento catastrofico rompe infatti la routine quotidiana, costringe al cambiamento e a un'immediata riorganizzazione del sistema cognitivo. In questo modo le persone sottoposte a una situazione di emergenza rispondono tendenzialmente a questa pressione cercando differenti forme di supporto. Un numero crescente di cittadini dunque utilizza le piattaforme *social media* per condividere testimonianze, esperienze ed emozioni, cercare sostegno e informazione e offrire il proprio aiuto alle popolazioni colpite.

Nelle società contemporanee, i *media* creano discussioni pubbliche aperte a un numero crescente di *stakeholder*

Vi è una vasta varietà di *social* che la popolazione utilizza durante le emergenze, il web consente infatti un uso integrato delle piattaforme multimediali che garantisce così di indirizzare la comunicazione a seconda del target di riferimento e dell'obiettivo comunicativo. Twitter, per il suo carattere di istantaneità e per le sue funzionalità che favoriscono un'ordinata catalogazione di ampi flussi informativi attraverso gli *hashtag*, è una delle piattaforme maggiormente utilizzate in emergenza. Con i suoi 140 caratteri, Twitter viene utilizzato soprattutto per la diffusione di comunicazioni istantanee in emergenza, arrivando a favorire, se ben canalizzato, il coordinamento di iniziative di primo intervento. Grazie alla caratteristica dei post *real time*, alla messaggistica pubblica e alla relazione comunicativa *one-to-many*, questa piattaforma riesce a garantire una disseminazione delle informazioni massiva. Analizzando la struttura di Twitter, il *social* si presenta a primo impatto come asimmetrico, ossia fatto di pochi utenti con un cospicuo numero di *followers* e molti utenti con un numero limitato. Nonostante ciò, grazie ai *retweet* e ai *tag* vi è un'ampia diffusione delle informazioni, soprattutto grazie ai *retweet* di *twitstar*, ossia utenti con un gran numero di *followers*, e *influencer* della piattaforma, dal momento che almeno in Italia le istituzioni sono solo una timida presenza. Twitter consente inoltre di accedere istantaneamente alle informazioni essenziali riguardanti l'emergenza grazie ai relativi *hashtag*, che favoriscono la ricerca di informazioni raggruppando le stesse per macro aree. L'utilizzo efficace di questo *social* in emergenza è stato anche standardizzato da una guida ONU che ha identificato tre *hashtag* principali da utilizzare in emergenza: # nome della calamità, # *public reporting* e # richiesta di soccorso, con post sempre tassativamente geolocalizzati. Facebook d'altro canto, è sicuramente il *social media* più utilizzato e diffuso al mondo, ma al momento le limitazioni di privacy rendono ancora un po' macchinoso il suo utilizzo in emergenza. Questa piattaforma *social* è infatti maggiormente utilizzata per l'espressione degli stati d'animo e per tutto ciò che riguarda le testimonianze legate alla memoria dei disastri naturali, garantendo la sua efficacia nella comunicazione del rischio in momenti di pace.



Una funzione fondamentale di Facebook in emergenza è senza dubbio il *safety check*, che viene attivato automaticamente nelle zone colpite. Questo *tool*, che funziona attraverso la geo-localizzazione, permette infatti di poter informare i propri contatti che si è al sicuro e di controllare che anche gli altri utenti lo siano. L'importanza dei *social network* in emergenza è stata rimarcata già dal 2015, con il *Sendai Framework for Action*, la Conferenza Mondiale dell'ONU sulla riduzione del rischio catastrofi.
Il documento approvato dalla *World Conference on Disaster Risk Reduction*, infatti, include per la prima volta i *social media* tra gli strumenti ufficiali di gestione degli eventi causati da calamità naturali. A livello internazionale si stanno attivando anche organizzazioni no-profit nell'ambito del *digital humanitarian*. È il caso ad esempio della *Standby Task Force*, una ONG americana che opera nel campo dell'*information management* e del *crisis mapping*. I volontari della *Standby Task Force* monitorano il web in tempo di emergenza per cercare e catalogare informazioni utili alle organizzazioni che si occupano di rispondere all'emergenza. Tutte le informazioni raccolte vengono poi categorizzate, analizzate, verificate, localizzate e organizzate in mappe o *dataset*. In questo modo un semplice *tweet* può diventare un'informazione chiave per portare aiuti nelle zone colpite da un disastro naturale. Nonostante a livello internazionale studi ed esperienze dimostrino come l'impiego dei *social network* in emergenza possa contribuire alla resilienza delle comunità colpite da un disastro naturale, in Italia la comunicazione istituzionale sul web e ancora di più nei *social network*, fatica a prendere piede. Ma se le istituzioni tardano ad aprirsi al mondo dei *social*, sono i cittadini stessi colpiti dall'emergenza a condividere informazioni in modo da andare a colmare la scarsa presenza istituzionale online. In Italia

L'uso integrato delle piattaforme digitali consente di potenziare la comunicazione del rischio

è nel maggio 2012, con il terremoto in Emilia che si inizia ad avere una reale testimonianza dell'ascesa del ruolo dei *social network* in emergenza. In effetti, durante questo evento calamito, il primo tweet venne postato esattamente un minuto dopo la prima scossa di terremoto, anticipando di circa trenta minuti la diffusione ufficiale delle notizie da parte degli organi di stampa. Le notizie sul sisma sono state dunque inizialmente diffuse grazie alle semplici testimonianze dirette degli utenti, alle quali solo dopo qualche ora si è aggiunta quella di profili di testate giornalistiche e personaggi pubblici molto seguiti. A testimonianza dell'assenza istituzionale sui *social*, solo il profilo dell'INGV @ingvterremoti è risultato attivo durante il sisma in Emila, fornendo però unicamente informazioni tecniche come la localizzazione e magnitudo dei terremoti, senza dare nessun'altro tipo di indicazione alle popolazioni terremotate. Mentre è mancata totalmente la presenza di istituzioni pubbliche che avrebbero potuto contribuire alla diffusione di informazioni per la gestione del rischio e anche profili di Protezione Civile Nazionale e Locale hanno mostrato una scarsa presenza.

Nonostante ciò, questo evento sismico è stato uno dei primi disastri naturali commentati per esteso nel territorio italiano, facendo diventare un *trending topic* l'*hashtag* #terremoto per tutto il periodo del sisma, grazie ad un'attivazione informativa dal basso. La carenza comunicativa istituzionale è stata dunque colmata dai media e dalle *twitstar*, che hanno attivato un processo di *mention/RT* in grado di far circolare le informazioni utili alla gestione dell'emergenza. Nonostante si tratti di profili non esperti di emergenza e di protezione civile, la loro portata mediatica all'interno di Twitter Italia ha fatto in modo che notizie inerenti il soccorso fossero diffuse ad un'ampia platea di utenti.

La scarsa presenza delle istituzioni nei *social media* è stata riscontrabile anche durante l'alluvione in Sardegna del novembre del 2013, quando una perturbazione con precipitazioni intense portò ad allagamenti ed esondazioni in 5 province, per un totale di sedici morti ed un disperso. Tale evento calami-

toso ha creato una florida attività sui *social media*, ma con un fine differente dall'attivazione spontanea generata in Emila. Infatti, se in Emilia i contributi degli utenti twitter erano prevalentemente mirati a diffondere informazioni o, nel caso di Facebook, ad esprimere il proprio stato d'animo o la propria testimonianza, in occasione dell'alluvione in Sardegna si è assistito per la prima volta in Italia a un'attività comunicativa volta a fornire reale supporto alle popolazioni colpite. Una vera e propria attivazione dal basso di volontari *social*, organizzati con l'*hashtag* #allertameteoSAR e attivi su varie piattaforme *social* con grande capacità di pianificazione e organizzazione. Attraverso una linea comunicativa comune e condivisa, i volontari hanno favorito l'efficacia degli interventi comunicativi e, di conseguenza, degli interventi dei soccorritori sul territorio. Sono state infatti diffuse delle vere e proprie regole di utilizzo per ciascun *social*, come ad esempio utilizzare l'*hashtag* #allertameteoSAR solo per comunicazioni relative ad effettivi soccorsi inerenti l'alluvione.

Questa moderazione condivisa dell'*hashtag* da parte dei volontari digitali è stata la strategia vincente per eliminare i tweet non strettamente connessi alle azioni di soccorso e veicolare quindi efficacemente solo le informazioni necessarie, facendo diventare in questo modo l'*hashtag* un vero e proprio strumento di supporto alla mitigazione del rischio e ai soccorsi. Le informazioni sono state poi condivise in una pagina Facebook e in una mappa collaborativa dal nome SardSOS. Questa mappa si è rivelata essere un'innovativa forma di partecipazione dei cittadini attraverso i *social network*, utilizzata per dare ordine al flusso indistinto di informazioni riguardanti l'emergenza e rendere dunque i contenuti utili all'emergenza. La mappa, costruita sulla piattaforma Ushaidi (azienda no-profit che sviluppa software *open source* gratuito per la raccolta, la visualizzazione e la geo-localizzazione interattiva di informazioni), ha permesso di raccogliere tutte le informazioni riguardanti le criticità, le località colpite ed è stata dunque utile per segnalare aiuti, punti di raccolta e coordinare i volontari.

Questo strumento, facile da utilizzare anche per i non esperti, ha garantito la partecipazione attiva di tanti cittadini volontari alle azioni di resilienza ed è stato un chiaro esempio di attivismo digitale nato dal basso grazie all'uso intelligente dei *social network* e al coinvolgimento degli utenti nella mitigazione del rischio naturale.

Appare dunque evidente come l'inclusione delle piattaforme *social* sia necessaria nelle attività di comunicazione e gestione del rischio, sia in tempo di pace che durante l'emergenza. Allo stesso tempo, risulta necessario garantire la presenza delle istituzioni in queste piattaforme, in modo da organizzare il flusso comunicativo e da agire da filtro per fornire ai cittadini informazioni tempestive ma sicuramente verificate. Gli utenti partecipano all'emergenza per colmare vari bisogni come, ad esempio, quello di informazione o i bisogni connessi agli usi sociali, al supporto emotivo, alla mobilitazione autonoma ecc. Qualsiasi sia il bisogno che i soggetti intendono colmare, un uso così diffuso dei *social* lascia percepire la forte volontà di partecipazione dei cittadini. Questa presenza dovrebbe essere canalizzata e organizzata da parte delle istituzioni, cercando di sfruttare al meglio il potenziale degli utenti, in modo da creare una forte rete civica di supporto alla mitigazione del rischio e al conseguente raggiungimento di comunità maggiormente resilienti al rischio naturale. Le

Una funzione di Facebook in emergenza è senza dubbio il *safety check*, che si attiva automaticamente nelle zone colpite

istituzioni devono adottare dei piani di comunicazione, anche sulle piattaforme *social*, stabilendo tutti i punti del piano comunicativo prima che si sviluppi l'emergenza vera e propria, sfruttando a pieno le potenzialità dei *social network*. Azione di prevenzione fondamentale per ottenere la mitigazione del rischio è lo sviluppo di una reale cultura di protezione civile, che può essere ottenuta solo valorizzando il supporto della cittadinanza attiva.

Fotolia

La meteorologia fra *fake news* e meteobufale

Luca Lombroso

Da qualche anno il mondo della meteorologia è cambiato radicalmente. Se fino a qualche tempo fa seguivamo le previsioni in televisione, aspettando le strisce quotidiane del colonnello di turno, oggi la nostra attenzione è costantemente rapita dalle decine di siti che sembrano ormai impegnati in una spietata guerra all'ultima previsione. Titoli sempre più forti, puntellati da modi di dire presi in prestito da campi bellici o sportivi. Unico obiettivo: la sensazione

La meteorologia ha fatto passi da giganti negli ultimi anni. Certo, siamo lontani dalla previsione perfetta, come disse il noto meteorologo televisivo RAI Andrea Baroni "Le previsioni si chiamano così perché esprimono una probabilità che si verifichi un evento, altrimenti le chiameremmo certezze, le certezze meteorologiche".

Ciò nonostante, oggi l'errore della previsione spesso verte in quelli che fino a non molti anni fa erano dettagli impensabili da indicare in un bollettino. Ai nostri giorni infatti i fruitori delle previsioni meteo, il singolo cittadino a chi organizza eventi, l'agricoltura, la protezione civile, l'aeronautica, il settore energetico, ecc, chiedono con maggior dettaglio possibile le condizioni meteorologiche in un dato luogo e orario, scendendo sempre più nei particolari. E, ovviamente, non si accontentano di risposte tipo "domani tempo variabile al nord", oppure "al centro sereno o poco nuvoloso, con addensamenti localmente intensi che sulle zone interne potranno dar luogo a isolati rovesci".

Insomma, Bernacca ha fatto di sicuro un'epoca e fu un vero pioniere della comunicazione meteorologica in Italia, ma oggi i tempi (e il tempo, e il clima) sono cambiati. Alla classica domanda "domani piove?" il meteorologo non può rispondere, secco, con un sì o un no, o con un termine che ne indica l'incertezza, ad esempio "possibilità di pioggia". L'utente vuole sapere se piove non in una zona generica o regione, ma in una determinata località, o perfino quartiere di una città, in una certa fascia oraria, e anche con che intensità. L'utente può spaziare dal singolo individuo che deve apparecchiare all'aperto per una grigliata, al gruppo di amici in partenza per una escursione in barca, dall'organizzatore di una festa o di una fiera alla protezione civile, dalle aziende di trasporti fino, non ultimo – e sempre più importante negli ultimi anni – a una compagnia energetica che utilizza fonti di energia rinnovabile che ha bisogno di sapere con maggior precisione possibile quanto sole o quanto vento ci sarà in una giornata o in un periodo per pianificare il mercato e la gestione dell'energia. Insomma, le sfide per il meteorologo sono tante, soprattutto per il meteorologo previsore o per il meteorologo televisivo, le figure professionali che devono trasformare i prodotti modellistici e le informazioni da stazioni meteo, radar e satelliti in bollettini o in comunicazione radiotelevisiva. Fino a non molti anni fa, per fare una previsione meteo occorreva, oltre alla competenza e professionalità, una attrezzatura complessa e costosa per ricevere dati, immagini da satelliti, elaborare modelli su computer e supercomputer, ecc. Spesso, poi, per gli utenti non istituzionali gli stessi dati di base erano a pagamento.

Solo i servizi istituzionali, i centri di ricerca e pochi privati potevano avere a disposizione tutto questo. Insomma, una previsione, tranne poche eccezioni, necessitava di una articolata sala operativa dotata di apparecchiature costose e complesse. Molto di tutto ciò oggi è cambiato. Certo, ancora per determinati tipi di attività una vera e propria sala operativa fa la differenza, ma non vi è dubbio che in un semplice tablet si hanno a disposizione dati, informazioni meteo di base, modelli, satelliti e radar per molti impensabili solo 15 anni fa.

Guardando alla mia esperienza professionale, ricordo che negli anni '90 per rac-

cogliere i dati di base per fare una previsione dovevo necessariamente recarmi in laboratorio all'Osservatorio Geofisico dell'Università di Modena e Reggio Emilia. Oggi, sul mio tablet ho a disposizione quanto serve e forse anche più per svolgere attività di consulenza professionale da qualsiasi parte del mondo. Ritengo che solo partendo dal presupposto per cui il mondo è cambiato – compreso quello del lavoro e delle professioni, anche quelle altamente specialistiche – possiamo capire, affrontare e cercare di limitare i problemi dell'informazione meteorologica moderna. Il bello e brutto di internet è che, quasi da un giorno all'altro, chiunque ha potuto non solo accedere a informazioni prima difficilmente reperibili, ma diventare egli stesso fonte di informazione. Insomma, quello che ha veramente facilitato il boom di internet è che chiunque può scrivere ciò che vuole. Ciò ha rappresentato senz'altro una rivoluzione per la possibilità di diffondere notizie spesso tenute nascoste o che arrivavano difficilmente a noi, ma, dall'altro lato, ha consentito o forse meglio dire facilitato il diffondersi di *fake news*, come si parlava proprio nell'editoriale di Fabio Mariottini su *micron* n. 38. Se c'è un settore in cui il problema *fake news* è esploso negli ultimi anni è quello della meteorologia, e in particolare dell'applicazione della meteorologia che più usiamo quotidianamente, le previsioni del tempo. Il problema si è amplificato negli ultimi anni a seguito delle polemiche scatenate in particolare da previsioni sbagliate, o comunque allarmistiche, in occasione di festività e ponti, una per tutti la Pasqua che, come ho scritto nei *social media*, "è quella festività in cui i meteorologi che sbagliano previsione vengono messi in croce." Non è proprio così, ma poco ci manca, se pensiamo che fino agli anni '50 sembra che in Inghilterra fosse ancora in vigore una legge del Medioevo che condannava al rogo i meteorologi ciarlatani che sbagliavano le previsioni. L'esplodere, in particolare attraverso i *social network*, di notizie meteorologiche false, esagerate e allarmistiche ha addirittura portato alla creazione da parte dei meteorologi di un apposito hashtag, #meteobufale, per individuarle e commentarle. Non siamo di fronte a *fake news* meteorologiche ma, in genere, notizie meteo amplificate, urlate, caratterizzate da toni allarmistici, che riportano nomi fantasiosi di perturbazioni, cicloni e anticicloni, ma anche allerta meteo emessi o inventati da enti non autorizzati. Bisogna ricordare infatti che gli allerta meteo possono essere emessi solo da enti istituzionali come protezione civile, centri funzionali, servizi meteorologici nazionale e regionali. I *media* ovviamente possono, anzi è necessario che lo facciano, divulgarne le relative informazioni, ma la fonte degli allerta deve venire dalle istituzioni e non da siti o agenzie meteorologiche commerciali o da semplici appassionati di meteorologia.

La buona meteorologia è fondamentale per un Paese come il nostro alle prese con gli effetti dell'estremizzazione del clima

Fatte queste premesse, quali sono le cause, e quindi i rimedi, del dilagare delle #meteobufale? Una delle principali è sicuramente la formazione e la deontologia professionale del meteorologo, ma non è tutto lì. Proprio come diceva Fabio Mariottini nel suo editoriale, "è necessario che tra istituzioni, cittadini e mondo scientifico si ricostruisca un rapporto anche critico, ma di reciproca di fiducia". La risposta alle *fake news*, così come alle #meteobufale, è anzitutto culturale, e coinvolge cittadini, giornalisti, comunicatori, politici, i dirigenti dei servizi istituzionali e gli scienziati, che devono comunicare in modo chiaro e tempestivo, senza naturalmente perdere il rigore scientifico. In più, per la meteorologia, ci sono dei problemi di ordine storico, relativi all'organizzazione del settore in Italia. Nel settore meteo il nostro Paese ha una particolarità: è uno dei pochi al mondo che ha il Servizio Meteorologico nazionale affidato a un ente militare, l'Aeronautica Militare. In quasi tutti i Paesi del mondo esiste invece una apposita agenzia o ente di tipo civile, a cui sono collegate, naturalmente, le università e il mondo della formazione. Qualcosa sta cambiando, come vedremo in seguito,

ma fino ad ora la situazione è stata questa. Le mancate risposte del servizio nazionale a esigenze sorte dagli anni '80 e '90 come agricoltura e protezione civile ha così favorito dapprima il sorgere di servizi meteorologici regionali o provinciali, e quindi già a fine anni '90 col diffondersi di internet sono sorti a catena decine, centinaia o forse migliaia di siti meteo amatoriali e commerciali. Come in tutti i settori, sia fra gli enti pubblici che fra i privati e anche all'interno del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica, vi sono eccellenze e persone di valore, ma altrettanto non si possono negare, da un lato, carenza di risposta alle richieste dell'utenza da parte di alcune regioni italiane e, dall'altro, siti meteo che per aumentare le visualizzazioni e quindi la pubblicità non si sono fatti scrupolo di sfruttare questa situazione a loro vantaggio usando il clamore, l'allarmismo, i titoloni e, a volte, anche le notizie inventate. Una per tutte, la previsione a medio e lungo termine. Sappiamo tutti, nel mondo professionale, che la previsione oltre 5-7 giorni perde di validità e non è "usabile" a fini pratici. Eppure, all'avvicinarsi di Pasqua, Ferragosto, Natale o di situazioni meteo quali ondate di caldo, irruzioni di aria fredda o rischio di eventi estremi, parte la corsa a chi le annuncia prima, anche senza base scientifica. Annunci a clamore fatti, da un lato, per incompetenza scientifica ma, dall'altro, e forse è ancor peggio, con la piena consapevolezza da parte di chi li dirama della scarsa affidabilità delle previsioni a lungo termine, con il solo chiaro intento di aumentare i visitatori del sito, perché annunciare "fra 10 giorni arriva un caldo infernale" attira molto di più l'utente che dire "fra 10 giorni vi è la possibilità di una ondata di caldo di intensità da definire in base alle prossime emissioni dei modelli". Ancor più si attirano click se all'annuncio "a Natale gelo brutale con nevicate paralizzanti" vi è nel contempo il silen-

La previsione va costantemente aggiornata, perché nel giro di poche ore la situazione può mutare

zio da parte degli enti istituzionali, che magari escono solo pochi giorni prima con uno stringato bollettino in termini tecnici.
Dunque, qual è la soluzione? Si parla molto nel settore di come chiunque al mattino si può alzare e firmarsi "meteorologo". Questo è sicuramente un problema, e una forma di riconoscimento della professionalità, anche a garanzia

L'uscita dalle *fake news* e dalla cattiva informazione meteo passa anche attraverso la sensibilizzazione e la cultura metereologica

dell'utenza, è sicuramente opportuna. È però anche necessario dell'altro, sia sul piano culturale che sui servizi offerti dagli enti istituzionali. Personalmente ho invece alcune perplessità sull'efficacia di un albo professionali vero e proprio. In un mondo globale, una risposta di questo tipo dovrebbe essere globale, per evitare che, semplicemente, chi fornisce cattiva informazione meteorologica, vuoi per scarsa competenza, vuoi per mancata deontologia professionale, semplicemente potrebbe spostare la sua attività e il suo sito internet in altre zone del mondo o addirittura in paradisi fiscali.
Una prima, importante risposta a questi problemi è venuta dalla certificazione professionale volontaria istituita alcuni anni fa dalla società Dekra. Lo "schema di certificazione del meteorologo e del tecnico meteorologo"[1] è un percorso volontario a cui possono sottoporsi professionisti del settore per vedere riconosciuta la loro professionalità e per, nell'ambito della Legge 4/2013 sulle professioni, fornire garanzie alla propria utenza. Le due figure professionali, meteorologo e tecnico meteorologo, hanno competenze simili, entrambi altamente specialistiche, ma con importanti differenze. Il Meteorologo "è una persona con formazione specialistica che utilizza principi scientifici per spiegare, comprendere, osservare o prevedere fenomeni atmosferici della terra e/o come l›atmosfera influenza la terra e la vita sul pianeta". Il Tecnico Meteorologo "è responsabile per la raccolta di informazioni meteorologiche, della loro organizzazione e del funzionamento e manutenzione di strumentazione meteorologica e di reti osservative".
La certificazione ha sicuramente rappresentato un impor-

tante passo avanti e un prestigioso riconoscimento della professionalità per chi, con percorsi formativi ed esperienze professionali anche molto diverse, crede e ritiene opportuno ottenere un riconoscimento delle proprie competenze e, non ultimo, seguire e rispondere a un apposito codice deontologico volontario[2]. La certificazione Dekra è inoltre riconosciuta dal Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare corrispondente ai requisiti di formazione indicati dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO) secondo le linee guida (WMO n.1083) per la formazione dei meteorologi. Fino al 31 dicembre 2017 si sono certificati e fanno parte dell'apposito elenco nazionale[3] 35 meteorologi e 17 tecnici meteorologi. Per la mia attività professionale, e per la mia formazione, ho ritenuto, appunto, di richiedere e quindi ho ottenuto la certificazione professionale come "tecnico meteorologo".

La certificazione, dicevo, è sicuramente un importante passo avanti per distinguere i professionisti formati e che seguono, appunto, un codice deontologico. Ovviamente però da sola non basta. Anzitutto va valorizzata, dovrebbe essere riconosciuta per esempio come titolo preferenziale o qualificante per concorsi pubblici o assegnazione di incarichi professionali. Serve poi agire su tutti i fronti, dalla formazione universitaria all'organizzazione dei servizi meteo istituzionali, sia nazionale che regionali. Serve soprattutto cultura meteorologica e, come accennavo, consolidare il rapporto di fiducia fra istituzioni e cittadini.

Il fermento nel settore non manca. Nel mondo accademico, è di buon auspicio la nascita del nuovo corso di laurea magistrale in meteorologia ambientale, coordinato e fortemente voluto da Dino Zardi dell'Università di Trento. Il corso si svolgerà a partire dall'anno accademico 2018/19, in coordinamento fra Università di Trento e Università di Innsbruck. Altrettanto importante l'istituzione, con l'art. 51 della Legge di bilancio 2018, di "Italia Meteo", la nuova "Agenzia nazionale per la meteorologia e climatologia" che avrà sede a Bologna, presso il Tecnopolo che ospiterà anche il nuovo *data center* dell'ECMWF, il centro Europeo di previsione a medio termine che manterrà la sua sede principale a Reading, nel Regno Unito. Per l'attivazione è previsto lo stanziamento di due milioni di euro nel 2019 e di tre milioni annui per il 2020 e 2021, nonché un milione per l'anno 2018, cinque per il 2019 e sette all'anno dal 2020 per il funzionamento e di personale dell'agenzia, il cui numero complessivo massimo sarà di 52 unità. Viene spontaneo, opinione personale, esprimere alcuni dubbi sull'esiguo budget e dotazione di personale rispetto ai principali servizi meteo europei, ma l'importante è che a questa importante novità sia dato seguito, in modo da valorizzare e coordinare le tante eccellenze e professionalità nel settore della meteorologia che, certo, non mancano in Italia.

L'uscita dalle *fake news* e dalla cattiva informazione meteo passa però anche attraverso la sensibilizzazione e la cultura meteorologica, senz'altro carente in Italia e non certo per colpa dei cittadini e della popolazione. Ecco allora alcune linee guida che propongo durante le conferenze per riconoscere #labuonameteo ed evitare le #meteobufale.

- Ricordati che la maggior parte delle APP disponibili negli *smartphone* fornisce previsioni automatiche, non supervisionate da un previsore: in un territorio complesso come l'Italia, non è possibile prevedere il tempo ora per ora località per località, a maggior ragione a lungo termine.
- Preferisci i bollettini testuali emessi dagli enti istituzionali; consultali di continuo, e valuta le tue decisioni di conseguenza.
- Evita siti che usano toni allarmistici, che annunciano stagioni estreme, ere glaciali, eventi catastrofici.
- Fra i siti amatoriali, di associazioni e commerciali ci sono alcune eccellenze; scegli quelli che appaiono più seri e meglio ancora se dispongono di staff con certificazione professionale.
- Utilizza sempre la previsione più recente: i meteorologi non cambiano idea, i modelli non ritrattano, bensì ricalcolano e formulano nuove previsioni anche più volte al giorno.
- Le previsioni meteo sono come le uova, vanno consumate fresche.

• Ricordati che la previsione decade di affidabilità col tempo. Sono molto precise fino a 2-3 giorni, indicative da 4 a 6-7 giorni, al più una tendenza fino a 10 giorni. Oltre tale scadenza, le previsioni non hanno alcun senso.
• Gli allerta meteo possono essere emessi solo dai servizi istituzionali. Non fidarti di chi emette o annuncia allerta meteo senza averne titolo.
• Un allerta meteo non va mai sottovalutato. Il clima cambia e gli eventi meteo diventano sempre più estremi. Preparati e agisci di conseguenza.

Bibliografia

[1]http://www.dekra.it/it/schema-di-certificazione-del-meteorologo-e-del-tecnico-meteorologo

[2]https://www.dekra.it/sites/default/files/FormMT04%2001%20CODICE%2e%20REGOLAMENTO%20DEONTOLOGICO%20rev00.pdf

[3]https://www.dekra.it/sites/default/files/REGISTRO%20METEOROLOGI%2E%20TECNICI%20METEOROLOGI%20CERTIFICATI%20%2020-11-2017.pdf

La lezione del Congo

Cristina Da Rold

Nella Repubblica Democratica del Congo si consuma una delle più gravi crisi umanitarie al mondo, con povertà e guerra civile che hanno causato, dal 1998 a oggi, 5 milioni di morti, il bilancio più sanguinoso dalla Seconda guerra mondiale. La quasi totalità delle vittime sono civili, la metà delle quali bambini, che costituiscono oltre il 50% della popolazione congolese: se negli anni molti sono morti a causa dei combattimenti, un numero certamente maggiore è deceduto per fame, malattie, mancanza d'acqua potabile e di ogni tipo di assistenza medica e sociale

L'Organizzazione Mondiale della Sanità ha dichiarato che l'epidemia di ebola che ha colpito in questi ultimi quattro mesi la Repubblica Democratica del Congo (DRC) è finalmente terminata. Si contano 55 casi (38 casi confermati, 15 probabili e 2 sospetti), fra cui 29 decessi da quando l'epidemia ha avuto inizio, il 4 aprile 2018. Un successo reso possibile grazie e sopratutto al primo vaccino contro ebola, sviluppato anche grazie alla scorsa epidemia che aveva colpito l'Africa fra il 2014 e il 2015. L'8 maggio i primi due casi di ebola sono stati confermati in Congo e il giorno stesso si è attivato il fondo per le emergenze di 1 milione di dollari. Il giorno dopo ancora, il 9 maggio, il primo team è arrivato a Mbandaka, città di 1,2 milioni di abitanti poco distante dal luogo del primo focolaio. L'11 maggio è stato attivato a Kinshasa un laboratorio mobile per le vaccinazioni in grado di mantenere la temperatura di conservazione nell'attesa dell'arrivo dei vaccini e il 12 maggio il primo laboratorio è arrivato a Bikoro, il centro dell'emergenza.

Nel frattempo, il 13 maggio i casi erano diventati 39, e lo stesso giorno c'è stata la distribuzione di 15 operatori per le vaccinazioni. I vaccini sono arrivati a Kinshasa il 14 maggio, con un primo lotto di 4300 dosi. Il 17 maggio il primo caso di ebola è stato confermato a Mbandaka e lo stesso giorno ha raggiunto Kinshasa anche un team di operatori da Guinea e Niger per fornire aiuto con le vaccinazioni, alla luce dell'esperienza acquisita con la gestione dell'epidemia del 2014.

Il 18 maggio si è deciso di dichiarare lo stato di emergenza per epidemia e tre giorni dopo, il 21 maggio, sono iniziate le vaccinazioni di massa a Mbandaka. Il 28 maggio Medici Senza Frontiere ha aperto un ambulatorio vicino a Mbandaka e dieci giorni dopo, il 31 maggio sono iniziate le vaccinazioni anche a Itipo. Nel frattempo i casi sono arrivati a 50 (37 confermati, 13 probabili, fra cui 25 persone che non ce l'hanno fatta). Ma soprattutto, fra il 2 e il 3 giugno è iniziata l'attività di promozione della salute fra la popolazione, letteralmente bussando porta per porta in oltre 1000 case. Il risultato è che nel mese successivo non ci sono state ulteriori morti e i casi sono aumentati solo di 5 unità.

Il primo a tirare le somme il 29 giugno scorso è stato lo stesso *The Lancet*, pubblicando uno studio epidemiologico che racconta come sono andate le cose nei primi due mesi dall'inizio dell'epidemia, fra aprile e maggio 2018. L'articolo conclude che l'epidemia di virus Ebola in corso nella Repubblica Democratica del Congo ha caratteristiche epidemiologiche simili a precedenti epidemie di virus ebola conosciuto, ma che questa volta l'individuazione precoce del focolaio, l'isolamento rapido dei pazienti, il tracciamento dei contatti e il programma di vaccinazione in corso dovrebbero controllare adeguatamente l'epidemia. Insomma, non c'è motivo di allarmarsi, tanto meno per la salute di noi europei.

Forse ebola è l'unica cosa che sia davvero sotto controllo, in un Paese come la Repubblica Democratica del Congo, vessato da continue stragi e povertà su tutti i fronti. Perché interessarsi davvero a cosa sta succedendo ora nella DRC non significa limitarsi a chiedersi se c'è il rischio che l'epidemia di ebola arrivi fino a noi. Significa ampliare lo sguardo per abbracciare un ecosistema intero in profonda crisi, dove le epidemie sono la

conseguenza della povertà e delle guerre. Il Congo è infatti uno dei Paesi africani più ricchi di risorse preziose come diamanti (terzo al mondo per produzione), coltan, rame, oro, zinco. Avere il controllo politico di un'area geografica significa controllarne le ricchezze e, laddove l'istituzione manca, è corrotta o non è trasparente, non si potrà mai avere la pace. Da vent'anni – dalla morte del dittatore Mobutu, che aveva messo in ginocchio il Paese – la Repubblica Democratica del Congo, ex Zaire, da che aveva ottenuto l'indipendenza dal Belgio nel 1960, è devastata dalla guerra civile fra il governo centrale, alleato con alcuni Paesi confinanti come Zimbabwe, Angola, Ciad, Sudan e Namibia, e forze armate non governative sia congolesi che provenienti da paesi vicini come l'Uganda, che avevano interesse a difendere i propri confini dalla minaccia che arrivava dal Congo. Il Paese aveva infatti ospitato i combattenti all'indomani della guerra civile in Ruanda, sia Tutsi che Hutu. Questa "seconda guerra del Congo", durata dal 1998 al 2003, è considerata la più grande guerra della storia recente dell'Africa, che ha coinvolto 8 nazioni africane e circa 25 gruppi armati. Le stime parlano di oltre 5 milioni di morti. Ma i conflitti non si sono sopiti dopo il 2003: dal 2004 al 2008 si è avuta una grave crisi tra il governo e i ribelli di Laurent Nkunda nel Kivu del Nord e nel Kivu del Sud. In quello stesso periodo è iniziato il conflitto dell'Ituri, ancora in corso ma che ha visto la sua fase più violenta fino al 2007, fra le etnie Lendu (agricoltori), e Hema (pastori), nel nord-est del Paese, conflitto a cui hanno partecipato numerosi gruppi armati che hanno partecipato alla "seconda guerra del Congo". L'etnia Lendu è stata prevalentemente rappresentata dal Fronte Nazionalista e Integrazionista (FNI), mentre l'Unione dei Patrioti Congolesi (UPC) reclamava di combattere a nome degli Hema. Il risultato sono 50.000 morti e centinaia di migliaia di sfollati.

Non c'è solo Ebola: nei primi mesi del 2018 il Paese ha registrato oltre 14mila casi di morbillo e 12mila di colera

Nel frattempo, nel 2008 sono riesplosi gli scontri durati fino al 2009 tra l'esercito regolare (FARDC) e le milizie del CNDP (*Congrès National pour la Défense du Peuple) che hanno provocato oltre 250.000 sfollati ancora una volta nel* Kivu del nord e nelle province confinanti. Nel 2009 il *The New York Times riportava che in Congo continuavano a morire circa 45 mila persone ogni mese. Nel Nord del Paese e nel Kivu del sud persiste la presenza di bande armate, di milizie non governative, di ex-militari e di gruppi tribali, che effettuano incursioni e razzie con conseguenti massacri di civili. A questo si unisce il problema di un governo impopolare, oggetto di feroci proteste già nel corso del 2015 e che continuano a mietere vittime, in particolare nella provincia centrale del* Kasai, a est della capitale Kinshasa. Gli scontri sono cominciati attorno alla metà di agosto 2016, quando le forze governative congolesi hanno ucciso il capo tribale e leader della milizia locale Kamwina Nsapu, oppositore del presidente. Il presidente attualmente è Joseph Kabila, eletto nel 2011 in un clima di grande tensione e con forti ombre sulla regolarità della vittoria, ma soprattutto è un presidente che, nonostante abbia terminato il suo mandato nel 2016, non accenna a voler mollare il suo ruolo, sebbene sia stato costretto a firmare gli Accordi di San Silvestro che lo obbligavano entro la fine del 2017 a nominare un governo di unità nazionale diretto da un primo ministro designato dall'opposizione. Anche questo impegno invece non è stato rispettato e si attendono le prossime elezioni nel dicembre 2018.

Insomma, oggi la situazione in Congo è un inferno per i 79 milioni di persone che vi abitano, e non per colpa di ebola. Non a caso la copertina del numero di febbraio 2018 di The Economist, dedicata proprio al Congo (ben prima dell'epidemia di ebola) titola "*Heading back to hell*", tornando nell'inferno, mentre l'editoriale titola *"Africa's great war reignites"*, la grande guerra africana si riaccende.

La guerra porta con sé due importanti nemici per la sanità: la mancanza di infrastrutture, in special

modo igieniche e sanitarie, rendono estremamente vulnerabile la popolazione e difficili i trasporti in caso di emergenza, mentre la scarsissima istruzione della popolazione, che in molti casi "cura" le malattie con preghiere e riti secolari, senza essere consapevole del concetto di malattia virale e dunque di che cosa significhi fare prevenzione e di quale sia il reale impatto del proprio comportamento sulla salute della comunità.

Nel caso di ebola, ma lo stesso vale per malattie come il colera, endemiche in molti Paesi africani, le persone contraggono il virus ebola attraverso il contatto con animali infetti (di solito seguendo il macello, cucinando o mangiando) o attraverso il contatto con i fluidi corporei degli esseri umani infetti. La maggior parte dei casi è causata dalla trasmissione da uomo a uomo che si verifica quando sangue o altri fluidi corporei o secrezioni (feci, urine, saliva, sperma) di persone infette entrano nel corpo di una persona sana attraverso lacerazioni cutanee o le mucose. L'infezione può anche verificarsi se la cute lesa o le mucose di una persona sana vengono a contatto con oggetti o ambienti contaminati da fluidi corporei da una persona infetta. Questi possono includere indumenti sporchi, biancheria da letto, guanti, dispositivi di protezione e rifiuti medici come siringhe ipodermiche usate.

Dal punto di vista sanitario, attualmente l'aspettativa di vita in Congo è di appena 59 anni per i maschi e di 62 anni per le femmine. Dal 2000 al 2012 è cresciuta di appena 3 anni, contro i 7 del continente africano. Secondo i più recenti dati OMS, nel 2012 la prima causa di morte fra la popolazione è stata la diarrea, che ha ucciso 109,8 mila persone in un solo anno, l'11% del totale. Seguono le malattie respiratorie (il 10% delle morti), la malaria (il 7,1%), la malnutrizione (6% delle morti). I bambini hanno il

In Congo soltanto il 28,7% della popolazione usa servizi igienici e il 52% beve acqua potabile

45% di probabilità di morire prima dei 15 anni di età e le donne il 53% di probabilità di morire per problemi legati al parto. La contraccezione è usata pochissimo: il 13% delle ragazze dai 15 ai 19 anni ha già avuto una gravidanza. Il 42% dei bambini con meno di 5 anni è malnutrito, e solo il 20% dei bambini dai 6 mesi ai 2 anni viene nutrito come dovrebbe per crescere sano. Il 44% delle donne incinte è anemica e il 10% dei bambini congolesi nasce sottopeso. In tutto questo, soltanto il 28,7% della popolazione usa servizi igienici e il 52% beve acqua potabile. In un contesto come questo, malattie come ebola trovano facilmente terreno fertile. Stando a quanto riportano i bollettini epidemiologici dell'Ufficio Africano dell'OMS, la RPC è insieme alla Nigeria il Paese africano dove si accende il maggior numero di focolai di malattie infettive, e non sempre si riesce a contenere l'epidemia a qualche caso. Dal 1 gennaio al 29 giugno 2018 il Paese ha registrato oltre 14mila casi di morbillo, 12mila di colera, 2,8mila di vaiolo delle scimmie e 28 casi di poliomielite.

Fotolia

Progetto CISAS: ecosistema e salute umana

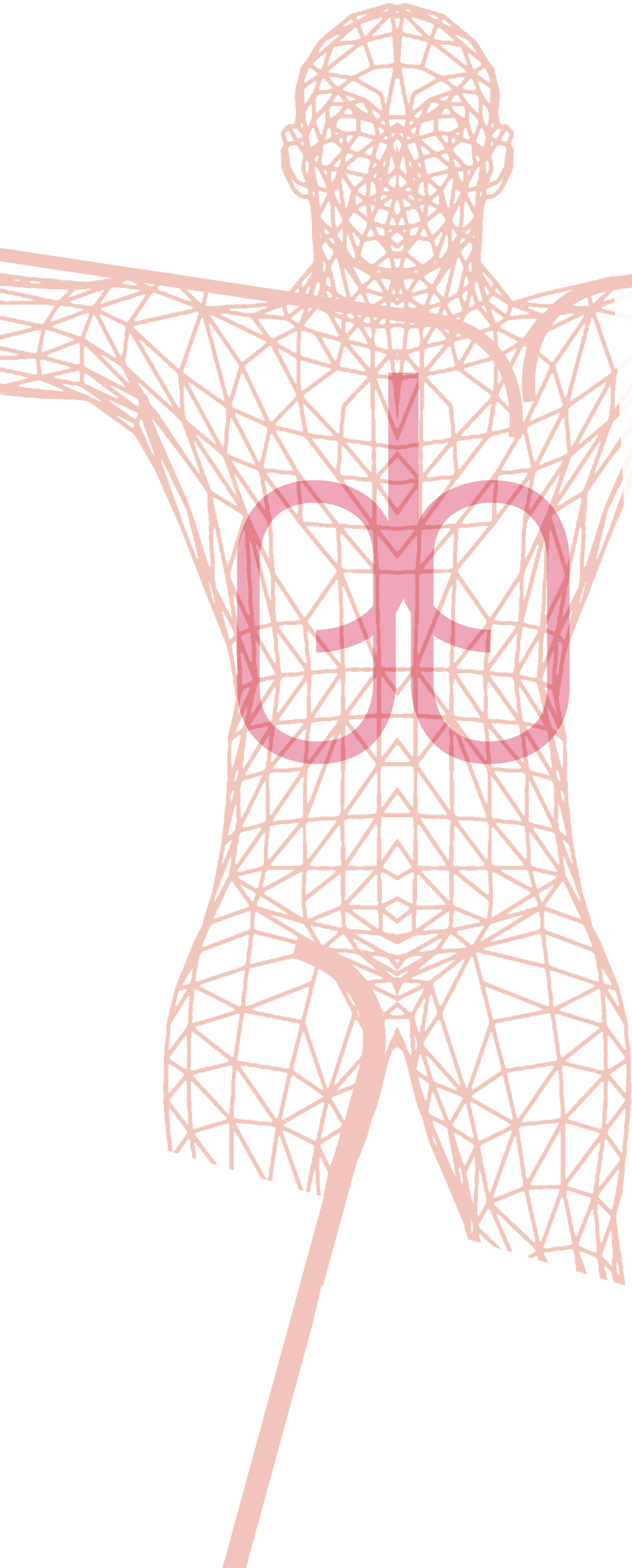
Fabrizio Bianchi, Liliana Cori, Francesca Gorini

CISAS è un progetto multi e interdisciplinare all'interno di una complessa azione di ricerca scientifica volta alla comprensione dei fenomeni di inquinamento ambientale e del loro impatto sull'ecosistema e sulla salute umana, finalizzato all'avanzamento della conoscenza e al trasferimento dei risultati in questi campi

La ricerca in tema di ambiente e salute ha un'importanza strategica per la società contemporanea alla luce del ritmo sempre più rapido dei cambiamenti ambientali e delle conseguenti minacce per la salute umana. Tale ambito rappresenta un elemento prioritario per l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) impegnata ad adempiere al proprio mandato, tramite linee guida e raccomandazioni basate sull'evidenza, indirizzate allo sviluppo di ambienti sani, al benessere e al rafforzamento della resilienza delle comunità agli impatti ambientali sulla salute. Per stabilire un ordine di priorità di intervento e massimizzare i benefici per la società la ricerca in ambiente e salute dovrebbe seguire criteri condivisi, e a tale proposito l'OMS ha recentemente aggiornato l'agenda in una conferenza a Cascais, in Portogallo, alla quale hanno partecipato molti ricercatori esperti su ambiente e salute[1].

I pilastri rimangono la rilevanza per la salute pubblica (gravità dell'impatto sulla salute, livelli di esposizione, variabilità degli effetti); il potenziale dell'azione politica (possibilità di azioni correttive, fattibilità); il contenuto innovativo (produzione di nuove conoscenze o affinamento delle conoscenze esistenti). In particolare, il Centro europeo per l'ambiente e la salute dell'OMS, con sede a Bonn, assume funzioni di interfaccia tra scienza e politica per gli Stati membri allo scopo di sostenere l'uso delle evidenze scientifiche nella consulenza politica. In base al programma Salute 2020, che si pone come obiettivo il miglioramento della salute per tutti e la riduzione delle diseguaglianze attraverso una migliore leadership e *governance* per la salute, l'Ufficio Regionale dell'OMS supporta i Paesi della Regione Europea, mettendo in risalto la necessità di sviluppare risorse e resilienza all'interno delle comunità, potenziare la crescita individuale e di gruppo (*empowerment)* e creare ambienti favorevoli, oltre che rafforzare il ruolo dei servizi di sanità pubblica e del sistema sanitario[2]. Più recentemente, il lavoro dell'OMS è stato anche guidato dall'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile, un programma d'azione per le persone, il pianeta e la prosperità, sottoscritto nel settembre 2015 dai governi dei 193 Paesi membri delle Nazioni Unite, che ingloba 17 Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile - Sustainable Development Goals (SDGs). Gli SDGs comprendono, tra gli altri, la promozione di azioni per combattere il cambiamento climatico, la conservazione e l'uso sostenibile degli oceani, dei mari e dell'ecosistema marino; la protezione ed il ripristino di un uso sostenibile dell'ecosistema terrestre; la protezione della salute[3]. Gli SDG hanno bisogno di un approccio multisettoriale che includa le istituzioni di ricerca, i responsabili politici ed i portatori di interessi. In questo contesto, occorre anche considerare che la ricerca in tema di ambiente-salute si sta indirizzando verso un approccio olistico, in cui sono presi in considerazione anche i determinanti distali di salute, ossia i fattori più lontani agli esiti di salute nella catena causale, che agiscono attraverso una o più cause intermedie, e che considera in maniera complessiva il contesto espositivo delle popolazioni e gli ecosistemi nella loro totalità.

Il panorama sopra tratteggiato è arricchito dalle molte iniziative e opportunità di ricerca e sviluppo tecnologico promosse dalla Commissione europea, in primo luogo quelle della filiera Horizon 2020



della Direzione Generale (DG) per la Ricerca e l'Innovazione, i bandi LIFE della DG Ambiente e HEALTH della DG Salute e tutela dei consumatori. Le crescenti preoccupazioni pubbliche derivanti dall'impatto dei determinanti ambientali sulla salute dell'uomo e la conseguente necessità di fornire solide evidenze scientifiche per la formulazione di nuove raccomandazioni e linee guida, hanno indotto l'Unione Europea a supportare con finanziamenti progressivamente maggiori la ricerca in tema di ambiente e salute. A partire dal 1998 con il Quinto Programma Quadro e successivamente con il Sesto (2002-2006) ed il Settimo (2007-2013), sono stati finanziati circa 365 progetti di ricerca su ambiente e salute per un totale di oltre 1 miliardo di euro. Nei primi due anni Horizon 2020 ha finanziato quaranta progetti di collaborazione nell'ambito delle seguenti aree tematiche: esposizione alle sostanze chimiche, aria pulita e ambienti urbani sostenibili, esposizioni lungo il corso della vita ed impatti sulla salute, prevenzione e promozione della salute. Nel gennaio 2017 ha avuto inizio HBM4EU, un programma congiunto di biomonitoraggio umano a cui partecipano 26 Paesi unitamente alla Commissione Europea, con l'obiettivo di utilizzare dati di biomonitoraggio per una migliore comprensione dell'esposizione della popolazione europea alle sostanze chimiche e degli impatti associati sulla salute, e un uso appropriato nella valutazione del rischio chimico[4]. I recenti avanzamenti scientifici e tecnologici nei settori della biologia molecolare e della caratterizzazione dell'esposoma sono ritenuti elementi fondamentali nel guidare il cambiamento della ricerca su ambiente e salute da una nozione – ormai datata - "unica esposizione-unica malattia" ad un approccio olistico in grado di considerare esposizioni multiple a fattori ambientali e esiti diversificati di salute. Vi sono poi le moltissime attività promosse dai Paesi membri, che in vario modo contribuiscono alla crescita delle conoscenze su ambiente e salute in ambito europeo e delle relative collaborazioni internazionali. Anche in Italia le attività di

Nell'ambito del progetto CISAS sono in corso tre studi nei SIN, per valutare lo stato di compromissione di aria, acqua e suolo

ricerca in campo ambiente e salute sono numerose e diversi gruppi di ricerca italiani hanno contribuito e contribuiscono in modo significativo a livello internazionale oltreché nazionale.

Già il piano d'azione europeo per l'ambiente e la salute 2004-2010, varato dall'Unione Europea nel 2004, mirava a ridurre il rischio di malattie provocate dall'inquinamento ambientale[5]. Con lo scopo di sviluppare un sistema comunitario, il piano individuava 13 azioni che comprendevano iniziative per una migliore comprensione del rapporto tra ambiente e salute e per individuare le vie attraverso le quali l'esposizione ambientale provoca effetti epidemiologici. Le azioni 9-13, in particolare, affrontavano rigorosamente la componente di governance, attraverso un miglioramento della comunicazione con lo sviluppo contestuale di attività di sensibilizzazione, comunicazione del rischio, formazione ed istruzione. In Italia, in anni recenti, sono state avviate numerose attività di studio su inquinamento e salute in grandi aree urbane e in aree industriali o ex-industriali, ed in particolare nei siti caratterizzati da grave degrado ambientale e definiti di interesse nazionale o regionale per le bonifiche (rispettivamente SIN e SIR). Il razionale comune di questi studi è la necessità di aumentare le conoscenze sull'impatto ambientale sulla salute di popolazioni e comunità residenti in tali aree.

Citiamo di seguito una esperienza in corso a guida CNR, denominata CISAS (Centro Internazionale di Studi avanzati su Ambiente, ecosistema e Salute umana), che ci pare condivida diverse priorità e criteri stabiliti a livello internazionale ed europeo (http://www.cisas.cnr.it/).

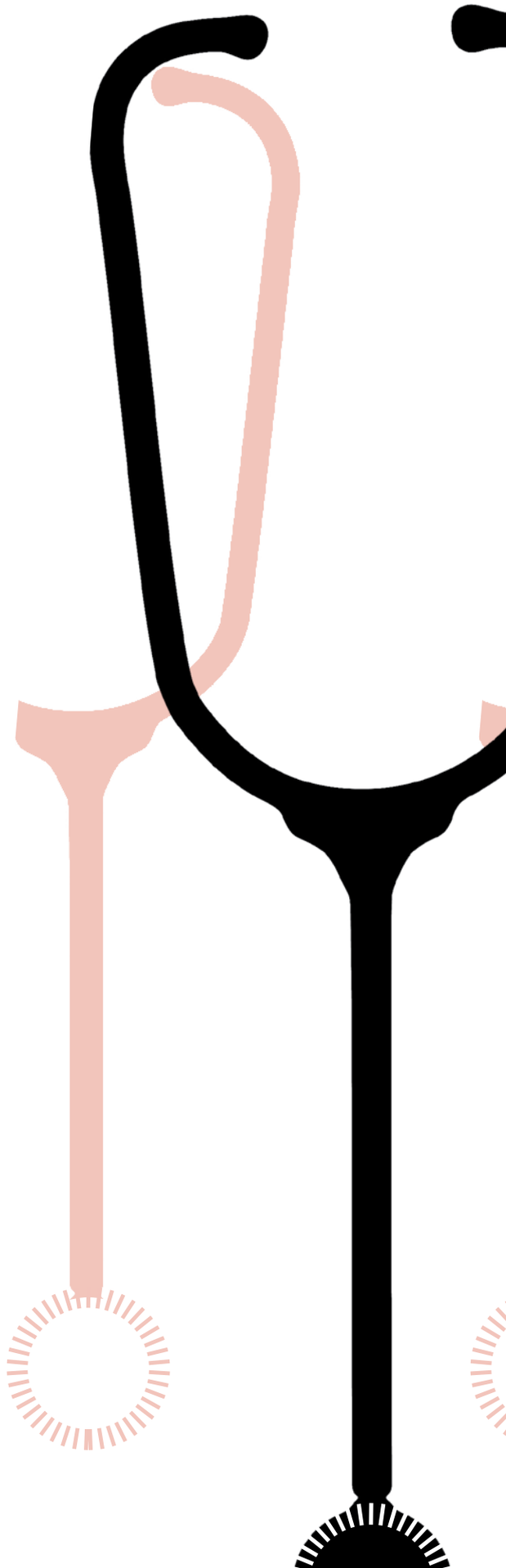
CISAS è uno studio multi-ed interdisciplinare strutturato secondo una complessa azione di ricerca finalizzata alla comprensione dei fenomeni di inquinamento ambientale e del loro impatto sull'ecosistema e sulla salute umana in siti contaminati.

In CISAS sono in corso tre studi su ambiente e salute nei SIN di Priolo e Milazzo (Regione Sicilia) e nel SIN di Crotone (Regione Calabria) per valutare il livello di inquinamento delle matrici ambientali, le vie di contaminazione, i profili di esposizione delle comunità locali e l'associazione tra esposizione ad inquinanti specifici ed indicatori precoci di rischio pre-clinico di malattia. Ai soggetti arruolati nei tre studi campionari sarà somministrato un questionario con domande relative non solo ad abitudini alimentari, stile di vita, condizioni ambientali e socio-economiche, esposizioni occupazionali, storia medica e riproduttiva, ma anche a percezione del rischio e pericoli ambientali. Il progetto prevede inoltre l'attivazione di pacchetti formativi su ambiente-salute destinati agli operatori agenziali regionali e di comunicazione del rischio, unitamente alla comunicazione pubblica dei risultati, rivolta alle autorità, ai portatori di interessi, alle organizzazioni ambientaliste, ai comitati dei cittadini. Secondo l'OMS, le strategie di diffusione dovrebbero essere infatti parte integrante dei progetti di ricerca su ambiente e salute, e anche la collaborazione con le ONG è pensata come un meccanismo per rafforzare le strategie di comunicazione e di decisione basata su evidenze scientifiche. La formazione ed istruzione multi- ed interdisciplinare, se pure con grado e modalità diverse tra esperti del settore, responsabili politici, pubblico, possono contribuire a rendere la ricerca uno strumento più efficace per orientare le politiche su ambiente e salute[1]. Nel corso del meeting organizzato nel 2017 in Portogallo dall'Ufficio Regionale per l'Europa dell'OMS, è stato riconosciuto che la ricerca su ambiente-salute è estremamente eterogenea, basandosi su studi descrittivi, in cui è riportata la distribuzione spaziale e temporale di malattie e di rischi noti per la salute, studi eziologici, che indagano l'associazione tra fattori di esposizione ed insorgenza di esiti di malattia, e studi di esplorazione in cui sono utilizzati i dati esistenti per proporre ipotesi sul ruolo di determinanti ambientali nella salute umana[1]. In CISAS sono rappresentate tutte le tipologie di studio, in quanto che, sulla base dei risultati dello studio Sentieri su mortalità e ricoveri ospedalieri nella popolazione dei 3 SIN[6], sono in corso di realizzazione studi epidemiologici *cross-sectional* finalizzati a valutare l'associazione tra esposizione ed esiti di

malattia in due passaggi consecutivi: il primo basato sulla residenza nei comuni all'interno dei SIN e in aree esterne di riferimento, il secondo basato sulla somministrazione di questionari e sulla misura individuale di biomarcatori di esposizione e di effetto precoce. In particolare, i tre studi eziologici di tipo campionario indagheranno l'associazione tra esposizione a contaminanti organici e aumento dei fattori di rischio, presenza di biomarcatori epatici e di carcinoma epatocellulare nel SIN di Priolo; associazione tra esposizione a metalli pesanti ed incremento del rischio di ipotiroidismo clinico e subclinico e indicatori precoci di cancro tiroideo nel SIN di Milazzo; associazione tra esposizione a metalli pesanti e alterazioni precoci di rischio cardiovascolare danno renale nel SIN di Crotone.
Sul versante ambientale CISAS prevede un programma di monitoraggio dei livelli di inquinanti indice nelle matrici ambientali aria, acqua, suolo e organismi marini e terrestri. Al monitoraggio ambientale è affiancato un biomonitoraggio di liquidi biologici (siero, plasma, urina) in soggetti reclutati in ciascun SIN e nelle aree di riferimento. L'approfondimento su determinanti ambientali e indicatori di malattia e sulle loro interazioni può anche contribuire alla costruzione di sistemi mirati di sorveglianza ambiente-salute, con l'obiettivo di fornire una corretta misura dei rischi e dare indicazioni per efficaci interventi di bonifica nelle aree ad alto rischio. Con CISAS sono dunque sviluppati altri tre aspetti caratterizzanti la ricerca su ambiente e salute: i) lo sviluppo di metodi e strumenti per lo studio dei processi chimico-fisici dei principali inquinanti

Oltre al monitoraggio ambientale il CISAS si prefigge anche un biomonitoraggio di liquidi biologici in soggetti reclutati in ciascun SIN

(identificati nelle diverse matrici ambientali delle aree di studio) e del loro trasferimento nelle catene trofiche marina e terrestre, ii).la caratterizzazione dell'esposizione della popolazione attraverso la quantificazione di marcatori di esposizione (esposoma), iii) la valutazione di marcatori di danno precoce e di rischio pre-clinico. In campo ambiente e salute esiste sia la ricerca tradizionale, orientata verso



politiche di salute pubblica in cui le prove esistenti tendono ad essere replicate e perfezionate, sia quella cosiddetta "ad alto rischio" o anche "curiosity driven", finalizzata a confermare ipotesi di recente formulazione o a esplorare nuove frontiere, spesso non sostenuta da adeguate fonti di finanziamento. In CISAS l'attenzione principale è rivolta verso la prevenzione primaria e la promozione della salute, ma una parte significativa dei finanziamenti è finalizzata alla ricerca ad alto rischio. È indispensabile che la ricerca tradizionale e quella "ad alto rischio" siano bilanciate, soprattutto quando la popolazione in esame si trovi a fronteggiare un problema urgente di salute pubblica.

In questo caso, può essere non desiderabile, o addirittura controproducente, attendere i risultati dello studio, specialmente quando le evidenze già disponibili diano indicazione di un impatto sulla salute umana. Studi epidemiologici estesi possono distogliere l'attenzione dalla comunità a rischio e ritardare o addirittura interrompere qualsiasi intervento. In altre situazioni, rimane stringente condurre un'indagine epidemiologica completa, o a seguito di indirizzi politici, o nel caso in cui si conosca o si sospetti una seria esposizione ambientale di una ampia quota della popolazione. Comunque sia è sempre auspicabile che le iniziative di nuovi studi derivino da un interscambio tra ricercatori, decisori politici e portatori di interessi[1]. Nel caso di CISAS non solo

CISAS prevede il coinvolgimento dei cittadini per legare lo svolgimento degli studi ai bisogni della comunità locale

gli studi epidemiologici previsti valutano l'associazione tra esposizione a contaminanti specifici di ciascuna area selezionata ed insorgenza di marcatori precoci di malattia, ma sono condotti in aree ad elevato grado di crisi ambientale e sanitaria, in cui vi sono sia l'interesse politico sia la consapevolezza e l'attenzione dell'intera comunità verso l'approfondimento delle conoscenze scientifiche e l'attivazione

di azioni di bonifica ambientale. Sebbene l'interscambio sia fondamentale, è altrettanto importante che laddove siano necessari rapporti stretti tra finanziatori e ricercatori per raggiungere gli obiettivi del progetto, sia garantita una netta separazione tra coloro che decidono l'avvio di una ricerca e coloro che la realizzano, per evitare conflitti di interesse.

Una ulteriore raccomandazione ben richiamata dal documento dell'OMS riguarda l'attenzione che deve essere prestata alla produzione scientifica affinché oltre ad essere di buona qualità sia in grado di apportare almeno un effettivo avanzamento della conoscenza, e possibilmente anche un'utilità per la società[1].

Nella valutazione di studi esistenti e indagini già pubblicate o in fase di pubblicazione, dovrebbero essere applicati criteri multipli che tengano conto del disegno di studio, della validità interna, della potenza statistica, della completezza, oltre che di parametri quali originalità, grado di innovazione e contributo all'espansione delle conoscenze disponibili. Il progetto CISAS è improntato a tali criteri e si propone di dare un contributo scientifico su cinque domini:

- pertinenza per la salute pubblica: dai risultati degli studi eziologici e di monitoraggio ambientale condotti nelle aree di studio sarà possibile ottenere informazioni sull'entità e la gravità degli impatti sulla salute e/o sugli ecosistemi;
- distribuzione disomogenea di esposizione, effetti e impatti: per ciascuno degli studi campionari in CISAS sono reclutati un campione di popolazione residente nell'area comprendente il SIN, considerata di esposizione, ed un ugual numero di soggetti residenti in un'area limitrofa di riferimento, considerata di non esposizione. In base ai risultati derivanti da studi descrittivi, è noto come nei SIN vi sia un incremento di mortalità, di ricoveri ospedalieri e di incidenza di patologie specifiche. In CISAS è ipotizzabile una conferma dei dati esistenti, ed una possibile differente distribuzione nei fattori di rischio pre-clinico tra la popolazione esposta e quella considerata non esposta;
- pertinenza delle politiche di prevenzione: i risultati di CISAS, dopo che saranno resi pubblici, in collaborazione con le autorità sanitarie e ambientali locali e regionali, forniranno la base scientifica per azioni correttive e di bonifica nei siti contaminati, una volta considerata la fattibilità degli interventi ed i bisogni specifici della comunità residente;
- innovazione e sviluppo: CISAS affina le conoscenze esistenti provenienti da precedenti studi descrittivi, i quali, pur non indagando le cause degli eventi, possono fornire indicazioni in termini di sanità pubblica ma al contempo ne produce di nuove, basandosi su studi eziologici, in grado cioè di valutare associazioni pre-definite tra cause ed effetti;
- evoluzione e originalità: in CISAS sarà valutata l'entità dell'impatto su ambiente, ecosistema e salute umana associato ad inquinanti tradizionali quali metalli pesanti, composti policiclici aromatici, diossine e furani, policlorobifenili, e anche a contaminanti emergenti come polibromodifenileteri e farmaci. Negli studi epidemiologici in corso l'utilizzo di dati individuali anziché di dati aggregati, sia di esposizione sia di malattia, potrà fornire nuove evidenze sul ruolo di determinanti ambientali specifici nell'insorgenza di biomarcatori di malattia, nonché identificare rischi emergenti o meno noti.

Tra gli aspetti emergenti nell'ambito della tematica ambiente-salute, dovranno sicuramente trovare spazio adeguato studi sull'inquinamento atmosferico con la formulazione di linee guida e raccomandazioni cliniche basate sull'evidenza per i pazienti. Nella valutazione delle esposizioni, è auspicabile ampliare il numero di studi che prendano in considerazione miscele di inquinanti, per quanto le informazioni sulle miscele riguardanti prodotti commerciali o siti contaminati da industrie siano ancora frammentarie o immature. In ogni caso, dovrebbe essere privilegiata la ricerca "ad alto rischio" per aprire nuove modalità di indagine volte ad ampliare le conoscenze relative agli inquinanti ed alle miscele di inquinanti e migliorare il quadro conoscitivo e di priorità di intervento nella sicurezza della salute pubblica[1].

CISAS prevede il coinvolgimento di cittadini singo-

li e associati per ancorare il più possibile le ipotesi di ricerca e lo svolgimento degli studi a bisogni e domande emergenti dalle comunità locali. Per questo CISAS prevede un programma di presentazione pubblica del razionale, degli obiettivi e dei metodi di ciascun studio, una serie di incontri di ascolto e dialogo con i portatori di interessi, eventi formativi mediante tecniche avanzate, oltre ad una fase partecipata di presentazione dei risultati e delle raccomandazioni. Infine, per migliorare la governance dei rischi i protocolli delle indagini epidemiologiche di CISAS includono studi sulla percezione e attività di comunicazione del rischio nei diversi contesti e condizioni culturali e sociali.
La saldatura tra ricerca e società è improntata a una forte valorizzazione del ruolo delle istituzioni e delle comunità locali, nella consapevolezza che la crescita di cittadinanza scientifica è indispensabile per affrontare le principali sfide sui rischi per la salute umana derivanti dall'inquinamento ambientale.

Bibliografia

[1] World Health Organization, Regional Office for Europe. *Setting research priorities in environment and health. Report of a meeting in Cascais, Portugal, 27-28 April 2017*. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.

[2] World Health Organization, Regional Office for Europe. *Health 2020. A European policy framework supporting action across government and society for health and well-being.* WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.

[3] United Nations. *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*.
Available at: https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld

[4] Karjalainen T, Hoeveler A, Draghia-Akli R. European Union research in support of environment and health: Building scientific evidence base for policy. Environ Int. 2017; 103: 51-60.

[5] European Union Law. Environment and Health Action Plan 2004-2010. Available at: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=LEGISSUM:l28145&from=EN

[6] Pirastu R, Comba P, Conti S, Iavarone I, Fazzo L, Pasetto R, Zona A, Crocetti E, Ricci P, SENTIERI Working Group. SENTIERI. Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio di inquinamento: mortalità, incidenza oncologica e ricoveri ospedalieri. Epidemiol Prev, 2014; 38(2 Suppl 1): 1-170.

Fotolia

Dopo 50 anni la Medaglia Fields torna in Italia

Intervista a Alessio Figalli, ricercatore al Politecnico Federale di Zurigo

Stefano Pisani

C'è chi vuole che Alfred Nobel non abbia pensato a un premio per la disciplina "Matematica" a causa di una contesa sentimentale proprio con un cultore dei numeri. Si tratta ovviamente di una leggenda metropolitana, ma resta il fatto che il Nobel in Matematica non c'è. Il Nobel non c'è, ma c'è un altro premio che, in quanto a prestigio, gli somiglia molto: la "Medaglia Fields". Charles Fields, il canadese che lo inventò, non odiava i matematici nemmeno per leggenda, essendo egli stesso un esponente della categoria, e nella prima metà del Novecento pensò a una medaglia che premiasse le capacità matematiche e la giovinezza. Sì, perché la Medaglia Fields viene conferita, a cadenza quadriennale, a (massimo) quattro talentuosi giovani matematici che non abbiano superato i 40 anni nell'anno del Convegno Internazionale dei Matematici, una sorta di conclave dei matematici di tutto il mondo nell'ambito del quale viene assegnato il Premio. Si tratta del più importante riconoscimento che un matematico può ricevere nella sua vita e, dal 1936, l'Italia l'aveva vinto una sola volta, nel 1974 con l'allora 34enne Enrico Bombieri. Fino a oggi. Quest'anno, in un'accaldata Rio de Janeiro, un altro italiano è riuscito nell'impresa: Alessio Figalli, classe 1984, romano di nascita e di formazione tutta italiana, prima nel Liceo Classico "Francesco Vivona" di Roma, poi alla Normale di Pisa. Dopo aver girato il mondo (CNRS francese, École Polytechnique di Parigi, Università del Texas di Austin), attualmente Alessio lavora al Politecnico Federale di Zurigo.

Alessio, hai ricevuto il premio lo scorso agosto. Com'è la vita da medagliato Fields?

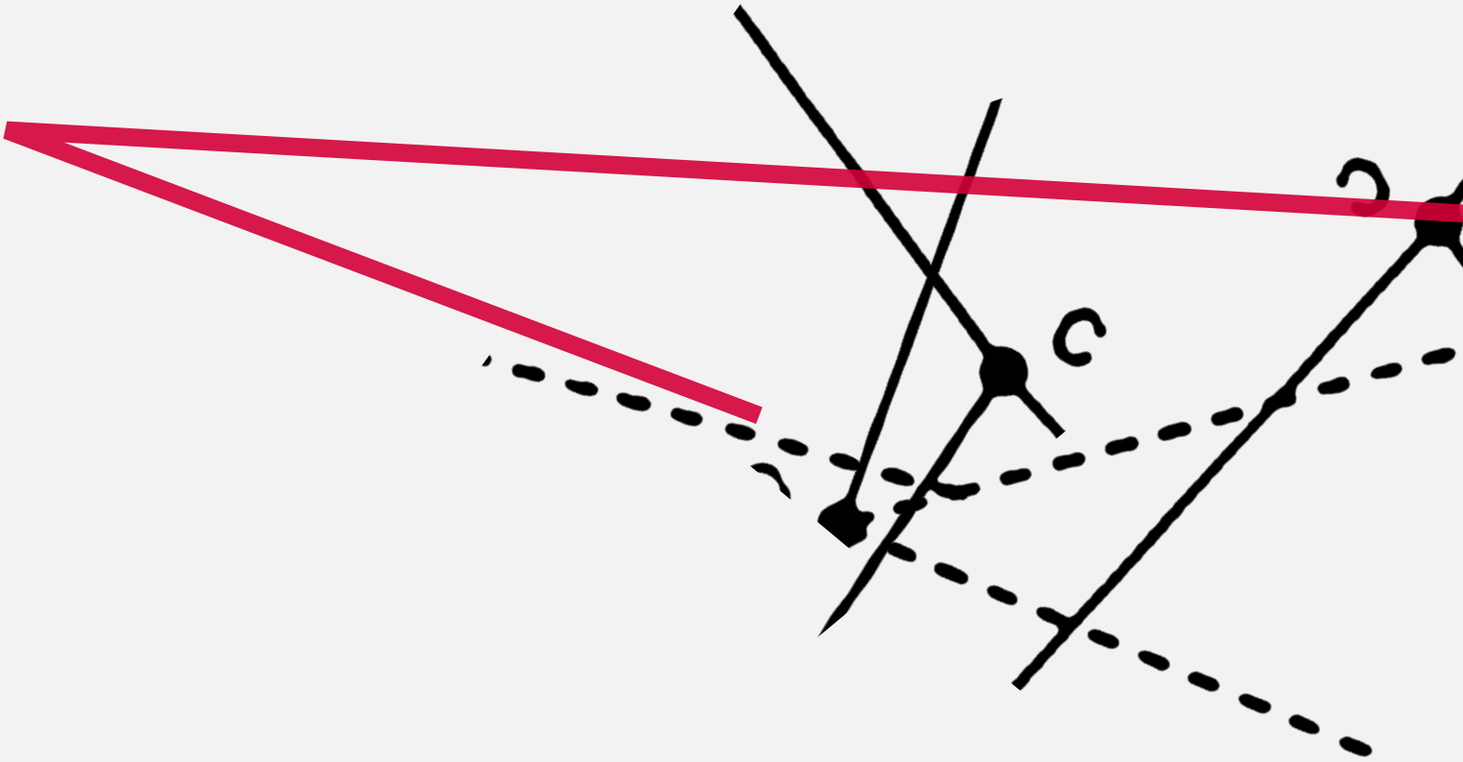
Ancora devo rendermene conto completamente. Da un punto di vista scientifico, a causa del periodo di vacanza che c'è stato subito dopo, devo ancora capire le conseguenze di questo evento. Da un punto di vista più "sociale" sono cambiate varie cose: sono sollecitato maggiormente da giornalisti o per eventi scientifici e meno scientifici, divulgativi, ricevo tante mail al giorno, inviti alla tv...

Questa cosa ti fa piacere, immagino.

Diciamo di sì, finché sono "coerenti" sì. Quando poi iniziano a invitarti a cose a caso, sono un po' più scettico. Non vorrei essere il personaggio di turno, voglio cercare di mantenere un po' la mia identità, nel senso che se io sono qui è perché ho fatto matematica. Se poi devono iniziare a chiedermi cose che sono completamente al di fuori del mio ambito di competenza, preferisco evitare. Sono stato invitato anche a spettacoli, talk show, anche importanti, ma che non hanno nessuna connessione con la scienza. In questi casi magari declino, in generale però sono felice se posso aiutare la comunità scientifica, o i giovani...

Spiegami in breve il motivo per cui hai vinto la Medaglia Fields.

Il problema generale che connette molti dei miei risultati è quello del "trasporto ottimale", il problema di trasportare risorse da un luogo a un altro nella maniera più efficiente possibile. I miei contributi principali, almeno due in particolare, sono tesi a capire come usare il trasporto ottimale per studiare le cosiddette "disuguaglianze isoperimetriche". Si tratta di capire in termini generali come la forma di oggetti quali bolle di sapone o cristalli – che matematicamente rispondono alle stesse leggi della fisica, si possono cioè trattare con le stesse tecniche – è influenzata dalle forze esterne, in particolare come la loro forma cambia sotto l'azione di forze esterne. Bisogna allora formulare dei teoremi di stabilità per certi oggetti che quando sono allo stato minimo di energia hanno delle configurazioni ben definite. Quando si aumenta l'energia al sistema, si tratta di capire come la loro forma cambia. Ho usato il trasporto ottimale per capire come le particelle infinitesimali che compongono questi oggetti si muovono nel processo di somministrazione di energia al sistema. Questa è una direzione: la novità è stata usare il trasporto ottimale per comprendere come gli stati di energia minima cambiano forma quando aggiungi energia al sistema. Un'altra direzione è quella legata all'equazione di Monge-Ampère, equazione alle derivate parziali che ti permette di capire la struttura dei trasporti ottimali. Quello che ho fatto è capire come applicare il trasporto ottimale per studiare un altro sistema, quello delle equazioni semigeostrofiche, che sono equazioni usate in meteorologia per studiare il movimento dei fronti atmosferici. Era noto a livello formale, dagli anni Novanta, che questi fronti atmosferici, le nuvole, si muovono "un po'" in maniera ottimale: in altre parole, c'è del trasporto ottimale al livello dei movimenti delle particelle. Mancava però la teoria matematica necessaria per dimostrare dei teoremi su queste equazioni semigeostrofiche: i lavori che c'erano erano molto "intuitivi", ma mancavano le basi teoriche. Per vent'anni non si sono fatti molti



passi avanti per l'assenza di teoremi matematici che giustificassero vari risultati: il mio contributo è stato quello di sviluppare una teoria matematica per l'equazione di Monge-Ampère che mi ha poi permesso di risolvere le equazioni semigeostrofiche.

Come si vince una Medaglia Fields?

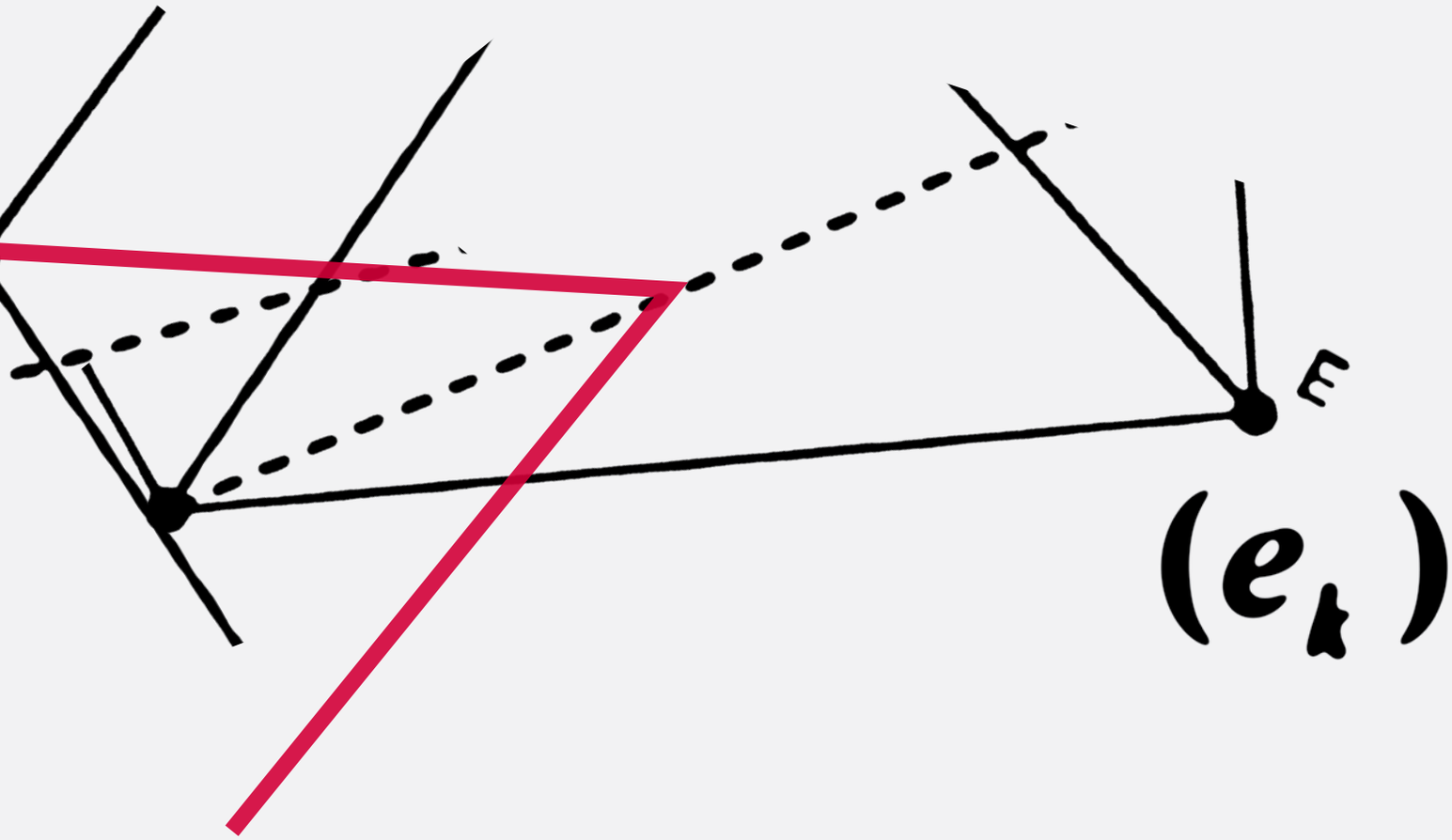
Non penso che nessuno lo sappia. Ci vuole tanta disciplina, tanta caparbietà, non c'è una regola universale. Puoi vincere una Medaglia Fields per un teorema molto importante che era aperto da tantissimi anni oppure per, magari, vari contributi molto rilevanti in tante aree. Il tuo lavoro deve avere un impatto su una comunità molto ampia perché un comitato come quello della Fields chiede opinioni a tantissime persone prima di arrivare a una decisione. Devi quindi innanzitutto avere abbastanza visibilità con le tue ricerche per arrivare nella *shortlist*, poi devi avere un supporto, e quello te lo crei avendo tanti risultati importanti nel tempo. Nella mia carriera ho viaggiato tanto, è stato molto importante per me passare per tante culture, tanti sistemi diversi, perché mi ha permesso di interagire con tante scuole diverse, dall'Italia, alla Francia, agli Usa e poi in Svizzera. Ho incontrato moltissime persone, ho potuto esporre i miei risultati in mezzo mondo: è determinante ottenere ottimi risultati in tanti settori ma è importante anche farti conoscere dalla gente.

Hai avuto sempre come tuo obiettivo la Medaglia Fields?

No, non c'ho mai voluto pensare. Non bisogna pensarci, cercavo di rifuggire il pensiero. Per tanti anni mi sembrava inarrivabile, con troppe variabili, non esistono cose che puoi fare per poi dire "se faccio questa cosa la ottengo". Ognuno deve fare del proprio meglio, poi quello che succede, succede.

Da che età hai cominciato vagamente a pensarci?

Ho iniziato a sentire che magari avevo delle speranze quando la gente parlava un po' della mia candidatura già nel 2014, nell'edizione precedente del Congresso



Internazionale. A quel punto mi sono detto "ho ancora due edizioni... magari non è impossibile, ce la potrei fare". Certo, se avessi iniziato a pensarci ogni giorno non avrei più dormito, quindi ho sempre provato a fuggire questo pensiero.

Per l'Italia è un evento avere una Medaglia Fields. Secondo te, quali sono i tuoi nuovi "doveri" culturali, ora che hai raggiunto questo risultato?

Io sono Medaglia Fields italiana, formata qui fino al Dottorato e sento quindi di avere dei doveri di riconoscenza verso il sistema italiano. Questo comporta anche un voler dare indietro al mio Paese, in vari modi in ambito scientifico e universitario: nei limiti del ragionevole, posso provare a essere un "ambasciatore" che cerca di spiegare che la ricerca in Italia si fa, e si fa ad altissimi livelli, e che il nostro Paese forma tanti giovani che riescono ad avere successo. Bisogna continuare quindi a investire sia nella ricerca che nel sistema scolastico. Spero che questa medaglia dia un segnale al livello del Governo: la matematica italiana riesce a formare matematici di livello internazionale, dei quali posso essere ora l'esponente più visibile, però non ci sono solo io, ci sono tanti altri, e spero che passi il messaggio che c'è molto di più e bisogna fare qualcosa perché se si continuano a perdere giovani e a non investire in queste discipline si rischia che col tempo non ci sia più la formazione universitaria che io ho avuto la fortuna di poter avere.

A questo proposito, tu hai girato il mondo: ti consideri un cervello in fuga?

Non sono un cervello in fuga. I cervelli in fuga sono coloro che volevano stare in Italia ma non gli è stato permesso e sono dovuti "scappare". Non lo sono perché ero in un sistema di co-tutela con la Francia per ragioni scientifiche, ma non volevo "scappare" dall'Italia. Nell'ambito della mia co-tutela ho deciso poi di fare domanda al CNRS e ho avuto un posto in Francia: quindi mi si è prospettata un'opportunità e l'ho presa, non sono scappato. A quel punto poi le cose sono venute una dopo l'altra, e sono arrivato a lavorare anche negli Stati Uniti.

Ma, sempre parlando di cervelli in fuga, come vedi la situazione accademica italiana?

A livello junior, che sia dottorato, che sia post-doc, il fatto che la gente vada all'estero è un'ottima cosa, è una cosa molto formativa. Quello non dovrebbe essere letto come un segnale d'allarme. Bisogna preoccuparsi nel momento in cui le persone in gamba non vogliono rientrare.
L'Italia non riesce a tenersi o a riattrarre le menti più brillanti che hanno trovato posto all'estero, quello è il vero problema, indipendentemente dal motivo per cui una persona è espatriata. Il sistema italiano sta pagando tante cose. Per tanti anni ha pagato la mancanza di posizioni, perché per lungo tempo non sono state fatte assunzioni, e c'è stato anche il blocco dello scatto di stipendio. La mancanza di programmazione di posizioni permanenti è un disastro e porta le persone a chiedersi "chi me lo fa fare di rientrare, se non so se, quando, come ci sarà mai una posizione?". C'è stata poi la mancanza di fondi: i fondi a livello ministeriale per la ricerca sono ancora molto bassi, il che vuol dire che viaggiare o invitare colleghi o organizzare conferenze è complicato perché i budget sono estremamente ridotti. A questo si aggiunge la situazione dei post-doc. Gli assegni di ricerca in Italia spesso durano solo un anno: mi sembrano un po' inutili perché neanche si arriva e già si deve pensare a dove si sarà l'anno prossimo. Al livello scientifico bisognerebbe avere dei post-doc di almeno 2-3 anni, un po' come avviene nel sistema americano.
Il post-doc non è un limbo tra il dottorato e la posizione accademica stabile, ha una sua dignità. È uno step di formazione successivo al dottorato durante il quale la persona diventa sempre più indipendente fino a crearsi una maturità scientifica che gli permetterà, al passo successivo, di avere una posizione permanente. I post-doc sono importanti perché sono giovani, molto dinamici, hanno appena finito un dottorato, si vogliono ancora formare ma iniziano a essere indipendenti, possono portare tanto a un dipartimento, magari facendo anche un po' di didattica. Questa struttura, che li forma in maniera graduale fino ad avere una posizione permanente a livello junior, in Italia manca. Il carico didattico imposto ai docenti, inoltre, è enorme, e non è un problema da poco, soprattutto se si richiede ricerca di alto livello. Ci sono insomma tante cose nel sistema italiano che non sono così attraenti.

E sulla scuola italiana?

Il problema della matematica rispetto ad altri campi è che la matematica è una materia le cui conoscenze si stratificano negli anni. Se uno ha dei buchi, quei buchi distruggono il resto: se non hai capito come semplificare le frazioni, quando poi inizi a fare equazioni fratte di primo o secondo grado, impazzisci. Non è come, per esempio, la Storia che se hai un buco nel Cinquecento, puoi andare avanti e riesci a studiare l'Ottocento. Non credo che la matematica sia più difficile delle altre: il fatto è che basta un qualunque momento nel corso degli studi in cui, per qualsiasi motivo, formi una lacuna e ti ritroverai problemi su tutto il percorso successivo.
Ecco perché in generale le persone hanno più difficoltà con la matematica che con altre materie, perché è più facile cadere. Non saprei come risolvere questo problema, ma bisognerebbe porsi la questione in questi termini. Poi c'è un'altra difficoltà: la matematica, così come è fatta a scuola, è noiosa perché si tende sempre a fare esercizi molto ripetitivi e raramente si vede un qualunque lato creativo di questa materia e una ragione per fare tutti quegli esercizi. Se, magari anche tenendo gli stessi programmi, si facessero di tanto in tanto esempi un po' più sfiziosi che spiegano che la matematica non serve solo a calcolare il resto quando vai a cena fuori – tanto le calcolatrici fanno meglio i conti, dell'uomo – potrebbe risultare più interessante.
La matematica, poi, crea un'elasticità mentale e ti fornisce una maniera logica di affrontare i problemi che ti può aiutare in tantissime cose. Non è un caso che i matematici vengano assunti in campi, come la finanza, in cui non hanno alcuna formazione specifica ma i datori di lavoro sanno che grazie alla loro

elasticità mentale faranno molto bene. La matematica ha quindi una finalità in maniera più astratta, il ragionamento matematico ti può aiutare in tante cose nella vita, ma capisco che questo argomento possa essere un po' debole, troppo "filosofico" per un ragazzino. Se però a volte si spiegasse che, magari, per trasformare un suono in un file mp3 serve la matematica, che fare una risonanza magnetica non è altro che un problema di matematica perché devi capire come ricostruire degli oggetti tridimensionali da segnali inviati da varie direzioni, che per mandare dati in maniera sicura si usano i dati per la crittografia, lo scolaro capirebbe che la matematica è dietro tantissime cose che noi usiamo ogni giorno.
A scuola c'è una visione distorta di cosa sia la matematica: ci sono magari 5000 persone che si iscrivono a ingegneria e 50 a matematica, ma tra quei 5000 c'erano molti che avrebbero potuto iscriversi a matematica, perché magari erano un po' più pragmatici ma non l'hanno fatto perché non sapevano che la matematica *servisse* a qualcosa di concreto, pensavano che iscriversi a matematica servisse solo per insegnarla al liceo. Su questo possiamo lavorare.

Ultima domanda. Secondo te, ci sarà prossimamente qualche altro italiano che vincerà una Medaglia Fields?

Non dico nulla. Vedremo. Il fatto che ne abbiamo avute solo due finora non rispecchia la qualità della matematica italiana.
L'Italia ne avrebbe meritate di più, il nostro Paese sta facendo molto bene, ha sempre fatto bene, ma hai dei problemi legati alla fuga dei cervelli. Più il tempo passa più la fuga dei cervelli avverrà a momenti sempre più anticipati, con matematici nati in Italia che magari studieranno da noi solo durante la Triennale, o addirittura solo alle superiori. Si, ci potremo giustamente vantare, in caso di vittoria di una Medaglia Fields, ma se a quel punto questi vincitori hanno una formazione fatta all'estero... più che vantarsi ci si dovrà porre delle domande.

Benvenuti nel Plasticene

Francesca Buoninconti

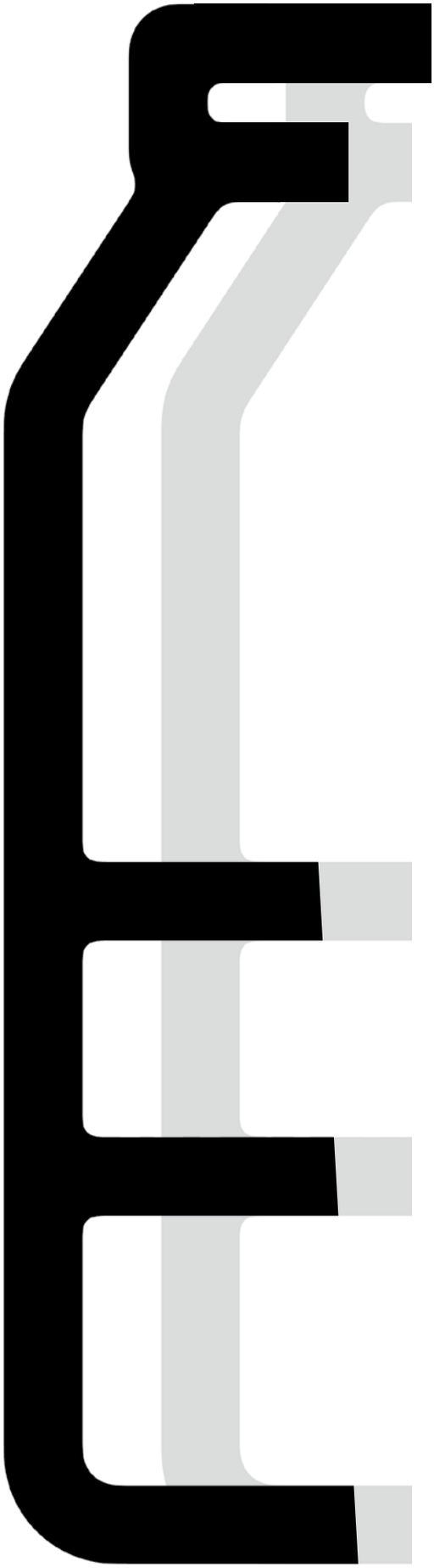
Negli ultimi sessanta anni la plastica ha rivoluzionato la nostra vita. In poco più di un secolo, questo materiale si è imposto come simbolo del nostro stile di vita, essendo facilmente reperibile e a buon mercato. Dai tessuti agli infissi, dagli oggetti casalinghi agli scafi delle barche, dal packaging degli alimenti ai prodotti tecnologici. Oggi quasi tutto ciò che ci circonda è fatto di plastica. Recentemente, però, sono sempre più visibili gli effetti negativi dello sconsiderato uso di plastiche e microplastiche e della cultura dell'usa e getta

Il primo è stato il rayon. Ma in meno di un secolo all'elenco delle materie plastiche si sono aggiunti il polivinilcloruro (PVC), il nylon, il Teflon, il poliestere, il poliuretano, il polietilene (PE e PET). Fino al Moplen, il polipropilene isotattico per la cui invenzione l'italiano Giulio Natta fu insignito del premio Nobel per la chimica. È stato un vero e proprio boom. La plastica si è fatta rapidamente largo nell'industria sostituendo molti materiali.

E se nel 1960 si arrivava a produrre 15 milioni di tonnellate di plastica all'anno, oggi siamo arrivati a oltre 300 milioni. Per un totale di 8,3 miliardi di tonnellate in 70 anni. Dai tessuti agli infissi, dagli oggetti casalinghi agli scafi delle barche, dal *packaging* degli alimenti ai prodotti tecnologici. Oggi quasi tutto ciò che ci circonda è fatto di plastica. L'imperituro ritornello "*e mo', e mo', e mo'... Moplen! È leggero, resistente, inconfondibile*" del *Carosello* con Gino Bramieri aveva in sé, però, un inaspettato avvertimento. Proprio quella resistenza e quell'indistruttibilità tanto osannate sono diventate uno dei più grandi problemi ecologici del secolo. La maggior parte delle materie plastiche, infatti, non è biodegradabile e resiste ad altissime temperature. Come il Teflon o il PET, che si decompongono a temperature che vanno oltre i 300 °C. Molte di queste, poi, non vengono debitamente smaltite. Sono abbandonate, a volte volontariamente, e vanno incontro a frammentazione o a processi di fotodegradazione. La plastica, cioè, si sminuzza in particelle minuscole, più piccole di un millimetro: le micro e le nanoplastiche, ben più insidiose del prodotto originale. Che siano derivate da grossi pezzi abbandonati o da cosmetici, saponi, *scrub* e dentifrici con le famose "microperle", o ancora dal lavaggio di tessuti sintetici (come le fibre in poliestere per esempio), le micro e le nanoplastiche non vengono filtrate dai sistemi di depurazione delle acque e finiscono irrimediabilmente in mare. Insieme a bottiglie, sacchetti, cannucce, bicchieri e un elenco quasi infinito di oggetti di uso quotidiano.

Così, secondo le stime dell'Onu, delle 300 tonnellate prodotte ogni anno ne sversiamo in mare tra le 8 e le 12 tonnellate. Pari al contenuto di un camion al minuto. I nostri oceani hanno ormai inglobato 150 milioni di tonnellate di plastica. E a questo ritmo, complice il depauperamento delle risorse ittiche per l'eccessiva attività di pesca (*overfishing*), entro il 2050 potremmo trovarci letteralmente in un mare di plastica. Secondo la Fondazione Ellen MacArthur[1], tra trent'anni negli oceani ci sarà più plastica che pesci: precisamente tre tonnellate di plastica per ogni tonnellata di pesci. Una stima che suona più come una maledizione che si sta avverando. Colpa nostra, che abbiamo iniziato a preoccuparci forse troppo tardi di dove finisce la plastica e di quali conseguenze ha la sua dispersione nell'ambiente.

Solo nel 1997, infatti, è stata confermata l'esistenza di una grande chiazza di rifiuti galleggianti che solca tutto il nord Pacifico, grande due volte il Texas: il *Pacific Trash Vortex*, scoperto dall'oceanografo Charles Moore. Ma non era che l'inizio. Nel 2010 è stata confermata la presenza di altre due immense "isole di spazzatura": una nell'Oceano Indiano e una nel Nord Atlantico. E altre due potrebbero trovarsi nell'emisfero meridionale, nel Sud del Pacifico e nel Sud dell'Atlantico. Non si tratta però, come a volte è stato detto, di vere e proprie "isole" o conti-



nenti. Ma di immense aree marine in cui la concentrazione di rifiuti è altissima. Secondo uno studio pubblicato a marzo di quest'anno su *Scientific Reports*[2], il vortice del Pacifico nasconderebbe 79.000 tonnellate di materiali plastici. Pari a 1,8 triliardi di pezzi di plastica, per il 94% microplastiche. Un disastro ecologico di proporzioni enormi, di cui però nessuno si assume la responsabilità. Perché quel tratto di mare non appartiene a nessuno Stato.
Anche il nostro Mediterraneo non se la passa bene. Secondo i dati raccolti dal CNR e pubblicati su *Scientific Reports*[3] un paio di anni fa, nel Mediterraneo si aggirerebbero circa 1,25 milioni di frammenti di plastica. In particolare, nel tratto di mare tra la Toscana e la Corsica è stata rilevata la presenza di circa 10 kg di microplastiche per km^2, contro i 2 kg presenti a largo delle coste occidentali della Sardegna e della Sicilia e lungo il tratto nord della costa pugliese. Il problema però non si limita all'inquinamento. Moltissime specie marine ormai ingeriscono plastica. È tristemente famoso il caso degli albatros di Laysan dell'isola di Midway, che muoiono con lo stomaco pieno di accendini, tappi di bottiglia, lamette e cotton fioc. Un disastro a cui ha dato voce, dal 2013, il documentarista Chris Jordan e che tocca tutte le specie di uccelli marini: il 75% di loro ha ingerito plastica almeno una volta. Ma non si salvano neanche gli animali più grandi del pianeta: le balene. Recentemente, a distanza di pochi mesi si è spiaggiato prima un capodoglio in Spagna, nel cui stomaco sono stati ritrovati circa 30 kg di

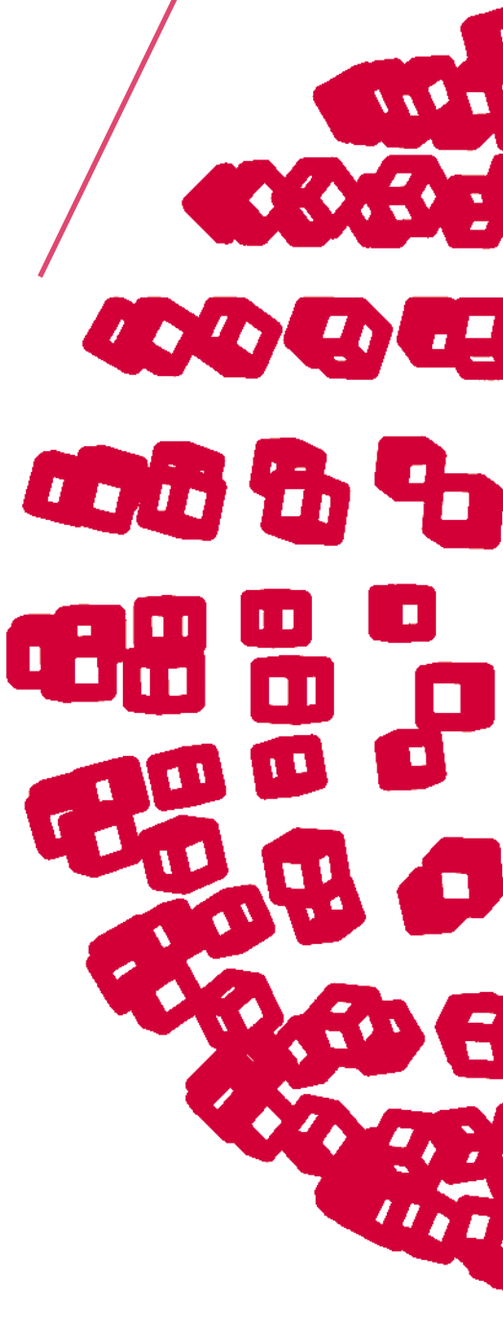
Nel 1960 si producevano 15 milioni di tonnellate di plastica all'anno, oggi siamo arrivati a produrne 300 milioni

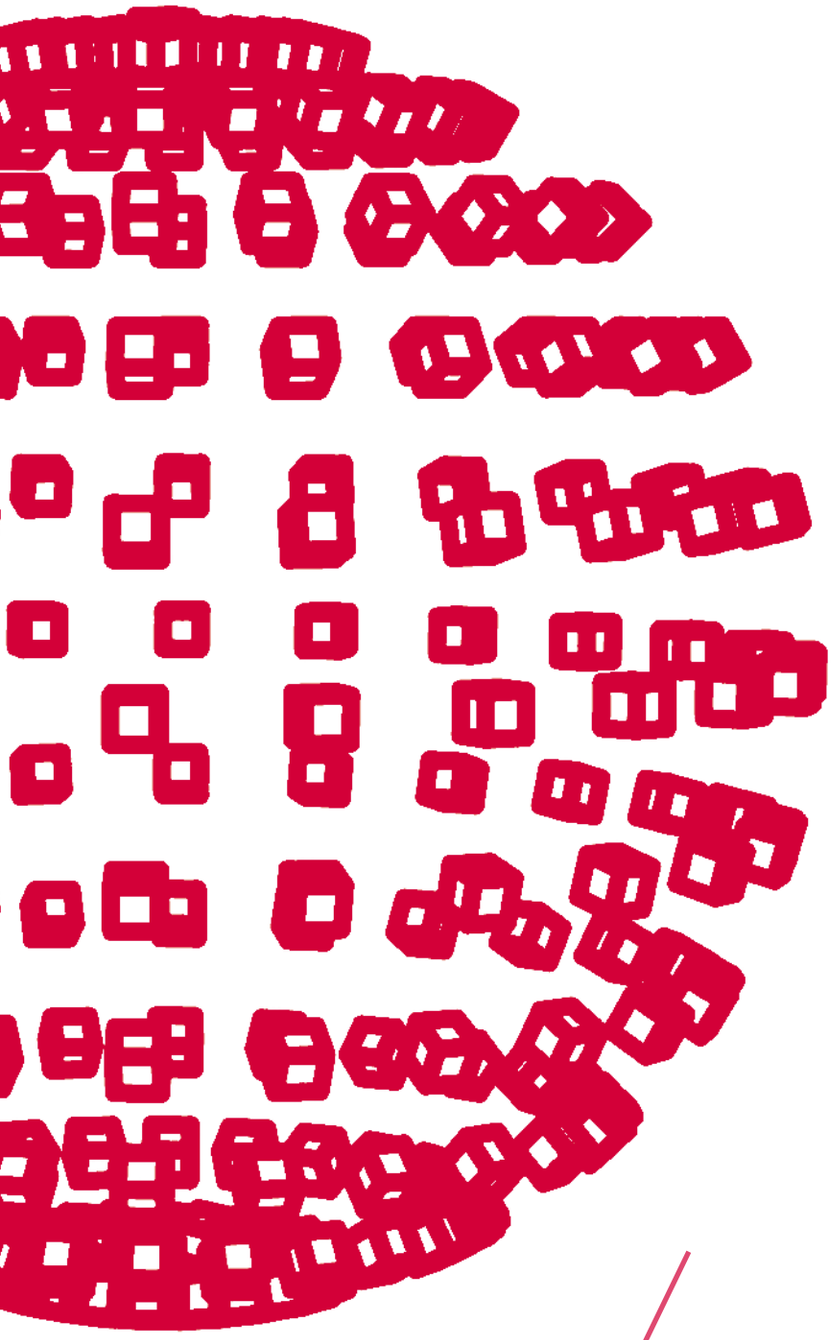
plastica, che hanno bloccato il suo apparato digerente. Poi un giovane globicefalo maschio, in Thailandia, dal cui apparato digerente sono stati estratti ben 80 sacchetti di plastica, che lo hanno condannato a una morte lenta e atroce per denutrizione. Purtroppo sono tantissime altre le specie che ingeriscono plastica.
Nel 2015 sul *Marine Pollution Bullettin*[4] vennero riportati i risultati di una scrupolosa indagine su circa 340 *paper* scientifici sull'argomento. Ebbene, almeno 690 specie, di cui più un centinaio inserite nelle *Red List* dell'IUCN,

hanno dovuto fare i conti con rifiuti di vario genere finiti in mare. Ben 635 si sono imbattute nella plastica e circa 180 specie l'hanno ingerita.
Ma sono le micro e le nanoplastiche a creare i danni maggiori. Questi frammenti sono stati trovati oramai ovunque. Nei ghiacciai, nello stomaco di moltissimi animali marini, spesso alla base della catena alimentare o della nostra dieta. E persino nel sale marino che usiamo in cucina. Nylon, rayon, lyocell, polietilene e PVC sono stati trovati nell'apparato digerente dei crostacei anfipodi che abitano uno dei luoghi più remoti del pianeta, la fossa delle Marianne, a quasi 11.000 metri di profondità[5]. O ancora, come riportato nella lunga bibliografia del progetto scozzese *Nurdle Free Oceans*[6], l'83% degli scampi che vivono alla foce del fiume Clyde in Scozia ha plastica nello stomaco, così pure il 48% dei pesci S. Pietro del Regno Unito, il 50% dei cocci, il 40% di una specie di merluzzo, il 26% della sogliola gialla. Lo stesso dicasi per le cozze, gli organismi filtratori delle acque marine per eccellenza. Secondo uno studio inglese[7] salito di recente alla cronaca per la Giornata Mondiale degli Oceani, cento grammi di cozze surgelate in media contengono 70 particelle di microplastiche. Di cui circa la metà sono particelle di poliestere e politene. Ma non si tratta solo della Gran Bretagna. Anche il Mare Nostrum è interessato dal fenomeno. Un recente studio italiano pubblicato sul *Marine Pollution Bulletin*[8], per esempio, ha messo in luce come il 25% delle verdesche analizzate (*Prionace glauca*) nel Mar Ligure avesse ingerito micro e macro-plastiche. Mentre stando ai risultati dell'ultima indagine condotta da Altroconsumo[9] su oltre 100 campioni di cozze, crostacei

Le micro e nanoplastiche sono ormai entrate nella catena alimentare e sono arrivate nei nostri piatti

vari e sale marino, il 70% è contaminato da microplastiche. E in modo anche pesante: nel 40% dei campioni di sale marino e di cozze ne è stata riscontrata la presenza, mentre in un ulteriore 30% ne sono state trovate tracce. Gamberi, mazzancolle e scampi invece sono contaminati "solo" nel 34% dei casi. C'è dunque una elevatissima probabilità di ingerire microplastiche ogni volta che consumiamo pro-





dotti ittici. Le micro e nanoplastiche sono ormai entrate nella catena alimentare e sono arrivate nei nostri piatti. E a destare preoccupazione sono, per esempio, i policlorobifenili (PCB) e gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), che possono accumularsi nelle microplastiche. O il tanto discusso bisfenolo A (BPA), fondamentale nella sintesi di alcune materie plastiche, già "accusato" di tossicità a lungo termine e di interferire con il sistema endocrino. Ma bisogna andarci cauti con gli allarmismi: ancora non sappiamo con certezza quali conseguenze possa avere sull'uomo un'alimentazione che prevede anche questo tipo di sostanze.
I dati sulla plastica, dunque, non sono incoraggianti. E i sistemi di pulizia dei mari – come *The Ocean Cleanup* – escogitati finora e finanziati da operazioni di *crowdfunding* non promettono di risolvere il problema. Questi, infatti, sono in grado di raccogliere solo la plastica che galleggia e comunque di una certa dimensione. Ma nulla possono contro nano e microplastiche, né contro i rifiuti che giacciono sui fondali marini. Il problema è a monte: bisogna limitarne l'uso. Ripensare a nuovi materiali biodegradabili al 100%. E trovare vie alternative per lo smaltimento, soprattutto ora che la Cina ha chiuso le porte. Fino a qualche mese fa, infatti, questa assorbiva oltre il 72% dei rifiuti plastici prodotti a livello globale, producendo e rivendendo manufatti con plastica riciclata. Ora, però, il business non è più redditizio, la qualità media della plastica è andata peggiorando e il suo riciclaggio è sempre più difficile e meno vantaggioso per la Cina. Così dal 1° gennaio di quest'anno, per il paese della Grande Muraglia è entrato in vigore il blocco delle importazioni di rifiuti di plastica: una misura

Il riciclo, da solo, non basta. È necessario produrre meno plastica. E in questa direzione stanno andando le nuove normative europee

prevista dal programma *National Sword* che sarà seguita da ulteriori restrizioni. Questo blocco, secondo alcuni[10], potrebbe avere ripercussioni drammatiche: entro il 2030 potremmo essere sepolti da una montagna di plastica, ben 110 milioni di tonnellate, che non possono rientrare in nessun circuito economico e che non sappiamo come smaltire. L'unica soluzione per evitare la catastrofe è pun-

tare su programmi per lo sviluppo su scala globale di sistemi di riciclaggio più efficienti. Ma il riciclo, da solo, non basta. Bisogna produrre meno plastica. E in questa direzione stanno andando le nuove norme europee. Così, dopo lo stop agli shopper di plastica per la spesa e – recentemente – ai sacchetti di plastica non biodegradabili per la frutta e la verdura, l'Unione Europea mette al bando la plastica monouso, che rappresenta il 70% circa dei rifiuti più comuni in spiaggia. Le nuove regole, che dovrebbero entrare in vigore dal 2019, secondo Bruxelles, eviteranno l'emissione di 3,4 milioni di tonnellate di CO_2, danni ambientali per 22 miliardi di euro e faranno risparmiare 6,5 miliardi di euro ai consumatori. Banditi dunque cotton fioc, stoviglie e posate monouso, cannucce, contenitori per bevande, aste dei palloncini, imballaggi di patatine e caramelle, filtri delle sigarette. Per ogni tipologia ci sono precise prescrizioni: dal divieto di produzione, alla sostituzione con materiali biodegradabili, sino all'obbligo di inserire in etichetta le indicazioni su smaltimento, impatto ambientale e sulla presenza di plastica nel prodotto. I propositi sono dei migliori, ma non è ancora detta l'ultima parola. Le proposte della Commissione Europea, infatti, dovranno passare per il Parlamento e il Consiglio dell'Unione Europa ed essere approvate. All'interno dell'Europa, intanto, l'Italia sembra essere un passo avanti. Il 19 dicembre 2017, infatti, è stato approvato un emendamento alla legge di Bilancio che prevede lo stop alla produzione di cotton fioc in plastica dal 1° gennaio 2019 e, dal 2020, anche delle microplastiche nei cosmetici e nei prodotti per l'igiene personale. Siamo stati, così, i primi in Europa ad approvare tali restrizioni.

Infine, per superare il "problema plastica" dovremmo trovare nuove alternative compostabili e biodegradabili. E anche in questo caso, con oltre 100 miliardi di euro di fatturato nel settore, in Europa l'Italia è seconda solo alla Germania. Da Nord a Sud dello stivale, c'è il colosso Novamont con il suo prodotto di punta, il Mater-Bi; la nuova Bion-On che spinge su biocosmesi e biomedicale, e la pugliese Mosaico

Digitale che utilizza una resina biodegradabile per gli arredi. Ma ci sono anche enti pubblici che fanno ricerca in materia e hanno all'attivo diversi brevetti, come l'IPBC del Consiglio Nazionale delle Ricerche. Chissà che, su questa strada, la chimica verde non possa regalarci un nuovo Natta.

Bibliografia

[1] World Economic Forum, Ellen MacArthur Foundation and McKinsey & Company "*The New Plastics Economy. Rethinking the future of plastics*", 2016. https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/EllenMacArthurFoundation_TheNewPlasticsEconomy_Pages.pdf

[2] Lebreton L. et al. "*Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic*", Scientific Reports 8, Article number: 4666 (2018) https://www.nature.com/articles/s41598-018-22939-w

[3] Suaria G., Avio C. G., Mineo A., Lattin G. L., Magaldi M. G., Belmonte G., Moore C. J., Regoli F. & Aliani S. "*The Mediterranean Plastic Soup: synthetic polymers in Mediterranean surface water*" Scientific Reports 6, Article number: 37551 (2016) https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5120331/

[4] Gall S. C. & Thompson R. C. "*The impact of debris on marine life*", Marine Pollution Bulletin (2015), 92:170-179 https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X14008571

[5] Jamieson A. J., Malkocs T., Piertney S. B., Fujii T. & Zhang Z. "*Bioaccumulation of persistent organic pollutants in the deepest ocean fauna*", Nature Ecology & Evolution 1, Article number: 0051 (2017) https://www.nature.com/articles/s41559-016-0051

[6] https://www.nurdlehunt.org.uk/whats-the-problem/eaten-by-animals.html

[7] Li J., Green C., Reynolds A., Shi H., Rotchell J. M. "*Microplastics in mussels sampled from coastal waters and supermarkets in the United Kingdom*", Environmental Pollution (2018), 241:35-44. https://www.ncbi.nlm.nih.gov pubmed/29793106

[8] Bernardini I., Garibaldi F., Canesi L., Fossi M. C., Baini M. "*First data on plastic ingestion by blue sharks (Prionace glauca) from the Ligurian Sea (North-Western Mediterranean Sea)*", Marine Pollution Bulletin (2018), 135: 303-310 https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X18305009

[9] Metta M. "*Quanta plastica mangiamo?*", Altroconsumo 2018

[10] Brooks A. L., Wang S., Jambeck J. R. "*The Chinese import ban and its impact on global plastic waste trade*", Science Advances (2018), Vol. 4, no. 6, eaat0131 http://advances.sciencemag.org/content/4/6/eaat0131.full

letture

Le ragazze con i numeri
Valentina Spasaro

"Chiamate quella ragazza, se lei dice che i conti tornano, sono pronto a partire". Queste le parole di John Glenn, primo astronauta statunitense a entrare in orbita attorno alla Terra. La ragazza in questione risponde al nome di Katherine Johnson, matematica classe 1918, una delle prime tre persone di colore ad essere ammesse a un corso di specializzazione nel 1939 all'università della West Virginia. Katherine è ritenuta una figura centrale nella storia dell'aeronautica statunitense e dei programmi spaziali, svolgendo un lavoro chiave specie in alcune circostanze epocali dell'esplorazione umana dello spazio: dall'accuratezza nel calcolo dei percorsi di ritorno di emergenza, delle traiettorie e delle orbite, alle prime missioni NASA di John Glenn, Alan Shepard, sino alle traiettorie di inserzione lunare nei voli Apollo 11 e sui primi piani per la missione su Marte. La Johnson ci racconta la sua storia in prima persona attraverso le pagine di *'Ragazze con i numeri. Storie, passioni e sogni di 15 scienziate'* (Editoriale Scienza, 2018) volume scritto a quattro mani dalla giornalista Vichi De Marchi e da Roberta Fulci, matematica e voce di Radio3 Scienza, corredato dalle illustrazioni di Giulia Sagramola. Un *pink-trio* per un libro non pensato per un pubblico adulto ma che affascina ugualmente i lettori di ogni generazione, non solo per la bellezza delle immagini, rese senza età da un tratto moderno che reitera i toni del blu e del rosso in un insieme davvero accattivante, ma anche dalla chiave divulgativa con cui si presentano queste quindici "ragazze con i numeri" tramite la formula dell'*io narrante* che lascia il lettore calamitato alle loro vicende, fatte di determinazione ed entusiasmo. Perché dovremmo comprare un libro indirizzato ai "non-grandi"? Perché è un volume in cui è stato fatto un raffinato esercizio di divulgazione, dove la vita professionale e personale di queste figure femminili ritirano in ballo tutto il problematico universo valoriale legato alle questioni di genere nella scienza. 'Ragazze con i numeri' si unisce a una narrativa che negli ultimi anni cerca di proporre ai lettori, specialmente al pubblico under 18, una prospettiva storica maggiormente agganciata agli esempi femminili, gli stessi esempi spesso rimasti esclusi per decenni dalla narrazione collettiva della storia delle discipline, soprattutto di quelle prettamente scientifiche. Tendenza in linea con il lieve miglioramento dei dati in riferimento all'occupazione femminile nel mondo della ricerca, soprattutto della ricerca scientifica. Secondo *l'Annuario Scienza e Tecnologia 2018* di Observa Science in Society infatti, in Italia 38 docenti universitari su 100 sono donne, e la percentuale è in crescita. Tra i ricercatori la cifra è simile: 36 su 100. Ma tornando alle storie di "ragazze con i numeri", una ci ha appassionato particolarmente soprattutto per la scarsa notorietà della sua protagonista pur essendo un Premio Nobel: Tu Youyou, farmacista, vincitrice nel 2015, insieme a W. Campbel e S. Ðmura, del Nobel per la medicina, aggiudicandosi il titolo di prima cinese ad aver ricevuto il prestigioso premio per dei lavori condotti esclusivamente in patria. Tu Youyou, come ci racconta lei stessa dalle pagine di questo volume, per amore della ricerca a cui era dedita per trovare una cura alla malaria, si è resa cavia del suo esperimento, assumendo lei stessa ciò che in cinese venne denominato *qinghaosu*, l'artemisinina, principio attivo ottenuto dall'artemisia annua e molecola tutt'ora alla base di molteplici farmaci antimalarici. Nel 1977 Tu Youyou pubblica la sua ricerca in una rivista scientifica di spessore ma non la firma perché la fama non le interessa e i valori della società cinese dell'opaca la portavano a elevare il lavoro di gruppo al di sopra del riconoscimento personale. Ognuna delle quindici protagoniste di questo libro, restituisce una narrazione incentrata sulla necessità di sottolineare come siano molteplici i fattori che entrano in gioco nella costruzione di una vicenda professionale e personale di una *wonderwoman* del mondo della ricerca, ma che tra questi fattori deve sempre primeggiare la determinazione e la devozione per la conoscenza, "riducendo ad icona" con la forza prorompente dell'intelligenza ogni ostacolo di natura svilente e sopraffacente. Una lettura per piccoli e meno piccoli, di ogni età e soprattutto di ogni sesso.

Ragazze con i numeri
Storie, passioni e sogni di 15 scienziate
VICHI DE MARCHI, ROBERTA FULCI
Editoriale Scienza, 2018
pp. XVIII-356, euro 18.90

letture

La realtà raccontata dai numeri

Valentina Spasaro

La vita è matematica. Su questa sola affermazione si potrebbero versare litri di inchiostro digitale, senza riuscire a stabilire con certezza se siamo noi a desumere i modelli, iscritti nella realtà, o piuttosto se li adattiamo, frutto della nostra conoscenza, come griglie e schemi, ai fenomeni della natura. Non è certo sviscerando in tal modo l'annoso problema, di natura peraltro filosofica, che si può rendere una disciplina più attrattiva, soprattutto per i non addetti ai lavori. È necessario piuttosto un approccio diverso, nuovo e moderno, che sia in grado di gettare luce sulla bellezza della matematica e dell'attività scientifica in generale.

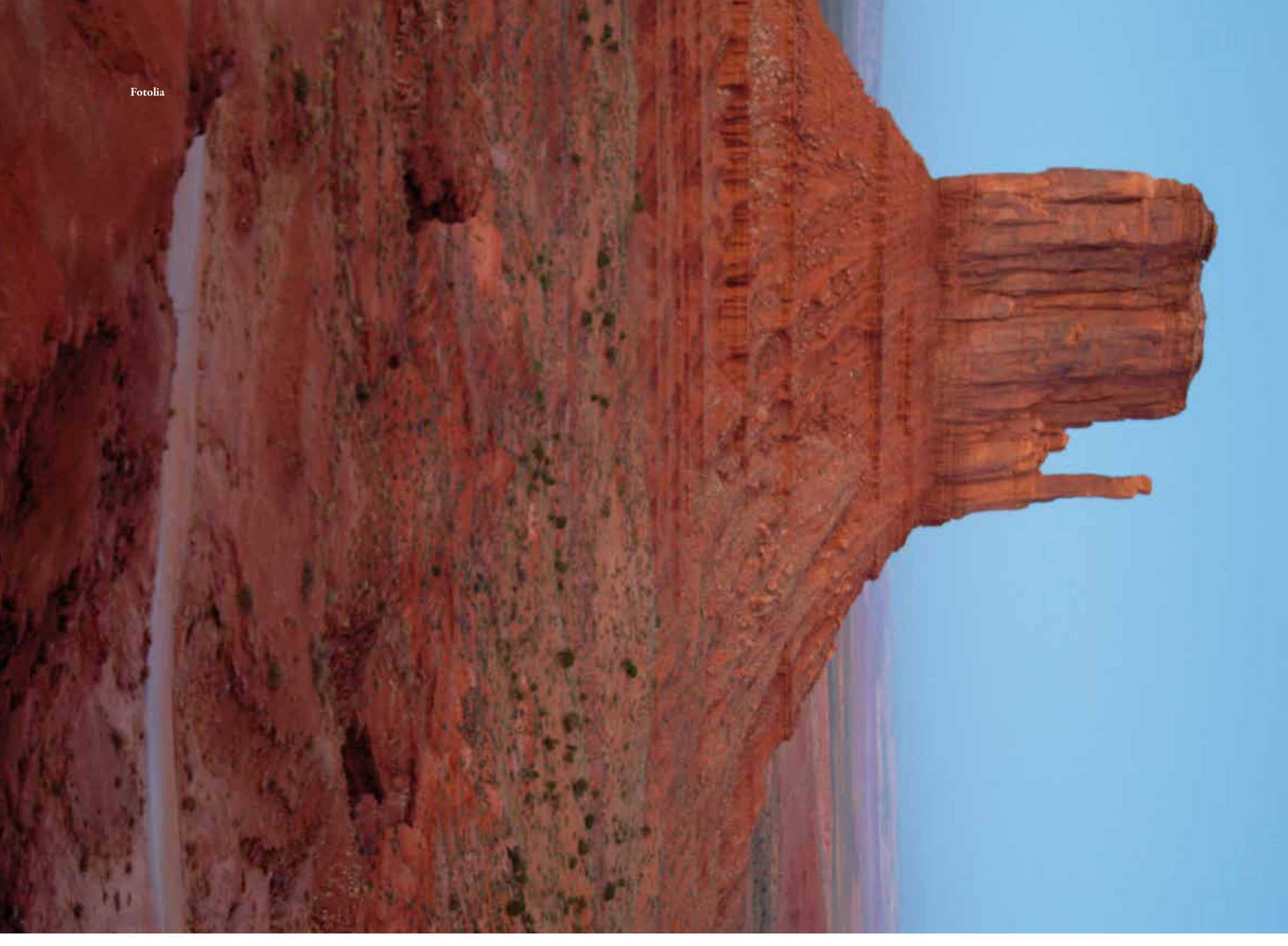
Dalla carta stampata a forme di comunicazione più fresche, come Youtube o Instagram, il passaggio sembrerebbe quasi obbligatorio. Per i divulgatori di oggi e di domani, non possono che esserci questi mezzi, da prediligere in vece dell'obsoleto volume di cellulosa. Si è abituati a questo modo di ricevere informazioni ormai da decenni, e ciò è valido soprattutto per le nuove generazioni: è più interessante un video, che una lezione frontale, o un libro. Anche il linguaggio si modifica, diventa più *friendly*, più divulgativo, più semplice, e il lessico della comunicazione scientifica non deve fare eccezione. Il mezzo prescelto è sempre maggiormente il social network. Eppure qualche youtuber forse in controtendenza, ha deciso di cambiare *medium*, almeno per il momento, e di ritornare al buon vecchio libro. Andrea Mignone, giovane ingegnere torinese, stupisce i suoi *followers* e, a quasi un anno dall'ultimo video sul suo canale youtube Science4fun, ritorna con il libro *La vita è matematica.* Un titolo "spaventoso", ammette l'autore in apertura, proprio perché richiama alla mente un approccio troppo severo a cui spesso si è abituati quando si parla di matematica. In realtà, con questo termine, Mignone intende ordinare nell'insieme "matematica" tutto ciò che ha a che fare con la scienza: tecnologia, fisica, astronomia, chimica. Una categorizzazione che si presenta già in autoevidenza divulgativa. L'intento del volume, come del canale di Andrea Mignone su youtube, è proprio questo: mostrare che la scienza permea la vita quotidiana, pur non essendo essa stessa, almeno per i più, quotidianità.

Si può apprezzare la bellezza degli astri, senza conoscere i movimenti nel cielo e le costellazioni, ma ci si perde qualcosa. L'intento dell'autore è mostrare come proprio quel qualcosa possa risultare comprensibile a tutti: la scienza può essere accessibile, non facile da fare, ma più semplice da comprendere di quanto si sia portati a pensare.

Si può parlare di scienza, questa la sfida dell'ingegnere, anche attraverso risposte a domande e problemi che tutti ci siamo posti almeno una vota nella vita. Meglio aspettare l'autobus o andare a piedi? Tirare a caso nei test a crocette conviene? Perché gli sns sono lunghi 160 caratteri? Ed altre curiose domande che abbracciano inevitabilmente il nostro agire giornaliero e che possiamo riscontrare nella nostra routine. Risponde la scienza, perché la vera conoscenza è quella che avviene attraverso la conoscenza delle cause.

Andrea Mignone ci presenta un cocktail di scienza miscelato in modo fresco e nuovo, con un misto di ironia e rigore metodologico che intrecciano una bella storia fatta di colpi di scena o meglio, parola dell'autore, di "colpi di scienza".

La vita è matematica
La realtà raccontata dai numeri
ANDREA MIGNONE
Sperling & Kupfer, anno 2018
pp. 192, euro 14,36



Fotolia

controllo prevenzione protezione dell'ambiente

Hanno collaborato a questo numero:

Fabrizio Bianchi
Unità di ricerca in Epidemiologia ambientale,
Istituto di Fisiologia Clinica del CNR

Francesca Buoninconti
Giornalista scientifica

Liliana Cori
Unità di ricerca in Epidemiologia ambientale,
Istituto di Fisiologia Clinica del CNR

Pietro Greco
Giornalista scientifico

Francesca Gorini
Unità di ricerca in Epidemiologia ambientale,
Istituto di Fisiologia Clinica del CNR

Cristina Da Rold
Giornalista scientifica

Luca Lombroso
Meteorologo, divulgatore ambientale

Maria Giovanna Pagnotta
Comunicatrice della scienza

Stefano Pisani
Giornalista scientifico

Andrea Rubin
Comunicatore della scienza

Valentina Spasaro
Comunicatrice della scienza

Marcello Turconi
Giornalista scientifico

Le foto di questo numero sono dedicate alle straordinarie armonie disegnate dalla natura, che fin dalla notte dei tempi ispirano il segno artistico dell'uomo.

micron

ecologia, scienza, conoscenza

www.rivistamicron.it