



Lunghe ore di delirio. Alla Envision, l'eroinomane Bryan Mallek attende impaziente la terapia con ibogaina (*a sinistra*); dopo oltre un giorno trascorso sotto gli effetti allucinogeni dell'ibogaina, riesce ad alzarsi dal letto (*sopra*).

solamente su una come le altre terapie. Sotto questa spinta, due aziende fondate da scienziati, di cui una finanziata in parte dal National Institute on Drug Abuse (NIDA), stanno sviluppando medicinali basati su derivati della sostanza.

Ma c'è un problema: l'ibogaina può uccidere chi la assume. È dunque proibita negli Stati Uniti, dove è stata inserita nella lista delle sostanze vietate anche per uso medico. Durante la terapia i pazienti soffrono spesso di aritmie cardiache che possono condurre all'arresto cardiaco e alla morte. Una serie di dati pubblicati lega l'ibogaina a 19 morti su 3500 cure somministrate tra il 1990 e il 2008. Il Royal College of Psychiatrists del Regno Unito stima un tasso di mortalità di un paziente su 300, perché non è certo che le cliniche clandestine come quella in Guatemala registrino tutti gli eventi avversi. Ricerche sugli animali indicano che, quando non uccide, la sostanza produce danni cerebrali permanenti. «Abbiamo bisogno dell'ibogaina? No, se ha una componente tossica», ha dichiarato Herbert Kleber, psichiatra del Columbia University Medical Center.

Ammonimenti che però non fanno cambiare idea a tossicomani disperati, traditi da metadone, psicoanalisi e altre cure. Molti considerano l'ibogaina – e annessi rischi di arresto cardiaco e danni cerebrali – come l'ultima, migliore, possibilità di recupero.

Un lungo, strano viaggio

L'ibogaina non ha debuttato nella farmaceutica come cura contro le dipendenze. In piccole quantità, circa 8 milligrammi, agisce come stimolante. Dal 1939 al 1970 una casa farmaceutica francese produsse in massa una compressa a base di ibogaina, chiamata Lambarène, come cura contro depressione, letargia e malattie infettive. Le proprietà stimolanti dell'ibogaina la resero popolare

tra gli atleti, al punto che negli anni sessanta il Comitato olimpico internazionale ne bandì l'uso. Più o meno nello stesso periodo Howard Lotsof, un diciannovenne eroinomane, assunse ibogaina per i suoi effetti allucinogeni e disse ad altri tossicodipendenti che la sostanza aveva ridotto il suo desiderio compulsivo di assumere eroina. La voce si diffuse, e i tossicodipendenti iniziarono ad assumere dosi sempre più alte, fino a 20 milligrammi per chilogrammo di peso corporeo, per combattere la tossicodipendenza. Nei tardi anni ottanta, studi sugli animali indicarono che la sostanza poteva alleviare i sintomi dell'astinenza. Fu così che aprirono le prime cliniche all'estero.

Shea Prueger sostiene con fervore l'uso dell'ibogaina. Dopo averne sperimentato di persona i poteri curativi nel 2011 ha iniziato a somministrarla ad altri tossicodipendenti. Oggi è l'amministratrice di Envision Recovery, una clinica dell'ibogaina a Puntarenas, in Costa Rica. Nel paese l'uso medicinale dell'ibogaina è illegale – ma la detenzione per uso personale sembra essere tollerata – e secondo Lex Kogan, il suo fondatore, la Envision non è autorizzata a operare come centro per la cura delle dipendenze. Malgrado ciò, ogni settimana Prueger e Kogan ospitano fino a mezza dozzina di pazienti che soffrono di dipendenza da alcolici, oppiacei, anfetamine e farmaci, in una casa di otto stanze in stile ranch appoggiata su una ripida scogliera in un quartiere di periferia, e circondata da una vegetazione lussureggiante. Il personale della clinica controlla i pazienti contro il sorgere di eventuali effetti collaterali. Kogan e Prueger non hanno alcuna formazione medica ufficiale.

Verso la fine di dicembre 2014 è arrivato alla clinica in cerca di aiuto Bryan Mallek, un ventinovenne magro e fragile di West Palm Beach, in Florida, che da 15 anni faceva uso di eroina e da sei mesi era passato al metadone. Aveva provato a disintossicarsi decine di volte. «Nulla ha mai funzionato», mi ha detto con voce debole e tremante. Quando l'ho intervistato, su un logoro divano di pelle nera nella sala riunioni della clinica, Mallek aveva appena superato la metà di un percorso di cura lungo 18 giorni. Per prepararsi all'assunzione di una dose elevata di ibogaina

ne aveva assunte piccole dosi allo scopo di testare la risposta del suo fisico alla sostanza e verificare l'insorgere di pericolose reazioni avverse. Una soluzione elettrolitica iniettata per mezzo di una fleboclisi inserita nel braccio destro lo aiutava a mantenere idratato il corpo, a digiuno di acqua e frutta. «[L'ibogaina] agisce sulla neurochimica del cervello, per questo so che funzionerà», ha detto. «Non sono quattro chiacchiere con un analista».

Il giorno dopo Mallek era sdraiato su un grande letto matrimoniale. Non assumeva oppiacei da 12 ore e stava vivendo le prime fasi di una crisi d'astinenza, brividi e sudore. Nei due giorni precedenti un'infermiera gli aveva praticato un elettrocardiogramma per controllargli soprattutto il ritmo cardiaco. Quando un paziente assume l'ibogaina il suo ritmo cardiaco rallenta: è una delle ragioni per cui si ritiene che la sostanza sia così pericolosa. Monitorare attentamente le condizioni cardiache aiuta a individuare e curare eventuali aritmie.

Dopo l'esame l'infermiera aveva dichiarato che il cuore di Mallek era sano e i suoi parametri vitali nella norma. Era pronto per ricevere la terapia. Shea Prueger si era avvicinata con un'unica capsula riempita con 200 milligrammi di ibogaina. Envision acquista la sostanza bianca in polvere da un contatto in Sudafrica, racconta Kogan, che riesce a farle attraversare la dogana dell'aeroporto in Costa Rica trasportandola dentro contenitori Tupperware: non è mai stato fermato. Mallek ha mandato giù la pastiglia, ha poggiato la testa sul cuscino, ha chiuso gli occhi e si è preparato a due giorni di allucinazioni. «Sono qui e sono pronto – ha detto, la voce ridotta a un tremito – andiamo».

Kogan sostiene che negli ultimi cinque anni la Envision ha curato oltre mille tossicodipendenti. Come Mallek, queste persone ricevono inizialmente piccole dosi per individuare problemi come aritmie cardiache, seguite dalla dose elevata destinata a interrompere la dipendenza. Kogan e Prueger hanno tenuto traccia dei progressi dei pazienti per mesi, addirittura per anni, a mezzo di telefonate e messaggi di posta elettronica, e sostengono che questo regime può curare il 75 per cento delle persone che arrivano alla clinica.

Dichiarazioni che suonano bene ma non hanno un solido supporto scientifico, sostiene Luis Eduardo Sandí Esquivel, direttore dell'Istituto sull'alcolismo e la tossicodipendenza del Costa Rica, l'agenzia governativa che autorizza i centri per la cura delle tossicodipendenze. Le cliniche che offrono ibogaina sfruttano persone vulnerabili, accusa. Gli operatori costruiscono rituali mistici attorno alla sostanza e dicono ai tossicodipendenti che «l'ibogaina resetta il cervello e rimuove la tossicodipendenza. E quindi, certo, le persone pagano cifre enormi di fronte a un'offerta così magica e allettante, ma è tutto ben lontano dalla realtà». Sandí racconta di ricevere segnalazioni di gravi complicazioni mediche e ricadute che inducono la gente a tornare, anche se la sua agenzia non ha il potere legale di agire in merito. «Penso che [le cliniche] si appellino alla sofferenza e al dolore dell'essere umano, e offrano soluzioni magiche. È una manipolazione».

Alcune ricerche indipendenti supportano invece l'uso tera-



1

peutico dell'ibogaina. In uno studio del novembre 2014 Eduardo Schenberg, neuroscienziato dell'Università di São Paulo, in Brasile, ha studiato la storia clinica di 75 tossicodipendenti un anno dopo l'assunzione di una massiccia dose di ibogaina. (Schenberg racconta di aver condotto interviste telefoniche, cercando conferma dei dati raccolti dai medici che eseguivano controlli periodici sui pazienti).

Il suo studio ha rilevato che circa il 39 per cento era ricaduto nell'uso di stupefacenti e chi era stato sottoposto a un unico trattamento rimaneva libero dalla droga in media per 5,5 mesi. Questo potrebbe indicare un miglioramento rispetto al metadone: l'80 per cento dei pazienti in cura con il metadone ricade nell'uso di droga se interrompe il trattamento. Inoltre lo studio di Schenberg ha trovato che nei tossicomani che ricevevano dosi multiple di ibogaina l'astinenza era più lunga: in media 8,4 mesi.

L'antropologo medico Thomas Kingsley Brown ha condotto uno studio, non pubblicato, in cui ha seguito 30 tossicodipendenti cronici per un anno dopo l'assunzione di ibogaina in due cliniche in Messico. Brown, che lavora con la Multidisciplinary Association of Psychedelic Studies, in California, ha chiamato i pazienti con cadenza mensile e chiesto loro di compilare un questionario chiamato Addiction Severity Index, che misura i progressi in diverse aree problematiche comunemente legate alle tossicodipendenze, per esempio il benessere psichico e sociale. Due terzi dei pazienti hanno raggiunto metà dello studio prima di abbandonare; un terzo ha completato tutti e 12 i mesi.

I dati preliminari hanno mostrato che tutti i pazienti hanno beneficiato di quella che Brown chiama «una forte riduzione dei sintomi dell'astinenza». Chi ha completato l'anno ha migliorato significativamente il proprio benessere sociale. Lo studio non li ha seguiti oltre, quindi Brown non sa quanti, eventualmente, siano ricaduti nell'uso di stupefacenti.

Nonostante l'opinione negativa di Mallek sulla psicoterapia, Brown ritiene che l'ibogaina non possa funzionare senza il suo contributo. L'assistenza psicologica aiuta i pazienti a identificare le cause della dipendenza, come traumi psicologici o dolore fisico,

Timori per il cuore. Infermiere della Envision controllano che il ritmo cardiaco di Mallek non mostri anomalie (*a fronte*), un effetto collaterale noto e potenzialmente fatale dell'ibogaina. Durante la cura il personale lo tiene collegato a un monitor cardiaco (*sotto*).



2

mentre l'ibogaina interrompe il desiderio fisico e allevia i sintomi dell'astinenza. Secondo Brown questo doppio effetto può «rafforzare enormemente la determinazione delle persone a vivere di nuovo una vita onesta e sobria».

Quali i pericoli?

Nessun tossicodipendente potrà mai condurre una vita decorosa se viene ucciso dall'ibogaina. I rischi per il cuore sono ben documentati. Anche il cervello è potenzialmente in pericolo. Negli anni novanta, vari studi su animali condotti alla John Hopkins University mostrarono importanti lesioni cerebrali e la degenerazione delle cellule di Purkinje cerebellari – grandi neuroni che controllano diversi aspetti delle funzioni motorie – in ratti a cui era stata somministrata una dose di circa 100 milligrammi per chilogrammo di peso (mg/kg) di ibogaina, equivalente a una dose umana di circa 16 mg/kg. Nel 1996 uno studio della Environmental Protection Agency mostrò inoltre un considerevole aumento della proteina fibrillare acida della glia (GFAP), che può indebolire la struttura del cervello e le cellule del midollo spinale, in certe regioni dell'encefalo di ratti cui erano stati somministrati 100 mg/kg della sostanza: fino al 215 per cento nel tronco encefalico e fino al 142 per cento nel corpo striato. (Non sono stati osservati effetti sul cervelletto.)

L'estensione dei danni alle cellule di Purkinje e gli eventuali picchi della GFAP sembrano legati al dosaggio. Quando ricercatori dell'Albany Medical College hanno somministrato dosi di 40 mg/kg a ratti dipendenti da oppiacei (circa 6,5 mg/kg in un essere umano di medie dimensioni; la forte dose assunta da Mallek era di circa 8 mg/kg), non è stata osservata nessuna degenerazione evidente delle cellule di Purkinje. In uno studio dell'Università dell'Arkansas e del National Center for Toxicological Research, a un gruppo di ratti è stata somministrata ripetutamente una dose più bassa, a livelli di 25 mg/kg oltre dieci volte al mese, senza che si osservassero segni di neurotossicità. Nelle persone, dosi più basse (di appena 4,5 mg/kg) si sono rivelate fatali in un caso confermato. La classificazione restrittiva dell'ibogaina e la mancanza di

risorse finanziarie hanno impedito di condurre studi clinici di tossicità sull'uomo per capirne le ragioni.

Nel 1993 Deborah Mash, neurofarmacologa alla scuola di medicina dell'Università di Miami, ottenne l'approvazione della Food and Drug Administration (FDA) per iniziare uno studio sulla sicurezza dell'ibogaina su volontari dipendenti dalla cocaina. I primi risultati furono positivi: le dosi iniziali di 1 e 2 mg/kg non fecero male a nessuno. Ma quando Mash chiese al NIDA nuovi fondi per condurre ricerche con dosi più elevate e iniziare uno studio di più vasta portata, che comprendeva indagini sulla sicurezza della sostanza, la misura del tempo impiegato dai pazienti a metabolizzarla e determinare se la genetica influenzasse il risultato, l'istituto rifiutò, sostenendo che l'ibogaina era troppo imprevedibile per essere usata in studi sull'uomo.

«È l'incubo dei farmacologi», ha dichiarato Frank Vocci, ex direttore per la ricerca sull'abuso di droghe alla FDA, che ha supervisionato gli studi al NIDA negli anni novanta. Secondo Vocci, uno dei problemi principali con questa sostanza è la difficoltà di stimare quale dose abbia effetti prevedibili sulla popolazione. «Abbiamo analizzato gli studi [esistenti] e scoperto qualcosa come due morti su 100 persone che avevano assunto ibogaina», ha detto Vocci. «Non è possibile svolgere uno studio con questo tipo di rischio. I dati sulla sicurezza sono semplicemente pessimi».

Nonostante i dubbi del NIDA, Mash riteneva però che i primi risultati ottenuti fossero interessanti. Finanziata da investitori privati e dagli stessi pazienti, tra il 1996 e il 2004 ha quindi continuato le ricerche su metabolismo, sicurezza ed efficacia della sostanza su oltre 300 tossicodipendenti cronici in una clinica dell'isola caraibica di Saint Kitts. Mash ha riferito che, secondo i dati raccolti nel periodo successivo alla cura, la disintossicazione a base di ibogaina ha bloccato almeno il 90 per cento dei sintomi dell'astinenza da oppiacei negli eroinomani cronici. Secondo le interviste ai familiari, oltre metà dei pazienti è rimasto «pulito» per un anno dopo la terapia.

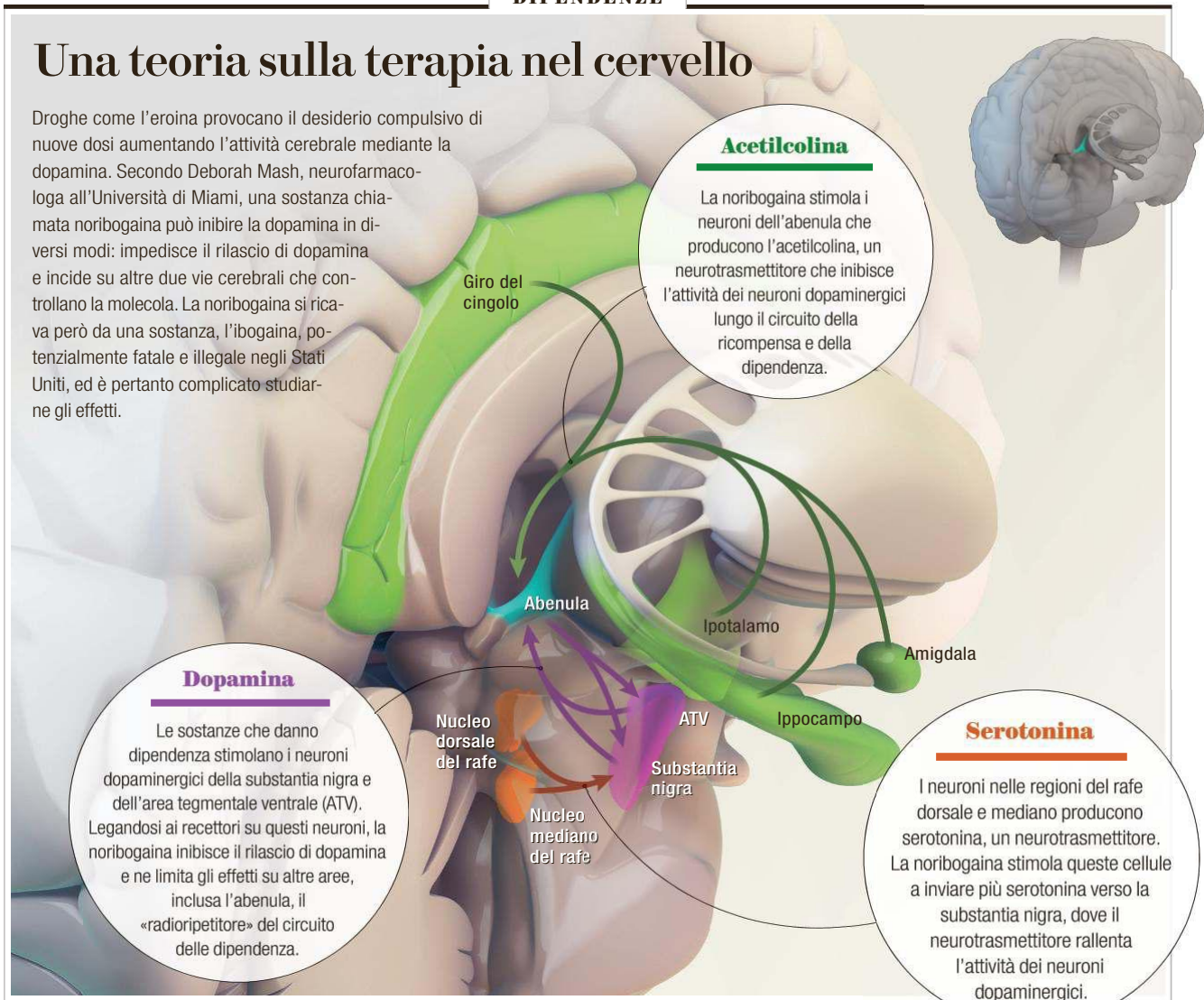
Le ricerche hanno permesso a Deborah Mash di sviluppare una teoria su come l'ibogaina agisce nel cervello e su che cosa, a suo avviso renda questa sostanza così potente. Dal punto di vista molecolare, tutti i momenti di euforia – gioia, gratificazione ed eccitamento sessuale – sono la conseguenza di dopamina, serotonina e altre sostanze, neurotrasmettitori, che trasmettono segnali attraverso miliardi di cellule nervose nei centri cerebrali della ricompensa. Più neurotrasmettitori di questo tipo sono attivi nelle aree della ricompensa, meglio si sta. L'introduzione nel corpo di un forte oppioide come l'eroina induce in queste aree un rilascio di dopamina e di altri neurotrasmettitori, scatenando l'euforia indotta dalla droga. Se si continua ad assumere eroina, il cervello si abitua alla sua presenza costante e i circuiti cerebrali nei centri della ricompensa si adattano. Se si interrompe l'assunzione, il corpo e il cervello iniziano a desiderare le sostanze, e il risultato sono le crisi di astinenza.

L'ibogaina funziona, sostiene la ricercatrice, perché non si sostituisce semplicemente all'eroina in una di queste vie neurali, come fa, per esempio, il metadone. Nel corpo, l'ibogaina si scinde in noribogaina, che influisce su diversi percorsi nervosi – tra cui il sistema della dopamina, e i circuiti che coinvolgono neurotrasmettitori come serotonina e acetilcolina – che interagiscono lasciando passare o bloccando i segnali associati al desiderio compulsivo della sostanza stupefacente (*si veda il box a p. 86*).

Ma senza nuovi fondi Mash non ha potuto verificare o approfondire il lavoro preliminare.

Una teoria sulla terapia nel cervello

Droghe come l'eroina provocano il desiderio compulsivo di nuove dosi aumentando l'attività cerebrale mediante la dopamina. Secondo Deborah Mash, neurofarmacologa all'Università di Miami, una sostanza chimata noribogaina può inibire la dopamina in diversi modi: impedisce il rilascio di dopamina e incide su altre due vie cerebrali che controllano la molecola. La noribogaina si ricava però da una sostanza, l'ibogaina, potenzialmente fatale e illegale negli Stati Uniti, ed è pertanto complicato studiarne gli effetti.



Disintossicarsi

Per Stanley Glick, se l'ibogaina avesse meno effetti collaterali sarebbe molto più semplice bilanciarne costi e benefici. Glick, professore emerito presso il Dipartimento di neuroscienze e terapeutica sperimentale all'Albany Medical Center, sentì parlare per la prima volta del potenziale della sostanza e dei suoi rischi negli anni novanta. Insieme al chimico Martin E. Kuehne iniziò a distillare i principi attivi dell'ibogaina escludendo tutte le componenti tossiche. Nel 1996 Glick e Kuehne svilupparono un analogo sintetico dell'ibogaina chiamato 18-metossi-coronaridina, o 18-MC. Ricerche su animali da laboratorio svolte negli anni novanta hanno mostrato che la 18-MC blocca effettivamente i recettori nicotinici alfa-3 e beta-4 nel cervello, che si ritiene abbiano un ruolo significativo nelle dipendenze, senza incidere sul sistema serotoninergico. I ricercatori ritengono che il sistema serotoninergico sia largamente responsabile per le allucinazioni da ibogaina. «Congela qualunque cosa alzi troppo i livelli di dopamina», afferma Glick: dall'eroina all'alcool al cibo.

Negli ultimi dieci anni Glick ha diretto diversi studi sull'efficacia dell'ibogaina e della 18-MC contro le tossicodipendenze nei roditori e nell'essere umano. Dopo un paio di tentativi falliti di

immettere la 18-MC sul mercato, nel 2009 si è messo in società con la Savant HWP, una casa farmaceutica privata con sede nella California settentrionale. Nel settembre 2014 la Savant HWP ha ricevuto dal NIDA oltre 6,5 milioni di dollari per testare la 18-MC sull'uomo. I risultati non pubblicati di uno studio in doppio cieco, controllato verso placebo, svolto nel 2014 in Brasile da una società partner della Savant HWP, mostrano che nessun volontario a cui era stata somministrata una dose terapeutica di 18-MC ha manifestato reazioni avverse alla sostanza: allucinazioni, anomalie cardiache, danni alle cellule di Purkinje o altre forme di neurotossicità. La Savant HWP ha in programma per il tardo 2016 trial clinici della 18-MC su fumatori. Studi su dipendenti da oppiacei e cocaina inizieranno negli Stati Uniti nel 2017.

Mash non è rimasta indietro. Ispirata dai risultati ottenuti in otto anni di test sull'ibogaina condotti a Saint Kitts, ha partecipato alla fondazione di DemeRx, un'azienda per la ricerca e lo sviluppo farmaceutico che opera per portare sul mercato la noribogaina, un altro derivato dell'ibogaina. Nell'ottobre 2014 un gruppo di scienziati neozelandesi, basandosi sul lavoro dell'azienda, ha completato uno studio sulla sicurezza della noribogaina su 36 volontari maschi non affetti da dipendenze. I volontari hanno ricevuto per

Fonti: Deborah Mash, *The Role of the Habenula in Drug Addiction*, di Kenia M. Velasquez et al., in «Frontiers in Human Neuroscience», Vol. 8, 28 marzo, 2014

Sostenitori: Shea Prueger (a sinistra) e Lex Kogan (a destra) gestiscono la clinica Envision. Ritengono che l'ibogaina non risolva solo le dipendenze ma anche la depressione, e curano pazienti per entrambi i problemi.



via orale varie dosi terapeutiche di noribogaina o analogo placebo, e sono stati tenuti in osservazione per 216 ore. Gli scienziati affermano che non ci sono state reazioni avverse alla noribogaina o al placebo. Ricerche precedenti indicano che anche la noribogaina, come la 18-MC, potrebbe condividere con l'ibogaina la capacità di arrestare i sintomi dell'astinenza e vincere le dipendenze, ma senza effetti collaterali.

Studi tossicologici preclinici non pubblicati della DemeRx finora hanno dimostrato che due settimane di esposizione ricorrente a noribogaina non causano alcuni dei problemi neurologici notati in altri studi: degenerazione delle cellule di Purkinje cerebellari o attivazione della GFAP. La società ha inoltrato domanda negli Stati Uniti per il trasporto della noribogaina entro i confini nazionali, e studi preliminari del nuovo farmaco sono attualmente in corso.

Gli studi di Mash e Glick non sono orientati solo verso i tossicodipendenti, ma anche verso pazienti colpiti da una patologia molto più comune: la depressione. Oggi, uno statunitense su dieci assume antidepressivi; nelle donne tra i 40 e i 50 anni la cifra sale a uno su quattro. Farmaci per il miglioramento dell'umore come la fluoxetina, meglio nota con il nome commerciale di Prozac, agiscono come inibitori selettivi della ricaptazione della serotonina (SSRI) e bloccano il riassorbimento della serotonina da parte dei neuroni. La serotonina è un neurotrasmettitore coinvolto nella trasmissione di messaggi nel cervello; un aumento della serotonina provoca un aumento dell'attività cerebrale, che nei pazienti affetti da depressione si manifesta in un miglioramento dell'umore.

Ma il Prozac e gli altri SSRI non sono sempre efficaci. Secondo uno studio del 2010 pubblicato sul «Journal of the American Medical Association», alcuni placebo hanno avuto lo stesso effetto dei SSRI nella maggior parte delle persone che soffrivano di depressione leggera o moderata. Uno studio del 2006 finanziato dal National Institute of Mental Health ha scoperto che circa il 70 per cento delle persone che avevano assunto SSRI aveva manifestato gli stessi sintomi depressivi dopo 14 settimane. Vari pazienti de-

pressi, su cui i farmaci non avevano avuto effetto, si sono rivolti all'ibogaina per normalizzare il loro presunto squilibrio chimico.

Lex Kogan sostiene che circa l'80 per cento dei pazienti affetti da depressione che si rivolgono alla Envision Recovery smettono permanentemente di assumere SSRI e vivono felici e in salute dopo la cura. Nonostante questa affermazione non goda di supporto scientifico, Kogan afferma che la clinica ha visto un aumento del 300 per cento dei consumatori di SSRI negli ultimi tre anni; oggi questi pazienti sono il 30 per cento dei clienti della Envision. Kogan prevede che i numeri raddoppieranno negli anni a venire. E Glick ritiene che un analogo non tossico dell'ibogaina possa essere un'importante aggiunta all'arsenale contro la depressione.

Domanda e offerta

Alla Envision, quattro giorni dopo aver ricevuto la dose elevata di ibogaina, Mallek si stava affrettando a fare i bagagli per prendere un autobus che l'avrebbe portato a visitare la costa occidentale del Costa Rica: «Vedrò le scimmie, o forse starò in spiaggia, non importa!». Il viso finalmente colorito, era loquace e pieno di energia. «Non desidero farmi, non ho crisi d'astinenza», mi ha detto con un sorriso. «La gente prova a smettere in così tanti modi, e fallisce sempre. Ma questo funziona per tutti. Questa roba è un miracolo».

Mallek si sbagliava. In effetti, l'ibogaina non funziona per tutti. E quella volta non ha funzionato nemmeno per lui. È rimasto sobrio per quattro mesi, poi ci è ricaduto. I pazienti come lui, e il timore dei danni causati dalla sostanza, sono la ragione per cui fino a quando non ci saranno trial clinici randomizzati in doppio cieco praticati in diversi centri, l'ibogaina resterà esclusa dalle terapie contro le dipendenze, relegata in cliniche clandestine. E non si prospettano ricerche così rigorose perché, visti i timori sulla sicurezza della sostanza, è improbabile che le istituzioni governative negli Stati Uniti o in Europa assegnino fondi a queste ricerche. Per parte loro, le case farmaceutiche non hanno mostrato grande interesse verso l'ibogaina a causa degli stessi pericoli, e perché non è facilmente brevettabile.

Eppure l'alto numero di tossicodipendenti che cercano di scacciare i propri demoni con questa sostanza indica che l'ibogaina non è destinata a scomparire presto. Mallek, per esempio, non incolpa l'ibogaina della sua ricaduta, quanto piuttosto le sue debolezze. «Non voglio dire che l'ibogaina restituisca alle persone la vita che hanno perso, piuttosto dà loro la possibilità di riprendersi indietro la loro vita», mi ha scritto in un'e-mail. «Ma la libertà è pericolosa senza giudizio». Mallek pensa di aver acquisito un po' di giudizio, almeno per quanto riguarda le sue pecche. Ha in progetto di tornare alla Envision per una nuova terapia. Vuole disintossicarsi, costi quel che costi. ■

PER APPROFONDIRE

Ibogaine in the Treatment of Substance Dependence. Brown T.K., in «Current Drug Abuse Reviews», Vol. 6, n. 1, pp. 3-16, 2013.

Treating Drug Dependence with the Aid of Ibogaine: A Retrospective Study. Ekman Schenberg E. e altri, in «Journal of Psychopharmacology», Vol. 28, n. 11, pp. 993-1000, 29 settembre 2014.

The Anti-Addiction Drug Ibogaine and the Heart: A Delicate Relation. Koenig X. e Hilbert K., in «Molecules», Vol. 20, n. 2, pp. 2208-2220, febbraio 2015.

Noribogaine Reduces Nicotine Self-Administration in Rats. Qing C. e altri, in «Journal of Psychopharmacology», Vol. 29, n. 6, pp. 704-711, giugno 2015.

Il cervello drogato. Nestler E.J. e Malenka R.C., in «Mente&Cervello» n. 9, maggio-giugno 2004.

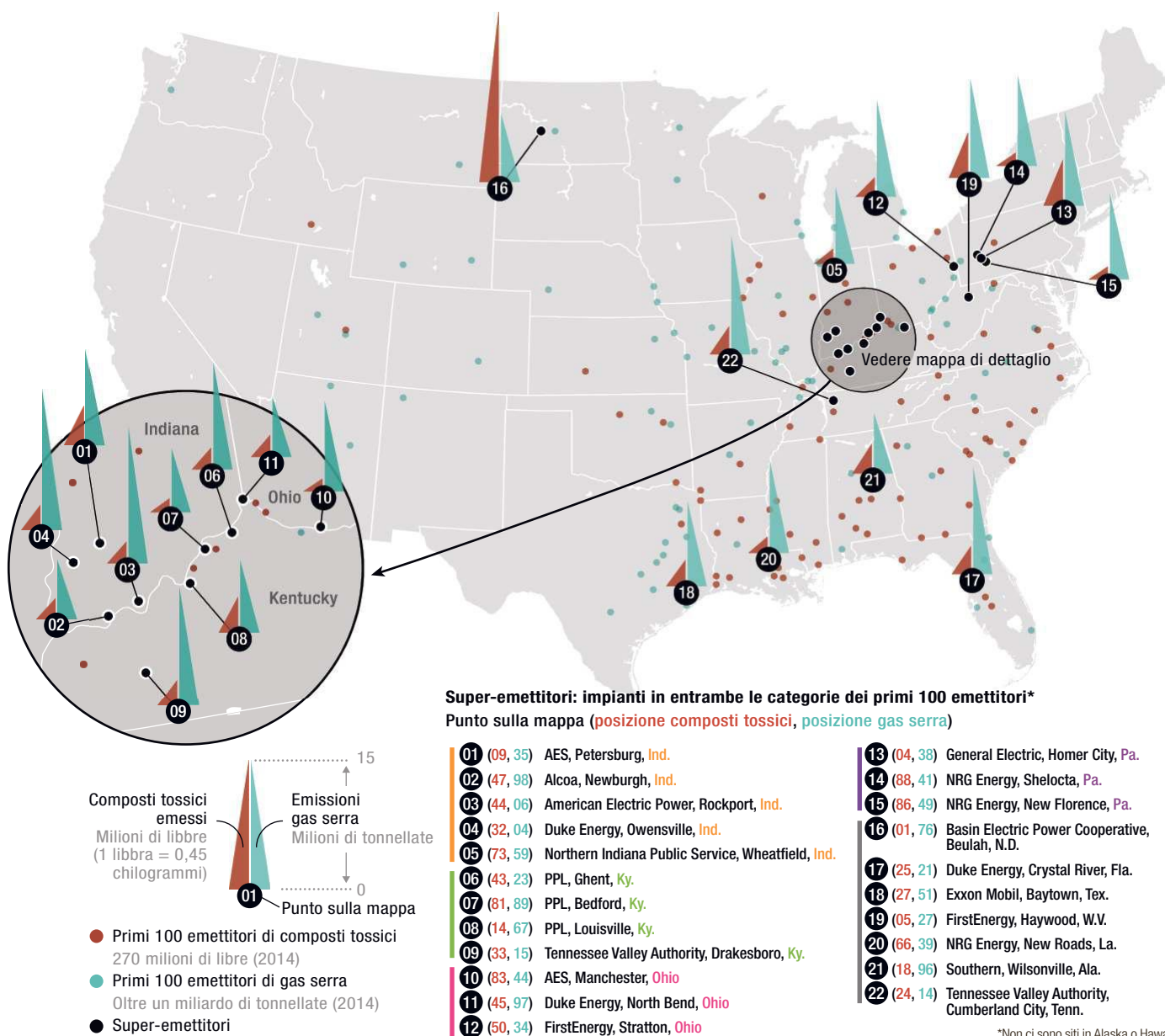
Chi inquina di più negli Stati Uniti

Un piccolo gruppo di impianti emette una porzione enorme di gas tossici e serra

Nel 2014, negli Stati Uniti 100 impianti su 20.000 hanno prodotto un terzo dell'inquinamento industriale che avvelena l'aria del paese. Altri 100 hanno rilasciato un terzo delle emissioni industriali statunitensi di gas serra, su 7000 impianti che scaricano i gas. E secondo un'indagine del Center for Public Integrity che ha prodotto le classifiche, 22 siti «super-emettitori» compaiono in entrambe le liste (*in basso*). Molti sono centrali elettriche alimentate a carbone, e alcune sono in alta classifica perché sono molto grandi. Questo gruppo è responsabile di una quota significativa dell'inquinamento atmosferico di origine industriale negli Stati Uniti.

I ricercatori del Center for Public Integrity hanno anche usato dati di censimenti per mostrare che la maggior parte dei 100 impianti sulla lista tossica si trova in sobborghi poveri, aree cioè in cui i redditi sono più bassi rispetto al reddito medio degli Stati Uniti. La buona notizia è che il risanamento dei siti potrebbe dare un duro colpo ai composti tossici che sono implicati in malattie respiratorie e nel contributo degli Stati Uniti al cambiamento climatico. I ricercatori infine affermano che le norme attuali sono sufficienti, tuttavia la loro debole applicazione deve migliorare parecchio.

Mark Fischetti



Grafica di Tiffany Farrant-Gonzalez; fonte: America's super polluters, di Jamie Smith Hopkins. Pubblicato on line dal Center for Public Integrity, 20 settembre 2016, www.publicintegrity.org/2016/09/29/20246/americas-super-polluters



di Paolo Attivissimo

Giornalista informatico e studioso
della disinformazione nei media

Il motore impossibile targato NASA

Anche se ha superato le prime verifiche, non è detto che l'EmDrive funzioni davvero

Di inventori di macchine per il moto perpetuo o per la generazione di energia dal nulla è pieno il mondo: l'esperienza, amara e cinica maestra, insegna che fino a prova contraria vanno trattati come dilettanti che si autoingannano nel caso migliore o di professionisti della truffa intenzionale nel caso peggiore. Ma che cosa succede quando arriva la faticosa prova contraria?

È quello che sarebbe accaduto con l'EmDrive, un propulsore inventato da un ingegnere aerospaziale britannico, Roger Shawyer: è stato studiato per anni dal Pentagono e dalla NASA, e un recente articolo scientifico che lo descrive ha superato l'ostacolo del *peer review*, comparando nelle pagine della rivista «Journal of Propulsion and Power» dell'American Institute of Aeronautics and Astronautics. Siamo insomma lontani dal *cliché* dell'inventore in uno scantinato, che nasconde gelosamente i dettagli della propria scoperta: qui sono pubblicati materiali, metodi, esperimenti e schemi tecnici.

Il problema è che l'EmDrive è in sostanza un propulsore che a quanto pare funzionerebbe senza propellente, violando le leggi fondamentali della fisica perché genererebbe spinta senza emettere massa e limitandosi a far rimbalzare microonde all'interno di una cavità troncoconica chiusa.

Semplificando, è come cercare di muovere la propria auto salendo a bordo e spingendo sul finestrino, dicono gli scettici. Ma se funzionasse davvero sarebbe una rivoluzione per i viaggi spaziali, perché eviterebbe il bisogno di trasportare enormi masse di propellente: un veicolo interplanetario dotato di pannelli solari per alimentare l'EmDrive potrebbe, in teoria, viaggiare per sempre a motori costantemente accesi, raggiungendo velocità straordinarie. Di conseguenza c'è un interesse enorme intorno a questo propulsore. In questa vicenda, inoltre, gioca un ruolo non trascurabile il fascino emotivo dell'idea di uno scienziato solitario che sovverte le frustranti limitazioni della fisica, sbugiarda i baroni della scienza e schiude nuovi, radiosi orizzonti.

Ma proprio perché la posta in gioco è così alta occorre tenere i piedi per terra. Il *pedigree* dell'EmDrive è migliore della media, però occorre ricordare che superare la *peer review* significa semplicemente che degli esperti del settore hanno esaminato l'articolo e hanno confermato la validità dei dati e dei metodi descritti.

Non vuol dire che l'invenzione funziona. L'articolo potrebbe anche contenere errori sfuggiti agli esaminatori.

All'EmDrive manca inoltre un altro elemento di conferma basilare: nessuno, finora, è riuscito a riprodurre i risultati pubblicati. Una ricerca cinese del 2012 che sembrava averlo fatto è stata poi ritirata perché si è scoperto che era afflitta da un errore legato alla dilatazione termica, mentre la sperimentazione della NASA del 2014 ha fatto emergere che un esemplare di controllo, che non doveva generare spinta, l'ha fatto lo stesso: un tipico segno di un errore di metodo.

Va detto che le forze in gioco sono piccolissime e difficili da



Un'astronave dotata di un propulsore senza propellente come l'EmDrive potrebbe raggiungere Marte in poche settimane, aprendo la strada a una colonizzazione di massa del pianeta

misurare: secondo i nuovi risultati pubblicati, il prototipo di EmDrive genera soltanto 1,2 millinewton di spinta per chilowatt immesso. A questi livelli è necessario usare strumenti che hanno margini d'incertezza elevati, ed esistono vari effetti magnetici, termici ed elettrostatici che potrebbero generare l'illusione di una spinta. Anche la quantità di dati raccolti è insolitamente esigua.

Vale anche qui, insomma, una regola generale spesso dimenticata: la pubblicazione su una rivista scientifica è un passo avanti verso la credibilità di una scoperta, insieme alla trasparenza dei ricercatori, ma non è una garanzia assoluta. Quella non arriverà dai facili entusiasmi dei tifosi, ma dal lavoro paziente e rigoroso di chi farà scetticamente ulteriore sperimentazione.



Per avere occhi da cerbiatta

Alcuni prodotti per allungare le ciglia sono farmaci, e vanno trattati come tali

Alcune settimane fa, dal parrucchiere, origliavo i discorsi della mia vicina di poltrona che si lamentava per il trattamento di allungamento delle ciglia che le era costato un occhio della testa e non aveva dato i risultati sperati. «La prossima volta uso quel rimedio naturale di cui si parla tanto», spiegava la signora. «Scusi, quale rimedio?», chiedo incuriosita mentre tiro fuori il quadernetto per prendere appunti. «Lo trova su Internet, ormai ne parlano tutti. È un boccettino venduto con un applicatore. È piccolo, ma se ne usa pochissimo. Qualche goccia ogni sera prima di andare a dormire direttamente sulla palpebra. Rafforza le ciglia e le stimola ad allungarsi. Provi e vedrà. Funziona».

Per conoscere l'origine del prodotto promosso dalla signora dobbiamo andare indietro di una ventina d'anni, fino al 1997. In quell'anno, l'«American Journal of Ophthalmology» pubblica un articolo che descrive un effetto collaterale decisamente curioso e inaspettato per un collirio: l'allungamento delle ciglia. Per mettere alla prova l'osservazione, i ricercatori hanno somministrato il farmaco a una novantina di pazienti, ma solo in un occhio, tenendo l'altro come controllo. Alla fine dello studio, le ciglia degli occhi trattati erano più lunghe del 20 per cento di quelle degli occhi non trattati.

Le responsabili sono un gruppo di molecole della famiglia delle prostaglandine, usate come farmaci per la cura del glaucoma. Perché le ciglia si allunghino non è chiaro. I dati raccolti in questi anni fanno presupporre che le prostaglandine agiscano sul follicolo prolungando la fase di crescita del pelo e consentendo, quindi, il raggiungimento di una lunghezza maggiore.

Da questi primi risultati, seppur preliminari, all'annuncio di avere per la mani un rimedio miracoloso, il passo è stato brevissimo. Le aziende hanno iniziato a investire nella ricerca di molecole analoghe e, magari, anche più efficaci di quelle usate fino ad allora. Tra queste, troviamo il bimatoprost, una molecola sintetica, che agisce come le prostaglandine e che, nel 2007, è usata da Jan Marini Skin Research per produrre il primo cosmetico che allunga ciglia: Age Intervention Eyelash.

In realtà, quello che propone Jan Marini è né più né meno che il collirio per la cura del glaucoma. Quanto basta per attivare le antenne della statunitense Food and Drug Administration (FDA) che, infatti, nel novembre dello stesso anno chiede il sequestro immediato dei più di 12.000 flaconi in vendita. La legislazione de-

gli Stati Uniti non permette, infatti, che i principi attivi autorizzati come farmaci siano usati in cosmetica senza un'autorizzazione specifica. In particolare, la preoccupazione della FDA è che le persone già in cura con prostaglandine per il trattamento del glaucoma possano usare il prodotto cosmetico con leggerezza, rischiando danni permanenti al nervo ottico e alla retina.

Il colpo non scoraggia i concorrenti di Jan Marini che, invece, la sfruttano per conquistare terreno. Nel 2008, un'altra azienda farmaceutica, Allergan, decide di far le cose per bene e chiede alla FDA di approvare il bimatoprost anche per uso cosmetico. L'analisi dell'ente statunitense si concentra sulla sicurezza del prodot-



L'effetto di allungamento delle ciglia di alcune molecole della famiglia delle prostaglandine è stato scoperto quasi per caso.

to, più che sull'efficacia e dopo un anno di lavoro, la FDA approva la messa in commercio del nuovo prodotto cosmetico che prenderà il nome di Latisse e che darà il via a decine di altri prodotti analoghi. Trattandosi, però, di farmaci, sia negli Stati Uniti sia nel nostro paese la vendita è consentita solo in farmacia e solo previa presentazione di una ricetta medica.

Tuttavia, come mi raccontava la signora dal parrucchiere, oggi è possibile aggirare le restrizioni e comprare questi prodotti anche su Internet. Se lo fate, ricordatevi che state maneggiando un farmaco che, per quanto sicuro, può comunque avere effetti collaterali non trascurabili. Sembrerà anche naturale (e non lo è), come diceva la signora. Ma non per questo è innocuo.



di Dario Bressanini

chimico, divulgatore interessato all'esplorazione scientifica del cibo.
Autore di *Pane e Bugie*, *OGM tra leggende e realtà* e *Le bugie nel carrello*.

Danni da congelamento

Il raffreddamento lento dei freezer domestici può rovinare il sapore della carne

L'acqua è di gran lunga la componente principale di quasi tutto quello che mangiamo: carne, pesce, frutta e ortaggi. Tra il 70 e il 90 per cento. Con così tanta acqua e nutrienti a disposizione non stupisce che il cibo sia facilmente preda di microrganismi, ed è per questo che uno dei più antichi modi di conservazione, l'essiccazione, sfrutta il fatto che batteri e muffe non possono proliferare senz'acqua. Con l'avvento di freezer e frigoriferi il congelamento, anche casalingo, è il metodo più comune di conservazione degli alimenti, specialmente per carne e pesce. I congelatori casalinghi sono mantenuti solitamente a -19°C : a queste temperature i batteri sono bloccati e le reazioni chimiche di decomposizione delle cellule sono quasi completamente ferme e gli alimenti, con qualche eccezione, possono essere conservati anche per vari mesi.

Che cosa succede quando si mette un pezzo di carne in freezer? Raggiunta la temperatura di -1°C , la carne comincia a congelare (l'acqua congela a 0°C solo quando è pura). Iniziano a formarsi cristalli di ghiaccio che crescono via via che la temperatura scende.

Il modo in cui si forma il ghiaccio è importantissimo. Se il raffreddamento è effettuato molto velocemente, come avviene nell'industria alimentare con l'esposizione di carne o pesce a temperature molto più basse di quelle raggiungibili a casa, si parla di «surgelazione»: in questo caso si formano molto velocemente tanti cristalli di ghiaccio molto piccoli che non hanno il tempo di crescere troppo. Quando la scongeleremo, sarà quasi come se non fosse mai stata surgelata.

Se invece il raffreddamento è lento, come avviene nel congelatore domestico, si formano meno cristalli, ma più grossi. Così facendo danneggiano le cellule, bucadone la membrana. Le conseguenze le vedremo una volta scongelata la carne: i danni prodotti dai grandi cristalli di ghiaccio faranno uscire i succhi della carne, che sarà quindi più asciutta una volta cotta.

Sarà capitato anche a voi di togliere dal congelatore una bistecca o un petto di pollo, congelati crudi, e di notare macchie di colore diverso dove la carne sembra addirittura cotta. Questo fenomeno è dovuto alla disidratazione superficiale della carne: l'aria contenuta nel freezer è particolarmente secca e può disidratarla causando una denaturazione delle proteine simile visivamente

a quello che avviene con una cottura. La carne è ancora perfettamente commestibile ma le zone danneggiate saranno dure e asciutte. Se vi trovate nella condizione di dover congelare delle bistecche perché i vostri ospiti vi hanno dato buca e non potete certo mangiarne cinque da soli, potete asciugarle con carta da cucina, depositarle su una teglia di metallo ricoperta con carta da forno e metterle in freezer. Non coprite le bistecche altrimenti ne rallenterete il raffreddamento. Una volta congelate avvolgetele bene, singolarmente, in una pellicola per alimenti e riponetele in un sacchetto da freezer a chiusura ermetica avendo cura di far uscire più aria possibile per ridurre la disidratazione.



Alcuni accorgimenti al momento di congelare e scongelare la carne e possono prevenire gli effetti della disidratazione e salvaguardarne il gusto.

Quando sarà il momento di scongelarle ricordatevi che carne e pesce non devono mai scaldarsi troppo, per evitare proliferazioni batteriche, e che il microonde è da evitare: il ghiaccio non assorbe le microonde e rischiate di cuocere il cibo in alcuni punti a causa della patina di acqua superficiale, che invece le assorbe benissimo. In più il riscaldamento non è mai uniforme. È meglio togliere molte ore prima carne e pesce dal freezer e riporli nel frigorifero, dentro un contenitore per evitare che colino dei liquidi. Se invece avete fretta, la strategia più efficiente è metterli in un sacchetto di plastica con chiusura ermetica, cercando di eliminare il più possibile l'aria contenuta, e scongelare usando un filo di acqua fredda corrente, tenendo il sacchetto immerso in una bacinella.

Le conseguenze della ginnastica

Nel precario equilibrio della comunità composta da tre umani e un felino, il rapporto con l'attività fisica è quanto mai variabile. La gatta, per esempio, sembra evitare ogni forma di allenamento sportivo, quasi come se ogni caloria di energia andasse preziosamente conservata e usata solo in caso di estrema necessità: ciononostante, la tonicità muscolare e i riflessi del soggetto sono oltremodo efficienti, visto che neppure con una videocamera dotata di ultra-slow-motion è mai stato possibile filmare l'atomo temporale in cui riesce a catturare e ingoiare una crocchetta.

Forse per affinità elettiva e affettiva, Alice si trova in una situazione tutto sommato prossima a quella della micia: non disdegna l'idea di provare qualche nuovo sport e quando lo fa solitamente riesce bene, ma non si ha memoria di attività fisica che abbia ripetuto per più di due settimane di fila.

Assai più coerentemente, Doc avrebbe un gran bisogno di muoversi (la sua prestazione sportiva più clamorosa è la vibrazione lamentosa delle corde vocali quando l'ascensore è guasto e il nostro si ritrova nell'angosciosa prospettiva di scalare 23 scalini), ma evita con cura di farlo.

Il dramma vero è che invece Rudy fa sempre ginnastica. La fa preferibilmente nel parco e, per fortuna, quasi sempre in ore antelucane, quando la città dorme e i suoi coinquilini pure; ma capita talvolta che la faccia un po' più tardi, quando i parchi cittadini si popolano di altri esseri umani: e questo è un guaio, perché quasi sempre questi frequentatori di parchi e zone verdi accendono la sua fantasia. Proprio come succede in questa mattina domenicale.

«Curioso», dice infatti appena varca la soglia di casa, grondante di sudore e di efficienza muscolare. «Oggi sembra che tutte le giovani generazioni si dedichino alla stocastica rotazionale».

Non si può dire che l'esternazione susciti particolare entusiasmo, forse perché cade su un pubblico ancora in pigiama, con le cipse negli occhi e un forte bisogno di caffè.

«Mmmh?», risponde qualcuno non meglio identificato (forse Gaetanagnesi).

«Già... Al parco c'era sia un gruppo di adolescenti che coccolavano i loro giovani ormoni con il "gioco della bottiglia", sia un gruppetto di bambini che aspettavano il turno di salire su quelle piccole giostrate a sei posti. Curioso è il fatto che sia i timidi tra gli adolescenti sia i più ardimentosi dei bambini speravano la stessa cosa, ovvero un risultato nullo. Gli adolescenti timidi per non essere costretti a baciare qualcuno, i piccoli perché se di fronte a loro si fermava un sedile vuoto potevano salire in giostra».

Le cipse negli occhi resistono, la carenza di caffeina domina. Nessuna reazione vocale dal pubblico: ciò non di meno, Doc compie un errore fatale, allunga la mano verso il vassoio rotante al centro del tavolo e lo ruota quel tanto che serve per afferrare l'ultima *brioche* ancora calda di forno.

«Ecco!», fa Rudy entusiasta. «Questo oggetto riproduce perfettamente la situazione».

Negli occhi di Alice si accende per un istante un lampo di pre-



occupazione. Quel vassoio rotante le piace proprio tanto, vorrebbe avere la forza di metterlo al sicuro. Ma è troppo tardi.

«Alla fin fine non è altro che una versione inoffensiva della *roulette russa*», dice Rudy, mentre rimuove sommariamente le briciole di brioche, preleva sei bicchierini da *sakè* da una vetrina e li ripone capovolti sul vassoio rotante, equamente spazati, come i vertici di un esagono regolare. Preleva quindi una zolletta di zucchero il cui destino originario era quello di sciogliersi in un caffè-latte, la mette sotto uno dei sei bicchierini e infine fa girare il vassoio con un gesto deciso.

«Ecco la nostra roulette! Se parifichiamo lo zucchero alla pallottola e il vassoio al tamburo della pistola, immagino che sarai ben contento di non trovare la zolletta sotto il bicchierino che si ferma davanti a te, vero Doc?».



Stimolato dall'attività sportiva, Rudy inventa un'improbabile roulette russa a base di bicchierini e zollette di zucchero

IL PROBLEMA DI DICEMBRE

Il mese scorso un avventuroso Doc era alla ricerca di carburante nel deserto californiano, e aveva il problema di identificare la benzina contenuta in una sola tanica in un insieme di sei taniche da 15, 16, 18, 19, 20 e 31 galloni, peraltro già destinate a clienti. Il punto topico della soluzione può passare facilmente inosservato: è noto che due soli clienti comprano gasolio, e che il primo ne prende metà del secondo. Questo comporta che il numero totale dei litri di gasolio deve essere un multiplo di tre, visto che tutte le taniche contengono un numero intero di litri.

La somma delle capacità di tutte le taniche è 119, che se divisa per 3, dà resto 2: in termini più matematici, $119 \equiv 2 \pmod{3}$. Poiché solo una delle taniche contiene benzina, la tanica della benzina deve essere una che ha una capacità di N litri con $N \equiv 2 \pmod{3}$. L'unica tanica la cui capacità abbia questa caratteristica è quella da 20 litri. Le altre conterranno quindi tutte gasolio, e i due acquirenti se le divideranno in ragione di 66 e 33 litri. È quindi evidente che le taniche destinate al primo siano quelle da 15 e 18 litri, mentre l'altro avrà quelle da 16, 19 e 31.



«Mmmh?», risponde qualcuno (probabilmente Piotr).

«Ma certo! Prendi gli esempi che vuoi, dalla giostra dei bimbi alla bottiglia dei ragazzi, dalla roulette russa alla nostra zolletta nascosta sotto un bicchierino; i casi in cui si gira una ruota e si è contenti di non trovare l'elemento cruciale del sorteggio sono tutt'altro che rari. Ed è proprio qui che volevo arrivare, perché questo ci dà l'occasione di complicare un po' la situazione».

«Mmmh!», stavolta il suono è palesemente esclamativo, preoccupato e corale. Non che questo possa bastare a distogliere il matematico fresco di ginnastica dal proseguire sulle perigliose vie delle generalizzazioni.

«Riepiloghiamo, d'accordo? Vassoio rotante con sei bicchierini capovolti equiprobabili. Uno dei sei nasconde una feroce zolletta di zucchero, che equivale a sconfitta, perdita, morte istantanea.

La probabilità di sopravvivenza è quindi un placido $5/6$, non abbastanza da evitare i sudori freddi durante una vera roulette russa, ma del tutto ragionevole finché l'unico rischio della sconfitta è quello di aumentare un po' la glicemia del giocatore».

Nessuna voce in risposta, neppure mugolii o miagolii: seguendo l'esempio di Gaetanagnesi, Alice e Doc si limitano a cercare di stropicciarsi gli occhi.

«Quindi, rendiamo più interessante la nostra rivoltella caricandola non più con una ma con due pallottole, adiacenti una all'altra». Nel dirlo si allunga a prendere una seconda zolletta di zucchero per metterla sotto uno dei due bicchierini adiacenti a quello già «carico». «Mi pare già di sentirvi... La probabilità sale a $1/3$, bla, bla, bla. Queste sono solo ovvietà, perché adesso imponiamo due regole supplementari: innanzitutto, il giocatore deve sopravvivere alla pallottola/zolletta non una sola volta, ma per ben quattro, prima di dichiararsi sopravvissuto, vittorioso e normoglicemico. In più, se sopravvive al primo giro di ruota, prima di affrontare i giri successivi potrà, di volta in volta, scegliere se scoprire anche il bicchierino successivo o far girare di nuovo il vassoio».

«Mmmh?», mugola interrogativamente Alice.

«Infatti, Treccia, stavo per precisarlo: quando dico "bicchierino successivo" intendo dire che esiste un senso preciso di selezione, diciamo antiorario, via. È importante per salvaguardare l'analogia con la rivoltella: scegliere il bicchierino successivo equivale a tirare il grilletto una seconda volta senza girare il tamburo. Pertanto, ecco una strategia da studiare, e preferibilmente passo passo: fatto girare una volta il vassoio rotante, avendo avuto la fortuna di non trovare una delle due zollette di zucchero, come conviene procedere per il secondo passo? Si passa al bicchierino successivo o si rigira il vassoio?».

«Mmmh...», mugola tristemente Doc.

«No, Alice non ha ancora la forza di protestare, non vedi che è appena sveglia? Ma è ovvio che si tratta di calcolare delle probabilità. Non solo, ma visto che il gioco va avanti, perché si devono fare quattro estrazioni, come comportarsi prima della terza? E prima della quarta?».

«Mmmh».

«Gaetanagnesi, insomma! Che fai, suggerisci?», Rudy rimprovera severamente la micia. «Se cominci a dire "Monty Hall" c'è anche rischio che questi due morti di sonno riescano a risolvere il problema! Non prima di una doccia, direi, comunque...».

L'assordante rumore del falso

Misinformation

di Walter Quattrocchi e Antonella Vicini

Franco Angeli, Milano, 2016, pp. 148 (euro 19,00)

Che dire ancora di un best seller ormai consacrato come *Misinformation* di Walter Quattrocchi e Antonella Vicini? È ormai il libro più citato nelle stanze che contano in Italia: dalle istituzioni ai partiti, dai giornali agli studi radiofonici e ovviamente sulla rete. Ma non è una bolla, né un bluff, è un successo meritato.

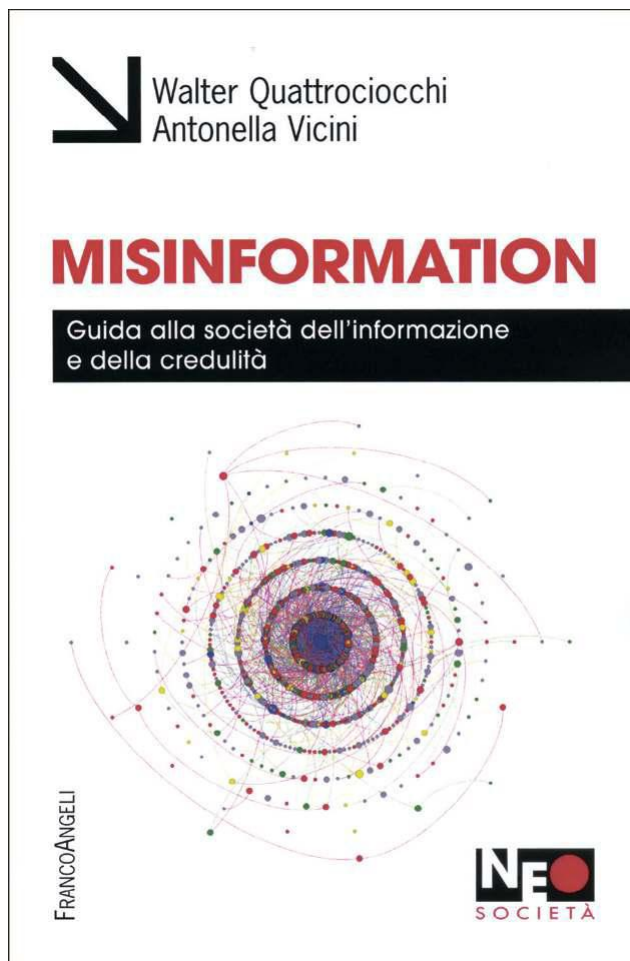
Una spinta all'affermazione del saggio l'ha data anche la recente campagna per il referendum, dove finalmente l'Italia che pensa e scrive ha messo a fuoco l'uso della falsificazione propagandistica come mezzo di conquista del consenso e non più come un problema «di Internet», ma come una precisa responsabilità umana e una realtà politica ormai affermata.

Ma c'è molto di più da dire su questo saggio scientifico sui comportamenti in rete. Intanto per la prima volta due autori italiani non partono dalla demonizzazione della rete – ogni tanto qui e là qualche tentazione affiora, ma viene rifiutata – bensì dalla presa d'atto che questo è il mondo in cui ci è dato vivere.

Poi, attraverso l'uso di concetti di psicologia sociale e di statistica per le scienze sociali si descrivono le dinamiche di massa basilari riscontrabili nei *social media*. Scoperte che non sono una novità assoluta, ma lo sono per il pubblico italiano. Certo negli studi degli analisti di marketing è roba che gira da anni ed è stata usata nella vita politica italiana. Ed è un insieme di metodiche che hanno il focus del loro sviluppo negli uffici di Google e di Facebook. Sarebbe bello se Quattrocchi e i suoi colleghi della Scuola IMT Alti Studi Lucca potessero disporre degli stessi dati e – ipotizzo – della stessa potenza di calcolo che hanno quelli di Mountain View. In ogni caso il merito del saggio è di indicarci come e con quali risultati – nel nostro presente e nel nostro futuro assai prossimo – vengono studiati gli essere umani. Il *Massa e potere*, saggio di Elias Canetti del 1960 (oggi pubblicato da Adelphi), del Duemila è una stanza con vista sulla California, vive di statistica ed è tanto più attendibile in quanto ingoia enormi masse di dati per trarne indicazioni «qualitative».

Dunque Quattrocchi e colleghi ci spiegano la nostra dimensione individuale dentro il grande fiume dei comportamenti. Che questi risultati siano salutati con sollievo da chi, come i politici italiani, ha vissuto Internet come una maledizione satanica è comprensibile. Abbastanza legittimo sarebbe aspettarsi che Quattrocchi e i suoi fossero messi in condizione di andare avanti in modo più «istituzionale», perché la sua attività diventi un flusso costante di informazione.

Ma nessuno si illuda di aver trovato il Servizio Opinioni della Rai anni sessanta o l'Auditel di Internet. Questa partita si gioca altrove e la posta è comprendere come si svilupperanno le applicazioni e i modelli di comportamento «previsti» da parte delle grandi centrali dello sviluppo. Che ormai non sono più soltanto «i padroni del software», come dicono i giornalisti, ma un mondo comples-



so, che ha a che fare anche con la grande politica: per esempio, che strade prenderà lo sviluppo dell'internet in Cina e in Russia, dove esistono motori di ricerca e «social» da centinaia di milioni di utenti? Come influirà la presidenza Trump sul mondo digitale?

Se pensate che queste cose non abbiano a che fare col nostro discorrere, sarà meglio ricordare che Internet è stata diffusa negli anni nei quali si pensava che la storia fosse finita e che fosse cominciata una lunga era di pace. Oggi le cose sono cambiate: la «*misinformation*» può servire sia a prendere voti sia a mobilitare opinioni pubbliche e a infiammare i cuori per la pace e per la guerra.

C'è una sola obiezione che muoverei a Quattrocchi e Vicini. Alla fine del saggio sembra quasi che si provino a «dare consigli» su come uscire dalla «camera dell'eco», per vivere fuori dal rumore assordante della «*misinformation*». Come si ci fosse un «fuori».

Che cosa c'è «fuori» dal digitale? Esso è la mappa del mondo grande quanto il mondo stesso, il digitale «è» il mondo. Se esci da una *echo chamber* entrerai in un'altra, e «Narciso», che chiude il libro, non vive senza rispecchiarsi.

Vittorio Zambardino

Solo i fatti a proposito delle vaccinazioni



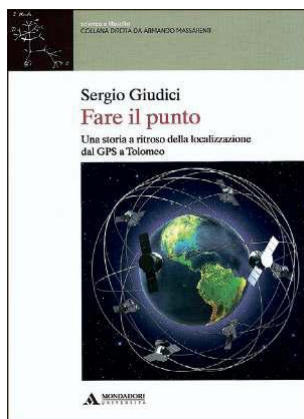
Il vaccino non è un'opinione
di Roberto Burioni
Mondadori, Milano, 2016,
pp. 168 (euro 16,50)

Parlare di vaccini separando i fatti – e quindi le prove scientifiche – dalle opinioni: l'intento di Roberto Burioni, medico e professore ordinario di microbiologia e virologia all'Università Vita-Salute San Raffaele di Milano, oltre che nota star di Facebook, è chiaro fin dal titolo. Che forse, per il suo essere così brutalmente diretto, potrà non piacere a tutti, ma risulta efficace per comprendere subito il taglio del discorso. La massa di affermazioni complottistiche sulle vaccinazioni ha creato un rumore di fondo fortemente disorientante per chi non è addentro alle questioni scientifiche, tanto più che una ricerca su Internet rende molto più probabile imbattersi nelle tante pagine pseudoscientifiche che nelle poche che tentano di fare buona informazione. La scelta dell'autore è, quindi, procedere in modo asciutto a un'esposizione chiara, netta e anche piuttosto coinvolgente di ciò che la scienza ha appurato al di là di ogni ragionevole dubbio, facendo opera di decostruzione di tutti i miti che aleggiavano sulla pratica vaccinale, coniugando sintesi ed esaustività.

Rispetto alle asperità talvolta mostrate nella pagina Facebook, l'autore adotta un tono più misurato e quindi più efficace dal punto di vista della comunicazione. Difficile dire se un convinto antivaccinista possa lasciarsi persuadere dalle argomentazioni di Burioni: la scienza ci ha insegnato come sia improbabile uscire dalla propria *echo chamber*. Ma il libro sarà senz'altro in grado di rassicurare tanti genitori in dubbio davanti alle scadenze del calendario vaccinale, fornendo loro preziose informazioni che non sempre, incalzati dal tempo, i pediatri riescono a dare nei loro studi. E non è certamente poco.

Anna Rita Longo

Nascita e sviluppo delle tecniche di localizzazione



Fare il punto
di Sergio Giudici
Mondadori, Milano, 2016,
pp. 148 (euro 13,00)

«Fare il punto». Tutti conosciamo l'espressione. Forse però non sappiamo che si usa nel linguaggio marinairesco, quando si vuole determinare la propria posizione e rispondere così alla domanda: «Dove siamo?» In passato ci pensava il timoniere a fare il punto, compito poi passato all'ufficiale di rotta. Oggi però, sia in mare sia a terra, ci pensa il GPS a dirci dove ci troviamo: basta consultarlo lo smartphone.

L'idea della localizzazione satellitare nasce negli Stati Uniti nei primi anni della corsa allo spazio, subito dopo il lancio del satellite Sputnik 1 da parte dell'Unione Sovietica. Dopo aver determinato la posizione dello Sputnik raccogliendone i segnali e conoscendo la posizione del ricevitore, i ricercatori statunitensi studiarono subito il problema inverso, vale a dire localizzare un ricevitore sulla Terra conoscendo la posizione di un certo numero di satelliti. Da questo problema di geolocalizzazione nascerà in seguito, sul finire degli anni settanta, il Global Positioning System (GPS).

Tutti usiamo il GPS abitualmente, ma ci siamo mai chiesti come funziona? Se proviamo a «smontarlo» concettualmente ci troveremo dentro molte aree della fisica, dalla meccanica quantistica alla fisica dell'atmosfera, passando anche per la relatività generale. Sergio Giudici, fisico delle particelle presso l'Università di Pisa, ci accompagna così non solo a scoprire il GPS, ma lo usa come punto di partenza per una storia a ritroso della localizzazione. Il volume, agile e di semplice lettura, ci aiuta così a scoprire la ricchezza concettuale del GPS, che può anche diventare uno strumento didattico efficace per insegnare la fisica in modo certamente non convenzionale.

Massimiliano Razzano

I luoghi dove è possibile rivedere le stelle

«E quindi uscimmo a riveder le stelle», scriveva Dante Alighieri nell'ultimo verso dell'*Inferno* della sua Divina commedia. Oggi probabilmente uscendo dagli inferi il sommo poeta le stelle non le vedrebbe affatto a causa dell'inquinamento luminoso, a meno di non trovarsi in una delle aree sempre più rare in cui questa forma di alterazione e contaminazione di origine antropica dell'ambiente non sia presente. Per trovare queste aree, Dante, o più prosaicamente tutti quelli che vorrebbero contempla-



re le bellezze del cielo notturno senza il disturbo delle luci, possono sfogliare l'*Atlante mondiale dell'inquinamento luminoso* (libro autoprodotta, 66 pagine, 22,00 euro, può essere acquistato on line su Amazon.com) di Fabio Falchi, presidente dell'associazione CieloBuio e studioso dell'inquinamento luminoso da oltre vent'anni come membro dell'Istituto di scienza e tecnologia dell'inquinamento luminoso (ISTIL) di Thiene. L'atlante nasce dall'intenzione di rendere fruibile su carta le mappe elaborate per *The new world atlas of artificial night sky brightness*, studio pubblicato su «Science Advances» da Falchi e altri ricercatori, tra i quali gli italiani Pierantonio Cinzano e Roberto Frugoni, sempre dell'ISTIL. (cb)



Il segreto di san Gennaro
di Francesco Paolo de Ceglia
Einaudi, Torino, 2016,
pp. 426 (euro 32,00)

Il culto di San Gennaro tra storia e scienza

Due ampolle contenenti un liquido non identificato soggetto a singolari passaggi di stato, che la tradizione associa a un *martyr inventus*, un «martire ritrovato», con tutte le incertezze che questa definizione implica. Una figura della quale si sa pochissimo e praticamente nulla di certo, oggetto, però, di un culto con cui una comunità si identifica in modo fortissimo. Una devozione che non teme le insidie della storia e della scienza.

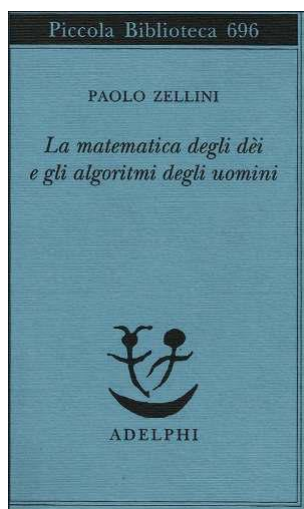
Questo è stato, ed è tuttora per Napoli, san Gennaro e il miracolo del periodico liquefarsi della reliquia che gli viene attribuita. «È presumibile che se un giorno il culto di quel sangue verrà meno, non sarà a causa della ricetta trovata da uno scienziato in camice bianco nel suo attrezzatissimo laboratorio, bensì in ragione di un più ampio mutamento di sensibilità nei confronti di tali forme di devozione»: è la conclusione che Francesco Paolo de Ceglia, storico della scienza all'Università degli Studi di Bari Aldo Moro, trae al termine di questo dotto e accurato lavoro. Sorprende l'ampiezza della ricerca dell'autore, il cui intento sembra anzitutto sondare le origini del culto e le sue numerose reinterpretazioni, riflesso dei mutamenti della società. Il rapporto con la scienza e la chimica si fa più intenso a partire dal XVIII secolo, al quale risalgono i primi

tentativi di simulare il comportamento della veneranda reliquia e la sua prodigiosa liquefazione. La storia delle ipotesi che si sono avvicendate dice molto di più della società che le ha concepite che del reale contenuto delle ampolle, dal sacro sorbetto color sangue alle elaborate ricette che trovano spazio nei prontuari chimici.

L'ultima parte del saggio esplora le vicende più recenti del dibattito sulla reliquia, soprattutto a partire dalle polemiche sollevate dall'ipotesi tissotropica di Luigi Garlaschelli. Molto opportunamente de Ceglia osserva come nessuna affermazione possa essere considerata probante senza indagini effettuate secondo i moderni criteri della scienza, che esigerebbero una trasparenza che l'autorità ecclesiastica non ha ancora deciso di abbracciare.

Eppure — come conclude l'autore e dimostra anche il precedente della Sindone di Torino — certamente non ne avrebbe a soffrire il culto, che ha resistito senza scossoni anche al «declassamento» del 1969, quando la festa di san Gennaro divenne memoria locale, facoltativa al di fuori del territorio partenopeo. La scritta «San Genna', fottatenne» fu la risposta che apparve sui muri di Napoli, lapidaria e chiarissima, come una professione di fede.

Anna Rita Longo



La matematica degli dèi e gli algoritmi degli uomini
di Paolo Zellini
Adelphi, Milano, 2016,
pp. 258 (euro 14,00)

Da dove vengono i numeri?

La parola «algoritmo» ormai da tempo è uscita dal linguaggio specialistico (prima matematico, poi anche informatico) per assurgere a termine di dominio più ampio, ben presente nei mezzi di comunicazione e perfino nel vocabolario delle normali conversazioni. Purtroppo, come spesso accade in questi casi, il termine è spesso usato in maniera poco corretta, quando non decisamente a sproposito. Non è certo il caso di questo libro, che riconduce la parola al suo significato più autentico; anzi, è proprio nel dominio strettamente matematico che Zellini, matematico e saggista, sembra voler dotare il concetto di algoritmo di una caratteristica più impegnativa e determinante nell'ambito dell'evoluzione della matematica.

Per sua propria natura — prevalentemente per la sua coerenza interna che le permette di costruire un impianto assai vasto, ma ogni volta giustificato da proposizioni discendenti l'una dall'altra — la matematica offre alla filosofia della conoscenza un numero limitato di questioni; ma sono decisive, e in un certo senso permanenti fin dagli albori della disciplina. È la matematica invenzione o scoperta? I numeri sono dotati di un'esistenza reale, per così dire fisica, o discendono esclusivamente dalle appercezioni con cui il cervello legge il mondo? Sono tutte domande che l'autore ripercorre nel testo, con estrema consapevolezza

tecnica, fino al punto di dar senso alla dicotomia del titolo, che fin dall'inizio preannunciava una cesura tra l'aspetto perfetto (forse divino) della matematica pura degli inizi, contrapposto alla sua (quasi incontrollata) crescita attraverso i meccanismi algoritmici e forse per questo prettamente umani.

Viene quasi subito in mente il famoso aforisma di Kronecker («Dio ha creato i numeri interi, tutto il resto è opera dell'uomo»), e di conseguenza nasce la tentazione di leggere il libro come una sorta di sviluppo del tema kroneckeriano. Si tratterebbe certo di una semplificazione eccessiva: Zellini ripercorre infatti tutti i temi cruciali della filosofia della matematica, non solo gli aspetti ontologici: dai paradossi di Zenone agli infiniti di Cantor, fino alla crisi dei fondamenti e all'esplosione della complessità.

È però possibile che la dicotomia di Kronecker possa fungere quanto meno da *fil rouge* per tutta l'opera: la distanza tra la matematica fondamentale, così potente e bella, e i prodotti della sua crescita esponenziale (e inevitabilmente approssimata) sembra restare il tema centrale del libro, quasi come se il successo, anche tecnico, della matematica le avesse fatto perdere, se non proprio l'innocenza, almeno una parte del suo fascino divino.

Piero Fabbri

Quando la Terra si muove

Una conoscenza corretta dei terremoti è un passaggio essenziale per riuscire a passare da una cultura dell'emergenza a una cultura di prevenzione del rischio

Il fatto che l'Italia sia un paese sismico non dovrebbe fare notizia. Mai. Eppure, ogni volta che la Terra trema, lo stesso disco rotto è messo sul piatto del giradischi nazionale, con i mezzi di comunicazione che vanno a chiedere le stesse cose agli esperti, i politici di turno che fanno le stesse promesse di «mettere in sicurezza», i sopravvissuti che chiedono di non essere lasciati soli. Si ha, cioè, l'impressione che nonostante la storia della nostra nazione sia percorsa fin dall'antichità da terremoti più o meno devastanti, ogni volta il libro debba essere riaperto alla prima pagina e non si abbia mai la forza e la voglia di andare a leggere i capitoli successivi.

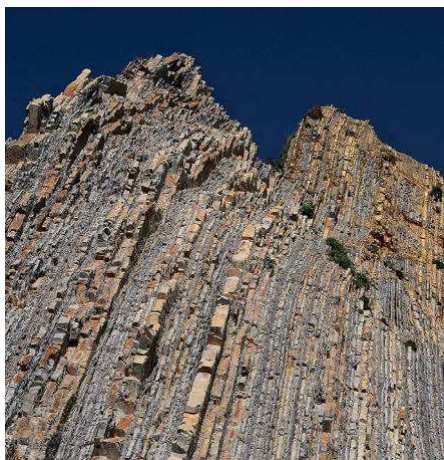
La mostra che il Museo civico di storia naturale di Milano ospita in questi mesi cerca con le armi a propria disposizione di promuovere una cultura consapevole del terremoto, perché la conoscenza - la lettura del libro della storia e di quello della scienza - è il primo passo per un comportamento consapevole. Le sette sale occupate dall'esibizione partono dalle cause dei terremoti, spiegando al visitatore la composizione dell'interno del nostro pianeta. Si passa quindi a una sezione sulla dinamica, con la tettonica delle placche, le diverse tipologie di faglie e il loro ruolo nella genesi dei sismi. Ecco, quindi, l'identikit del terremoto, raccontato nelle sue caratteristiche fisiche: le diverse onde sismiche, la loro propagazione e, soprattutto, gli effetti che hanno sui diversi materiali, come per esempio quelli impiegati nell'edilizia. Non manca una parte dedicata ai maremoti, come quelli che abbiamo visto in azione a Fukushima nel 2011 o a Sumatra nel 2004.

Infine, una parte del discorso che spesso è lasciata in secondo piano, ma che invece dovrebbe essere il centro dell'educazione e dell'informazione sul convivere civile: che cosa fare, quali sono i comportamenti da tenere e le corrette modalità di soccorso in caso di terremoto. Quest'ultimo trattato è accompagnato anche dalla presentazione delle ultime novità provenienti dalla Fondazione EU-CENTRE di Pavia, il Centro europeo di formazione e ricerca in ingegneria sismica, su come mettere in sicurezza gli edifici che frequentiamo ogni giorno. La speranza è che il visitatore della mostra in futuro non si stupisca più, ma chieda invece che nel nostro paese si passi da una cultura dell'emergenza a una della prevenzione del rischio sismico.

Marco Boscolo



La mostra in corso a Milano approfondisce sia la scienza e la storia dei sismi sia i comportamenti da tenere e le giuste modalità di soccorso quando si verificano.



Dove & quando:

Terremoti
Origini, storie e segreti
dei movimenti della Terra

fino al 30 aprile

Museo civico di storia naturale
Corso Venezia 55, Milano
www.assodidatticamuseale.it

La nascita dal caos del sistema solare

di Linda T. Elkins-Tanton

Appena cinque anni fa gran parte degli scienziati riteneva che i corpi del sistema solare si fossero formati seguendo una crescita lenta e progressiva, da particelle minuscole a grandi pianeti. Recenti analisi di meteoriti, residui della nascita del nostro sistema planetario, fanno invece capire che ebbe origine da collisioni caotiche, liquefazioni e ricostruzioni.

Con gli occhi di un bambino

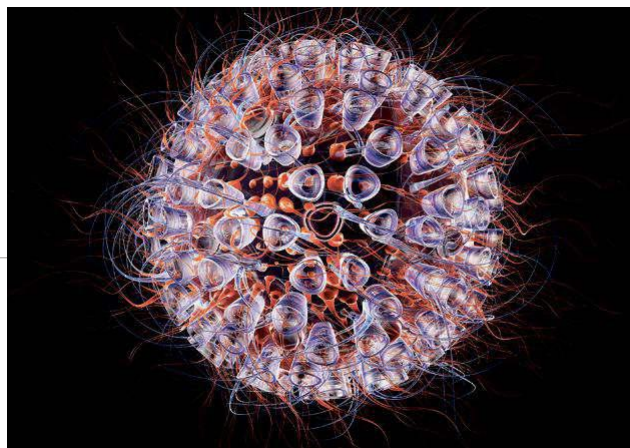
di Orsola Rosa-Salva, Elisa Di Giorgio, Giorgio Vallortigara

Il nostro mondo è popolato di esseri animati il cui comportamento e le cui sembianze sono spesso molto diverse da quelle degli oggetti inanimati. La ricerca sui meccanismi cerebrali innati che ci consentono di distinguerli fornisce nuovi e inaspettati strumenti per la diagnosi precoce dei disturbi dello spettro autistico.

Il tallone d'Achille dell'HIV

di Rogier W. Sanders, Ian A. Wilson e John P. Moore

Dopo quasi vent'anni di tentativi, un gruppo di ricercatori è riuscito a ottenere una proteina sintetica che dovrebbe aiutare a superare le difficoltà incontrate finora nel preparare un vaccino per l'HIV, imitando le proteine del virus abbastanza bene da riuscire a stimolare i giusti anticorpi.



LE SCIENZE S.p.A.

Sede legale: Via Cristoforo Colombo 90,
00147 ROMA.

Redazione: tel. 06 49823181
Via Cristoforo Colombo 90, 00147 Roma
e-mail: redazione@lescienze.it
www.le Scienze.it

Direttore responsabile
Marco Cattaneo

Redazione
Claudia Di Giorgio (caporedattore), Giovanna Salvini
(caposervizio grafico), Cinzia Sgheri,
Ale Sordi (grafico), Giovanni Spataro

Collaborazione redazionale
Folco Claudì, Gianbruno Guerrierio
Segreteria di redazione: Lucia Realacci
Progetto grafico: Giovanna Salvini

Referente per la pubblicità
A. Manzoni & C. S.p.A.
agente Daria Orsi (tel. 02 57494475, 345 4415852)
e-mail dorsi@manzoni.it

Pubblicità:
A. Manzoni & C. S.p.A.
Via Nervesa 21, 20139, Milano, telefono: (02) 574941

Stampa
Puntoweb, Via Variante di Cancelliera, snc,
00040 Ariccia (RM).

Consiglio di amministrazione
Corrado Corradi (presidente), Michael Keith Florek
(vice presidente), Gabriele Acquistapace,
Markus Bossle, Stefano Mignanego

Responsabile del trattamento dati
(D. lgs. 30 giugno 2003 n. 196):
Marco Cattaneo

Registrazione del Tribunale di Milano n. 48/70
del 5 febbraio 1970.

Rivista mensile, pubblicata da Le Scienze S.p.A.
Printed in Italy - dicembre 2016

Copyright © 2016 by Le Scienze S.p.A.
ISSN 2499-0590

Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte della rivista può essere riprodotta, rielaborata o diffusa senza autorizzazione scritta dell'editore. Si collabora alla rivista solo su invito e non si accettano articoli non richiesti.

SCIENTIFIC AMERICAN

Editor in Chief: Mariette DiChristina; Executive editor:
Fred Guteri; Managing Editor: Ricki L. Rusting; Board
of Editors: Mark Fischetti, Christine Gorman, Anna
Kuchment, Michael Moyer, Gary Stix, Kate Wong,
David Biello, Larry Greenemeier, Ferris Jabr, John
Matson

President Steven Inchcoombe;
Executive vice president: Michael Florek;
Vice president and associate publisher: Michael Voss;
Design Director, Michael Mrak

Hanno collaborato a questo numero
Per le traduzioni: Mauro Capocci: *Speciazione in
corso*; Valeria Gili: *Disintossicarsi a ogni costo*;
Lorenzo Lilli: *Idee che cambiano il mondo*, *Le nuove
frontiere della fusione*; Alfredo Tutino: *Un nuovo
modo di vedere il linguaggio*.

Notizie, manoscritti, fotografie, e altri materiali redazionali inviati spontaneamente al giornale non verranno restituiti.

In conformità alle disposizioni contenute nell'articolo 2 comma 2 del «Codice Deontologico relativo al trattamento dei dati personali nell'esercizio dell'attività giornalistica ai sensi dell'Allegato A del Codice in materia di protezione dei dati personali ex d.lgs. 30 giugno 2003 n. 196», Le Scienze S.p.A. rende noto che presso la sede di Via Cristoforo Colombo, 90, 00147, Roma esistono banche dati di uso redazionale. Per completezza, si precisa che l'interessato, ai fini dell'esercizio dei diritti riconosciuti dall'articolo 7 e seguenti del d.lgs. 196/03 - tra cui, a mero titolo esemplificativo, il diritto di ottenere la conferma dell'esistenza di dati, la indicazione delle modalità di trattamento, la rettifica o l'integrazione dei dati, la cancellazione ed il diritto di opporsi in tutto od in parte al relativo utilizzo - potrà accedere alle suddette banche dati rivolgendosi al Responsabile del trattamento dei dati contenuti nell'archivio sopraindicato presso la Redazione di Le Scienze, Via Cristoforo Colombo, 90, 00147 Roma.

ABBONAMENTI E ARRETRATI SOMEDIA S.p.A.

Casella Postale 10055 - 20111 Milano
Abbonamenti: abbonamentiscienze@somedia.it
Arretrati e prodotti opzionali: lescienzevendite@somedia.it
Tel. 199.78.72.78 (0864.256266 per chi chiama da telefoni cellulari. Il costo massimo della telefonata da rete fissa è di 14,37 cent di euro al minuto più 6,24 cent di euro di scatto alla risposta (iva inclusa). Per chiamate da rete mobile il costo massimo della chiamata è di 48,4 cent di euro al minuto più 15,62 cent di euro di scatto alla risposta (iva inclusa). Fax 02 26681991.
Abbonamenti aziendali e servizio grandi clienti
Tel. 02 83432422; fax 02 70648237;
mail.grandclienti@somedia.it

abb. annuale	Italia	€ 39,00
abb. biennale		€ 75,00
abb. triennale		€ 99,00
copia arretrata		€ 9,00
abb. annuale Europa	Estero	€ 52,00
abb. annuale Resto del Mondo		€ 79,00



Accertamento
diffusione stampa
certificato
n. 8099 del 6/4/2016

Oggi puoi leggere
Le Scienze direttamente su iPad.

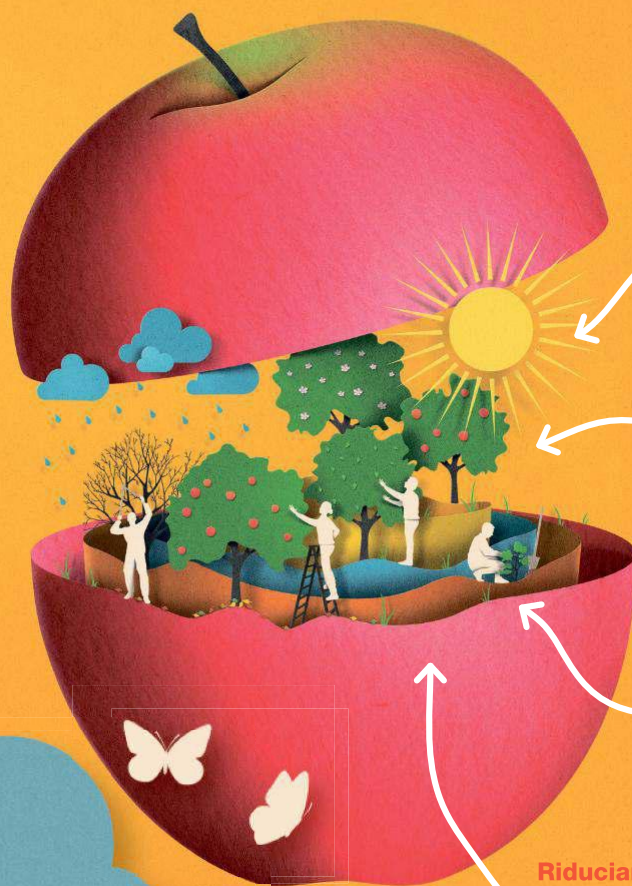


La nuova applicazione disponibile sull'edicola Newsstand di iPad.

Porta Le Scienze sempre con te. Scarica l'applicazione sul tuo iPad e sfoglia i migliori approfondimenti su scienza, tecnologia ed innovazione. Scegli l'abbonamento che preferisci e leggi la rivista in prova gratuita per 1 mese.

Le Scienze

IN *Pink Lady*® CI PRENDIAMO IL NOSTRO TEMPO!



Lasciamo maturare le nostre mele sull'albero da aprile a novembre (il periodo di maturazione più lungo per una mela) affinché possano esprimere tutte le loro qualità.

Ad ogni stagione realizziamo un minuzioso lavoro manuale sui nostri meleti (taglio, sfogliatura...) per favorire il soleggiamento e una crescita armoniosa dei frutti.

In autunno raccogliamo le mele a mano in 3 passaggi per cogliere solo i frutti giunti a perfetta maturazione.

Riduciamo la velocità del confezionamento per assicurare il controllo visivo di ogni mela e verificare la loro qualità ottimale.



Per maggiori informazioni visitate il sito:
www.mela-pinklady.com

La mela che coltiva i suoi valori