

micron

ecologia, scienza, conoscenza

43

/ Povertà sotto la pelle
/ La poesia della chimica
/ Progettare con i cinque sensi



controllo

prevenzione

protezione

dell'ambiente

orvieto
O

castiglione del lago
C

perugia
P

città di castello
C

todi
T

bastia umbra
B

foligno
F

terni
T

gubbio
G

gualdo tadino
G

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,
Enzo Favoino, Luca Ferrucci,
Gianluigi de Gennaro, Giovanni Gigliotti,
Pietro Greco, Luca Lombroso,
Luca Mercalli, 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

Illustrazioni
Francesco Montesanti

Stampa
Graphicmasters

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

© Arpa Umbria 2019

Una lezione di vita Walter Ganapini	05
Quando la chimica è una poesia: i 150 anni della Tavola Periodica Francesca Buoninconti	06
Potenza della teoria Pietro Greco	16
“Salute per tutti entro l’anno 2000”. Quaranta anni dopo Alma-Ata Eduardo Missoni	21
Lifepath: quando la povertà penetra sotto la pelle Luca Carra, Paolo Vineis	28
Parlare di caso nel cancro non è sbagliato. Ma è molto pericoloso Giuseppe Nucera	34
La Sanità alla prova del web Cristina Da Rold	40
Un dialogo su scienza e società Massimiano Bucchi	44
Verso un’idea sensoriale della progettazione urbana Irene Sartoretti	50
Micron letture	56



31 Nature
Knows
best.

Una lezione di vita

Walter Ganapini

L'Italia di 40 anni fa era un paese interessante nel quale esistevano luoghi, soprattutto a Milano, frequentando i quali si poteva entrava in contatto con maestri del pensiero sui cui libri ci si era formati, alle cui conferenze si cercava di non mancare a costo di faticose trasferte ferroviarie dalla provincia alla metropoli o ammassati nell'auto di amici disponibili.

Parlo della Milano anni '70, dalla Casa della Cultura al Club Turati, dall'Istituto Gramsci al Centro S. Fedele, luoghi che anticipavano di molto i moderni *thinking tank*. Poi c'erano veri e propri cenacoli culturali che non rifiutavano l'accesso a giovani appassionati e curiosi: uno di questi era la redazione del *Sapere* di Giulio Maccacaro, la cui eredità, mancato il fondatore e spaccatosi il gruppo originario sulla questione nucleare, venne tenuta viva da Giovanni Cesareo e tanti di noi ambientalisti della prim'ora con *Scienza/Esperienza*. Alle riunioni di *Sapere* si entrava in relazione con i maestri dell'approccio critico alla conoscenza e al potere: li conobbi Giorgio Nebbia, che era un maestro vero, sapeva dedicarti tempo e attenzione, insegnarti il metodo. Oltre a Giorgio, ho avuto la fortuna di frequentare maestri come Aurelio Peccei, come Laura Conti, uniti nelle loro differenze dalla capacità di essere rigorosissimi con se stessi, dalla grande attitudine a operare in logica da *'civil servant'*, dalla grande capacità visionaria.

Giorgio è stato un visionario, il primo, partendo dalla scienza delle merci, a parlare della necessità di progettare una società neotecnica, per gestire con efficienza ed equità le trasformazioni di materia ed energia che supportano ogni forma di insediamento antropico. Ero fra quelli che nell'Emilia anni '70 fece decine di assemblee sul 'Progetto a medio termine' voluto da Enrico Berlinguer, grande occasione per elaborare una progettualità nuova cui dare concreto seguito: in Emilia Romagna un progetto orientato alla qualità ambientale (oggi diremmo sostenibilità) voleva dire scegliere se concentrare lo sviluppo in pianura lungo la via Emilia o investire sull'Appennino già allora in abbandono. Purtroppo fu scelta l'opzione che poi ha portato all'attuale consumo di suolo, all'aria cancerogena padana, all'idolatria di Mammona, all'apertura alla economia criminale. Tutto questo ha a che fare con la nozione di subalternità culturale, morbo drammatico da cui per un lungo periodo l'ambientalismo scientifico italiano, grazie a Giorgio e agli altri maestri, non è stato contaminato. Giorgio ci ha insegnato a non essere subalterni, ad avere capacità critica. A studiare in profondità gli argomenti cui ci dedichiamo, a ricercare costantemente il confronto, per essere difficilmente attaccabili e rendere autorevole la riflessione e l'azione che si propone. Giorgio Nebbia anche su questo non sbagliava e il suo pensiero ci aiuterà ancora a lungo.



Quando la chimica è una poesia: i 150 anni della Tavola Periodica

Francesca Buoninconti

Correva l'anno 1869: Dmitrij Ivanovic Mendeleev presentava la sua famosa "Tavola periodica degli elementi". Lo storico John D. Bernal definì lo scienziato russo «il Copernico della chimica». E, in effetti, Mendeleev fu capace di conferire alla chimica dell'Ottocento lo statuto di scienza a tutto tondo, in grado non solo di fornire spiegazioni, ma anche di fare previsioni con grande precisione e rigore



«**I**l sistema periodico di Mendeleev, che proprio in quelle settimane imparavamo laboriosamente a dipanare, era una poesia, la più alta e più solenne di tutte le poesie digerite al liceo: a pensarci bene, aveva perfino le rime». (Primo Levi, *Il sistema periodico*).

Con queste parole lo scrittore e partigiano torinese tesse un elogio nell'elogio: sono l'affermazione di una bellezza e di un'armonia totale, all'interno di una raccolta di racconti che è già di per sé un omaggio al genio russo Dmitrij Mendeleev. E neanche a dirlo, per una coincidenza, Levi e la tavola periodica hanno entrambi una ricorrenza da celebrare quest'anno: sono trascorsi cento anni dalla nascita del primo; mentre la tavola periodica, o forse dovremmo dire poetica, quest'anno compie i suoi primi 150 anni.

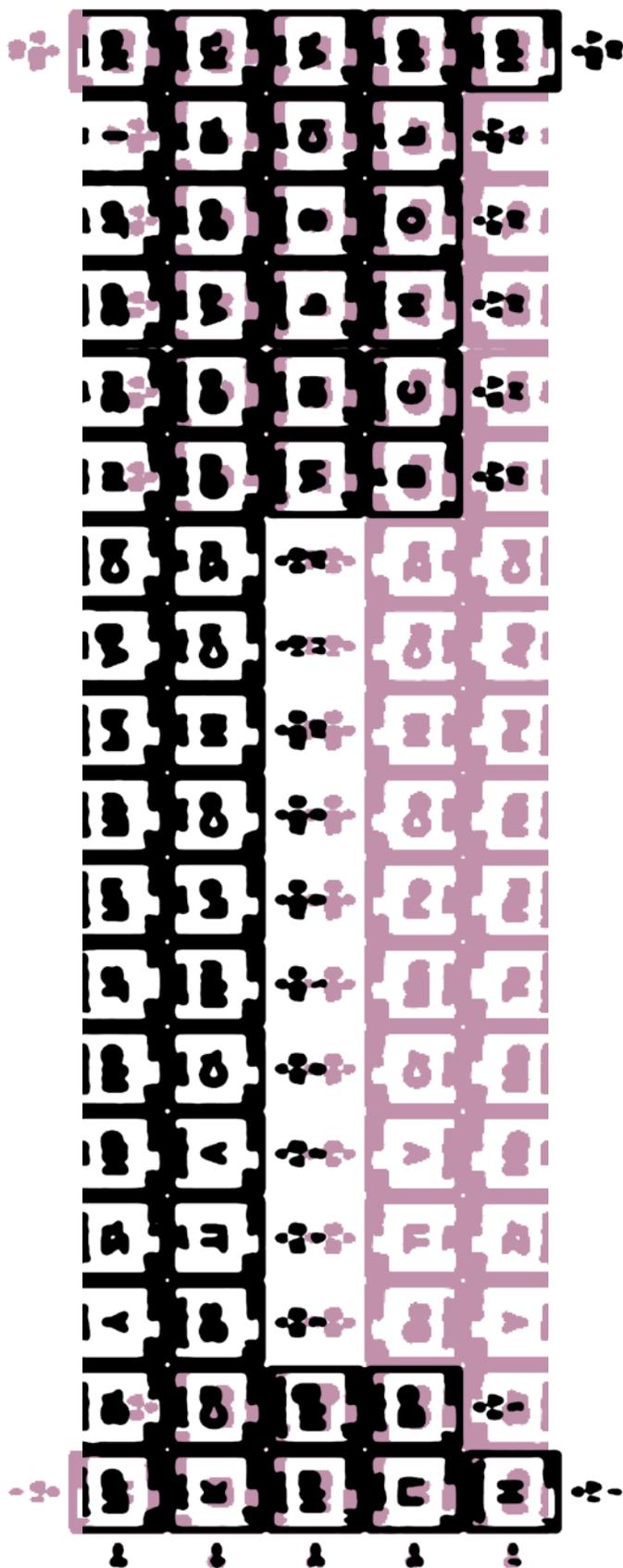
Nel corso del tempo è stata definita "l'opera scientifica più bella di ogni tempo" dalla Royal Institution di Londra, ed è stata decantata pure da Dostoevskij.

E allora se ammettiamo che la tavola periodica è una poesia, non può che essere una poesia ermetica. Quella che oggi conosciamo come tavola con caselle ordinate e colorate, pronta per essere imparata a memoria, non è altro che il succo concentrato di oltre 500 pagine di prosa.

Nel 1868 Mendeleev inizia a scrivere il suo libro, *Principi di chimica*, in cui si riprometteva di descrivere e catalogare tutti i 63 elementi chimici allora noti. Lo scienziato russo prepara così 63 carte, una per ciascun elemento, sulle quali annota le caratteristiche di ognuno. Poi, ordinando quelle carte secondo il peso atomico crescente, si accorge che le proprietà chimiche degli elementi si

ripetevano periodicamente. Mendeleev, arriva quindi a formulare una sola tabella, su un solo foglio, in cui sistema i 63 elementi all'epoca noti in varie righe e colonne, rispettando quell'ordine periodico emergente e lasciando anche delle caselle vuote. Nelle righe e nelle colonne non c'è altro se non i simboli degli elementi con, di fianco, il loro peso atomico. È una poesia ermetica. Così, il 6 marzo 1869 (c'è chi dice l'1 marzo) Dmitrij Mendeleev porta alla società di chimica russa una tabella dal titolo "l'interdipendenza fra le proprietà dei pesi atomici degli elementi", rivoluzionando la chimica.

La storia della realizzazione di questa "poesia", però, è una storia tortuosa che assomiglia molto a quella del suo ideatore. Dmitrij Mendeleev è stato ed è considerato un grande scienziato moderno, un illuminista del suo tempo. E non è solo il padre del sistema periodico, la cui notorietà ha finito con l'offuscare altri grandi meriti del russo. È a lui che dobbiamo, per esempio, la progettazione di una delle prime navi rompighiaccio al mondo, il *Pilot*. O ancora, l'invenzione del pirocollodione, una polvere da sparo a base di nitrocellulosa che non fa fumo, commissionatagli dalla marina russa nel 1892. Mendeleev è stato anche un progressista: ha introdotto il sistema metrico in Russia, è stato uno dei fondatori della Russian Chemical Society. Ha anche compreso l'origine del petrolio, concludendo che gli idrocarburi sono abiogenici e che si formano nelle profondità nella Terra: «il fatto principale da notare è che il petrolio è nato nelle profondità della terra, ed è solo lì che dobbiamo cercare la sua origine». Ha sostenuto poi la costruzione



del primo oleodotto di cherosene in Russia, si è battuto per l'introduzione dei fertilizzanti in agricoltura e contro il protezionismo. Il chimico e storico della scienza russo Lev Chugaev lo ha definito «un chimico di genio, fisico di prima classe, un prolifico ricercatore nei campi dell'idrodinamica, della meteorologia, della geologia, di alcuni rami della tecnologia chimica e altre discipline adiacenti alla chimica e alla fisica, un esperto approfondito dell'industria chimica e dell'industria in generale, e un pensatore originale nel campo dell'economia».

Mendeleev è stato persino un divulgatore scientifico: una delle sue "missioni" era quella di viaggiare in treno, in terza classe, rendendosi disponibile ai passeggeri per spiegazioni, dimostrazioni o per sciogliere qualsiasi altro dubbio. Tutta questa disponibilità verso il prossimo, forse, gli veniva da un'esperienza di vita segnata da lutti e catastrofi varie. Nato in Siberia, ultimo di una dozzina di fratelli, conosce presto la miseria: suo padre Ivan diventa cieco e perde il suo lavoro da insegnante. La madre, Maria, riapre allora una vecchia vetreria di famiglia, ma passano pochi anni e Dmitrij – appena tredicenne – diventa orfano di padre e vede andare in fumo l'unica fonte di guadagno familiare: la vetreria viene distrutta da un incendio. La madre Maria decide quindi di mettersi in viaggio verso Mosca con i suoi figli più bravi per farli studiare all'università ma, dopo un viaggio a cavallo di oltre 2.000 chilometri, l'università chiude loro le porte in faccia. Dmitrij riesce comunque a farsi ammettere a S. Pietroburgo, ma la madre e la sorella muoiono di tu-



Decantata da Dostoevskij, la Tavola fu definita "l'opera scientifica più bella di ogni tempo" dalla Royal Institution di Londra

bercolosi e anche lui finisce con l'ammalarsi poco prima della laurea. Riesce però a guarire e, dopo un trasferimento in Crimea e poi a Odessa, torna a S. Pietroburgo per discutere la tesi di dottorato che dedicherà alla madre: «questa ricerca è dedicata alla memoria di una madre da parte del suo figlio più giovane. In punto di morte mi disse: stai attento alle illusioni, lavora, ricerca la verità divina scientifica». Una frase che il chimico russo ha ben

stampata in mente e che affiora nella determinazione con cui affronta la sistemazione degli elementi. Quando Mendeleev idea la tavola periodica, il mondo scientifico ancora non è compatto sull'esistenza degli atomi, c'è qualche sospettoso che si rifà alla Bibbia, dove la presenza di questi "corpuscoli invisibili" non è



La realizzazione di questa "poesia" ha seguito una storia tortuosa, che assomiglia molto a quella del suo ideatore

nominata affatto. Eppure Mendeleev non avrebbe potuto comporre la sua "poesia" senza alcuni passaggi fondamentali che affondano le radici nel Settecento, oltre un secolo prima, dove troviamo già dei primi abbozzi di tavole e sistemazioni degli elementi. E, dunque, nella storia del sistema periodico non si può non citare il chimico francese Antoine-Laurent de Lavoisier, per esempio. Lavoisier, prima di finire decapitato durante la rivoluzione francese, quando la sua testa era ancora ben salda al collo, ha avuto l'enorme merito – insieme alla moglie Marie-Anne – di spazzare via la teoria aristotelica delle sostanze elementari che compongono il mondo: aria, fuoco, acqua e terra. Furono i coniugi Lavoisier, infatti, a capire di cosa è fatta davvero la materia e a trovare i suoi componenti fondamentali, i "corpi semplici", come per esempio il carbonio o l'ossigeno. Nel 1789 Lavoisier pubblica una prima lista dei 33 elementi fino ad allora identificati, incompleta e con alcuni errori. C'erano i metalli conosciuti fin dall'antichità, come oro, ferro e piombo, ma anche elementi come l'ossigeno, l'azoto, il carbonio. Tutti scritti per esteso, insieme a qualche intruso: pure "la luce" e "il calore" erano inseriti nella tabella degli elementi.

Quello di Lavoisier, dunque, nonostante le chiare falle, è appena l'inizio di un puzzle che avrebbe tenuto impegnati i chimici per oltre un secolo. E infatti, in pochi decenni, sul finire del Settecento e i primissimi anni dell'Ottocento, tre scienziati rivoluzionano la chimica formalizzando tre leggi fondamentali, dette leggi ponderali. Sono lo stesso Lavoisier, con la sua legge di conservazione della massa; il francese Joseph Louis Proust, con

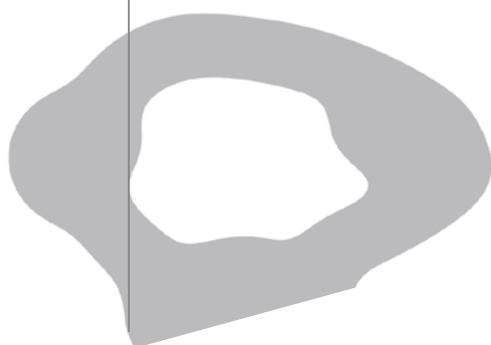
la sua legge delle proporzioni definite; e infine l'inglese John Dalton, con la legge delle proporzioni multiple. La chimica avanza e fa passi da gigante in quel periodo. Nel 1811 arriva anche Avogadro con il suo principio secondo cui "volumi uguali di qualsiasi gas, nelle medesime condizioni di temperatura e pressione, contengono lo

In occasione dei 150 anni della tavola di Mendeleev, l'European Chemical Society ne ha realizzato una versione "aggiornata"

stesso numero di molecole". I nomi degli elementi, però, ancora vengono scritti per intero. C'è quindi ancora un passaggio necessario affinché Mendeleev possa comporre la sua poesia ermetica: gli elementi devono essere indicati con delle abbreviazioni. Questo passo decisivo viene fatto nel 1813 da Jöns Jacob Berzelius che, utilizzando al massimo due lettere, rinomina tutti gli elementi allora conosciuti, per esempio usa "C" per il carbonio e "Fe" per il ferro. E fa di più: aggiunge dei numeri alle lettere per indicare le proporzioni tra i vari elementi. È merito suo se oggi possiamo indicare l'acqua – formata da due atomi di idrogeno e uno di ossigeno – come H_2O , oppure l'anidride carbonica come CO_2 .

Mendeleev sembra dunque l'uomo giusto al momento giusto. Ha tutti gli strumenti nella cassetta degli attrezzi per realizzare la tabella, o quasi. Pare che anche un altro evento abbia contribuito alla nascita della tavola periodica. Nel 1860, a un convegno che si tiene a Karlsruhe, in Germania, il chimico russo incontra il siciliano Stanislao Cannizzaro che propone una distinzione tra atomi e molecole, concetti che all'epoca si stavano appena delineando. Con questo nuovo tarlo nella testa, dopo nove anni di studi e tentativi, Mendeleev riesce a trovare un filo conduttore per ordinare i 63 elementi allora conosciuti in quella tabella che nel marzo del 1869 presenta alla società di chimica. Li sistema in colonna in base al peso atomico, dal più leggero al più pesante. E man mano che scrive si accorge che, mentre il peso atomico cresce, le proprietà chimiche di questi elementi tornano a essere simili dopo un certo periodo. Ecco quindi che ha l'intuizione di iniziare una nuova colonna ogni qual volta il

Figura 1 - La tabella costruita da Mendeleev



ОПЫТЪ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ.
ОСНОВАННОЙ НА ИХЪ АТОМНОМЪ ВѢСѢ И ХИМИЧЕСКОМЪ СХОДСТВѢ.

			Ti = 50	Zr = 90	? = 180.
			V = 51	Nb = 94	Ta = 182.
			Cr = 52	Mo = 96	W = 186.
			Mn = 55	Rh = 104,4	Pt = 197,1.
			Fe = 56	Ru = 104,4	Ir = 198.
			Ni = Co = 59	Pt = 106,8	Os = 199.
			Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200.
H = 1	Be = 9,1	Mg = 24	Zn = 65,2	Cd = 112	
	B = 11	Al = 27,1	? = 68	Ur = 116	Au = 197?
	C = 12	Si = 28	? = 70	Sn = 118	
	N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122	Bi = 210?
	O = 16	S = 32	Se = 79,4	Te = 128?	
	F = 19	Cl = 35,5	Br = 80	I = 127	
Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85,4	Cs = 133	Tl = 204.
		Ca = 40	Sr = 87,6	Ba = 137	Pb = 207.
		? = 45	Ce = 92		
		?Er = 56	La = 94		
		?Yt = 60	Di = 95		
		?In = 75,6	Th = 118?		

Д. Менделѣевъ

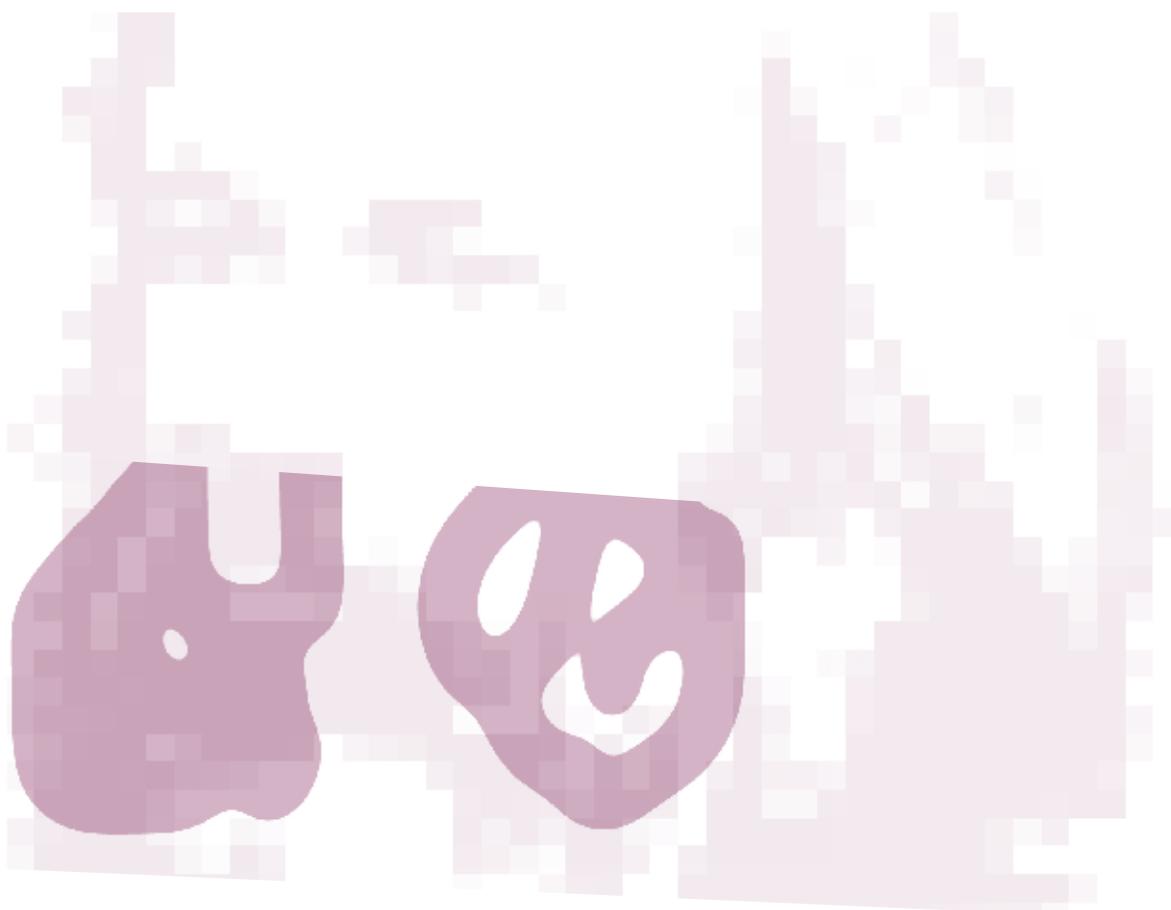
successivo elemento ha caratteristiche analoghe al primo. Costruisce così una tabella con sei colonne e diverse righe, tra le quali si legge per esempio: “Li=7, Na=23, K=39”. Oggi però Litio, Sodio e Potassio siamo abituati a osservarli in una colonna

La Tavola dell’EuChemS’ fotografa l’ “esaurimento scorte”, per opera nostra, degli elementi chimici sulla Terra

– la prima, quella dei metalli alcalini – e non su una riga. La tabella costruita da Mendeleev è quindi un po’ diversa da come la conosciamo noi oggi e non solo per il numero degli elementi. Innanzitutto, Mendeleev ordina i suoi elementi nel sistema periodico in base al peso atomico, che oggi è stato sostituito dal numero atomico, ovvero il numero di protoni che si trova nel nucleo di un atomo. Il numero atomico segue abbastanza linearmente la

progressione del peso atomico: ecco perché il sistema ideato da Mendeleev funziona ancora oggi, nonostante il suo inventore fosse completamente all’oscuro dell’esistenza dei protoni, scoperti solo nel 1919 da Ernest Rutherford.

Inoltre, oggi righe e colonne risultano invertite rispetto al modello mendeleeviano: leggiamo infatti il numero atomico sulle righe (i periodi, detto in “chimichese”), mentre Mendeleev lo leggeva sulle colonne (i gruppi). E gli elementi che hanno proprietà analoghe non si trovano più in fila sulle righe, ma sono incolonnati, dal gruppo dei metalli alcalini fino a quello dei gas nobili. In poche parole, oggi la sua tabella l’abbiamo “girata”, ma il concetto è lo stesso e la periodicità, quelle “rime” decantate da Primo Levi, rimangono. Dunque, con questo duplice ordine Mendeleev incasella ogni elemento in modo continuo, ma lascia dei buchi, degli spazi vuoti: è fermamente convinto che quelle caselle saranno riempite da elementi che



ancora devono essere scoperti, che nomina provvisoriamente eka-boro, eka-alluminio ed eka-silicio. E ha ragione. La sua opera, oltre che corretta, si dimostra di un'onestà intellettuale senza pari e ha un potere predittivo enorme. Nel giro di pochi anni l'eka-boro, l'eka-alluminio e l'eka-silicio vengono trovati e chiamati rispettivamente scandio, gallio e germanio. Da quel momento, la scoperta di nuovi elementi si sussegue senza sosta. A fine Ottocento, grazie a Sir William Ramsay, arrivano i gas nobili, Argon, Elio, Neon, Xenon, Krypton che oggi troviamo nell'ultima colonna, quella del gruppo 18. Poi Marie Curie e il marito Pierre scoprono il Polonio e il Radio. In breve vengono non solo riempite le lacune della tabella, ma vengono aggiunti nuovi elementi. La tabella si affolla e oggi accoglie 118 elementi, suddivisi in 18 colonne e 7 periodi. Croce di ogni studente e delizia di ogni chimico, la tavola periodica è stata organizzata come la conosciamo oggi in tempi più recenti, ma dalla sua

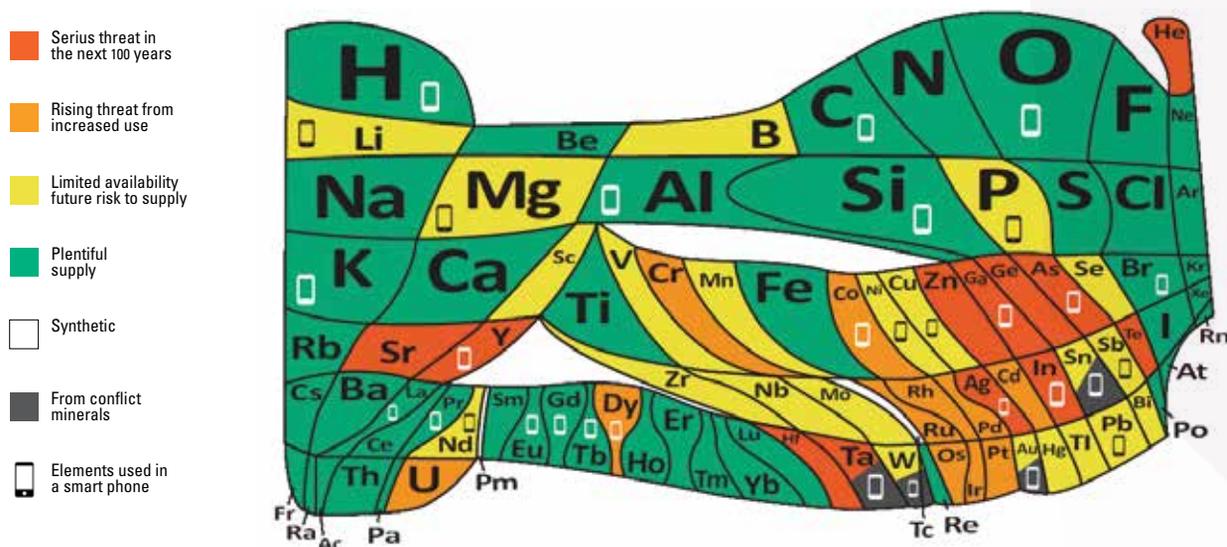
pubblicazione non ha smesso di ispirare artisti e scienziati. Negli ultimi cento anni, si stima, ne sono state pubblicate 800 versioni differenti: di forma circolare, cubica, a cilindro, a rombo o a prisma, sferica e persino a spirale. I simboli degli elementi a volte sono stati sostituiti con disegni di oggetti. Ce n'è per tutti i gusti.

Ma quello che Mendeleev – forse – non avrebbe potuto immaginare è che un giorno quelle caselle invece di riempirsi e moltiplicarsi potrebbero svuotarsi. Alcuni elementi sono infatti “in via di estinzione”: sono diventati sempre più necessari alla vita dell'uomo, sono stati sprecati e dissipati e, a meno che non si scoprano nuovi giacimenti, rischiano di scomparire.

Così, proprio per festeggiare i 150 anni della tavola periodica, l'EuChemS (European Chemical Society) ha avuto l'idea di realizzare una tavola periodica che mostrasse l'abbondanza degli elementi chimici sul pianeta Terra, a seconda di come

Figura 2 - The 90 natural elements that make up everything (how much is there? Is that enough?)

Inspired by WF Sheehan's 'A Periodic Table with Emphasis' published in Chemistry, 1976, 49, 17-18'



li abbiamo consumati. E con tanto di colori verde, giallo, arancio e rosso per indicare il rischio di “esaurimento scorte”.

L'idea di questa tavola è tutta italiana: è di Nicola Armaroli, dirigente di ricerca del CNR a Bologna, che l'ha proposta per la prima volta al consiglio direttivo di EuChemS di cui fa parte. E ne è stata fatta anche una versione italiana, elaborata dalla Società Chimica Italiana in collaborazione con Zanichelli Editore. È una tavola periodica particolare, senza numeri atomici, ma che indica solo la quantità di elementi disponibili attualmente. Maggiore è l'area occupata dall'elemento, maggiore è la sua quantità disponibile sul nostro pianeta. In tutto sono considerati solo 92 elementi, quelli naturali più il Tecnezio e il Promezio, radioattivi e per lo più sintetici. E poi, come in una *Red List* dell'IUCN, l'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura, i colori hanno un significato preciso. Sono contrassegnati in verde tutti gli elementi che

abbiamo in abbondanza; in giallo quelli a disponibilità limitata, a rischio in futuro; in arancione quelli a rischio per il crescente utilizzo e infine in rosso quelli che davvero rischiano di scomparire nei prossimi 100 anni. Infine, accanto ai simboli di alcuni elementi, c'è una piccola icona: è uno smartphone, che sta a indicare – appunto – come quegli elementi siano indispensabili per fabbricare i moderni telefonini.

La tavola della abbondanza degli elementi, dunque, è un manifesto che vuole agganciarsi ai temi sempre più attuali della disponibilità delle risorse e della sostenibilità ambientale. Ma perché alcuni elementi sono fortemente a rischio? Negli ultimi quindici anni abbiamo assistito a una crescita tecnologica esponenziale, senza pari. E proprio per costruire i nostri prodotti tecnologici stiamo consumando alcuni elementi in fretta, troppo in fretta, senza porci il problema della finitezza delle risorse a cui attingiamo, né del riciclo di questi elementi.

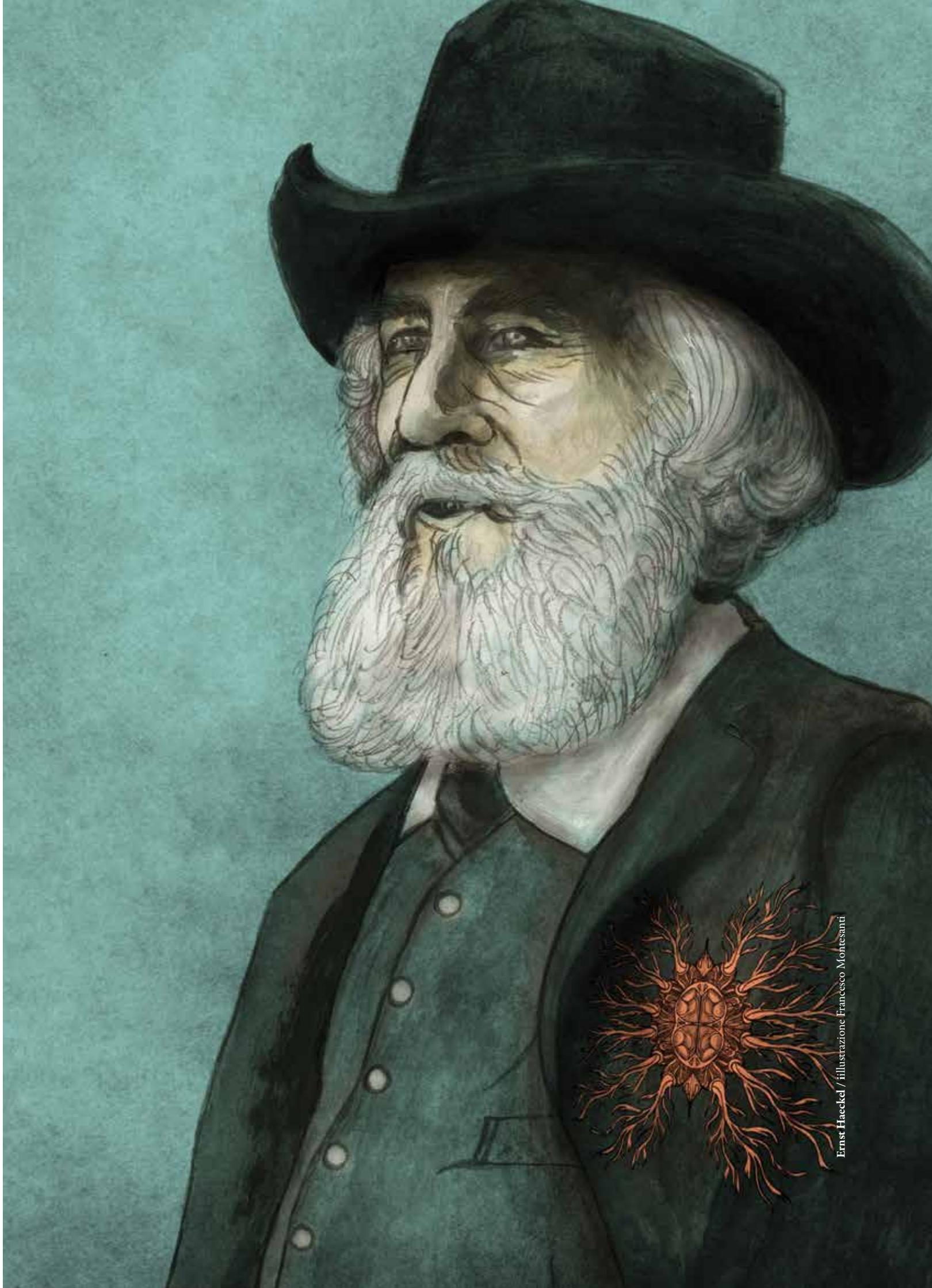


L'esempio degli smartphone calza a pennello: per costruirne uno ci vogliono circa una trentina di elementi chimici: il Carbonio (C) e l'Idrogeno (H) per le guarnizioni in plastica, il Silicio (Si) e il Germanio (Ge) per i microprocessori, l'Oro (Au) per i contatti, il Litio (Li) e il Cobalto (Co) per le moderne batterie dei cellulari e delle auto elettriche. O ancora l'Indio (In), che combinato con Stagno (Sn) e Ossigeno (O), diventa un conduttore elettrico trasparente: l'ingrediente fondamentale per gli schermi *touch*. E infine le terre rare, i lantanidi, utilizzate per produrre i colori dello schermo. Diciassette di questi circa 30 elementi essenziali alla produzione degli smartphone, però, sono a rischio. Ci sono elementi, come le terre rare, che seppur relativamente abbondanti nella crosta terrestre, hanno una concentrazione molto bassa nei loro depositi, normalmente meno del 5 % in peso. Il che rende l'estrazione un'operazione faticosa e con costi elevatissimi. Oppure l'Indio, che si trova a fatica in

natura e di solito in associazione con lo Zinco: se ne estrae poco e con processi complessi. E se per caso un giorno lo Zinco non venisse più estratto ci ritroveremo anche a corto di Indio. Tra l'altro, di questo metallo fondamentale per i nostri amati schermi *touch*, non sappiamo bene neanche quanto ne abbiamo: secondo l'USGS (l'U.S. Geological Survey) il suo stato è "unknown", sconosciuto, e stando alle stime più pessimistiche le riserve di Indio saranno esaurite entro dieci anni. C'è poi il litio, la cui domanda sta crescendo a livelli esponenziali: dal 2015 la domanda di questo metallo - i cui maggiori produttori sono Australia, Cina e India - è aumentata del 10% l'anno e continuerà ad aumentare. In Europa cambiamo ogni mese circa 10 milioni di smartphone, di cui però pochissimi sono avviati al riciclaggio. Il problema fondamentale è anche questo: la maggior parte degli elementi utilizzati nelle nuove tecnologie va perso, se non disperso, nell'ambiente. Per esempio, dell'Indio o

delle terre rare utilizzate negli smartphone ne viene riciclato meno dell'1%. L'elemento forse più a rischio, però, è l'Elio: pur essendo il secondo elemento più abbondante nell'Universo, sulla Terra è piuttosto raro e i maggiori giacimenti di questo gas si trovano negli Stati Uniti. Oltre che per riempire i palloncini adorati dai bambini (e che pongono altri problemi, di inquinamento da plastica), l'Elio è utilizzato anche nelle bombole dei sub e dal *Large Hadron Collider*, ovvero il famosissimo acceleratore di particelle LHC del CERN che ha consentito di rilevare il bosone di Higgs, teorizzato nel 1964. O, ancora, è utilizzato in campo medico per raffreddare i dispositivi utilizzati per la risonanza magnetica e le tecniche di *imaging*.

Insomma, come in molti altri campi, utilizziamo risorse troppo in fretta e senza porci il problema del domani. Nella maggior parte dei casi non esiste una catena di riciclo per questi materiali, spesso ancor più difficili da estrarre una volta inseriti in circuiti e dispositivi. E, al momento, non abbiamo sostituti che siano validi. Il primo passo per non veder scomparire alcuni versi della poesia di Mendeleev è dunque prendere atto di quali elementi consumiamo, in che quantità e a quale velocità, per diventare consumatori responsabili, magari cambiando con più cautela smartphone e pc, e avviandoli al riciclo. Ma questa tavola dell'abbondanza relativa degli elementi ci induce anche a un'altra riflessione obbligata: chiedere un maggior impegno da parte delle aziende per progettare tecnologie più sostenibili, a partire dalle materie prime, e maggiori investimenti da parte dei governi. Perché si sa, elementi che possano fungere da sostituti non se ne trovano senza investire in ricerca. Meglio se pubblica.



Ernst Haeckel / illustrazione Francesco Montesanti

Potenza della teoria

Pietro Greco

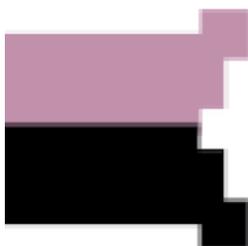
Ha fatto il giro del mondo, dopo un viaggio di 55 milioni di anni. È la prima fotografia di un buco nero. Uno scatto storico, che segna una pietra miliare nello studio del cosmo per due ragioni. Perché spazza via un piccolo pregiudizio secondo cui i buchi neri non possono essere visti proprio perché “neri” e poi dimostra, ancora una volta, la “potenza della teoria”. Insieme alle onde gravitazionali, la foto del buco nero prova - cento anni dopo - che Einstein aveva ragione

È stata definita la fotografia del secolo. È stata scattata lo scorso 10 aprile – ma è più corretto dire, ricostruita – dall’Event Horizon Telescope, una collaborazione internazionale cui partecipano anche centri di ricerca italiani. Riguarda un buco nero. Il buco nero supermassiccio collocato al centro della galassia M87, che a sua volta si trova a 55 milioni di anni luce da noi. In realtà non si tratta di una vera e propria foto di un buco nero. Quello che è stato registrato è, per definizione, invisibile.

È la fotografia di un vuoto apparente e della materia che vi ruota intorno. E poi non è davvero una foto. Perché è la ricostruzione nel visibile dei segnali radio captati e ricomposti da otto diversi radiotelescopi sparsi sulla superficie del nostro pianeta.

Ma questo nulla toglie all’importanza di quell’immagine. Perché è la prima prova diretta dell’esistenza di un oggetto, il buco nero, previsto dalla teoria della relatività generale elaborata nel 1915 da Albert Einstein. Per singolare coincidenza, la foto (o, se volete, la ricostruzione) dell’Event Horizon Telescope cade a cento anni esatti da un’altra immagine, una fotografia scattata il 29 maggio 1919 dall’inglese Arthur Eddington, che costituì la prima conferma empirica della relatività generale e, di lì a poco, fece del suo autore, per dirla con Abraham Pais, «l’improvvisamente famoso dottor Einstein». Lo scienziato e, forse, l’uomo più famoso di ogni tempo. Conosciuto in ogni angolo del nostro pianeta. Un mito ancora oggi inossidabile. Fino a quel 29 maggio c’erano due teorie capaci di spiegare tutti i fatti noti in tema di gravità: la teoria della gravitazione universale di Isaac Newton, consolidata

da un secolo e mezzo di clamorosi successi, e la nuova teoria della relatività generale di Albert Einstein, ancora poco conosciuta. Tra i fisici che la conoscono bene, la nuova teoria di Einstein, c’è Arthur Eddington, che decide di effettuare un’osservazione cruciale per decidere chi, tra Newton ed Einstein, avesse ragione. L’occasione è data da un’eclissi. L’idea è quella di misurare l’angolo della deviazione della luce proveniente da stelle lontane nel passaggio vicino alla massa gravitazionale del Sole. Entrambe le teorie prevedono che la luce delle stelle lontane sia deviata dal grosso corpaccione intorno a cui ruota la Terra. Ma l’angolo di deviazione previsto è diverso. Per la teoria di Einstein deve essere il doppio rispetto a quello della teoria di Newton. Per verificare di quale angolo la luce sarà deviata, dunque, Eddington prepara due spedizioni: una è diretta verso l’isola di Príncipe, la seconda per grandezza di un arcipelago che si trova nel Golfo di Guinea, Africa occidentale, e che oggi forma la Repubblica Democratica di São Tomé e Príncipe; l’altra spedizione è diretta verso Sobral, una località dello stato del Ceará, nel nord est del Brasile. Le spedizioni sono due per raddoppiare la probabilità di osservare l’eclisse e scattare buone foto. Una prudenza premiata. Perché quel 29 maggio a Sobral il cielo è coperto, piove e non c’è possibilità alcuna di osservare e studiare il momentaneo oscuramento del Sole. Va meglio dall’altra parte dell’Atlantico, all’isola di Príncipe. Il gruppo di ricerca inglese riesce a scattare alcune fotografie della luce proveniente da un gruppo di stelle chiamate Iadi. Il ritorno in Inghilterra richiede tempo. Lo sviluppo delle la-



stre tempo e bravura. L'interpretazione bravura e rigore, perché le fotografie ottenute non sono affatto nitide. Ma Eddington è sicuro di sé. E il 6 novembre del 1919 si reca alla Royal Society di Londra per emettere il suo verdetto: ha ragione Einstein. «Detronizzato Isaac Newton», titola l'indomani il quotidiano *The Times*. «Tutte storte le luci in cielo. Trionfa la teoria di Einstein. Le stelle non sono dove sembrava o si era calcolato che fossero», rilancia l'8 novembre *The New York Times*. E così Einstein diventa all'improvviso noto in tutto il mondo. Un'autentica star. Potenza della teoria. Non (solo) nel senso mediatico. Ma (soprattutto) nel senso strettamente scientifico. Un impianto teorico molto lontano dal senso comune e fondato su un apparato matematico estremamente complesso (i tensori e il calcolo differenziale assoluto di Gregorio Ricci Curbastro e del suo allievo, Tullio Levi Civita) aveva fatto una previsione precisa. E quella previsione era stata verificata. Decisamente Einstein meritava la fama, anche popolare, acquisita.

Ma la deviazione della luce da parte di grandi masse gravitazionali non era l'unica previsione contenuta nella teoria della relatività. Tra molte altre, ce ne sono due che hanno dovuto attendere molto tempo prima di poter essere empiricamente verificate. Nella tarda estate 2015 – il 14 settembre 2015, alle 11:50:45 ora italiana, per la precisione –, a cento anni esatti, dunque, dalla formulazione della relatività generale, il gruppo internazionale LIGO/VIRGO rileva onde gravitazionali causate dallo scontro alla velocità di 150.000 km/s (la metà della velocità della

La potenza della teoria è tanto più evidente quanto più tempo passa prima della sua verifica empirica

luce) con conseguente fusione di due imponenti oggetti cosmici: due buchi neri con una massa equivalente di circa 29 e 36 masse solari, per un totale di 65 masse solari. La fusione crea un unico buco nero ruotante con una massa pari a 62 masse solari. Le tre masse solari mancanti al totale della somma si trasformano in energia che si diffonde sotto forma di onde gravitazionali. Dopo aver viaggiato 1,5 miliardi di anni alla velocità della luce, le onde

gravitazionali di quel titanico scontro sono state rilevate dai sofisticati interferometri della collaborazione LIGO/VIRGO. In realtà, le onde vengono captate dai due interferometri LIGO americani, mentre VIRGO in Italia



Fra gli esempi che dimostrano la potenza della teoria, la verifica empirica negli ultimi anni delle idee di Pontecorvo e Higgs

è, per sfortuna, spento. Attente, le verifiche. E poi l'11 febbraio 2016 l'annuncio pubblico: Einstein aveva ragione. La teoria della relatività generale, infatti, prevede che le onde gravitazionali esistano. Si tratta di onde in quel mare speciale che è lo spaziotempo. Secondo Einstein, le masse gravitazionali perturbano questo mare, altrimenti piatto. E quando ci sono eventi titanici, come lo scontro tra due buchi neri a una velocità incredibile, prossima a quella della luce, le onde gravitazionali generate diventano rilevabili. Il guaio è che anche in questi casi non è affatto semplice rilevarle. Lo stesso Einstein riteneva che loro esistenza non sarebbero mai stata empiricamente dimostrata. E, in effetti, è dovuto passare un secolo prima che la sua teoria potesse dimostrare ancora una volta la sua straordinaria potenza.

E sono dovuti passare un secolo, tre anni e qualche mese prima che un'altra delle previsioni contenute nella relatività generale – l'esistenza dei buchi neri – potesse essere confermata in maniera diretta. Anche i buchi neri sono figli naturali della relatività generale. Nel senso che sono previsti dalla teoria di Einstein. Si tratta di oggetti dotati di una forza di gravità così grande da riuscire a curvare lo spaziotempo fino a farlo chiudere su sé stesso. In altri termini, sono pozzi gravitazionali che inghiottono tutto e non lasciano scappare via nulla da sé, neppure la luce. Di qui il nome, buchi neri. Proprio a causa di questa loro peculiare e tragica caratteristica, l'essere per definizione invisibili, i buchi neri sono stati per lungo tempo oggetti virtuali. Previsti dalla teoria fondamentale della gravitazione, ma impossibili da osservare. È vero, da almeno un paio di decenni gli astrofisici hanno tuttavia iniziato a individuarli in maniera chiara, "pesando" i loro tremendi effetti sull'ambiente che li circonda. Ma, per quanto



rigorose, si trattava pur sempre di osservazioni indirette. Grazie poi a una serie di potenti strumenti collocati nello spazio, è stato possibile infatti individuare la presenza di buchi neri giganti (con una massa pari a centinaia di milioni di volte quella del nostro Sole) al centro della Via Lattea e in molti luoghi dell'universo, "ascoltando" il lancinante lamento che la materia si lascia sfuggire, sotto forma di raggi X caratteristici, mentre sta per cadere in uno di quei pozzi gravitazionali e scomparire "per sempre" dal nostro universo. Quel "per sempre" dal nostro universo è probabilmente una notazione inesatta. I buchi neri, ha dimostrato per via teorica Stephen Hawking, posso "evaporare", ovvero perdere materia attraverso dei complessi meccanismi di tipo quantistico. Ma non entriamo in questi dettagli. Diciamo solo che anche dei buchi neri giganti abbiamo prove di esistenza chiare ma indirette.

O meglio, avevamo, perché la nuova "fotografia del secolo" ricostruita dall'Event Horizon Telescope ora ci ha fornito la prova diretta dell'esistenza dei buchi neri. Ancora una volta, la teoria ha avuto bisogno di un secolo e più per dimostrare la sua potenza predittiva. Finora abbiamo parlato di Einstein e di relatività generale.

Ma la "potenza della teoria" non riguarda solo quella maestosa cattedrale composta però, almeno a detta del suo stesso autore, per metà di marmo pregiato e per l'altra di legno scadente. È una cattedrale maestosa, ma in attesa di essere completata. Fuor di metafora: Einstein era alla ricerca di una teoria più generale, una teoria finale: in grado di unificare la relatività generale con l'altra grande teoria della fisica, la meccanica quantistica. Ancora oggi molti fisici sono alla ricerca di questo Sacro Graal.

Ma torniamo al nostro discorso. Ed estendiamo la nostra ricostruzione della potenza della teoria, che è tanto più evidente quanto più tempo passa prima della sua verifica empirica. È il caso, per esempio, della teoria elaborata da Bruno Pontecorvo sulla "oscillazione" dei neutrini. Il fisico italiano allievo di Enrico Fermi ha ipotizzato negli anni '50 del secolo scorso che i tre tipi di neutrini esistenti pos-

sano "oscillare", ossia trasformarsi l'uno nell'altro, viaggiando nello spazio.

E se la teoria dell'"oscillazione" è vera, allora ne discende che queste elusive particelle debbano avere una massa, per quanto piccola. Ora, si dà il caso che il Modello Standard delle Alte Energie preveda che il neutrino abbia massa zero. La scommessa di Pontecorvo è, dunque, molto alta. La teoria che spiega il comportamento delle particelle fondamentali dell'universo dice una cosa, lui dice il contrario. Poco importa che Pontecorvo abbia parlato dell'"oscillazione" dei neutrini nel 1957, prima che il Modello Standard delle Alte Energie fosse elaborato compiutamente, intorno agli anni '60. Resta il fatto che le due teorie sono in contraddizione. O meglio, lo sono state. Perché la contraddizione è stata risolta nel 1998 (41 anni dopo l'ipotesi di Pontecorvo) grazie a un esperimento giapponese, noto come Kamiokande. Una conferma ulteriore e, per molti versi, decisiva della "oscillazione" dei neutrini è avvenuta nel 2010 grazie alla collaborazione OPERA, tra il CERN e i Laboratori Nazionali del Gran Sasso. Anche la potenza della teoria di Pontecorvo ha dovuto attendere alcuni decenni prima di potersi manifestare. Il risultato è che ora abbiamo una prova in più (e che prova) che il Modello Standard delle Alte Energie è incompleto. Non ci dice tutto sulla fisica delle particelle. A proposito di Modello Standard, per quanto incompleto costituisce una teoria molto importante e compatta. Con un elemento centrale, il bosone di Higgs, previsto per via teorica all'inizio degli anni '60 del secolo scorso da Peter Higgs (la storia è più complessa e anche altri sono intervenuti). Ma quella previsione teorica ha dovuto attendere mezzo secolo prima di poter essere dimostrata per via sperimentale. Il bosone di Higgs è stato rilevato al CERN di Ginevra da due esperimenti indipendenti (Atlas e MCS) e la sua scoperta è stata annunciata a Ginevra nel 2012 da Fabiola Gianotti. Anche nel caso della previsione di Peter Higgs siamo di fronte a una manifestazione della potenza della teoria – ovvero della potenza del pensiero umano – che si

manifesta anche a distanza di decenni. La scienza moderna cammina, necessariamente, su due gambe. Quelle che Galileo Galilei chiamava “certe dimostrazioni” (le teorie ben fondate) e le “sensate esperienze” (le esperienze fatte con i sensi, ovvero i fatti). Nessuna di queste due gambe da sola può far procedere in avanti la scienza. Le “certe dimostrazioni” restano elaborazioni astratte fino a quando non trovano una conferma nei fatti sperimentali. E le “sensate esperienze” restano sostanzialmente curiosità finché non sono collocate in un quadro teorico solido. Spesso tuttavia le “certe dimostrazioni” sono così solide da essere considerate, agli occhi degli stessi fisici, assolutamente certe anche in assenza delle prove sperimentali.

«Mi sarebbe dispiaciuto per il buon Dio, perché la teoria è corretta», disse Einstein a una studentessa che le chiedeva cosa avrebbe pensato se Eddington il 29 maggio 1919 non avesse misurato la deviazione della luce da parte della massa gravitazionale del Sole dell'angolo giusto. Insomma, molti fisici credono nella potenza della teoria. In primo luogo perché ormai le loro teorie hanno un impianto matematico molto solido. Dunque la fiducia nella potenza della teoria deriva dalla constatazione, per dirla con Eugene Wigner, della «irragionevole efficacia della matematica nella descrizione della natura». Gli esempi che abbiamo ricordato dimostrano che questa fiducia è ben riposta. Ma possiamo essere confidenti che sia sempre ben riposta? La domanda è di estrema attualità. Perché oggi esistono diverse teorie – comprese quelle che vanno nella direzione auspicata da Einstein di conciliare relatività generale e meccanica quantistica – con apparati matematici molto complessi, ma con la possibilità molto remota di verificare per via sperimentale le loro previsioni. Quanto dobbiamo credere a queste teorie? Non c'è una risposta a questa domanda. O, almeno, non c'è una risposta fino a quando le proposte teoriche non verranno verificate. Tuttavia una carta ulteriore da giocare esiste: la bellezza. Se una teoria fisica è elegante, diceva il fisico inglese di origini francesi, allora è vera.

“Salute per tutti entro l’anno 2000”. Quaranta anni dopo Alma-Ata

Eduardo Missoni

Quarant’anni fa 134 Stati, 67 agenzie internazionali e diverse organizzazioni raggiunsero un accordo epocale: adottare la *primary health care* come prospettiva di riferimento per raggiungere “la salute per tutti” nell’anno 2000. L’appello “Le cure primarie. Oggi più che mai” lo potremmo rinnovare ai nostri giorni ripensando a Alma-Ata e alla sua dimensione globale che coniugava la salute ai diritti umani e alla giustizia sociale per rendere universalmente accessibili i servizi sanitari essenziali



La salute definita come «uno stato di completo benessere fisico, mentale e sociale e non esclusivamente assenza di malattia» è riconosciuta dalla Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) come un «diritto fondamentale di ogni essere umano senza distinzione di razza, religione, credo politico, condizione economica o sociale» (WHO, 1948), un diritto sancito anche dalla Costituzione italiana all’articolo 32. Nel 1977, la trentesima Assemblea Mondiale della Salute, massimo organo di governo della OMS, adottò l’obiettivo della “Salute per tutti entro l’anno 2000” e l’anno successivo, ad Alma-Ata (nell’odierno Kazakistan), con solenne dichiarazione tutti i governi del mondo individuaronò nella *Primary Health Care* (PHC) la strategia per il raggiungimento di quell’impegnativo traguardo (WHO, 1981). La *Dichiarazione di Alma-Ata* individuava le cure primarie per la salute quale “parte integrante” del sistema sanitario di ciascun paese, ma soprattutto legava indissolubilmente l’obiettivo della salute all’“intero sviluppo sociale ed economico” della collettività, in una visione basata sull’equità, la partecipazione comunitaria, l’attenzione centrata sulla prevenzione, la tecnologia appropriata ed un approccio intersettoriale ed integrato allo sviluppo (Alma-Ata, 1978). «Per i più, fu una rivoluzione nel modo di pensare» avrebbe commentato trent’anni dopo il Dr. Mahler, che come direttore generale dell’OMS in quegli anni aveva guidato l’iniziativa. «La Salute per tutti è un sistema di valori con le cure primarie per la salute come sua componente strategica. Le due cose vanno insieme. Bisogna sapere dove si vuole che ci portino quei valori, per andare in

quella direzione dovevamo usare la strategia della PHC» (WHO, 2008).

L’attuazione della PHC avrebbe richiesto il riorientamento dei sistemi sanitari in quanto a politiche, strategie e allocazione delle risorse. La necessità di privilegiare le aree rurali e quelle urbane maggiormente deprivate, le risposte a bisogni primari dei più poveri, la prevenzione e la medicina di base, si scontrava con le resistenze derivanti dall’organizzazione sociale e dalla distribuzione del potere in molti paesi in via di sviluppo.

L’élite economica, politica e intellettuale spingeva per servizi curativi di tipo ospedaliero, ad alta specializzazione, costosi e non sostenibili. L’orientamento di quella élite e dei governi non sfuggiva alle logiche di una professione medica più attenta agli aspetti clinici delle malattie, che a quelli sociali. Il reddito dei medici, la loro promozione sociale e riconoscimento professionale erano – e sono ancora – legati al livello di specializzazione e alla sofisticazione tecnologica, piuttosto che al servizio reso come medici di sanità pubblica o medici di base nelle aree rurali e più degradate. D’altra parte, la formazione universitaria dei medici era lontanissima dall’innovazione di competenze (conoscenza, esperienza e motivazione) che la visione di Alma-Ata richiedeva. Come scriveva Giulio Maccacaro, in quegli anni: «Un medico di base capace di inserirsi utilmente in una comunità urbana o rurale, di averne cura e di intenderne i problemi di malattia e difenderne il diritto alla salute, non c’è corso di laurea o scuola di specialità che lo produca».

Di fronte alla complessità del mettere in atto le trasformazioni richieste, sulla spinta di una riunione tenutasi appena un anno dopo Alma-Ata tra responsa-

bili della Banca Mondiale, di USAID, dell'UNICEF, della Fondazione Ford e della Fondazione Rockefeller, che ospitò l'evento nel proprio centro di Bellagio (Italia) (Brown et al, 2006), si sviluppò una corrente di pensiero – immediatamente sostenuta da alcuni settori accademici e divenuta poi dominante – che tradusse quell'innovativa visione in un approccio riduttivo, denominato *Selective Primary Health Care* e consistente nell'applicazione selettiva di misure «dirette a prevenire o trattare le poche malattie che sono responsabili della maggiore mortalità e morbosità nelle aree meno sviluppate e per le quali esistano interventi di provata efficacia» (Walsh e Warren, 1979). I Programmi per far fronte a singole malattie o condizioni identificate in base a quei criteri, sarebbero stati decisi a livello centrale e poi realizzati in tutto il paese (e in tutto il mondo) con le stesse modalità e, spesso, con risorse rigidamente assegnate. Questo approccio “verticale” rese anche scarso o inesistente il coordinamento tra i diversi programmi, fino al punto di costituire separate istituzioni per ciascun programma, come nel caso – comune in quegli anni – di enti autonomi speciali per l'eradicazione della malaria.

L'applicazione di strategie selettive si tradusse nella riorganizzazione dei sistemi sanitari per “programmi” verticali (immunizzazioni, pianificazione familiare, controllo di singole malattie, etc.) e, quindi, nella disarticolazione dell'azione di sanità pubblica, con moltiplicazione di costi e spreco di risorse.

In quel contesto, con il manifestarsi della crisi debitoria all'inizio degli anni 80 e l'attacco radicale verso le politiche di aiuto, dovuto all'affermarsi delle tesi neoliberiste promosse dalle amministrazioni Reagan negli USA e Thatcher nel Regno Unito, si inserirono le ricette macroeconomiche e i Piani di aggiustamento strutturale (PAS) imposti dagli Organismi finanziari internazionali (FMI e Banca Mondiale) chiamati a contenere la crisi. L'assistenza finanziaria ai paesi debitori e l'accesso a nuovi crediti fu legata all'applicazione di misure macroeconomiche tese ad assicurare il rispetto degli obblighi contratti dai singoli paesi nei confronti dei creditori privati. La ri-

chetta, conforme all'idea neoliberista, consisteva nella riduzione dell'intervento diretto dello Stato nei settori produttivi e redistributivi dell'economia, con la riduzione radicale della spesa pubblica, la privatizzazione dei servizi socio-sanitari e l'introduzione del pagamento delle prestazioni nel sistema pubblico, la liberalizzazione dei mercati, il taglio dei salari e l'indebolimento dei meccanismi di protezione del lavoro. Come conseguenza di quelle misure di aggiustamento, si assistette al peggioramento delle condizioni di vita e di salute di ampie fasce della popolazione. Intanto, altri attori iniziavano ad affacciarsi sulla scena sanitaria globale. Tra questi, le società multinazionali (inizialmente del settore farmaceutico e assicurativo), filantropie globali – in particolare la *Bill and Melinda Gates Foundation* – e nuove forme di partenariato pubblico e privato, le *Global Public Private Partnerships* (GPPP).

L'epidemia di HIV/AIDS aveva riportato la salute nell'agenda internazionale e nuovi fondi per la sanità, ma con l'attenzione focalizzata su quella e poche altre malattie infettive (oltre all'HIV/AIDS, soprattutto la malaria e la tubercolosi). Le iniziative per il controllo di malnutrizione, diarrea o malattie respiratorie acute, cui era stata dedicata molta attenzione in passato, sembravano accantonate. Senza parlare della totale disattenzione verso il crescente peso delle malattie croniche, indissolubilmente legate alle trasformazioni sociali e ambientali in atto.

La Dichiarazione del Millennio, sottoscritta da tutti i Capi di Stato e di governo nel settembre del 2000 alla conclusione dell'omonimo vertice, condusse alla identificazione degli Obiettivi di Sviluppo del Millennio (OSM) che, presi singolarmente, contribuiscono alla riaffermazione dell'approccio “verticale”. Tra gli 8 OSM, quelli sanitari occuparono uno spazio significativo. Fissato il traguardo al 2015, si stabilì tra l'altro di ridurre di due terzi la mortalità nei minori di cinque anni (OSM 4) e di tre quarti la mortalità materna (OSM 5), ma l'attenzione e i finanziamenti rimasero prevalentemente centrati sul controllo dell'epidemia di HIV/AIDS, della malaria e di altre malattie infettive (OSM 6) con il proposito



di ridurle alla metà il numero di casi. L'OSM 8 invece riguardava il coinvolgimento di nuovi attori attraverso lo sviluppo di un forte partenariato con il settore privato e con le organizzazioni della società civile nel ricercare lo sviluppo e l'eradicazione della povertà.

Ben presto, dall'idea di partenariato inteso come una responsabilità sociale per lo sviluppo condivisa tra paesi avanzati e meno avanzati, e poi estesa a includere il settore privato commerciale e la società civile, si passò alla traduzione di quel concetto in nuovi assetti organizzativi e alla costituzione di vere e proprie *joint-ventures*, partenariati globali tra il settore pubblico e il settore privato (*Global Public-Private Partnerships*, GPPP): iniziative e organizzazioni globali, più o meno autonome rispetto alle esistenti istituzioni intergovernative, dedicate a tematiche specifiche, finanziate e gestite congiuntamente. Il prototipo di quel modello fu probabilmente l'Alleanza GAVI (*Global Alliance on Vaccines and Immunizations*, GAVI) lanciata nel 2000 sulla spinta del finanziamento iniziale (750 milioni di dollari) della Fondazione Bill & Melinda Gates. Seguì la creazione del Fondo Globale per la lotta all'HIV/AIDS, la tubercolosi e la malaria (GFATM) promosso dai G8 al vertice di Genova nel 2001.

Il modello GPPP divenne la tendenza dominante nel panorama della cooperazione internazionale. Per ogni problema e per ogni malattia si proponeva una nuova organizzazione, un nuovo gestore indipendente a partecipazione pubblica e privato, ma le risorse aggiuntive erano in massima parte pubbliche. Nuove organizzazioni comportarono



La Dichiarazione di Alma-Ata legava l'obiettivo della salute all'“intero sviluppo sociale ed economico” della collettività

nuovi costi di struttura e di personale (a tariffe internazionali) e, come dimostrò da subito il Fondo Globale, anche nuove procedure burocratiche con costi aggiuntivi sulle già precarie risorse delle istituzioni nei paesi in via di sviluppo. Senza considerare l'indebolimento dei sistemi sanitari derivante da un approccio selettivo per malattie e per progetti avulsi da un piano sanitario nazionale. Mentre l'orientamento prevalente continuava a puntare

su meccanismi di mercato per trovare risorse per la sanità alimentando la frammentazione dei sistemi sanitari e l'incremento dei costi di transazione per la messa in atto di misure efficaci, l'evidenza di quei limiti portava l'attenzione verso approcci di sistema per garantire un più vasta copertura sanitaria alle popolazioni più svantaggiate.

Nel 2008 la pubblicazione quasi contemporanea del Rapporto annuale dell'OMS dedicato alla PHC e del Rapporto della Commissione sui determinanti sociali della salute, in coincidenza con il 30mo anniversario della Dichiarazione di Alma-Ata, rilanciò una visione più olistica. Il primo metteva in evidenza come l'attenzione

Appena un anno dopo Alma-Ata, si sviluppò una corrente di pensiero che tradusse quella innovativa visione in un approccio riduttivo

centrata sull'assistenza ospedaliera, la frammentazione derivante dalla moltiplicazione di programmi e progetti e la pervasiva commercializzazione dell'assistenza sanitaria avessero allontanato i sistemi sanitari dalla loro funzione, riproponendo la necessità di ripartire da equità e copertura universale, cure primarie e sistemi centrati sui bisogni delle persone, la promozione di politiche pubbliche (in altri settori) per la salute, e la riaffermazione del principio della responsabilità governativa della salute della popolazione (WHO, 2008). Il rapporto della Commissione sui determinanti sociali esaminava le iniquità in salute – le disuguaglianze evitabili – e le forze politiche, sociali ed economiche che le determinano, raccomandando politiche ispirate a principi di giustizia sociale e di equità in salute, da sostenere con un'azione globale sostenuta da governi, società civile, dall'OMS e da altre organizzazioni internazionali (CSDH, 2008).

Prima al vertice di Toyako (2008) poi a L'Aquila, i G8 spostarono l'attenzione sul necessario rafforzamento dei sistemi sanitari proponendo «un approccio integrale e integrato per il raggiungimento degli obiettivi del Millennio inerenti la salute ... l'accesso universale ai servizi sanitari, con particolare riguardo alla PHC» e riconoscendo «la salute come un obiettivo di tutte le politiche» (G8 2009). Nel 2010, il Rapporto dell'OMS sulla salute mondiale fu



dedicato alla “copertura universale” (WHO, 2010). L’approccio intersettoriale allo sviluppo e, con esso, alla promozione della salute veniva riproposto con forza il 25 settembre 2015 al vertice dei capi di governo convocato a New York dalle Nazioni Unite (UN, 2015). La «agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile» impegnava i governi all’adozione di un set di 17 obiettivi «indivisibili» e 169 mete universali per porre fine, entro il 2030, alla povertà «una volta per tutte, per tutti»; per combattere le disuguaglianze; per assicurare una protezione durevole del pianeta e delle sue risorse; creare le condizioni di una crescita «sostenibile, inclusiva e sostenuta» e di «prosperità condivisa» (UN, 2015).

L’obiettivo di sviluppo sostenibile numero 3 punta a “salute e benessere per tutti a tutte le età” con diversi traguardi, tra cui la “copertura sanitaria universale” che dovrà assicurare che tutti gli individui e le comunità ricevano i servizi sanitari di cui hanno bisogno senza incorrere in difficoltà finanziarie. La copertura include tutto lo spettro dei servizi essenziali, dalla promozione della salute alla prevenzione, la terapia, la riabilitazione e le cure palliative. Tuttavia, la copertura sanitaria universale – su cui sembra concentrarsi la massima attenzione dell’OMS, che vi ha dedicato nel 2019 la giornata mondiale della salute (7 aprile) – da sola non interpreta appieno lo spirito di Alma-Ata. Infatti, si centra sull’accesso ai servizi trascurando la centralità del territorio e della comunità, nonché dei determinanti sociali della salute. Nelle celebrazioni del quarantesimo anniversario di Alma-Ata, tenutasi ad Astana, odierna capitale del Kazakistan, dopo aver sottolineato che «la frammentazione e segmentazione dei sistemi sanitari è una ricetta per il fallimento», Clarissa Etienne ha implorato: «*Please, please, please* – tre volte “per piacere” – non riducete la salute ad un pacchetto minimo di servizi essenziali... non possiamo ripetere gli errori del passato, promovendo processi di riforma che indeboliscono il governo della sanità e che riducono le cure primarie ad un pacchetto minimo di servizi per i poveri» (Etienne, 2018). Con la spinta allo smantellamento dei sistemi di sanità pubblica,

cui si assiste pressoché ovunque, il rischio è reale.

I sistemi sanitari sono soggetti a forze e influenze poderose che spesso sopraffanno la formulazione razionale delle politiche sanitarie. Queste forze includono una sproporzionata attenzione verso l’assistenza specialistica, la frammentazione in una molteplicità di programmi, progetti e istituzioni in competizione tra loro e la pervasiva commercializzazione dell’assistenza sanitaria in sistemi inadeguatamente regolati (WHO, 2010). Ma quelle non sono le sole forze che agiscono sui sistemi sanitari limitandone l’uso appropriato delle risorse, il raggiungimento degli



La salute è messa costantemente a rischio dai cicli produttivi agricoli e industriali altamente contaminanti

obiettivi e la sostenibilità. Insieme alla crescita e al progressivo invecchiamento della popolazione, con l’accelerazione del processo di globalizzazione e l’affermarsi dell’ideologia della crescita, dell’egemonia del mercato e della società dei consumi, si è assistito alla precarizzazione del lavoro, alla riduzione ai minimi termini dello stato sociale, alla mercificazione dei beni essenziali ed è stato messo in crisi l’intero eco-sistema (CSDH, 2008). La salute è messa costantemente a repentaglio da cicli produttivi agricoli e industriali altamente contaminanti. L’intero sistema alimentare è sovvertito anche da un marketing sempre più aggressivo che spinge verso consumi dannosi per la salute. Come conseguenza aumentano le malattie croniche e degenerative (obesità, diabete, malattie cardiovascolari, cancro, malattie mentali e neurodegenerative, ecc.) con quadri sempre più complessi di multimorbidità. Mentre la denutrizione affligge ancora gran parte dell’umanità ed è tornata a crescere e la sfida delle malattie infettive è tutt’altro che superata. Le infezioni resistenti agli antibiotici crescono a un ritmo molto superiore alla capacità dell’industria di sviluppare nuovi farmaci e malattie che si credevano relegate al passato tornano drammaticamente d’attualità. Il mercato spinge per

soluzioni farmacologiche e tecnologiche sempre più costose; in una società culturalmente medicalizzata e farmacologizzata anche la iatrogenesi pesa sul sistema, compiendosi la Nemesis medica di cui già parlava Ivan Illich (1974).

In un simile contesto, per la sostenibilità dell'obiettivo di "salute per tutti a tutte le età" (OSS 3) si richiede una drastica inversione di rotta, un cambiamento di paradigma ormai improcrastinabile.

Bibliografia

Alma-Ata (1978). Primary Health Care. Report of the International Conference on Primary Health Care. Alma-Ata, USSR, 6-12 September.

Brown T.M., Cueto M., Fee E. (2006), "The World Health Organization and the transition from 'international' to 'global' public health", *American Journal of Public Health*, 96(1), 62-72.

CSDH (2008). Closing the gap in a generation: Health equity through action on the social determinants of health. Geneva: World Health Organization. http://whqlibdoc.who.int/publications/2008/9789241563703_eng.pdf?ua=1 Etienne, C. (2018). Closing remarks at Global Conference on Primary Health Care - Astana, Kazakhstan 25-26 October.

G8 (2009), G8 Leaders Declaration. Responsible Leadership for a sustainable future. L'Aquila. www.g8.utoronto.ca/summit/2009laquila/2009-declaration.html

Illich I. (1974). Nemesis medica. L'espropriazione della salute.

Maccacaro G. (1971). Una facoltà di medicina capovolta, intervista. *Tempo Medico*, novembre 1971, n.97.

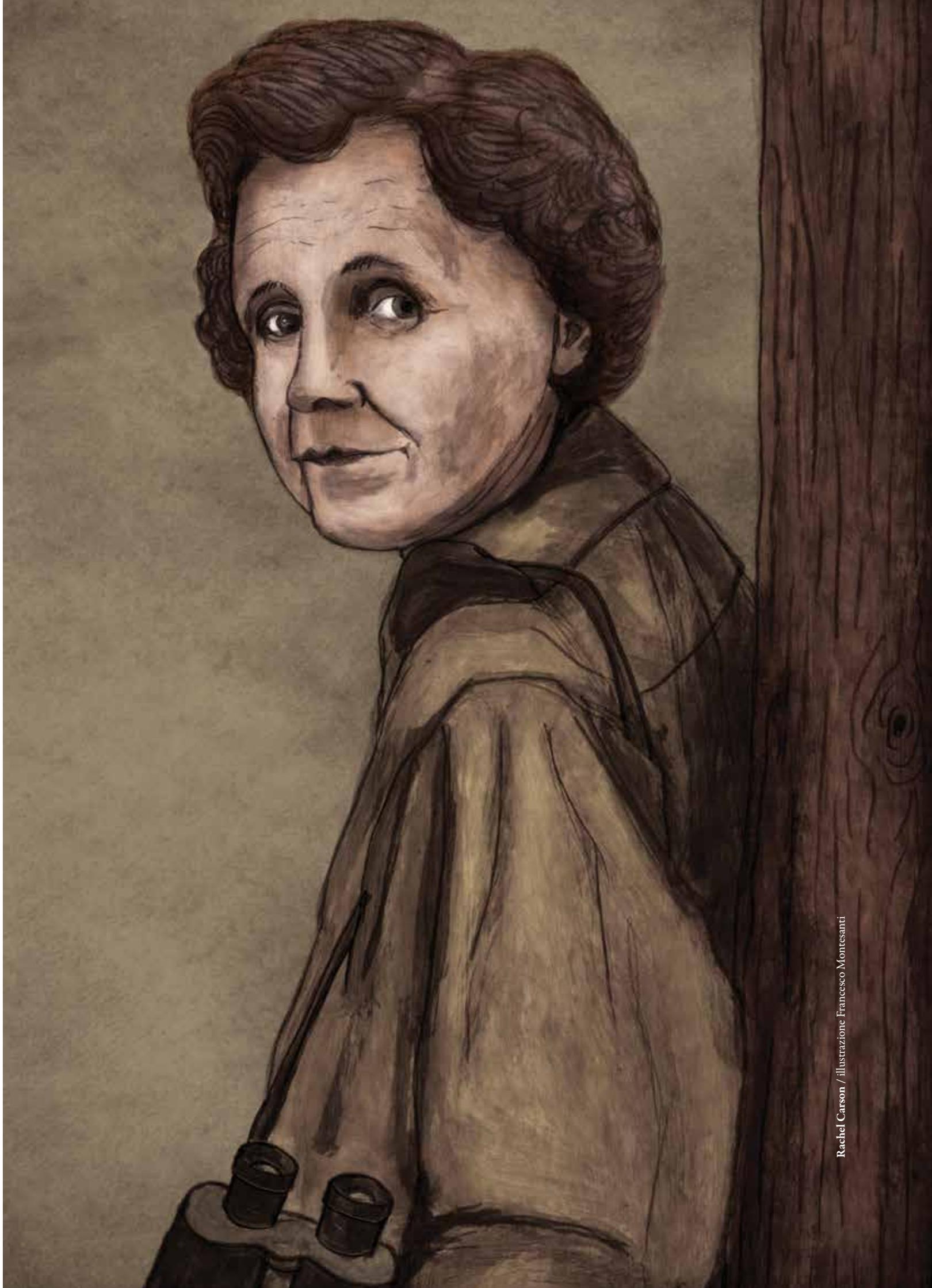
UN (2015). Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. A/Res/70/1. 21 October. New York: United Nations. http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E

WHO (1948). Constitution of the World Health Organization. Geneva.

WHO (1981). Global Strategy for Health for All by the Year 2000. World Health Organization. Geneva

WHO (2008). The World Health Report 2008 - primary Health Care (Now More Than Ever). Geneva: World Health Organization. <https://www.who.int/whr/2008/en/> (Last accessed 25.11.2018).

WHO (2010). The World Health Report 2010. Health systems financing: the path to universal coverage, World Health Organization, Geneva.



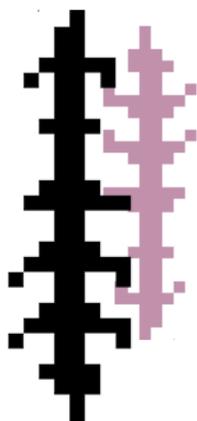
Rachel Carson / Illustrazione Francesco Montecanti

Lifepath: quando la povertà penetra sotto la pelle

Luca Carra, Paolo Vineis

In una fase di scarsa crescita economica come quella che da anni vive l'Europa, il tema delle disuguaglianze sanitarie è diventato una delle priorità degli esperti di sanità pubblica. L'Italia, per il momento, è ancora il paese più longevo del Vecchio continente.

Ma per provare a leggere le dinamiche dei prossimi decenni, vale la pena di conoscere le conclusioni di *Lifepath*, un progetto di ricerca che ha coinvolto dieci paesi europei



Viviamo tutti sempre più a lungo, ma non in modo uguale né con lo stesso grado di salute. In altre parole, ci troviamo davanti a un gradiente sociale della salute che avvantaggia le classi socioeconomiche più alte, ma conoscere questa disuguaglianza ha un risvolto positivo: se i più abbienti possono raggiungere un invecchiamento sano, dovrebbe essere possibile raggiungere un invecchiamento in salute per tutti. È questa la stella polare che ha guidato il progetto europeo *Lifepath* nei quattro anni di vita e che si è appena concluso con una conferenza a Ginevra. Studiando insieme abitudini, caratteristiche sociali e demografiche e indicatori biologici di quasi due milioni di persone appartenenti a coorti europee e di altri continenti, i ricercatori di *Lifepath* sono potuti risalire dalle condizioni socioeconomiche di ciascuno alla sua traiettoria di vita.

In questo modo si è potuta confermare la ferrea legge che lega posizione sociale, educazione, reddito, lavoro alla salute e alla speranza di vita. Ma si è fatto di più, arrivando a individuare le “impronte biologiche” lasciate nel nostro corpo dall'esposizione ai determinanti socioeconomici – come l'istruzione, il titolo di lavoro o il reddito. Tra le varie esposizioni che fin dalla nascita (se non prima, già durante la gestazione) condizionano la curva del nostro invecchiamento più o meno sano, abbiamo mostrato che anche lo stress psicosociale cronico – che può dipendere dalle cattive condizioni di vita nei primi anni, alla frustrazione lavorativa e a molte altre circostanze – può esercitare effetti a lungo termine attraverso una risposta infiammatoria, una ridotta funzione immunitaria e l'accelerazione biologica dell'età. La povertà, insomma,

è davvero in grado di “penetrare sotto la pelle”, e di modulare lo sviluppo delle nostre vite fino alla fine. Le prove prodotte da *Lifepath* in più di 50 pubblicazioni scientifiche pensiamo possano aiutare a indirizzare le politiche di attenuazione delle disuguaglianze di salute, dimostrando che un invecchiamento sano è un obiettivo possibile per tutti.

La prima e forse più importante scoperta di *Lifepath* è che la posizione socioeconomica determina la salute in modo diretto, come il fumo o l'alta pressione del sangue. Non tutto infatti è spiegabile con fumo, alcol, cattiva alimentazione e scarso esercizio fisico, come fino ad oggi si tendeva a pensare. Vi è un *quid* che spiega in modo altrettanto importante di altri fattori di rischio il nostro percorso di salute, e questo è lo svantaggio sociale ed economico. Lo studio in questione, pubblicato l'anno scorso sulla rivista *The Lancet*, condotto su 1,7 milioni di persone, ha misurato il peso relativo dei diversi fattori di rischio in termini di perdita di anni di vita: si è visto così che se al fumo si possono attribuire quasi 5 anni di vita in meno, all'ipertensione 1,6 anni e all'inattività fisica 2,4, alla posizione socioeconomica se ne attribuiscono 2,1.

Lifepath ha quindi mostrato che la posizione socioeconomica determina in modo diretto la durata della vita e lo stato funzionale di salute, e va quindi affrontata insieme a tutti gli altri fattori di rischio noti. È evidente che questo fatto, finora ignorato, sposta le politiche di prevenzione dalla semplice presa in carico degli stili di vita delle persone al loro radicamento ambientale e sociale. La prevenzione, così, torna a guardare alla società e alle dinamiche di classe, oltre che agli aspetti meramente comportamentali



< Figura 1 - Mappa delle coorti di popolazione esaminate dal progetto Lifepath



Tabella 1 - Anni di vita persi associati a sei principali fattori di rischio e a una bassa posizione socioeconomica (SEP), il cui impatto risulta paragonabile a quello di fattori come diabete, ipertensione e inattività fisica (Stringhini et al., 2017)

Fattori di rischio	Anni di vita persi (YLL)
Alcool (abuso)	0,5
Diabete	3,9
Ipertensione	1,6
Obesità	0,7
Inattività fisica	2,4
Fumo	4,8
Posizione socioeconomica	2,1

e individuali. D'altra parte, le stesse abitudini nocive come il fumo, l'alcol e la cattiva alimentazione vengono a loro volta mediate dallo status sociale e culturale, perpetuando e aggravando il bilancio di salute delle persone con reddito e livello d'istruzione più basso. La seconda domanda che si è posta il progetto è apparentemente più speculativa: come accade che la posizione nella gerarchia sociale si traduca in anni di vita e qualità della salute? I ricercatori di *Lifepath* hanno studiato i processi molecolari e fisiologici che stanno alla base di questi effetti, misurando diversi

biomarcatori, del metabolismo e del funzionamento dei geni e della loro regolazione epigenetica. Si è così visto che lo svantaggio sociale nei primi anni di vita può indurre cambiamenti biologici persistenti, come uno stato di infiammazione cronica, che può tradursi in disturbi cardiovascolari, asma e cancro. Una condizione socioeconomica sfavorevole può indurre uno stress psicosociale cronico con effetti a lungo termine attraverso un'usura fisiologica che comporta risposte infiammatorie, ridotta funzione immunitaria e accelerazione dell'invecchiamento.

I biomarcatori come la proteina C reattiva possono essere utilizzati per esplorare gli impatti delle disuguaglianze di reddito o di istruzione. Si ritiene che società più disuguali producano livelli più elevati di stress in risposta all'“ansia di status”. L'analisi del percorso di vita di ampie popolazioni considerate in *Lifepath* ha indicato che l'appartenenza a una famiglia di modesta estrazione (per esempio con una bassa istruzione della madre e un'occupazione manuale del padre) è associata a una maggiore usura biologica in età matura. Altri studi di *Lifepath* hanno mostrato come le differenze sociali si riflettono sull'espressione dei geni. La metilazione del DNA, per esempio, che può essere considerata una misura dell'invecchiamento biologico complessivo, risulta associata con il livello di istruzione degli individui. Più svantaggiata la condizione sociale delle persone, più accelerato è il processo di invecchiamento biologico.

Il terzo fondamentale messaggio del progetto di ricerca è che le circostanze socioeconomiche influiscono sulla salute fin dall'inizio della vita. Si è valutato ad esempio il rapporto tra la condizione socioeconomica familiare (rappresentata dall'educazione materna) e l'obesità, analizzando i dati sull'indice di massa corporea di oltre 41.500 bambini in quattro studi prospettici. Neonati, bambini e adolescenti di bassa estrazione socioeconomica avevano maggiori probabilità di essere in sovrappeso, con un indice di massa corporea più alto a partire dall'età di tre anni. Questo svantaggio iniziale condiziona l'intera vita, amplificando le differenze di salute in età adulta. In questa fase lo stress



Lifepath è arrivato a individuare le “impronte biologiche” lasciate nel nostro corpo dalla esposizione ai determinanti socioeconomici

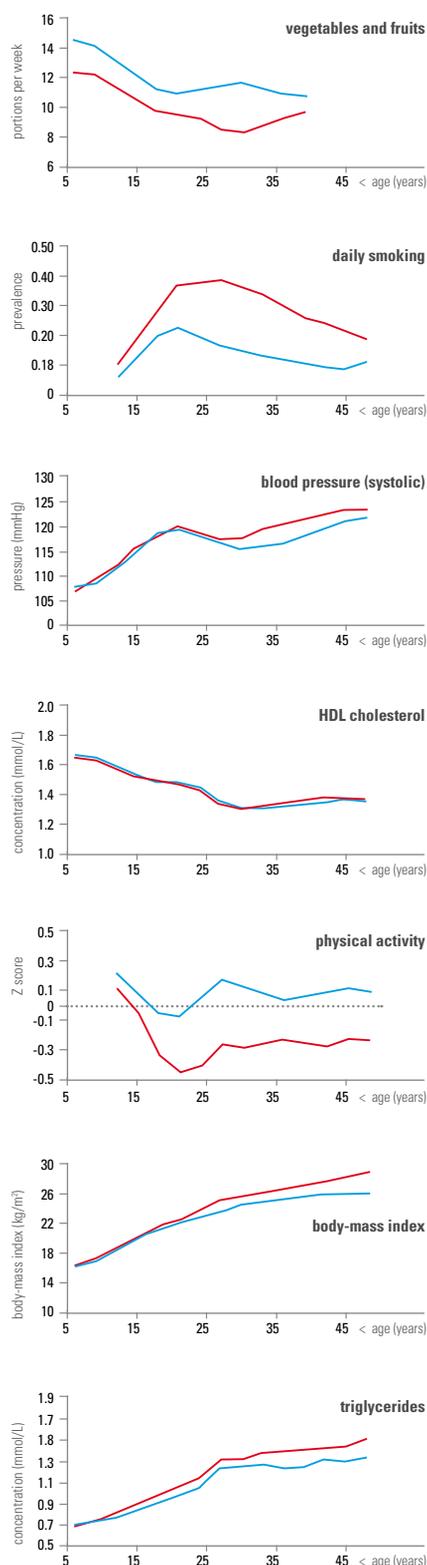
psicosociale è un fattore cruciale: esso infatti è in grado di condizionare lo sviluppo cerebrale nell'infanzia influenzando i livelli di ormoni come i glucocorticoidi e le catecolamine. Lo svantaggio durante l'infanzia può comportare un deficit educativo che a sua volta determina svantaggi economici in età adulta.

Uno degli obiettivi di *Lifepath* era anche quello di valutare l'impatto della recessione del 2008 in Europa e delle suc-

>

Figura 2 - Fattori di rischio di salute cardio metabolica per età e svantaggio socioeconomico cumulativo

— high — low



cessive politiche di austerità. A sorpresa, uno studio coordinato da Johan Mackenbach dell'Università Erasmus di Rotterdam e condotto nei 27 paesi europei ha mostrato in realtà come la mortalità abbia continuato a diminuire nella maggior parte dei paesi nonostante la crisi e le politiche restrittive. A ben vedere, questo risultato si potrebbe spiegare con una capacità di resilienza della maggior parte dei paesi garantito dalla presenza di livelli essenziali di sanità pubblica e del residuo welfare, contrariamente a quanto accade in questi anni negli Stati Uniti dove, a dispetto della crescita sostenuta e della piena occupazione, la mortalità della classe media ha invertito il corso cominciando ad aumentare. I paesi dell'Europa dell'Est di più recente affiliazione all'Unione europea – e spesso governati da forze sovraniste contrarie all'Europa – hanno ottenuto in questi anni il più alto tasso di miglioramento della mortalità. Il motivo può essere lo svantaggio storico dal quale partivano a seguito del collasso dell'Unione Sovietica negli anni Novanta, ma anche gli ingenti aiuti ricevuti dall'Unione europea con le politiche di coesione. Qualche traccia il periodo di crisi l'ha comunque lasciata sullo stato di salute della popolazione europea. Lo studio indica per esempio un aumento di mortalità per cause legate al fumo nelle donne giovani meno istruite e un aumento di mortalità per cause legate all'alcol negli uomini e nelle donne meno istruite. Scendendo di scala, in alcune parti d'Europa si osserva inoltre un peggioramento della mortalità sia in Galles che in Scozia, colpite in modo particolare dalle politiche restrittive del governo

Per *Lifepath* è essenziale costruire e mantenere il capitale umano nell'infanzia e nell'età adulta

in carica. L'ultimo quesito a cui il progetto *Lifepath* doveva rispondere era relativo a possibili indicazioni politiche per contrastare le disuguaglianze di salute in base ai risultati ottenuti. L'intento del progetto non era però quello di indicare gli interventi più efficaci. L'unica attività di ricerca sulle politiche ha riguardato infatti i risultati di un esperimento di "trasferimento condizionato di denaro" (*conditional cash transfer*) che si è svolto a New York negli anni scorsi.



Figura 3 - Diverse traiettorie di salute in base alla posizione socioeconomica di partenza >

A un migliaio di famiglie svantaggiate nelle aree più povere della città l'amministrazione ha offerto 500 dollari al mese in cambio della promessa da parte del capo famiglia di adottare alcuni stili di vita salutari per sé e i figli. Si è trattato quindi di una sorta di reddito di cittadinanza erogato in cambio di obiettivi di salute. Lo studio, paragonando chi ha ricevuto il



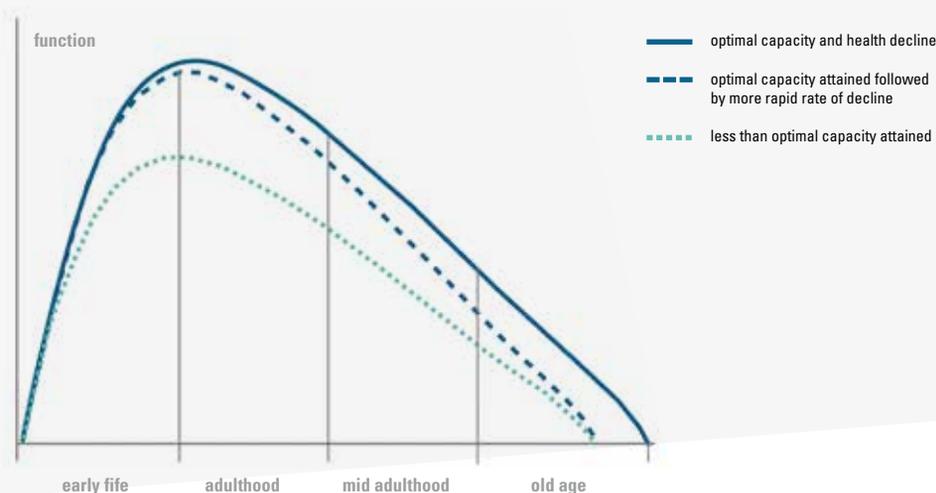
Nei primi tre anni di vita il contesto contribuisce a creare uno svantaggio biologico che può accumularsi

sussidio rispetto a chi non l'ha ricevuto, non ha dato indicazioni chiare, al di fuori di un miglioramento della salute dei denti e di un generale miglioramento del benessere familiare. In altri paesi, invece, ad esempio dell'America latina, simili sperimentazioni si sono rivelate più efficaci.

Capire quali siano le politiche migliori per contrastare gli effetti dello svantaggio sociale sulla salute è tutt'altro che facile. Il contributo di *Lifepath*, grazie

ai suoi risultati epidemiologici e di analisi dei mediatori biologici della disuguaglianza, è più generale e riguarda in prima battuta il tempo e la modalità degli interventi possibili.

Importante è prima di tutto agire dalla prima infanzia, sottraendo i bambini dal contesto che nei primi tre anni di vita contribuisce a costituire uno svantaggio biologico che può accumularsi nel resto della vita. Da questo punto di vista alcuni studi hanno provato che interventi di sostegno alla famiglia, alle sue condizioni di vita e ambientali nei primi anni di vita del bambino sono più efficaci e meno costosi degli interventi in età successive. Le famiglie a basso reddito sono vulnerabili, soprattutto nei periodi di recessione, e i governi dovrebbero sostenere il reddito delle famiglie, in particolare quelle con figli. Per *Lifepath* è essenziale costruire e mantenere il capitale umano nell'infanzia e nell'età adulta. Importante è anche spezzare quanto prima il ciclo generazionale che vincola le persone ai determinanti di partenza. I giovani adulti che vivono in condizioni di povertà mostrano già un rischio biologico più elevato dei loro coetanei. In questa età, il rischio può



amplificarsi anche di molto a causa dell'ambiente di vita e dell'adozione di comportamenti nocivi alla salute. Affrontare le esposizioni sociali e i comportamenti a rischio nella prima età adulta può quindi limitarne gli effetti a lungo termine e mitigare tali amplificazioni, a patto che il tipo di interventi tenga conto delle caratteristiche culturali e sociali di queste persone. È noto, infatti, che i tradizionali interventi sugli stili di vita sono più efficaci negli strati di popolazione più istruita. È invece in età adulta che – come si suol dire – i nodi vengono al pettine. Nella maturità si comincia infatti a osservare una netta differenza di mortalità, funzionalità fisica e nei parametri biologici come l'usura e l'accelerazione epigenetica dell'età nelle diverse classi sociali. A portare ad effetto questi svantaggi sono principalmente il fumo, ma anche il peso e i disturbi metabolici che ne conseguono. Per questo è importante, in questa fase della vita, introdurre in tutte le politiche (mobilità, alimentazione, istruzione e cultura) interventi che facilitino la conduzione di una vita sana e che mobilitino le risorse sociali per mitigare gli effetti della disuguaglianza. Le traiettorie di cattiva

salute legate alla bassa condizione socioeconomica iniziano quindi nella prima infanzia e sono consolidate dall'età di tre anni. Tuttavia, politiche appropriate possono mitigare l'“incorporazione” dello svantaggio socioeconomico, con il risultato di un invecchiamento più sano. L'importante è partire presto, focalizzare una serie di interventi sul sostegno delle famiglie più



Tutti dovrebbero avere la possibilità di raggiungere un invecchiamento sano, non solo i più abbienti

povere e accompagnare la crescita e la maturità con misure di protezione e contrasto attivo ritagliate sui profili sociali e culturali meno capaci di difendersi. Un sistema sanitario universalistico pubblico aiuta la popolazione a fronteggiare i momenti di crisi. Ma da solo non basta più: serve una nuova forma di universalismo “proporzionale” che aiuti di più chi ha meno, per cercare di raddrizzare il “legno storto” delle differenze di partenza.

Parlare di caso nel cancro non è sbagliato. Ma è molto pericoloso

Giuseppe Nucera

Quello che sappiamo sulle cause dei tumori è legato ad accidenti storici, al fatto che la gente fuma o è esposta ad amianto, e anche al fatto che gli epidemiologi hanno indagato gli effetti delle esposizioni. Meno studiamo questi eventi storicamente determinati e più saremo propensi a dire che i tumori sono dovuti alla sfortuna, il che non toglie che una quota ignota possa anche essere dovuta al caso

Una delle domande più frequenti quando parliamo di tumore è “perché ci si ammala di cancro?” Un quesito a cui molte ricerche scientifiche hanno dato differenti risposte, chiamando tutte in causa un concetto fondamentale: il caso. La genetica e la biologia molecolare cercano da anni di individuare i meccanismi alla base dei tumori dando interpretazioni diverse del problema, ossia se le mutazioni e le alterazioni geniche alla base della genesi del cancro vedono cause certe e quindi fattori controllabili (endogeni o esogeni) o, al contrario, se si manifestano in modo assolutamente accidentale. Una differenza sostanziale, da cui deriverebbe la capacità di prevedere l’insorgenza dei “motori” della patologia e, quindi, la possibilità di prevenzione e non solo di potenziale cura.

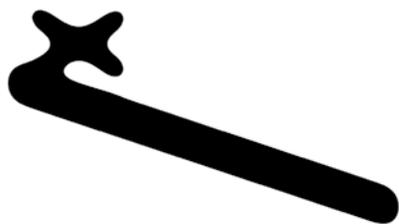
Ma la difficoltà nel rispondere al quesito se ci si ammala di cancro per determinate cause o per casualità deriva, innanzitutto, dal fatto che lo stesso presenta alcune fuorvianti inesattezze. Non si può parlare di cancro, ma di diverse tipologie di tumori che, in quanto tali, hanno svariate cause e specifici processi di sviluppo. Le casistiche di tumore presentano, però, tutte una caratteristica fondamentale: essere patologie multifattoriali e processuali, alla cui base sta l’interazione di fattori genetici, ambientali, di familiarità – ovvero l’ereditare una predisposizione a certe patologie – ma anche un certo grado di casualità.

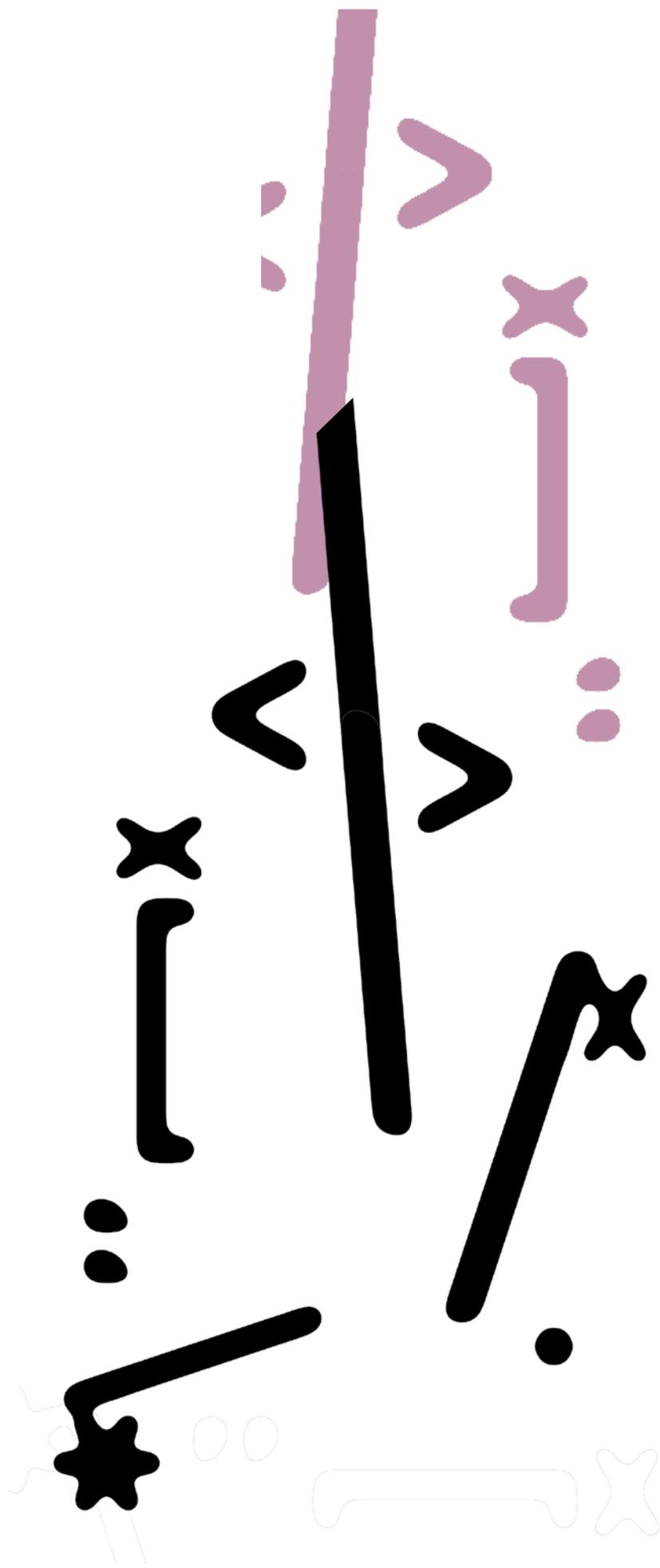
Paolo Vineis, epidemiologo molecolare ed ambientale presso l’Imperial College di Londra, ricorda che il cancro ha una decina di motori fondamentali che includono mutazioni, alterazioni epigenetiche, la proliferazione cellulare, l’apoptosi – ossia la morte cellulare programmata –

l’infiammazione. «Tutti questi elementi convertono a dare il fenotipo del cancro e i suoi comportamenti in metastatizzazione». L’epidemiologo sottolinea, inoltre, come nello studio del tumore si faccia spesso un duplice errore: «ci si concentra su un singolo meccanismo su cui ricercare la causa del cancro, quando in realtà è la convergenza di questi fattori e di più alterazioni che porta alla patologia. Inoltre, il caso è spesso pensato come sfortuna, quando in verità si può interpretare attraverso modelli matematici di tipo probabilistico, stocastico per la convergenza di diversi fattori».

Sembrerebbe, quindi, che quello a cui ci riferiamo quando parliamo di caso nel cancro, associandolo spesso alla “sfortuna”, rappresenti piuttosto qualcosa che semplicemente non conosciamo.

Uno dei lavori che hanno rafforzato più di altri l’associazione tra la genesi dei tumori e il caso è, senza ombra di dubbio, quello di Bert Vogelstein, professore di oncologia e direttore del Ludwig Center, e di Christian Tommasetti, professore di biostatistica, entrambi della Johns Hopkins Medical School. In uno studio del 2015 pubblicato su *Science*, i due scienziati trovano una forte relazione tra l’incidenza di vari tipi di cancro in alcuni tessuti e il numero di divisioni di cellule staminali nei tessuti di origine dei tumori. Riconoscendo gli errori casuali che si verificano durante la replicazione del DNA nelle cellule staminali normali come un fattore fondamentale nello sviluppo del cancro, i due ricercatori arrivano ad affermare che «questa componente di “sfortuna” spiega un numero molto maggiore di tumori rispetto ai fattori ereditari e ambientali». Due anni più tardi, in un altro lavoro pubblicato sempre su *Scien-*





ce, gli stessi ricercatori studiano il rapporto tra il numero di divisioni di cellule staminali normali e il rischio di 17 tipi di cancro, questa volta allargando lo sguardo dagli Stati Uniti a 69 paesi del mondo: le loro conclusioni si rafforzano ancor di più sostenendo che «le mutazioni indotte da errori di replicazione del DNA sono responsabili di due terzi delle mutazioni nei tumori umani». Secondo Paolo Vineis, le conclusioni di Volgestein e Tommasetti sarebbero valide solo in parte, in quanto non spiegano come mai la gran parte dei tumori abbia delle enormi differenze territoriali e trend temporali: «le differenze nella frequenza del melanoma, ad esempio, 200 volte più frequente in Australia rispetto all'Africa; oppure l'aumento del cancro al polmone che ha interessato nel secolo scorso i paesi sviluppati e ora i paesi di sviluppo. Questi non sono fenomeni spiegabili da un cambiamento del tasso di riproduzione delle cellule staminali, bensì da meccanismi indotti dalle esposizioni ambientali o comportamentali».

Uno studio pubblicato su *Nature Genetics*, firmato da Giuseppe Pelicci e Gaetano Ivan Dellino dello IEO (Istituto Europeo di Oncologia), il primo Direttore della Ricerca e il secondo ricercatore, ha recentemente confermato a livello molecolare il ruolo dell'ambiente per una delle alterazioni alla base del cancro. La ricerca di Pelicci e Dellino ha interessato le traslocazioni cromosomiche, un tipo di alterazioni a carico dei geni, con un danno a carico del DNA dovuto alla rottura della doppia elica. Alterazioni riscontrabili nelle cellule tumorali, esattamente come le mutazioni studiate da Volgestein. Lo studio dell'IEO ha mostrato che le cause

Le casistiche di tumore presentano tutte una caratteristica fondamentale: essere patologie multifattoriali e processuali

delle traslocazioni cromosomiche, meccanismi all'origine della malattia, non sono casuali ma dipendono da fattori «ambientali» che portano ad alterazioni geniche prevedibili. Come dichiara Dellino, «le cause del danno al DNA dipendono dall'attivazione di una classe di geni che se stimolati da fattori esterni si accendono, con una conseguente frequenza altissima di danno che poi, se verrà riparato male, darà vita alle traslocazioni e quindi in seguito ai tumori».

Una conclusione che pone alle traslocazioni una caratteristica fondamentale e diametralmente opposta a quella disegnata da Volgestein per le mutazioni: essere prevedibili e dipendere da fattori ambientali non intrinseci all'attività biologica del DNA. Dellino ci

 Negli ultimi venti anni c'è convergenza tra la ricerca di base e ricerca epidemiologica nel tentativo di aprire "la scatola nera"

spiega come hanno potuto riscontrare tutto ciò: «abbiamo osservato e poi misurato alcuni parametri che distinguono i geni danneggiati da quelli che rimangono sani. A questo punto, attraverso un sistema di *machine learning* e un data set di geni costruito su queste misurazioni, siamo stati in grado di individuare se un gene sarà danneggiato o meno con una precisione dell'85%. Abbiamo compreso cioè le caratteristiche, i parametri che fanno sì che alcuni geni siano danneggiati e alcuni no. Questa è la *prediction* che abbiamo ricavato sul danno».

Come sottolinea Dellino, il primo dato importante della ricerca è la forte capacità di predire se un gene si danneggerà o meno, ovvero se il DNA subirà la rottura della doppia elica, mentre altra questione è quante traslocazioni insorgeranno tra i geni danneggiati in fase di riparazione, cioè se la rottura del DNA verrà riparata ma con un errore: «abbiamo visto che circa un quarto dei geni riparati con la strategia adottata dalla cellula da noi studiata danno vita a traslocazione cromosomica. Quindi solo un piccolo gruppo di cellule vedono le traslocazioni, che daranno poi mutazioni al base del cancro nel caso del tumore al seno».

Uno degli errori che spesso si compie è quello di pensare che la genesi del tumore debba essere un discorso di *aut aut*: o un fatto accidentale o qualcosa di prevedibile. In verità, la ricerca di Pelicci e Dellino, ci indica, da un lato, che la presenza dell'accidentalità non escluderebbe la presenza di cause certe e controllabili. Infatti, seppur la ricerca dell'IEO sia stata comunicata come una svolta importante rispetto alle ricerche

di Volgestein, e una rivincita della prevenzione sulla accidentalità delle alterazioni del cancro, in realtà a livello scientifico questo studio non contraddice in nessun modo le ricerche dell'oncologo americano. Come afferma Pelicci, infatti, «i due ambiti della ricerca sono assolutamente paralleli. I tumori sono causati o da mutazioni o da traslocazioni, Vogelstein ha studiato i primi, noi i secondi». In secondo luogo, lo stesso studio delle traslocazioni cromosomiche lascia uno spazio all'accidentalità di alcuni fenomeni alla base della manifestazione di questi motori del cancro. Dellino sottolinea come le traslocazioni avvengano solo in specifiche zone del DNA, chiamate domini di associazione topologica, dove i geni danneggiati devono trovarsi in contiguità per dare vita alle traslocazioni cromosomiche: «il fatto di trovarsi vicini tra loro farà sì che il meccanismo di riparo del danno, per errore, invece di ricucire le due estremità corrette dei due geni danneggiati, unirà le estremità sbagliate, ossia un'estremità del gene A con l'estremità del B. La casualità sta appunto nel fatto che il riparo a volte fallisce, avviene male, quindi si forma la traslocazione, per fortuna questo errore avviene molto raramente». Ma il fatto più importante è che, pur presente questa accidentalità, non vuol dire che essa non sia una scelta consapevole a livello biologico e molecolare. Continua infatti Dellino: «la cellula ha vari meccanismi per riparare i danni al DNA, alcuni di questi sono altamente efficienti, cioè riportano la sequenza del DNA esattamente come era precedentemente al danno. Il meccanismo che invece ripara il tipo di danno che noi abbiamo individuato è di per sé uno dei meccanismi che fallisce più di altri, pur sempre con una probabilità bassa. Se per l'individuo che rischia di contrarre il tumore è negativo, può essere positivo per la popolazione a seguito della variabilità genetica. Accettare il rischio di errori mentre ripara questa tipologia di danno al DNA è qualcosa che la cellula accetta proprio perché generi variabilità». Sembrerebbe dunque che ciò che chiamiamo caso potrebbe rappresentare una scelta biologica ed evolutiva che punta su una probabilità stocastica di errore per generare variabilità genetica.

Secondo il Direttore della Ricerca dell'IEO, Giuseppe Pelicci, «Vogelstein ha dovuto concludere che il 60% dei tumori siano dovuti al caso, perché di fronte a quei dati non poteva che trarre quella conclusione, però se si legge la *review* si arrampica sugli specchi per riuscire ad attuire le

Secondo Vineis, le conclusioni cui sono giunti Vogelstein e Tommasetti sarebbero valide solo in parte

conseguenze di quel messaggio». Quello che Pelicci mette in discussione del lavoro di Vogelstein, dunque, non è tanto ciò che è stato osservato, piuttosto la cornice all'interno della quale i dati osservati sono stati interpretati: «Siccome il dogma è che la mutazione si incorpora in maniera casuale durante la proliferazione cellulare, ha dedotto logicamente l'unica cosa che era deducibile, cioè che le mutazioni sono casuali. Ma anche noi pensavamo che le traslocazioni fossero dovute alla proliferazione, quindi essere casuali, per poi scoprire che non lo sono. Magari anche il dogma a cui Vogelstein si è riferito per trarre le sue conclusioni deve essere rivisto o quanto meno approfondito».

Un problema che nasce come interpretazione del dato ma che si amplifica nel momento in cui si guarda alla comunicazione della ricerca. Se Pelicci riporta il problema alla fonte, ossia che «la società è esposta a un approccio scientifico che si basa sulla negazione dell'errore precedente e non è esposta a una dottrina», Vineis è certo che negli ultimi anni ci sia stato uno slittamento della comunicazione verso una forma di spettacolarizzazione, sopravvalutando o sovrainterpretando il messaggio e i dati. «Le riviste scientifiche cercano di raggiungere le prime pagine dei giornali, spettacolarizzando i risultati scientifici. È chiaro che se uno scrive un articolo in cui dice che la maggior parte dei tumori è dovuta al caso la spettacolarizzazione è intrinseca all'articolo stesso e *Science* ne approfitta».

Rispondere alla domanda da cui siamo partiti, “perché ci si ammala di cancro?”, vede dunque diversi aspetti problematici, sia di osservazione scientifica sia di comunicazione del dato. La ricerca scientifica, ad esempio, il più delle volte ha tracciato steccati tra fattori ambientali e meccanismi biologici. Negli ultimi venti anni è però osservabile una conver-

genza tra la ricerca di base, genetica e biologica, e la ricerca epidemiologica, nel tentativo di aprire quello che Paolo Vineis chiama “il paradigma della scatola nera”: «noi epidemiologici studiavamo le esposizioni da una parte e la malattia dall'altra. Ora cerchiamo di migliorare la stima delle esposizioni, migliorando la definizione del fenotipo canceroso grazie a esperimenti di laboratorio e a una migliore classificazione tramite le tecniche omiche quindi proteomica, trascrittoma e così via». Una convergenza finalizzata a comprendere e se le esposizioni ambientali inducono alterazioni a livello molecolare e se queste alterazioni conducono al cancro ma che intravede delle difficoltà dettate dai dogmi scientifici che, secondo Vineis, separano spesso epidemiologi e biologi molecolari: «in genere i ricercatori di base cercano un meccanismo decisivo, anche per le implicazioni terapeutiche che questo potrebbe avere mentre gli epidemiologi sono molto più consapevoli della multifattorialità del cancro». La ricerca dello IEO, però, potrebbe essere l'inizio di una nuova strada di convergenza tra biologia ed epidemiologia, punto sul quale lo stesso Pelicci insiste: «è noto che la trascrizione non è un fatto genetico, ma un fatto epigenetico per cui c'è un'influenza del mondo esterno. Il mondo esterno per me è il mondo extracellulare ma sappiamo benissimo che il mondo extracellulare è in continuità con il reale fuori di noi. È una strada lunga, io spero solo di riuscire a percorrerla». Una possibilità anche per l'epidemiologia di acquisire una nuova valorizzazione e vedere chiusa l'era in cui era concepita come una scienza debole in quanto non sperimentale. «La ricerca di base in laboratorio gode di più prestigio», afferma Vineis, «perché può modellare la realtà, sperimentare su topi, cellule e così via. Le differenze causali sono ritenute più credibili, ma non tutto è bianco o nero. Con la ricerca sperimentale si ha una grande collezione di osservazioni a una scala molto piccola ma è difficile metterle tutte insieme e credo che una collaborazione con l'epidemiologia sia molto utile, offrendo maggior senso a queste osservazioni attraverso un legame alle esposizioni ambientali, e traendo lei stessa vantaggio dalla collaborazione con la ricerca di laboratorio aumentando così la plausibilità delle sue osservazioni».



Berta Cáceres / Illustrazione Francesco Montesanti

La Sanità alla prova del web

Cristina Da Rold

La disinformazione sanitaria online corre, galoppa a ritmi accelerati. Con conseguenze importanti in termini di salute della popolazione. Nel contempo le istituzioni sanitarie italiane usano ancora (troppo) poco gli strumenti di comunicazione digitale, in particolare i social media. È importante capire che non bisogna essere online perché fa parte dell'essere moderni ma perché è necessario per combattere la disinformazione, facendo prevenzione

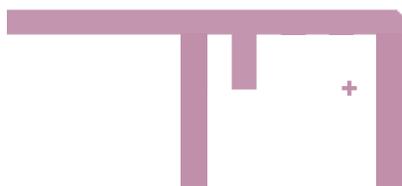
Una delle prime domande che un professionista della sanità si pone davanti alla questione “social media sì, social media no” è: «perché devo spendere lì le mie energie, che potrei convogliare in altre attività?» Perché, oggi, a chi si occupa di sanità sembra essere richiesto anche di comunicare?

Il punto di partenza per affrontare questo grande tema è proprio questo: chiarire che il motivo per cui le istituzioni sanitarie sono chiamate ad accogliere la sfida di una presenza efficace online non è che i social media vanno di moda. Non bisogna essere online perché fa parte dell'essere moderni. O perché non ci sono altri modi per comunicare gli orari degli sportelli o degli ambulatori ai cittadini. La prospettiva dello stare online da parte di un'istituzione sanitaria è quella di combattere la disinformazione, facendo prevenzione. Quella che in gergo si chiama “promozione della salute”. Siamo chiamati ad esserci perché chi divulga *fake news*, chi fa disinformazione in sanità, online ci sta eccome. È sufficiente qualche semplice ricerca sul web a proposito di temi “caldi” come i vaccini, l'omeopatia, le diete pseudo “naturali”, per capire quanto sia capillare la presenza di siti web, profili, pagine, gruppi che catalizzano il pubblico. Certo, ha senza dubbio ragione chi obietta che, per quanto ci si sforzi, le *fake news* corrono oggi sempre più veloci rispetto a qualsiasi tentativo di *fact checking*. Ma qual è l'alternativa? La nostra epoca corrisponde un po' a quella successiva alla scoperta della stampa da parte di Gutenberg. Ai tempi di Aldo Manuzio, che a Venezia iniziava a creare quella che oggi chiamiamo editoria. Anche allora, come oggi, non era facile capire dove questa rivoluzione ci avreb-

be condotti. Intorno al 1620 il famoso studioso Francesco Bacone scrisse, nel *Novum Organum*, che tre cose mutarono “l'assetto del mondo tutto”: l'arte della stampa, la polvere da sparo e la bussola. «Nessun impero né setta né stella sembra aver esercitato sull'umanità maggiore influsso ed efficacia di queste tre invenzioni meccaniche» scriveva Bacone. Oggi non potremmo forse dire lo stesso di internet?

Ci troviamo sicuramente davanti a quello che gli studiosi Claire Wardle e Hossein Derakhshan, in un rapporto pubblicato dal Consiglio d'Europa, hanno chiamato *Information Disorder*. La mancanza di una direzione comune, che investe tutti gli aspetti del comunicare.

La sanità italiana si trova stretta in una tenaglia: da una parte la morsa della disinformazione, dall'altra il timore che l'eccessiva esposizione finisca per rivelarsi un'arma a doppio taglio per l'istituzione stessa. Se da un lato, rispetto al passato, cresce la presenza delle ASL italiane sulle principali piattaforme di social media (con un incremento dei presidi ufficiali su Facebook e Twitter e con una crescita dei visual social media come Instagram), dall'altro si evidenzia uno scarso utilizzo degli stessi per promuovere la salute e l'*empowerment* dei cittadini/pazienti, in favore di una comunicazione prettamente istituzionale. Lo mette nero su bianco la recente indagine condotta dall'Istituto di Ricerche Farmacologiche Mario Negri IRCCS in collaborazione con il Dipartimento di Pedagogia, Psicologia e Filosofia dell'Università degli Studi di Cagliari e il Master in Comunicazione della Scienza e dell'Innovazione Sostenibile della Università Bicocca di Milano, dal titolo *Comunicazione, social*





media e sanità: un focus di ricerca. I dati sono estremamente interessanti perché evidenziano un aspetto cruciale della comunicazione sui social network: anche quando i social media sono utilizzati, il livello di *engagement* (cioè il coinvolgimento attivo attraverso le reazioni ai post pubblicati come “like”, condivisioni e commenti) dell’utente è particolarmente basso. Avere tanti follower non basta, se non si riesce a coinvolgere attivamente le persone che vogliamo raggiungere. Facciamo un esempio al di fuori della sanità, per capire di che cosa stiamo parlando.

La *top fashion blogger* italiana Chiara Ferragni ha al momento 16,6 milioni di *followers* su Instagram, mentre il colosso di biancheria intima Victoria Secret ne ha 66 milioni. Sembra che non ci sia battaglia fra i due. Eppure, se osserviamo i rispettivi *engagement*, Chiara Ferragni raggiunge il 3%, mentre Victoria Secret, non si avvicina neanche lontanamente. Che cosa significa questo? Che un brand che volesse crescere sarà portato a scegliere la prima per una possibile partnership perché, anche se i *followers* sono di meno, ogni persona guadagnata ha un peso maggiore rispetto a un *follower* di Victoria Secret in termini di *engagement* e, quindi, di vendita. I social network hanno inoltre una potenzialità inedita rispetto ad altre forme di comunicazione più tradizionale: permettono di misurare i propri risultati, perché si possono fissare precisi obiettivi quantitativi. Per esempio, è possibile suddividere il proprio pubblico a seconda dell’età, del sesso e degli interessi, e produrre materiali informativi differenziati puntando a raggiungere un certo numero di persone per ogni target.



Secondo uno studio, il 78% delle ASL italiane ha aperto un account su almeno una piattaforma di social media

In ambito sanitario, è evidente che la fascia d’età dei giovanissimi avrà altre esigenze in termini di promozione della salute, rispetto al gruppo degli over 55. Differenziare permette inoltre di segmentare il pubblico a seconda dell’interesse che manifesta: ci sarà chi già è “fan” dell’istituzione e chi invece è scettico (per esempio legge ma non mette un mi piace). Il linguaggio e la scelta dei contenuti per questi gruppi di persone possono in questo modo es-

sere differenziati. Attraverso un'analisi quantitativa condotta sulle principali piattaforme di social media nell'autunno del 2018, la sopra citata ricerca di Eugenio Santoro e colleghi ha mostrato che il 78% delle 101 ASL italiane ha aperto un account su almeno una piattaforma di social media. Al primo posto troviamo YouTube e Facebook (scelti dalla metà delle ASL), seguiti da Twitter (a cui è iscritto il 39% delle ASL), Google Plus (32%, oggi chiuso), LinkedIn (24%) e Instagram (9%). Ebbene sì: Instagram, in costante enorme crescita (con 19 milioni di utenti

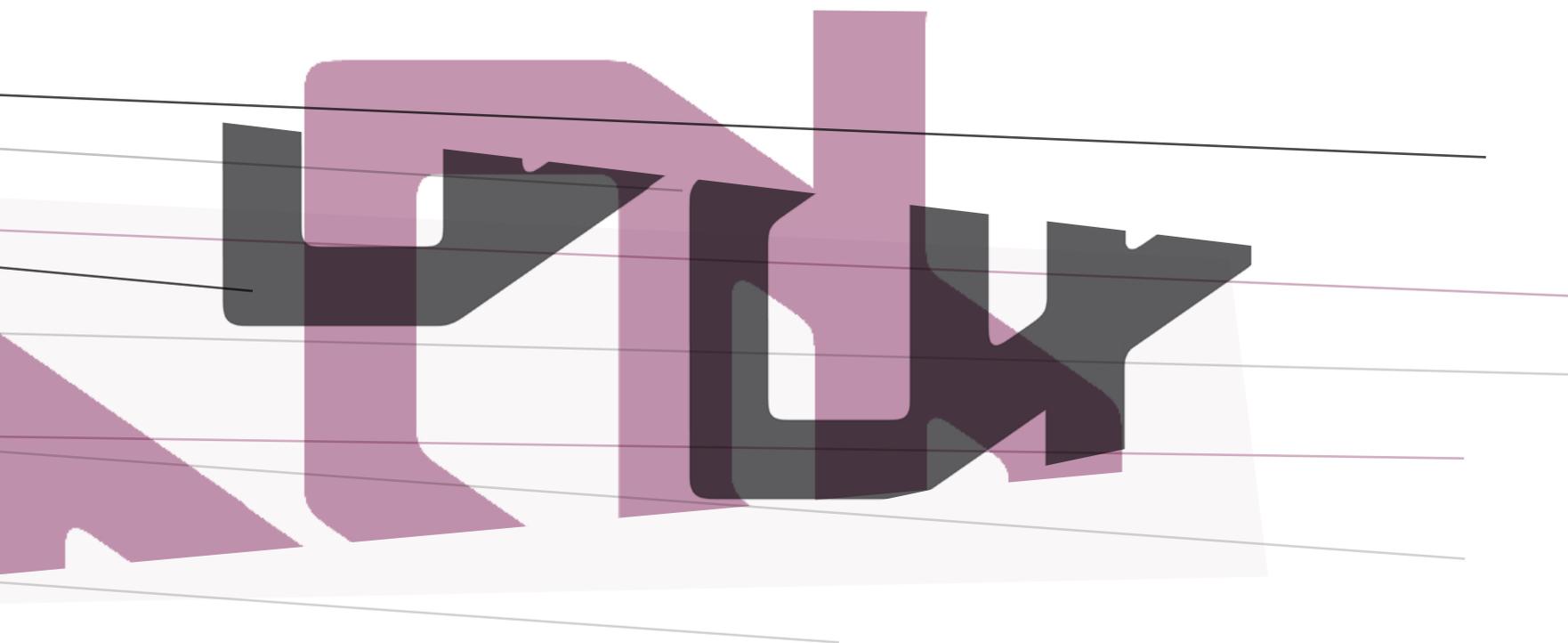


A volte i social sono ancora visti come la versione digitale delle bacheche che riempiono i corridoi di ASL e ospedali

attivi solo in Italia a settembre 2018) è utilizzato da meno di un decimo delle ASL intervistate. Attenzione, però: quest'ultimo dato non va considerato negativamente a priori. Ogni social network ha un suo target e ogni istituzione ha i suoi obiettivi. Non è detto che dall'analisi di questi ultimi e delle proprie risorse emerga che usare un social convenga davvero. La presenza online si fonda sul mantra: di più non è

necessariamente meglio. È significativo a questo proposito l'esempio del colosso bancario Unicredit, che a maggio 2019 ha annunciato di chiudere i propri profili social a partire dal 1 giugno. Sono impazziti? In Unicredit non sanno calcolare i propri investimenti? Evidentemente, non ci si può fermare a questa banalizzazione. Quali che siano le ragioni che hanno spinto Unicredit a fare questa scelta, di una cosa possiamo ragionevolmente essere certi: la decisione deve essere scaturita da una valutazione puntuale di tutti gli aspetti, ritorno economico compreso. Purtroppo, infatti, si assiste spesso a una presenza non selettiva sui social da parte delle istituzioni, che sull'onda dell'entusiasmo si ritrovano con diversi account non tutti curati allo stesso modo, in alcuni casi addirittura abbandonati da mesi. Limitando l'analisi ai presidi attivi (cioè quelli con almeno un post pubblicato nel corso del 2018) la percentuale di ASL che utilizza almeno una piattaforma di social media scende al 62%. In questa speciale classifica Facebook supera YouTube (47%, rispetto a 38%), Twitter raggiunge il 33%, Google Plus e LinkedIn scendono rispettivamente all'11% e al 6%, mentre Instagram si conferma al 9%.

Un altro aspetto cruciale per capire se un'istituzio-



ne ha in atto una buona pianificazione strategica della propria presenza online è il tipo di contenuti veicolati. Il più delle volte i social sono ancora visti come la versione digitale delle vecchie bacheche in sughero che riempiono i corridoi di ASL e ospedali. La comunicazione online è molto di più. Significa anzitutto fare prevenzione, “educando” alle buone pratiche di salute. Coinvolgere significa dare alla cittadinanza contenuti che non hanno alcuna utilità all’istituzione stessa. Gli esempi che si possono fare sono molti: dai consigli sull’attività fisica, sull’alimentazione, sullo *screening*. Il tutto – evidentemente – raccontato a seconda delle caratteristiche del target che vogliamo raggiungere.

All’interno della ricerca sopra citata, l’analisi qualitativa condotta sui 50 post/tweet originali (esclusi condivisioni e retweet) pubblicati dalle ASL sui corrispondenti account di Facebook, Twitter e Instagram ha evidenziato che essi riguardano prevalentemente la promozione di eventi, l’informazione sui servizi e le campagne di comunicazione istituzionali, mentre rimane marginale la comunicazione atta a favorire l’*empowerment* dei cittadini e per diffondere contenuti riferibili alla promozione della salute. È sufficiente mettere il naso fuori dall’Italia e visitare i

profili dei ministeri della salute inglesi e francesi per rendersi conto della differenza di approccio, lontano dall’essere unicamente uno *storytelling* delle imprese del ministro. Per quanto riguarda il livello di *engagement*, si registra una scarsa efficacia di Twitter, una modesta efficacia di Facebook e – notevole – ottimi risultati di Instagram che, come rilevavamo, è però un social ancora poco utilizzato. In sintesi, possiamo dunque dire che la sanità italiana è ancora lontana dallo sfruttare le potenzialità offerte dai social media: la comunicazione rimane prettamente unidirezionale e poco coinvolgente. Va anche sottolineato che l’età media del personale medico e tecnico-professionale è oggi molto elevata: sfiora infatti i 53 anni medi, superati dal personale di direzione che con 53,4 anni risulta il gruppo più anziano.

L’unica strada percorribile è quella di iniziare a considerare la comunicazione online alla stregua di tutte le restanti forme di comunicazione più tradizionali, mettendo al centro la necessità di pianificare una strategia comunicazione basata su un’analisi dettagliata dei propri obiettivi e delle proprie risorse. Solo così la comunicazione, da informazione, può diventare davvero promozione della salute e, quindi, prevenzione.

Un dialogo su scienza e società

Massimiano Bucchi

→ Ciao figliolo, ero passato a salutarti ma vedo che sei impegnato. A che cosa stai lavorando?

← Da tre anni circa curo la direzione di una rivista scientifica, si chiama "Public Understanding of Science", mi pareva di avertene parlato.

→ "Public Understanding of Science"? Sarebbe a dire: comprensione pubblica della scienza... Beh, mi sembra interessante. C'è proprio un gran bisogno che il pubblico capisca la scienza oggi, tra chi nega il cambiamento climatico e chi mette in dubbio l'efficacia dei vaccini... continuo a leggere... com'è che le chiamano? *Fake news*. A dire il vero mi pare che la tua rivista dovrebbe intitolarsi "Public Misunderstanding of Science", incomprensione pubblica della scienza.

[Pausa]

→ Non credi?

← Uhm... In realtà con "Public Understanding of Science" non intendiamo solo la comprensione del contenuto tecnico della scienza ma i vari modi in cui le persone si relazionano ad essa e la inquadrano in un più ampio contesto sociale, politico ed economico.

→ Sì ma se non capiscono, che cosa inquadrano?

← Comunque da un certo punto di vista sono d'accordo con te. Probabilmente alcuni dei miei colleghi preferirebbero un titolo più generale per la nostra rivista, ad esempio "Science in Society". Ma "Public Understanding of Science" ci ricorda anche la storia e la tradizione del nostro settore, e anche questo è importante.

→ Però non hai risposto alla mia vera domanda. Perché tanta gente fa resistenza di fronte ai fatti e alle verità scientifiche? Tu hai passato un sacco di tempo a leggere, selezionare e commentare gli studi dei tuoi colleghi. Dovresti averlo capito, no?

← Babbo, credo che tu stia in realtà mettendo insieme più domande. Se mi chiedi: "le persone hanno sfiducia nella scienza e negli scienziati?" la risposta che i miei colleghi hanno dato negli ultimi vent'anni è: no. La scienza continua ad essere un ambito di attività che gode di rispetto e prestigio nella società. E lo stesso vale per gli scienziati. Gran parte delle persone considerano gli scienziati più credibili di altre categorie quali, ad esempio, politici o esponenti del mondo produttivo.

→ B****!

← Babbo!

→ Comincio a pensare che tu abbia sprecato un sacco di tempo. Non leggi i giornali? Non segui i social media? La gente è diffidente verso le vaccinazioni, gli Ogm, il cambiamento climatico, l'energia nucleare... qualunque cosa la scienza proponga o suggerisca, loro sono contro!

← Aspetta un attimo. Come ho detto, stai mescolando questioni diverse. Prendiamo come esempio l'energia nucleare. I cittadini possono avere la massima conside-

razione di fisici e ingegneri e della loro competenza. Al tempo stesso, possono avere dubbi sul fatto che l'energia nucleare sia l'opzione migliore per il proprio paese per una serie di motivi: perché sono preoccupati dei costi a lungo termine della gestione delle scorie, del potenziale rischio geologico, dell'instabilità politica e istituzionale. Sei d'accordo?

→ Beh, sì. Penso che sia possibile. Ma che mi dici allora delle vaccinazioni? La gente preferisce esporre i propri figli a enormi rischi piuttosto che credere a fatti scientifici elementari. Come lo spieghi questo?

← Prima di tutto.... Vedi per caso una penna qui in giro?

→ Stai sempre a scrivere, una penna ci sarà. Dove vanno a finire le penne? E come mai quelle che rimangono sono sempre quelle che non scrivono più? Ecco le grandi questioni da risolvere...forse avresti dovuto studiare questo anziché il tuo... 'understanding'.

← Tranquillo, l'ho trovata. Proviamo a mettere giù qualche numero. Prima di tutto: sai quanti sono quelli che si oppongono fermamente a ogni tipo di vaccinazione nel nostro paese?

→ Non saprei... 20%, 30%? Devono essere un bel po' comunque.

← Meno del 5%.

→ Non è possibile! Continuo a leggere cose ridicole sui vaccini.

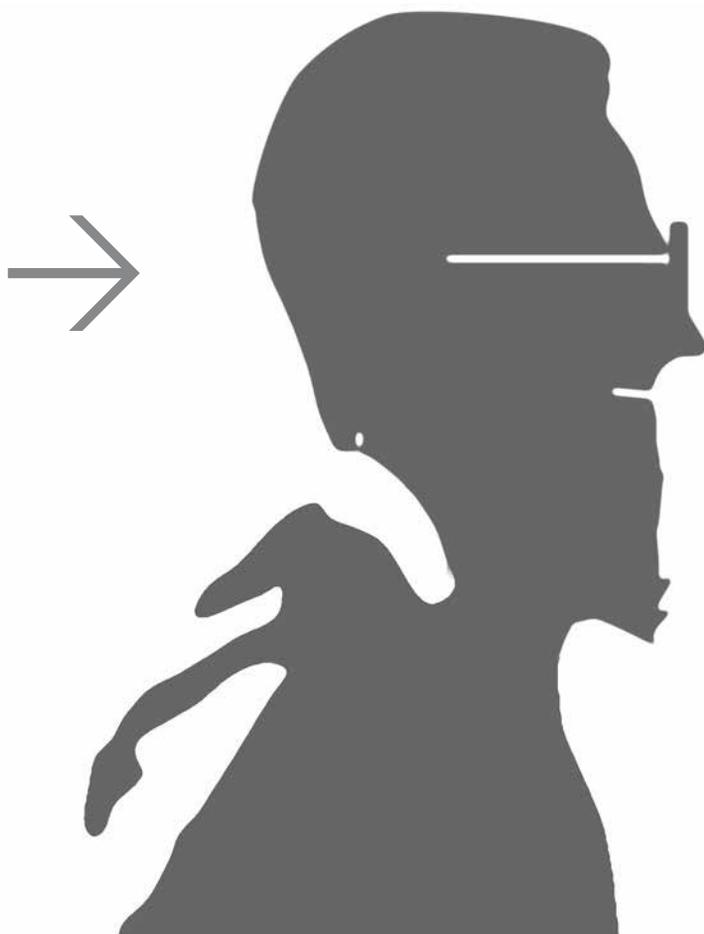
← Beh, sono senz'altro una minoranza molto vocale, in particolare sui social media. C'è una percentuale significativa di persone che ritengono che solo un numero limitato di vaccinazioni dovrebbe essere obbligatorio, e per le altre dovrebbe essere il singolo a decidere.

→ Ah! Avevo ragione io allora. Sono una massa di ignoranti. Come fa il singolo a decidere su queste cose? Non stiamo parlando di preferenze in fatto di cibo no? I fatti sono fatti, e la scienza è la stessa ad ogni latitudine!

← Babbo, sei un seguace del "modello del Deficit"?

→ Come dici scusa? Può darsi che ogni tanto la memoria mi tradisca, ma il cervello mi funziona ancora a meraviglia.

← No, non sto parlando dei tuoi deficit. Sto parlando del



“modello del Deficit”. Nel nostro settore, si chiama così l’idea che le persone siano scettiche su certe implicazioni – o perfino applicazioni – della scienza perché ne ignorano i contenuti.

→ Beh, questo Deficit, o come diavolo si chiama, mi pare una cosa del tutto ragionevole. “So quel che mi piace, e mi piace quel che conosco”... lo diceva anche la lepre marzolina in *Alice nel Paese delle Meraviglie* vero?

← Può darsi, o forse era Peter Gabriel coi Genesis. In ogni caso, è possibile che il “modello del Deficit” ti vada a genio, ma i miei colleghi hanno passato anni a dimostrare che l’equazione “più comunicazione = più conoscenza = più sostegno”, semplicemente, non funziona. Anzi, a volte è vero proprio il contrario. I più informati possono essere anche i più critici. E atteggiamenti positivi o aspettative ottimistiche verso aree e applicazioni della scienza non sono necessariamente legati a una maggiore comprensione fattuale.

→ Capisco... Non molto incoraggiante. Tuttavia, mi chiedo... se è così, perché darsi la pena di comunicare la scienza?

← Ci sono tante ragioni per comunicare la scienza che vanno al di là del tentativo di convincere le persone ad abbracciare una certa tecnologia.

Ragioni culturali, per esempio. Si può apprezzare una conferenza scientifica così come si apprezza una mostra d’arte o un romanzo. Oggi, le istituzioni di ricerca e gli scienziati riconoscono sempre di più come parte dei propri doveri il fatto di discutere con il pubblico le loro ricerche, oltre che come opportunità per essere più visibili.

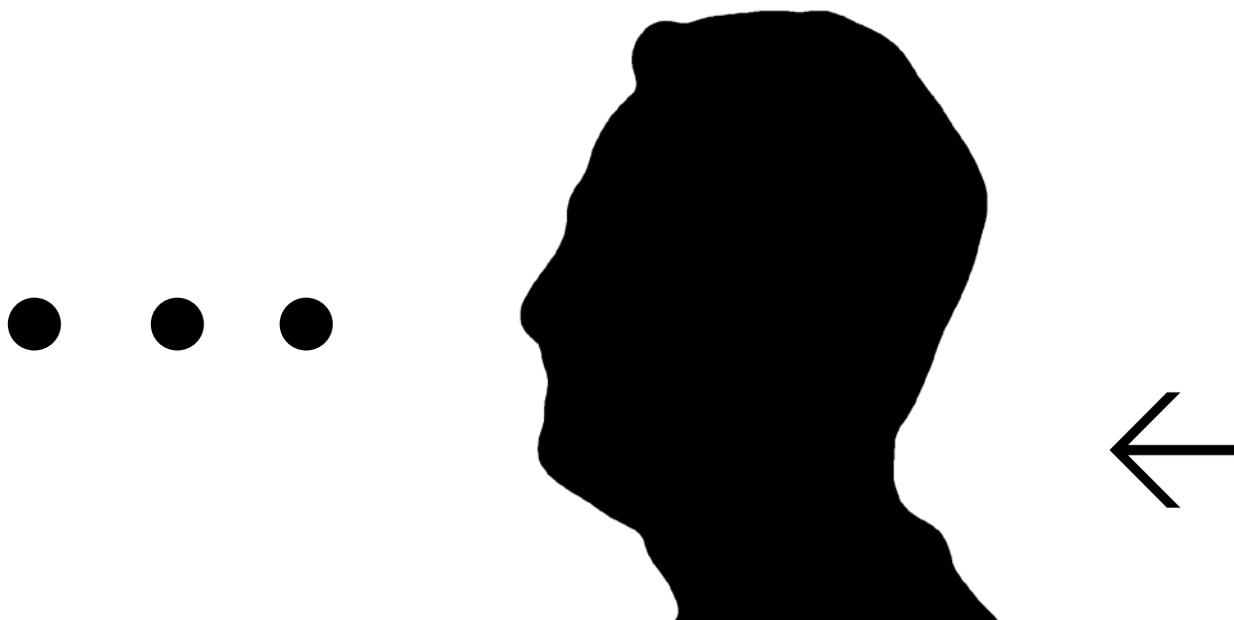
→ A me in effetti piace vedere i programmi TV sulla scienza, e un amico mi ha anche mandato un link a un’intervista su Youtube con quella famosa scienziata... come si chiama? Sicuramente deve aver ricevuto il Nobel. Immagino che tu la conosca, hai passato anni a studiare i Nobel...

← Beh, ce ne sono molti attivi sui social media. E non è un fenomeno nuovo.

→ Stai parlando di Internet? Perché quello è sicuramente qualcosa di nuovo per la mia generazione.

← No, sto parlando della visibilità pubblica degli scienziati. Alla fine dell’Ottocento e agli inizi del Novecento, c’erano già “celebrità scientifiche”. Alcune delle loro conferenze pubbliche e libri avevano grande successo, un vero fenomeno commerciale.

→ Sì, certo, mi ricordo di alcuni di loro. Albert Einstein, ad esempio.



← Certo. Oggi naturalmente il panorama dei media è molto cambiato. L'opportunità di coinvolgere direttamente il pubblico ora è potenzialmente accessibile a chiunque lavori nel mondo della ricerca.

→ Mi sembra una bella cosa, figliolo...

← Beh, è sicuramente un'opportunità interessante. Ma alcuni sono preparati a questo compito, altri no... Sfortunatamente c'è ancora una convinzione diffusa secondo cui la comunicazione della scienza è facile e scontata, e può essere improvvisata da chiunque conosca contenuti specifici, senza preoccuparsi di comprendere gli altri termini dell'equazione, per esempio i media, il pubblico – o se preferisci, la società.

→ Buffo: scienziati che non si danno la pena di comprendere le equazioni. Insomma, il titolo della tua rivista potrebbe essere rivisto, da "Public Understanding of Science" a "Understanding of the Public by Science".

← Penso che girerò la tua proposta al prossimo direttore.

→ Ad ogni modo, dopo quasi trent'anni, sarete sicuramente arrivati a una conclusione su quale sia il modo migliore di comunicare la scienza...

← Che cosa intendi?

→ Quali strategie, formati, strumenti, sono più efficaci...

← Efficaci per far cosa?

→ Ma per comunicare la scienza! Quello di cui stiamo parlando da mezz'ora ormai.

← Ma "comunicare la scienza" comprende un'enorme varietà di situazioni. Se la definiamo come "la società che parla di scienza" (laddove la società naturalmente include anche gli scienziati) o "qualunque conversazione sociale sulla scienza", capisci subito quanto è vasta: un'ampia varietà di programmi TV, news, caffè scientifici, fiction con contenuti scientifici, discussioni sui social media...

→ Anche quella è comunicazione della scienza? Oh mamma!

← Proprio così. E non è solo una questione di diversi media. Anche il contesto della comunicazione della scienza è importante: per esempio quanto è saliente una certa questione scientifica; quanto il pubblico si è già mobilitato; quanto sono credibili le istituzioni e gli attori scientifici coinvolti; il grado di controversia e disaccordo tra esperti scientifici.

→ Disaccordo tra esperti? Gli scienziati fuori dal *mainstream* non sono veri scienziati, ma solo dei ciarlatani.

← Beh, in alcuni casi ci sono interpretazioni significativamente differenti da parte di ricercatori rispettabili.

→ In effetti questo mi fa venire in mente un servizio che ho visto in TV in cui un gruppo di fisici sollevava dubbi sul modo in cui sono state rilevate le onde gravitazionali.

← Vedi! Quello che sto cercando di dire è che in queste situazioni il punto per noi non è stabilire chi ha ragione, ma guardare alle implicazioni per il grande pubblico. Fino a qualche decina di anni fa, la maggioranza di queste discussioni tra esperti non era accessibile ai non esperti.

→ Caspita! Questo però rende l'equazione della comunicazione della scienza ancor più complessa.

← Forse sarebbe più utile pensarla come una sorta di tavola, più che un'equazione. Nel nostro caso, ciascuna casella della tavola identifica una situazione o contesto di comunicazione della scienza come una combinazione di variabili diverse.

→ La cosa sta diventando un po' complicata... perché non ci limitiamo a diffondere la scienza? È questa dopo tutto l'essenza della comunicazione della scienza, no?

← No... e sì. Quello che hai appena citato è una versione piuttosto specifica della comunicazione della scienza. È la storia lineare, *top-down*, non problematica, non controversa: gli scienziati X hanno scoperto Y, e funziona così.

→ Ma hai detto poco fa che questo è il Deficit. E non mi pareva che il Deficit ti piacesse tanto.

← No, no, ti stai confondendo. Chiamiamola "Divulgazione". "Deficit" incorpora un elemento ideologico, in forma di assunti dati per scontati sul pubblico, la scienza, e processi comunicativi. Anche se naturalmente il suo significato può variare in contesti diversi, la Divulgazione non condivide necessariamente questi pregiudizi. La Divulgazione è, per così dire, la comunicazione della scienza in tempi di pace.

→ Benissimo, ma che cosa facciamo in tempi di guerra?

→ Eh?

← Oggi c'è una guerra contro la scienza, non ti pare?

→ Ecco... credo che dovremmo essere cauti nell'usare certe etichette e studiare seriamente le tendenze negli atteggiamenti pubblici verso la scienza. Alcuni miei colleghi in effetti pensano che più la si definisce una "guerra contro la scienza", più le opinioni si polarizzeranno e i conflitti legati a temi scientifici cresceranno. Si chiama "Framing".

← "Framing" eh? Interessante... Insomma, ecco di cosa parla la tua rivista: non date ricette per comunicare la scienza, ma fate domande, sollevate questioni, e alcune devo dire sono domande davvero interessanti.

→ Sì, direi che è uno dei modi in cui si può considerare il nostro lavoro.

← A proposito di tavole e ricette, è ora di preparare la cena. Preferisci un risotto al Deficit, o una pasta divulgativa?

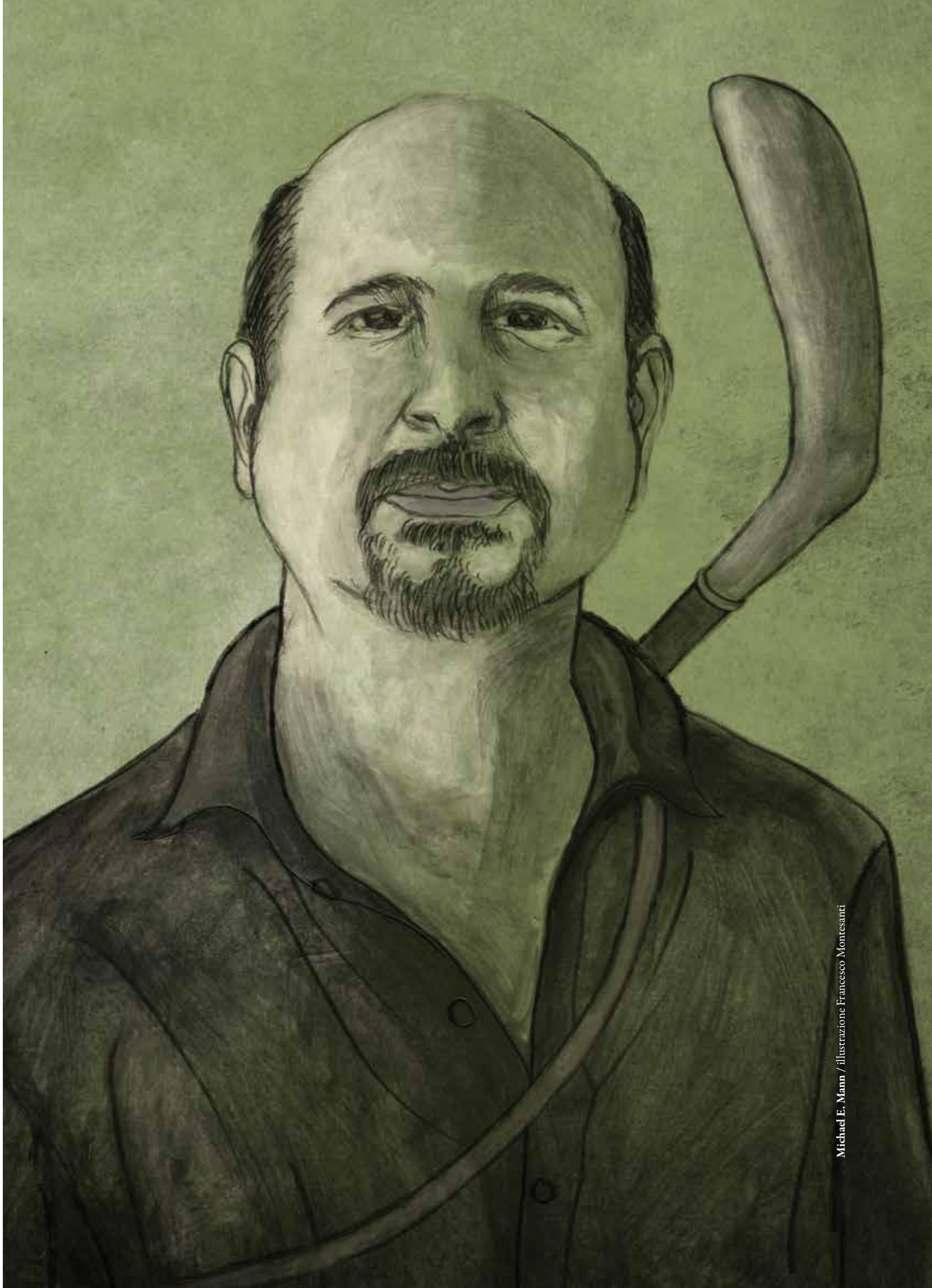
→ Fai tu, babbo, sei tu l'esperto. Vedi, ho un sacco di fiducia.

← Ti fidi? Speravo che tu fossi... com'è che hai detto prima? Più coinvolto... nella scelta del menu.

→ Ah, magari la prossima volta!

Riferimenti bibliografici

- Osservatorio Scienza Tecnologia e Società, *Observe*, 2002-2019.
 Annuario Scienza Tecnologia e Società, *Observe*, 2005-2019, il Mulino.
 Eurobarometer Public Attitudes to Science, 1989-2014.
 Pew Research Center US, *Science & Society*, 2007-2019.
 Articoli pubblicati sulla rivista *Public Understanding of Science*, 1992-2019.



Michael E. Mann / Illustrazione Francesco Montesani

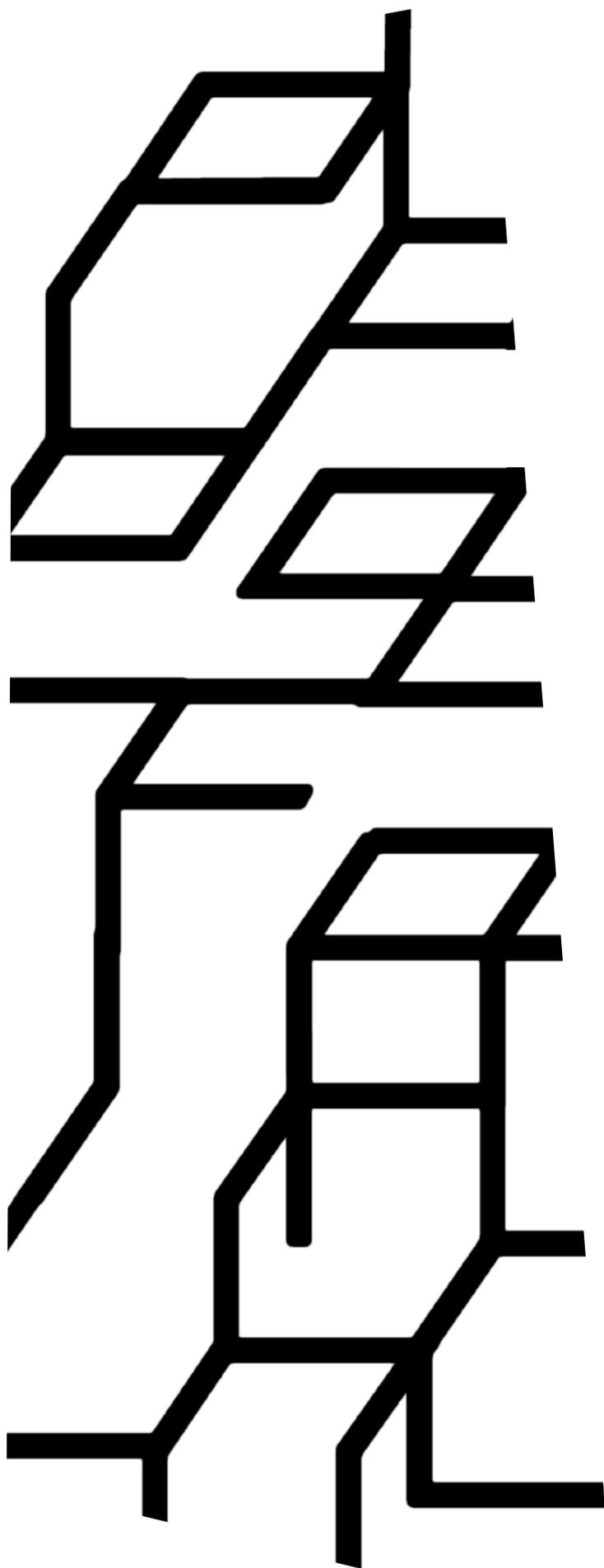
Verso un'idea sensoriale della progettazione urbana

Irene Sartoretti

La progettazione urbana e, più in generale, la cultura occidentale sono eminentemente visive. La città è progettata essenzialmente per la vista, senso cui spetta, nella nostra cultura, un primato assoluto. In questi ultimi anni, però, stiamo assistendo, nell'insegnamento universitario all'interno dei politecnici e delle facoltà d'architettura e nel disegno della città, a un cambiamento di rotta che potremmo indicare, ricorrendo a un anglicismo, con il termine di "sensorial turn"

Nei progetti urbani contemporanei è data un'attenzione prima sconosciuta a sensi come l'udito, il tatto e l'olfatto. A partire dagli anni Duemila possiamo parlare di una vera e propria tendenza. A titolo di esempio, vengono promosse conferenze e condotti seminari sull'importanza che hanno tutti e cinque i sensi nell'esperienza dello spazio. Fra questi c'è il seminario internazionale organizzato dall'università di Glasgow che è all'origine all'omonimo libro collettivo *Sensory Urbanism Proceedings* del 2008, in cui viene fatto un punto sulle conoscenze in materia e vengono tracciate le linee guida per un'analisi sensoriale degli spazi urbani. In libreria, nel settore architettura e urbanistica, non è poi raro trovare testi che trattano del tema della percezione della città, affrontato in senso non solamente visivo. Fra questi, c'è il libro *Sensing the City: an Alternative Approach to Urbanism* di Mirko Zardini del 2005. A tutto ciò vanno aggiunte nuove figure professionali, come i designer di atmosfere sonore, che hanno il compito di produrre installazioni sonore urbane più o meno effimere e di curare la dimensione acustica di un paesaggio. Questo nuovo tipo di professionisti che operano in campo urbano, così come i libri e le conferenze sulla progettazione sensoriale, sono espressione di un modo inedito di fare la città, che mette tutti e cinque i sensi su uno stesso piano di importanza, senza che la dimensione visiva prenda il sopravvento sulle altre. Prima le questioni relative ai sensi altri, che non fossero quello della vista, venivano mobilitate in relazione ad aspetti negativi come l'aria irrespirabile nelle città inquinate oppure il frastuono delle zone particolarmente trafficate. I cinque sensi

non venivano invece mai coinvolti in relazione ad aspetti positivi, né nell'analisi, né nella progettazione urbana. Oggi sono sempre di più i progettisti che integrano tutti e i cinque sensi nelle loro idee e che si interrogano sull'effetto delle loro scelte in termini di percezione sensoriale. Che cosa provoca la *texture* di un certo materiale al tatto? Che suono produce questo stesso materiale quando ci si cammina sopra? E quale odore si sprigiona da un certo ambiente nei giorni di pioggia che sia diverso da quelli di sole? Queste domande, che fino a qualche anno fa sembravano impensabili, gli architetti hanno cominciato a porsele e gli insegnanti hanno iniziato a farle anche agli studenti di architettura. Questi ultimi, in facoltà come quella di Strasburgo in cui insegno, prima di effettuare il loro progetto, sono chiamati a fare sempre più spesso un'analisi sensoriale del sito in cui operano. Il *sensorial turn*, ovvero la nuova attenzione per la percezione dello spazio urbano e dell'architettura da parte di tutti e cinque i sensi, vede in alcuni testi di filosofia e di psicosociologia il proprio fondamento teorico, primo fra tutti la *Fenomenologia della percezione* di Maurice Merleau Ponty, testo del 1945 che è stato tradotto dal francese in italiano una ventina di anni dopo. Con questo lavoro, il filosofo francese oppone all'egemonia filosofica del soggettivismo positivista l'idea di un recupero della soggettività nella spiegazione del mondo. Con la rivalutazione della soggettività, vengono rivalutati dal filosofo anche gli aspetti sensoriali ad essa legati. La *Fenomenologia della percezione* ha avuto grande risonanza fra alcuni teorici dell'architettura come Christian Norberg-Schulz e Steven Holl. Il secondo, che è anche architetto, ha



messo al centro dei propri testi e dei propri progetti di edificio l'idea di un corpo sensibile che tesse il suo legame con lo spazio attraverso la percezione sensoriale e le emozioni. Sulla scia di questi autori, a cavallo fra gli anni Ottanta e Novanta si è affermata una corrente architettonica detta fenomenologica, particolarmente attenta agli stimoli sensoriali prodotti dallo spazio. Gli architetti che rivendicano, più o meno esplicitamente, la loro appartenenza a questa corrente, come Jacques Herzog e Juhani Pallasmaa, autore del testo del 2010 *The eyes of the skin (Gli occhi della pelle)*, hanno fatto notare come in architettura fosse data troppa importanza alla dimensione visiva dello spazio. L'eccessiva rilevanza data agli aspetti visuali ha fatto passare in secondo piano, per questi autori, tutte le altre dimensioni sensoriali, che sono però ugualmente importanti. Juhani Pallasmaa e gli altri architetti della corrente fenomenologica, per superare una visione della progettazione centrata sugli aspetti puramente visivi, nei loro progetti giocano sul ruolo delle *texture*, dei colori e dei suoni emessi dai materiali nel creare esperienze sensoriali particolarmente complesse.

Nel caso dei progetti urbani e architettonici attenti alla percezione sensoriale, l'attenzione si sposta dallo spazio, inteso come qualcosa di esterno e di oggettivabile, allo spazio inteso come qualcosa che si forma in interazione continua con il soggetto che lo esperisce. Come spiega l'architetto Jacques Ferrier, che ha formalizzato il concetto di *ville sensuelle* (città sensuale) in occasione dell'Expo Universale



Oltre al visivo, entrano in gioco il suono del materiale, il senso che dà al tatto, l'odore di un certo ambiente nei giorni di pioggia

di Shanghai del 2010, si tratta di sostituire un progetto urbano basato sulle geometrie con un progetto urbano basato sulle atmosfere. Parlare di atmosfera significa parlare di qualcosa di molto sottile e, per certi versi, di impalpabile. Oggi, come vedremo, i ricercatori in campo urbano stanno cercando di definire meglio il concetto di atmosfera attraverso la creazione di indicatori di natura multisensoriale. Questi indicatori permettono di oggettivare qualcosa che è tradizionalmente considerata come sfuggente, facendola uscire da una dimensione puramente soggettiva e perciò

difficile da studiare. Il concetto di atmosfera segna il passaggio teorico da una dimensione puramente visiva della progettazione urbana a una dimensione multisensoriale, che tiene fortemente in conto il modo in cui i cinque sensi sono mobilitati nel fare esperienza dello spazio e, di conseguenza, anche il modo in cui le qualità sensibili di quest'ultimo schiudono delle particolari possibilità di azione all'interno dello spazio stesso. L'esposizione alla luce oppure all'ombra, la possibilità di toccare l'acqua di una fontana o addirittura di entrarci o meno, la presenza di certe piante odorose piuttosto che di altre e, ancora, i suoni prodotti dai vari elementi presenti, come per esempio quello di una cascata, sono qualità importanti allo stesso titolo di quelle visive. Il nuovo approccio alla progettazione nasce in risposta al fatto che la qualità di un ambiente urbano non è spiegabile solo in termini di qualità visive dell'ambiente costruito, ma anche e forse soprattutto, in termini di esperienze che un dato ambiente è in grado di far vivere a chi lo pratica.

L'idea di atmosfera permette dunque, attraverso il medium dell'esperienza, di tenere conto non solo della dimensione fisica, ma anche di quella immateriale relativa a uno spazio. Nel suo libro del 2008 *Atmosfere: ambienti architettonici, le cose che ci circondano*, l'architetto Peter Zumthor sviluppa questa nozione sottolineandone l'impalpabilità. L'atmosfera è definita come «una comprensione immediata, un'emozione immediata, un rigetto immediato. Qualcosa d'altro rispetto al pensiero lineare». Suoni, temperatura, livelli di intimità espressi dalla configurazione dello spazio... tutti questi elementi partecipano, secondo



Muta il concetto di spazio, che è inteso come qualcosa che si forma in interazione continua con il soggetto che lo esperisce

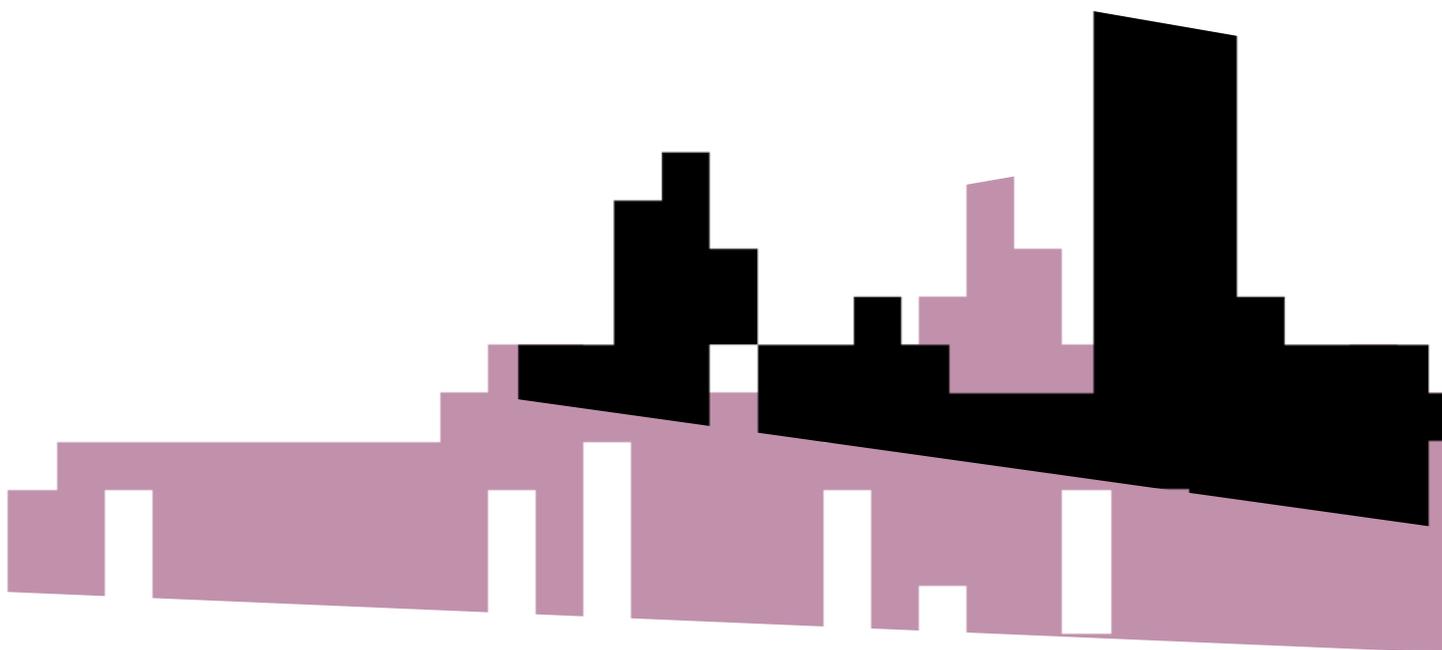
l'architetto svizzero insignito del Pritzker Price, nel definirla. Ma l'atmosfera è fatta, oltre che di suoni e di odori, anche di persone e di azioni. In effetti, l'atmosfera di un luogo è spiegabile non solo in termini di ambiente fisico, ma anche in termini di ambiente umano. Il tipo di popolazioni che un luogo ospita, le loro attitudini, i loro comportamenti, i loro volti e le loro azioni partecipano di una certa

atmosfera. Sono proprio attitudini, comportamenti, usi e azioni a definire la specificità dello spazio pubblico della città europea – che è densa, compatta e mista da un punto di vista sociale e funzionale – rispetto allo spazio pubblico proprio ad altri contesti geografici. La specificità della città europea risiede infatti in un modo tutto particolare di considerare, di vivere, di popolare e di agire nello spazio pubblico.

L'idea di una progettazione sensoriale dello spazio tiene quindi in considerazione non solo la temporalità lunga del costruito, ma anche quella corta dell'effimero, costituita da tutti quegli eventi che si producono nel qui ed ora. È dunque un'idea di progettazione capace di superare la materialità del costruito, prendendo in considerazione anche le persone e le loro azioni. L'importanza data agli eventi effimeri che si producono nello spazio segna un cambiamento di visione circa il ruolo dell'architetto e dell'urbanista. Questi diventano, nella nuova accezione, dei produttori di inviti. Attraverso interventi, spesso semplici e poco costosi, il loro obiettivo diventa quello di creare uno spazio urbano che contenga una pluralità di inviti a essere usato intensamente e a diventare il quadro di esperienze complesse. È questa la logica sottesa al recente progetto di riqualificazione del lungosenna a Parigi. Nella parte centrale della capitale francese, per oltre tre chilometri, il lungosenna è stato interdetto alle macchine. Invece di procedere immediatamente a progetti costosi di riqualificazione, sono stati preferiti interventi minuti e reversibili, come sedute, campetti da bocce e strutture in legno per il gioco. Saranno le azioni stesse di coloro che praticano il lungosenna che, col tempo,

Il passaggio teorico da una dimensione visiva a una multisensoriale della progettazione è segnato dal concetto di atmosfera

porteranno alla cristallizzazione di un progetto più stabile. Seguono la stessa logica di quello di Parigi, i cosiddetti progetti di urbanistica temporanea come quelli di sedute e di giardini mobili fatti per essere coltivati dagli abitanti, che si stanno diffondendo in diverse città. L'urbanistica temporanea trasforma il rapporto fra abitanti e città. Lo fa andando oltre la dimensione spaziale in favore di una

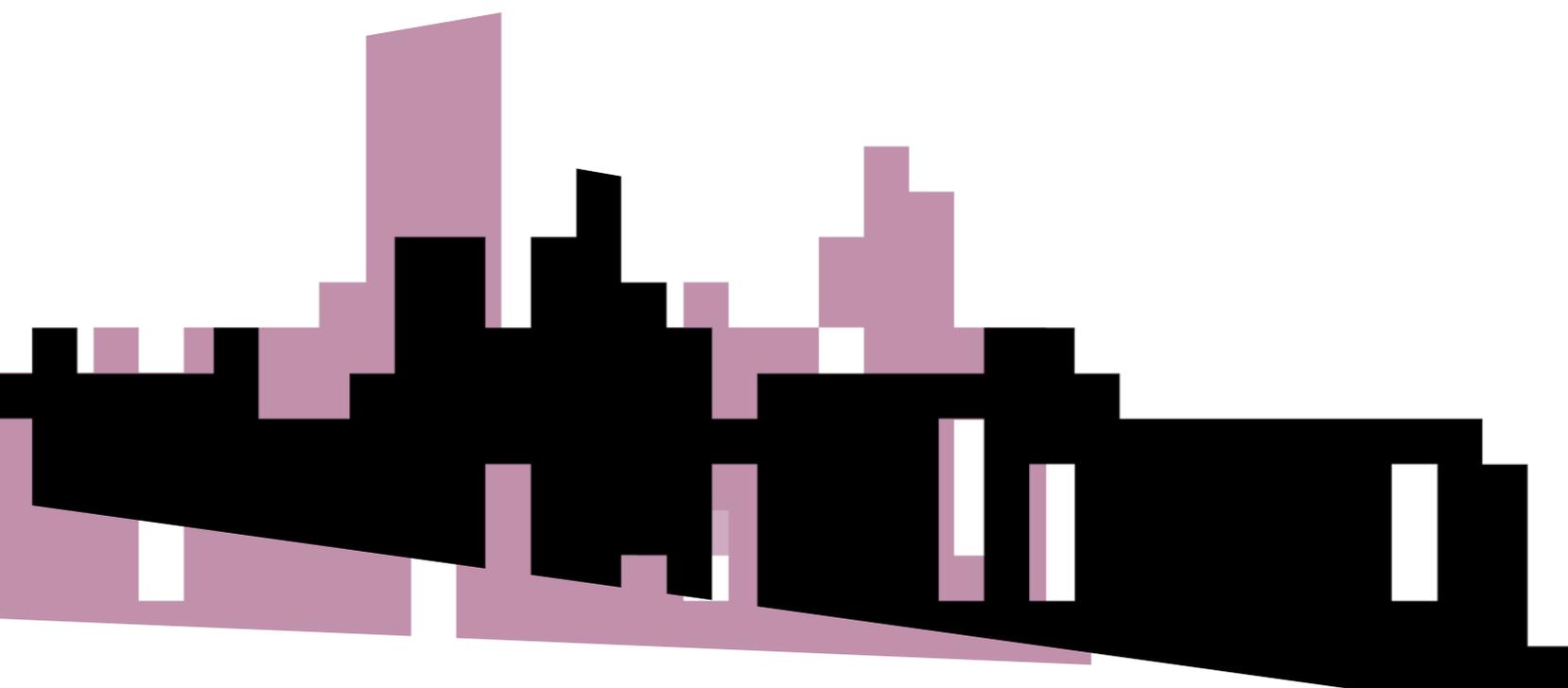


dimensione crono-spaziale, o crono-topica, stando alle teorie di Sandra Bonfiglioli. L'urbanista, che insegna al Politecnico di Milano ed è l'autrice del libro *L'architettura del tempo* del 1989, è attenta a tutti gli aspetti effimeri e sensoriali di uno spazio. A questo proposito, avanza l'idea di un progetto urbano fondato sui ritmi della città invece che sulla dimensione geometrica degli spazi. Quest'ultima dovrebbe essere, per Bonfiglioli, una conseguenza dell'analisi delle temporalità e dei ritmi urbani.

L'idea di progetto urbano sensoriale è dunque quella di un progetto che, fatto di interventi semplici, prende vita attraverso usi, frequentazioni e relazioni rese possibili più che attraverso una materialità forte che si impone da un punto di vista esclusivamente visivo. Gli interventi semplici sono ben lontani dai progetti ipertrofici dove la mano dell'architetto crea qualcosa di grande e di statico, fondato sul primato delle qualità geometriche dello spazio e su un'estetica della composizione più che sulle possibilità d'uso effettive e di esperienza schiuse da una certa configurazione spaziale. In sostanza, l'attenzione si sposta dall'oggetto architettonico al processo. L'attenzione a esperienze, comportamenti e azioni all'interno del-

lo spazio urbano è diventata un terreno di studio che alcuni architetti e urbanisti, come Jan Gehl, hanno contribuito in questi ultimi anni a codificare e diffondere. Le analisi dei comportamenti nello spazio urbano operate da Jan Gehl si ispirano alle teorie del sociologo e urbanista americano William H. Whyte. Nel libro *The Sociology of Small Urban Spaces* del 1995, Whyte spiega che, a rendere uno spazio pubblico attrattivo, non è tanto la qualità visiva degli edifici che lo circondano quanto altre caratteristiche. Queste sono piuttosto relative a fattori quali la ricchezza di azioni, di esperienze e di relazioni che uno spazio rende possibili.

Per questo, William H. Whyte, dopo aver analizzato, filmandoli, per un anno intero, i flussi di persone e i comportamenti in molte delle piazze newyorkesi e dopo averne sondato, tramite intervista, la percezione da parte di chi quotidianamente le frequenta, consiglia di creare spazi molto articolati da un punto di vista delle sedute, delle luci e delle ombre, della vegetazione e così via. Suggerisce di lavorare sui vari gradi di intimità di uno spazio, creando situazioni spaziali che possano prestarsi sia ad attività di gruppo sia a momenti di condivisione più intimi, sia



all'isolamento con sé stessi. Più una situazione spaziale è variegata e più saranno gli inviti che è in grado di produrre, ossia le possibilità di essere utilizzata in modo variegato e intenso. Più c'è una ricchezza di inviti, come fontane dove è possibile giocare con l'acqua o come sedute di diverso tipo e dimensione, più uno spazio è riuscito.

Al contrario, meno uno spazio è articolato e più sarà inospitale. Il sociologo e urbanista si sofferma inoltre sull'importanza degli eventi effimeri. Dai chioschi di cibo di strada alle band musicali alle sculture urbane sistemate per qualche giorno, tutto contribuisce a far vivere e apprezzare quotidianamente uno spazio, molto più che la composizione architettonica intesa in senso geometrico. Il settore delle analisi e della progettazione sensoriale degli spazi urbani si sta sempre più ampliando e specializzando.

Antropologi urbani, psicosociologi, geografi ed esperti di neuroscienze sono fra i ricercatori che più cavalcano il fenomeno. Analizzare lo spazio da un punto di vista sensoriale e definirne l'atmosfera, che è tradizionalmente associata alla percezione soggettiva, non è facile. Per questo gli studiosi lavorano sulla creazione di indicatori che permettano di definire

l'atmosfera e di misurarla in modo più oggettivo. L'antropologa Sarah Pink ha formalizzato, in proposito, il metodo dell'etnografia sensoriale.

Per analizzare le qualità degli spazi, la ricercatrice britannica ha messo a punto la tecnica del percorso commentato, che consiste nel fare dei percorsi con gli abitanti, interrogandoli circa le loro percezioni sensoriali. I vari racconti vengono poi confrontati fra loro per far emergere elementi comuni circa la percezione di luci, colori, suoni e odori. Protagonisti dei percorsi diventano dunque le sensazioni circa gli odori, come quelli dei fiori o di certi materiali come il legno, i rumori, come quelli prodotti dagli elementi naturali o dalla folla presente in uno spazio, ma anche i gusti, come quelli offerti dai venditori di cibo di strada.

Tutti questi elementi partecipano nel creare un'atmosfera specifica che non può essere ridotta alle semplici qualità visive di uno spazio. L'analisi delle componenti sensoriali permette di prendere in conto tutta la ricca molteplicità di qualità di uno spazio, con l'obiettivo di intervenire per migliorarlo da un punto di vista delle esperienze sensoriali che questo è in grado di far vivere a chi lo pratica.

lettore

Vogliamo andare a prenderci la Luna?

Stefano Porciello

Luna nuova ci porta a ripercorrere con la leggerezza di un racconto tra amici tutta la storia delle tante “piccole” avventure scientifiche che si condensano in quella che è forse l’unica narrativa mitica sopravvissuta alla post-modernità: la corsa dell’uomo alla conquista dello spazio.

Quando in libreria ho sfogliato *Luna nuova*, di Ettore Perozzi, ho pensato che il mio caporedattore mi avesse giocato un bruttissimo scherzo assegnandomi una lettura fatta di difficili spiegazioni sul moto della Luna. Mi sbagliavo. Superato l’arido quarto di copertina – per cui non lo comprendereste mai – *Luna nuova* coinvolge immediatamente e ci porta a ripercorrere con la leggerezza di un racconto tra amici tutta la storia delle tante “piccole” avventure scientifiche che si condensano in quella che è forse l’unica narrativa mitica sopravvissuta alla post-modernità: la corsa dell’uomo alla conquista dello spazio.

Protagonista indiscussa, inutile dirlo, è proprio la Luna – così vicina e così poco conosciuta – con il suo passare sopra le nostre teste secondo regole precise, vero, ma la cui definitiva scoperta è stata il rompicapo degli astronomi dalla notte dei tempi fino al ‘900. Accanto a lei, le storie dei popoli (prima) e degli uomini (poi) che hanno dedicato la loro vita a scoprire un bruscolo di verità, un indizio che aiutasse a spiegare dove vada questo nostro satellite, da sempre lì davanti a noi eppure così difficile da incatenare nelle ferree regole del moto dei corpi celesti. Perché «La Luna non è mai dove ci si aspetterebbe di trovarla». Perozzi ci racconta anche questa storia: come prova dopo prova e teoria dopo teoria astronomi e studiosi siano arrivati a raggiungere se non la superficie della Luna, almeno la certezza di aver capito come si muovesse. Ed è proprio questo racconto di storia della scienza, forse, il più godibile per il lettore. Insieme, ovviamente, alla storia sempre emozionante della sua conquista, partita nel momento in cui abbiamo capito che la Luna era davvero raggiungibile: non con le ali della fantasia degli scrittori o dei poeti, ma con i calcoli, gli sforzi, l’audacia di scienziati e matematici, ricercatori e ingegneri. Un’impresa non meno titanica né, bisogna dirlo, meno romantica di quella vissuta dai primi astronauti e cosmonauti.

Luna nuova non è un libro per qualcuno, ma su qualcosa. E di tanto in tanto viene da chiedersi chi possa essere il pubblico di lettori adatto a questo saggio – se saggio lo possiamo chiamare. Ciononostante, anche lì dove il rapporto con il nostro narratore rischia di perdersi, ecco che Perozzi la spunta ancora spiegando con semplicità disarmante concetti tutt’altro che scontati sul moto della Luna: quelle conoscenze con cui abbiamo tutti a che fare ogni volta che guardiamo il cielo notturno e delle quali, in molti, viviamo in una felice e inconsapevole ignoranza. Lo sapete cos’è il Saros, cosa sono il mese sidereo, quel-

lo sinodico, quello anomalistico e quello nodico? Non certo chiacchiere di maghi scapestrati e lettori della mano, ma concetti che si ricongiungono tutti l’uno all’altro con la precisione tremenda di ogni storia di scienza. Calcoli tanto puntuali da spingere Ettore Perozzi a darci un appuntamento sulla spiaggia di Mirto Crosia, in Calabria, per vedere – racconta – un mitico tramonto che avverrà in un preciso giorno del 2035. Se sarete stati abbastanza attenti, toccherà proprio a voi calcolare quello giusto.

E ora? Ora che la corsa alla Luna sembra essere ripartita davvero, dopo tutte le false partenze degli ultimi decenni, cosa faremo? Quali sono le prospettive verosimili di una conquista definitiva, di una stabile colonizzazione del nostro satellite? Riusciremo a diventare una specie biplanetaria? Perozzi, da appassionato e da scienziato, qualche spunto ce lo dà e chiude questo libro lanciandoci qualche antipasto dal sapore – solo in apparenza – fantascientifico. Costruiremo un ascensore spaziale? Saremo in grado di costruire uno spazioporto sfruttando l’opportunità offerta dai punti lagrangiani? Tra spiegazioni abordabili e piccoli (ma preziosi) aneddoti personali, Perozzi fa il punto su quel che abbiamo già raggiunto in questi ultimissimi anni di esplorazioni spaziali. Ci lascia sicuramente più informati e con qualche pulce nell’orecchio capace di entusiasmarci, di farci pensare al nostro futuro tecnologico e di specie, una volta tanto, con un po’ di speranza. Qualcuno, chissà, potrebbe appassionarsi.

Luna nuova. Tra mito e scienza dalle eclissi alle basi lunari
ETTORE PEROZZI
Il Mulino, 2019
pp. 140, euro 14,00



Sulle orme di ‘Astrosamantha’

Stefano Porciello

«Agli astronauti non è richiesto di eccellere in nulla di preciso, ma piuttosto di cavarsela abbastanza bene in tutto». C’è tanta autoironia, divulgazione e passione per la scienza in *Diario di un apprendista astronauta*, il racconto che Samantha Cristoforetti ci consegna per scoprire cosa succede a una giovane astronauta molto prima di salire a bordo del razzo che la porterà in orbita. Nessun intento pedagogico, nessun paternalismo: solo «La storia di un viaggio raccontata in maniera onesta», come ha rivendicato lei stessa in un’intervista a Radio DJ.

Diario di un'apprendista astronauta ripercorre le tappe di una scommessa vinta con fatica, quasi giocando d'azzardo col destino perché diventare astronauta, in Europa, è «una cosa spaventosamente improbabile [...] un'opportunità unica nella vita». Di puntata in puntata Samantha ci racconta l'implacabile processo di selezione per entrare in ESA, gli esami e l'addestramento svolto in più 'orbite lente' intorno al mondo, i momenti che le telecamere accese solo al momento del suo lancio non hanno potuto raccontare, il rischio che un problema di salute possa spegnere per sempre il sogno di volare, impietoso degli sforzi fatti per giungere – dopo anni di lavoro – a bordo della Stazione Spaziale Internazionale (ISS). Dal passare l'esame per una passeggiata spaziale all'addestramento per "pescare" una navicella in orbita con un braccio robotico, gli anni di addestramento di Samantha sono un insieme di esami, prove ed esercitazioni che non solo ci raccontano cosa significhi, giorno dopo giorno, diventare astronauta, ma ci fanno entrare nel mondo dei viaggi spaziali (così lontano dal nostro quotidiano). Scopriamo che il casco di una tuta spaziale potrebbe all'improvviso riempirsi d'acqua, che non è affatto facile trovare un paio di guanti, e – questa è davvero una sorpresa – che pilotare un'astronave coniuga l'avanguardia della tecnologia terrestre con soluzioni decisamente artigianali: ci sono pulsanti che si pigiano con lunghe bacchette e scale graduate plastificate da sovrapporre ad uno schermo per calcolare le distanze. Se vi chiedete cosa provi una persona che per la prima volta si accorge di non sentire più il suo peso, in questo libro troverete questa e molte altre risposte. Ma passerete anche per piccole prove e aneddoti sorprendenti: a quanto pare, un astronauta deve anche saper montare tende indiane, sopravvivere a un ammaraggio, dimostrare di saper guidare la propria squadra facendo kayak in Alaska. *Diario di un'apprendista astronauta* è la prova che Samantha Cristoforetti ha tutte le carte in regola per giocarsela con scrittori, giornalisti e divulgatori ben più conosciuti di lei nell'uso della penna. Se possiamo muovere una critica, però, alle memorie di Samantha sembra mancare qualcosa. Manca (forse) lo sguardo senza filtri del reportage giornalistico, o la forza cruda della scrittrice pronta a trasporre sé stessa e la sua storia sulla carta a qualsiasi prezzo – costi quel che costi. Ed è un peccato, perché di certo a Samantha Cristoforetti quello che non manca è la stoffa: laddove si è permessa considerazioni personali – una domanda, un pensiero intimo dall'impatto politico o religioso – Samantha ha scritto pagine poetiche ed emozionanti, spunti capaci di stimolare per giorni fantasie e coscienze. Pagine tanto belle (e non esagero) che vale la pena aver letto ogni spiegazione, ogni dettaglio tecnico del volo spaziale e ogni breve aneddoto del suo addestramento, solo per il gusto di poterle apprezzare appieno, nel contesto che l'autrice ci ha spiegato e a cui ci ha abituato. Ma un peccato resta un peccato: quello che poteva essere

molto più di un libro di divulgazione scientifica, molto più di un diario personale di un'esperienza straordinaria, ne esce purtroppo come un'avventura accattivante, ma dagli angoli smussati, dove in fin dei conti tutti i presenti sono amici e non si parla mai male di nessuno. Non che il racconto manchi di sincerità, attenzione. Samantha ci avverte sin da subito: «Tutto quello che leggerai è accaduto, ma non tutto quello che è accaduto lo troverai in queste pagine. Per pudore, perché di ognuno è detto solo il bene che conosco, perché i miei fatti privati mi sembrano ben poco interessanti». Ma cosa succede alla donna – e non all'astronauta – dopo essere entrata in un programma spaziale? Come si coniuga la vita privata con un addestramento che dura per anni intorno al mondo? Qual è il prezzo (se esiste) in delusioni, sacrifici, rinunce alla propria libertà pagate dall'individuo al di là della sua immagine pubblica? Ecco: questa storia resta in gran parte da scrivere. Si tratta di una scelta che Samantha Cristoforetti aveva tutto il diritto di fare, visto che sono la sua vita, la sua esperienza e la sua comunità ad essere, grazie a questo libro, alla portata (e alla mercé) di tutti noi. Una scelta che però, giunti alla conclusione, ci lascia il dubbio che Samantha non ci abbia portato del tutto nello spazio insieme a lei, ma che ci abbia chiesto, di tanto in tanto, di spostarci gentilmente in un'altra stanza. In altre parole, ci ha spiegato tutto con la precisione dello scienziato e la passione del ricercatore, consegnandoci però un documentario in cui tra tagli e scelte di regia, vediamo e sentiamo solo la parte migliore di quello che è senza alcun dubbio il racconto di un viaggio eccezionale. Non abbiamo idea dello sforzo che questo *memoir* di oltre 500 pagine possa aver richiesto alla sua autrice, ma sicuramente si tratta di un libro di cui non potevamo fare a meno. Perché non solo ci racconta la sua esperienza dentro l'ESA, l'agenzia spaziale di tutti gli europei di cui sappiamo davvero troppo poco, ma perché è la testimonianza di una donna che ha vissuto nel bel mezzo di quella grande storia di cooperazione internazionale che è la ISS, davvero l'ultima frontiera – in tutti i sensi possibili – dell'umanità. Una frontiera che per essere conquistata non ammette bandiere, divisioni, confini, e pur nutrendosi di un pizzico di sana rivalità scientifica, ci ha portato e continua a portarci a superare i nostri limiti come singoli individui e, tutti insieme, come genere umano.

Diario di un'apprendista astronauta
SAMANTHA CRISTOFORETTI
La nave di Teseo, 2018
pp. 537, euro 12,00





Laura Conti / illustrazione Francesco Montesanti



controllo prevenzione protezione dell'ambiente

Hanno collaborato a questo numero:

Massimiano Bucchi
Università degli Studi di Trento

Francesca Buoninconti
Giornalista scientifica

Luca Carra
Giornalista scientifico

Cristina Da Rold
Giornalista scientifica

Pietro Greco
Giornalista scientifico

Eduardo Missoni
Università degli Studi di Milano-Bicocca

Giuseppe Nucera
Comunicatore della scienza

Stefano Porciello
Relazioni Internazionali

Irene Sartoretti
Architetta

Paolo Vineis
Imperial College London

Le immagini che accompagnano questo numero, realizzate da Francesco Montesanti, sono ispirate dalla rubrica di micron "Custodi di futuro" che ricostruisce il percorso di vita e di ricerca di quei pionieri che hanno reso lo studio dell'ambiente e la sua difesa un ambito cruciale di azione scientifica e sociale.

