

MIT Technology Review

ITALIA
Anno XXVII - 6/2015

35 INNOVATORI UNDER 35 2015

Inventori, Imprenditori,
Visionari, Pionieri, Umanitari

Quanto vale il solare?

Il nuovo impianto di SolarCity

Tutti i colori del gatto

Per comunicare il rischio nucleare

Apprendimento on-line

A favore e contro

Macchine di parola

Ci prova Facebook

Sic et non sugli OGM

Agricoltura sicura



PLUS Sette innovatori oltre i 70 anni ■ Mind the Bridge: un ponte tra Europa e USA ■ IIT Innovazione ■ TR Mondo: Cina, India ■ L'effetto serra e la ricerca italiana ■ Reattori a sali fusi ■ Chi guida il guidatore? ■ Formula SAE Italy e Formula Electric Italy ■ Robot collaboratori, comunicativi, domestici ■ Interconnessione quantistica ■ Finmeccanica Innovazione ■ FS Innovazione ■ Breve storia degli attacchi informatici ■ Possiamo diventare più intelligenti?

RIVISTA BIMESTRALE - 6 EURO
TARIFFA ROC: POSTE ITALIANE SpA
SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE -
DECRETO LEGGE N. 353/2003 (CONVERTITO
IN LEGGE 27/02/2004 N.46) ARTICOLO 1,
COMMA 1, DCB ROMA



Ideas for a brighter future

Da sempre Eni promuove la ricerca scientifica d'avanguardia premiando i progetti e le scoperte più innovative nel campo dell'energia. Prestigioso riconoscimento a livello internazionale, Eni Award viene assegnato ai ricercatori che si sono distinti nel campo delle energie rinnovabili, dei progetti a tutela dell'ambiente e delle nuove frontiere degli idrocarburi. È valorizzando le idee migliori di oggi che miglioriamo il nostro futuro.



Vuoi far crescere
il tuo business
in Europa?



Noi ti aiutiamo
a fare la mossa
giusta.

UniCredit ti aiuta ad internazionalizzare
il tuo business, con 200 specialisti
in 50 centri internazionali, numerosi
eventi per metterti in contatto
con i mercati esteri e un supporto
concreto per muoverti in Europa.
Scopri di più su: unicredit.eu

La vita è fatta di alti e bassi.
Noi ci siamo in entrambi i casi.



Benvenuto in
UniCredit

MIT Technology Review

ITALIA

Anno XXVII - 6/2015

DIRETTORE

Alessandro Ovi

DIRETTORE RESPONSABILE

Gian Piero Jacobelli

COMITATO EDITORIALE E SCIENTIFICO

Alberto Abruzzese

Vittorino Andreoli

Carlo Bozotti

Francesco Caio

Michele Mario Elia

Andrea Granelli

Patrizia Grieco

Mauro Moretti

Pasquale Pistorio

Jason Pontin

Romano Prodi *Presidente*

Carlo Rubbia

Umberto Veronesi

PROGETTO GRAFICO

Carla Baffari

Il senso del dopo

Ci capita spesso di concepire la nostra rivista come una cartina di tornasole delle tendenze che si manifestano nei regimi della convivenza, soprattutto in ragione dei progressi della scienza e della tecnologia. In questo fascicolo la cartina di tornasole segnala, nei più disparati ambiti di discorso, la tendenza a valutare il senso di quanto sta avvenendo in ordine al “dopo”: una disposizione a pensare il presente in funzione del futuro, che tende quindi a interpretare il presente non come la condizione di vita con cui nel bene e nel male dobbiamo concretamente misurarci, ma come un tempo di passaggio verso ciò che deve ancora venire. Per quanto, come insegnava Ernst Bloch nel suo *Principio speranza*, la speranza, e quindi l’apertura al futuro, costituisca un principio essenziale del pensare e dell’agire, si corre il rischio che, a furia di sperare senza frutto e costruito, il “dopo” si trasformi in una fuga dal presente e dalle sue responsabilità.

Ovviamente, ci sono tanti e diversi “dopo” e tanti e diversi se ne possono rinvenire anche nelle pagine che seguono. Ci sono i “dopo” pieni di entusiasmo e di intraprendenza come quelli dei giovani ricercatori TR 35, ognuno già pronto a creare una propria piccola impresa: in questo caso il “dopo” delinea le difficoltà a proiettare le certezze acquisite nei laboratori sulle incertezze dei mercati. Perciò vanno accolti con particolare interesse tutti gli strumenti conoscitivi e organizzativi che consentano di fare tesoro delle esperienze e delle risorse anche esterne al loro bacino di provenienza: per esempio, quel Mind of the Bridge che - lo dice il nome stesso - si propone come ponte tra le due rive dell’Atlantico e soprattutto tra mentalità e modalità operative molto diverse.

Ci sono però anche dei “dopo” che rendono evidente le difficoltà a scegliere la strada più conveniente e opportuna: e non deve sorprendere che questi “dopo” disorientati e disorientanti emergano proprio sui fronti più avanzati della industria tecnologica, da quelli della energia a quelli dei trasporti, da quelli della robotica a quelli dell’ambiente. Non deve sorprendere perché, più si va avanti, più si moltiplicano le alternative, e più si moltiplicano le alternative, più in ciascuna, a confronto con le altre, le negatività sembrano prevalere sulle positività.

La realtà è che con l’accelerazione della innovazione si allungano i tempi della previsione, ma sarebbe meglio dire della preoccupazione. Dieci, cento, mille anni, diecimila anni, come nel caso del sorprendente *raycat*, il “gatto multicolore” che riesplode on-line riproponendo alcune vecchie, ma tanto più attuali riflessioni concernenti la possibilità di comunicare alle generazioni future i rischi connessi alla obliata localizzazione dei depositi nucleari.

Tanto più grave appare la sindrome del “dopo” nei settori che sembrerebbero programmaticamente proiettati sul dopo, come nel caso di quella che, a volte ironicamente, si chiama “società dell’informazione”. Basta considerare come il problema della formazione digitale faccia sempre un passo avanti per farne uno, se non due, indietro. Quanto meno per ora, non vince il “tutto on-line”, ma una misurata combinazione tra didattica reale e didattica virtuale. D’altra parte, se prima ci si era illusi di interpretare i fenomeni dell’intelligenza naturale sulla base della nascente intelligenza artificiale, oggi, con il cosiddetto “apprendimento profondo”, il rapporto si sta apparentemente invertendo, nella misura in cui l’intelligenza naturale presenta una indubbia consonanza con il mondo circostante e quindi risulta più finalizzata e finalizzabile.

Per concludere questa brevissima riflessione sul “dopo”, ci sembra utile prendere spunto da un grande evento che sta per concludersi proprio mentre andiamo in stampa: l’Expo di Milano. Conclusasi l’Expo con un successo di pubblico persino superiore a quanto auspicato, sta diventando incalzante il problema del “dopo Expo”, che sempre più frequentemente viene considerato il fattore prioritario per valutare l’Expo stessa.

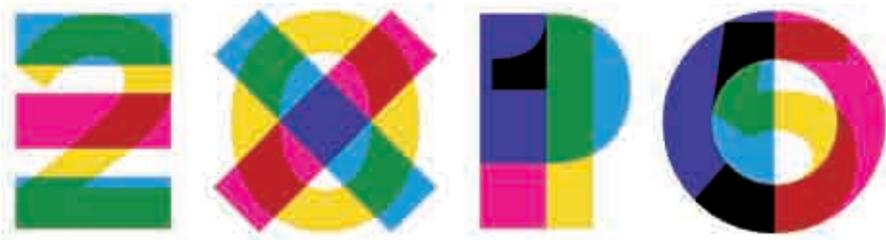
In questo caso il “dopo” si articola in almeno due “dopo”: quello relativo alla esigenza che le tematiche dell’Expo si proiettino in un orizzonte programmatico, relativo ovviamente alla fame e alla sete nel mondo, e quello concernente la destinazione delle aree su cui insiste l’Expo, a evitare che vengano abbandonate



a se stesse, nella vicendevole elisione delle proliferanti proposte. In effetti, così è avvenuto per molte delle precedenti Expo, che talvolta, come per esempio a Siviglia 1992 e a Hannover 2002, hanno aperto delle ferite non ancora rimarginate nel tessuto urbano. In altri casi, come ad Aichi 2005, è stato ripristinato il parco preesistente, cancellando sostanzialmente le tracce dell'evento. In altri ancora, come a Lisbona 1998, al posto dell'Expo è sorto un quartiere residenziale in cui si innesta qualche reperto poco utilizzato. Se si guarda ancora più indietro, non sul breve, ma sul medio e lungo periodo, e soprattutto se si guarda ad alcune Expo americane, da Filadelfia a San Francisco, ci si rende conto che gli esiti più riusciti sono quelli in cui si è lasciato che la città procedesse per la propria strada, espandendosi e inglobando le aree espositive e alcune strutture particolarmente rappresentative.

Che il "dopo" si articoli in maniera così problematica e persino sconcertante; che spesso il "dopo" resti troppo condizionato dal "prima", non comporta che si debba abbandonare il campo, lasciando le cose andare come vanno. Comporta piuttosto che si resti fedele alle proprie intenzionalità; per esempio, nel caso dell'Expo di Milano, che si possa preservare qualcosa della tematica alimentare raccogliendo nell'area strutture informative, formative, di ricerca e di fruizione attinenti all'alimentazione, con tutti i suoi aspetti scientifici, economici, sociali e culturali. Ma comporta anche che, affrontando eventi intenzionati a cambiare il mondo, o anche conoscenze intenzionate a cambiare il mondo, si debba restare consapevoli dell'elevato tasso di aleatorietà implicito in ogni grande progetto.

Ogni chiusura programmatica, ingabbiando il gioco reale degli interessi e delle stesse tensioni che agitano oggi le comunità locali e globali, rischierebbe infatti il shakespeariano "molto rumore per nulla". (g.p.j.)



I Premi Nobel 2015

Dal 5 al 12 ottobre sono stati assegnati i Premi Nobel 2015.

Fisiologia o Medicina

Il Premio Nobel per la Medicina è stato assegnato all'irlandese William C. Campbell e al giapponese Satoshi Omura, per una terapia per le infezioni da parassiti, e alla cinese Tu Youyou, per una terapia antimalaria.

Fisica

Il Premio Nobel per la Fisica è stato assegnato al giapponese Takaaki Kajita e al canadese Arthur B. McDonald, per lo studio dei neutrini.

Chimica

Il Premio Nobel per la Chimica è stato assegnato allo svedese Tomas Lindahl, allo statunitense Paul Modrich e al turco-statunitense Aziz Sancar, per gli studi sui meccanismi di riparazione del DNA.

Letteratura

Il Premio Nobel per la Letteratura è stato assegnato alla scrittrice e giornalista bielorusa Svetlana Alexievich, per i suoi scritti sulle condizioni di vita nei Paesi dell'Est europeo.

Economia

Il Premio Nobel per l'Economia è stato assegnato al britannico Angus Deaton per le sue analisi su consumi, povertà e benessere.

Pace

Il Premio Nobel per la Pace è stato assegnato al Quartetto per il dialogo nazionale tunisino, per il contributo alla costruzione di una democrazia pluralista in Tunisia.



EDITORE

Tech.Rev. Srl
Presidente Alessandro Ovi
Via del Corso 504
00186 Roma
E-mail: ovi@techrev.it
Sito: www.technologyreview.it

AMMINISTRAZIONE

Tech.Rev. Srl
Via del Corso 504 - 00186 Roma
Segreteria: Elisabetta Sabatini,
Tel. 3666608080
E-mail: admin@technologyreview.it
Abbonamento annuale 30 euro
- Pagamento on line tramite carta
di credito su www.technologyreview.it
- Versamento su c/c bancario
n. 010000002783 intestato a Tech.Rev.
Srl presso CREDEM, Agenzia 2
Via del Tritone 97 - 00187 Roma
(CIN L - ABI 03032 - CAB 03201 -
IBAN IT57 L030 3203 2010 1000 0002 783)
- Invio assegno bancario non trasferibile
intestato a Tech Rev. Srl
presso la sede amministrativa
- Versamento su c/c postale
n.41190836 intestato a Tech. Rev. Srl

DIREZIONE E REDAZIONE

Via in Publicolis 43
00186 Roma
Tel./Fax 06 68308373
E-mail: jadroma2@gmail.com
Segreteria: Lavinia Giovagnoni

COPYRIGHT©2015

MIT Technology Review
One Main Street
Cambridge, Ma 02142 USA
MIT Technology Review edizione italiana
Tech.Rev. Srl
Via del Corso, 504
00186 Roma
Registrazione del Tribunale di Roma
n.1/2003

STAMPA

Tipografia RICCI Arti Grafiche
Via Bolghieri 22-26
00148 Roma
Finito di stampare in ottobre 2015

Un fascicolo 6 euro - IVA Assolta dall'editore
ai sensi dell'art. 74, I comma, lettera C,
D.P.R. n.633/1972 e successive modificazioni

EDITORIALE

2

Il senso del dopo

Si registra spesso la tendenza a valutare il senso di quanto sta avvenendo in ordine al "dopo", finendo per trascurare il presente. (g.p.j.)

SCENARI

6

35 INNOVATORI UNDER 35 2015

Tra i giovani ricercatori selezionati da MIT Technology Review USA, se ne presenta uno per sezione (Inventori, Imprenditori, Visionari, Pionieri, Umanitari).

13

Sette innovatori oltre i 70 anni Jason Pontin

CONFRONTI

14

Un ponte tra Europa e USA

Rendere più facile l'exit verso i mercati azionari contribuirà a innescare il processo di scale-up dell'ecosistema europeo.

Alessandro Ovi

16

SEP: europee a confronto (a.o.)

IITINNOVAZIONE

17

- L'estate di iCub al MIT
- La stimolazione neurale wireless

MITTR Mondo

18

CINA

Da veicolo a veicolo

Will Knight

IA vs inquinamento

Will Knight

19

INDIA

L'India guarda all'Iran

Richard Martin

Un aeroporto a energia solare Il solare e le scimmie

Richard Martin

OPINIONI

21

Il problema CO2

Il Rapporto dell'Intergovernmental Panel on Climate Change mostra un chiaro aumento della temperatura della Terra.

Luca Longo

TECNO

22

Quanto vale il solare?

Il nuovo impianto produttivo di SolarCity a Buffalo, New York, potrebbe diventare una delle risposte più efficaci alla domanda di energia solare.

David Rotman

OPINIONI

26

Reattori a sali fusi

In 10 anni si potrebbe costruire il prototipo di un reattore a sali fusi più sicuro e pulito.

Kevin Bullis, Richard Martin,
Alessandro Ovi

28

Tutti i colori del gatto

Sta invadendo la Rete una proposta che oltre trent'anni fa i semiologi Françoise Bastide e Paolo Fabbri avanzarono per contenere i rischi delle scorie nucleari. (g.p.j.)

Gatti, suoni e luci

Françoise Bastide e Paolo Fabbri

RASSEGNE

32

Chi guida il guidatore?

Una start-up sta affrontando il problema della guida automatica in modo differente.

Will Knight

33

Basta poco per andare

Gli algoritmi visivi possono permettere a una automobile di guidarsi da sola.

Will Knight

34

Formula SAE Italy e Formula Electric Italy

Oltre 70 università di 20 paesi hanno gareggiato a Varano de' Melegari.

Matteo Ovi

36

Robot collaboratori

Mark Harris

37

Robot comunicativi

Julia Sklar

38

Robot domestici

Will Knight

39

Interconnessione quantistica

The Physics arXiv Blog

FINMECCANICA/INNOVAZIONE

40 L'innovazione distribuita

FSINNOVAZIONE

41 Made in Italy nel mondo

42

L'apprendimento on-line

La tecnologia permette di raccogliere una quantità di dati sul modo di apprendere. Che ricadute potranno avere questi dati sull'insegnamento?

Nanette Byrnes

43 Breve storia dei corsi on-line

Un rapido excursus sullo sviluppo dell'apprendimento nel Web.

43 La scuola connessa

Come l'apprendimento on-line arriva nelle classi.

Kristin Majcher

44 Chi dice sì ai MOOC

Il rettore della Duke University, Sally Kornbluth, non nutre dubbi sulla ricaduta positiva per gli studenti.

45 Chi dice no ai MOOC

Il presidente di Stanford, John Hennessy, si dice scettico sulla possibilità di nuove motivazioni.

46 L'India ama i MOOC

In un paese con risorse universitarie scarse, gli studenti e i professori cercano di capire quanto possano servire.

George Anders

47 Il boom dei corsi in Cina

L'impennata dell'apprendimento on-line per lo sviluppo delle competenze sembra escludere i meno abbienti.

David Talbot

48

L'esperienza italiana ed europea dei corsi on-line

Due dati di fatto: la cosiddetta "società della conoscenza" e il calo delle iscrizioni alle università italiane.

Gianpiero Gamaleri

49 L'Università Uninettuno

(g.g.)

50

Come farci capire dalle macchine

Una nuova versione della tradizionale teoria dell'intelligenza artificiale potrebbe permetterci di dialogare con i computer. Facebook è all'avanguardia.

Tom Simonite

RASSEGNE

56

I venti peggiori attacchi informatici del nuovo secolo

Gli attacchi informatici continuano ad aumentare e un ricercatore sta cercando di individuarli.

The Physics arXiv Blog

58

Sic et non sugli OGM

Nei suoi laboratori Monsanto studia come modificare le varietà coltivate senza intervenire sui loro geni, ma irrorandole di RNA.

Antonio Regalado

63

L'agricoltura biotech

Dopo i primi raccolti geneticamente modificati di oltre 20 anni fa, solo in alcune zone è continuato lo sviluppo di questo tipo di agricoltura.

RASSEGNE

64

Possiamo diventare più intelligenti?

Mappe dei "geni intelligenti" sono in via di elaborazione, ma né gli indirizzi di ricerca né le loro applicazioni pratiche sono ancora sufficientemente chiari.

Julia Sklar



MIT

Technology Review Italia

è realizzata con il contributo di

Enel

Eni

Ferrovie dello Stato Italiane

Olivetti

STMicroelectronics

Telecom Italia

Poste Italiane

La musica delle sfere

The Physics arXiv Blog

Se le stelle vibrano come delle campane, perché non utilizzarle in una composizione musicale? Lo ha fatto un astronomo in Turchia.

Gli astronomi sono consapevoli da tempo del fatto che le stelle possono vibrare come campane in festa. Questa constatazione ha dato vita a una intera sub-disciplina dell'astronomia, chiamata astrosismologia, con cui gli astronomi cercano di comprendere meglio la struttura delle stelle studiandone le vibrazioni.

Lo studio ha portato anche a un po' di divertimento. Proprio come una normale campana produce delle note, gli astronomi hanno utilizzato i dati ricavati dalle stelle vibranti per creare dei suoni alla portata delle nostre orecchie. Burak Ulas dell'Izmir Turk College Planetarium, in Turchia, si è spinto oltre e ha composto un brano musicale basandosi sugli accordi registrati dalle pulsazioni di una stella chiamata Y Cam A, una di due stelle declinanti in un sistema binario. Un accordo è un suono simultaneo ottenuto con tre o più note differenti, o frequenze, distinte tra loro da precisi intervalli. Si è scoperto che Y Cam A vibra a diverse frequenze. Produce, infatti, una onda composta da quattro frequenze simil-sinusoidali, che Ulas ha districato e trasformato in una serie di accordi musicali grazie ad Audacity, un software audio gratuito. Questi accordi sono stati d'ispirazione e di fondamento per una composizione per pianoforte, prodotta da Ulas mediante GoldWave, un editor digitale per audio. In un certo senso, si può dire che abbia utilizzato Y Cam A come strumento musicale. Per finire, Ulas ha caricato il file su SoundCloud, dove tutti possono ascoltarlo gratuitamente. Dunque, ascoltatelo. Questa musica delle stelle dovrebbe fare da gradito sfondo alle lunghe veglie degli astronomi, o di chiunque altro abbia desiderio di udire suoni celestiali. ■

35 INNOVATORI UNDER 35 2015

Ci sono più modi per leggere le storie di chi è protagonista dell'innovazione. Una gamma sfaccettata di personalità creative, degne della massima attenzione, ma gli aspetti che ci interessa approfondire sono quelli legati al cambiamento introdotto in ambito tecnologico. Nella biomedicina, per esempio, si descrive in dettaglio il funzionamento del cervello e le nuove terapie nel campo delle malattie mentali. Altri ricercatori prefigurano strade mai battute nella ricerca sul cancro. Allo stesso tempo, nella robotica e nell'intelligenza artificiale, l'innovazione avanza con passi da gigante. Altrettanto si può dire per i progressi tecnologici legati al crollo dei costi dei sensori e della banda larga.

Il processo di selezione degli innovatori nasce dalle proposte dei lettori, dei responsabili di MIT Technology Review e dei nostri partner internazionali che pubblicano gli elenchi degli under 35 selezionati nei loro paesi. I nostri responsabili editoriali e redazionali selezionano una rosa di circa 80 nomi, dopo un'attenta analisi dei lavori e dei titoli dei diretti interessati. Poi alcuni esperti esterni avanzano delle proposte sui possibili "finalisti" in base all'originalità e alle ricadute positive delle loro ricerche. Infine la nostra rivista esercita la scelta definitiva.

MIT Technology Review Italia, nel dare notizia dei giovani ricercatori selezionati quest'anno dalla edizione statunitense, ha deciso di presentarne ai lettori italiani uno per ogni sezione (Inventori, Imprenditori, Visionari, Pionieri, Umantari), rinviando alle schede rintracciabili on-line una rassegna esauriente degli altri protagonisti della selezione 2015.

Commissione di valutazione

Zhenan Bao

Professor of Chemical Engineering,
Stanford University

David Berry

General Partner, Flagship Ventures

Edward Boyden

Co-director, MIT Center for
Neurobiological Engineering

Yet-Ming Chiang

Professor of Materials Science and
Engineering, MIT

James Collins

Professor of Biomedical Engineering,
Boston University

John Dabiri

Professor of Civil and Environmental
Engineering, Stanford

Tanuja Ganu

Cofounder, DataGlen

Javier Garcia-Martinez

Director of Molecular Nanotechnology
Laboratory, University of Alicante, Spain

Julia Greer

Professor of Materials Science and
Mechanics, Caltech

Christine Hendon

Assistant Professor of Electrical
Engineering, Columbia University

Eric Horvitz

Managing Director, Microsoft Research

Rana el Kaliouby

Chief Strategy & Science Officer, Affectiva

Hao Li

Assistant Professor of Computer Science,
University of Southern California

Cherry Murray

Professor of Physics and Technology
and Public Policy, Harvard University

Carmichael Roberts

Entrepreneur and General Partner,
North Bridge Venture Partners

John Rogers

Professor of Chemistry and Materials
Science Engineering, University of Illinois

Umar Saif

Vice Chancellor, Information Technology
University Lahore, Pakistan

Julie Shah

Associate Professor of Aeronautics
and Astronautics, MIT

Rachel Sheinbein

Managing Director, Makeda Capital

Leila Takayama

Senior Researcher, Google X

Kay Tye

Assistant Professor of Neuroscience,
MIT

Sophie Vandebroek

CTO, Xerox

Jennifer West

Professor of Engineering,
Duke University

Jackie Ying

Executive Director, Institute of
Bioengineering and Nanotechnology,
Singapore

Ben Zhao

Professor of Computer Science.
UC Santa Barbara

Xiaolin Zheng

Associate Professor of Mechanical
Engineering, Stanford

Inventori

Quelli che creano tecnologie che rendono possibile immaginare ex novo come le cose sono fatte.

Yunji Chen
Canan Dagdeviren
Lisa De Luca
Travis Deyle
Richard Lunt
Rohan Paul
Jamie Shotton
Benjamin Tee
Conor Walsh



Canan Dagdeviren 30 anni

Una esperta di sensori flessibili e batterie intravede l'opportunità per una nuova classe di dispositivi medici.

Julia Sklar

Cosa fareste se vostra madre si lamentasse di non capire se la sua crema per la pelle funziona o meno? Se foste la scienziata dei materiali Canan Dagdeviren, costruireste un dispositivo in grado di misurare quei cambiamenti nella qualità della pelle che sono troppo delicati per venire rilevati al tatto. Proprio mentre lavorava con alcuni dermatologi per sviluppare questo strumento, però, la Dagdeviren ha scoperto che poteva venire utilizzato per applicazioni più significative: per verificare la presenza di cancro alla pelle al fine di intervenire preventivamente o aiutare i pazienti ad evitare biopsie non necessarie.

Un primo indicatore del cancro è la presenza di uno strato di pelle leggermente più spesso rispetto alla pelle circostante. Il dispositivo della Dagdeviren, un minuscolo sensore con batteria incorporato in una pellicola di gomma elastica trasparente, può rilevare le variazioni nella densità della pelle con una sensibilità superiore a quella delle dita di un medico. Può venire posizionato sulla pelle in una qualunque parte del corpo.

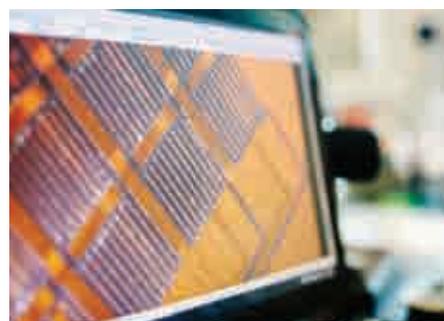
In qualità di studentessa PhD presso l'Università dell'Illinois a Urbana-Champaign, la Dagdeviren ha anche sviluppato un dispositivo che può venire impiantato permanentemente all'interno del corpo ed è in grado di raccogliere energia dai movimenti degli organi. Questo strumento è in grado di inviare l'energia accumulata a dispositivi quali pacemaker o batterie. Oggi, le batterie per i pacemaker sono ingombranti e devono venire sostituite dopo pochi anni con un intervento chirurgico.

Il dispositivo auto-alimentato della Dagdeviren, che è già in fase di collaudo su cavie animali, potrebbe facilitare molto la vita delle persone che indossano pacemaker.

Per quanto l'accumulatore flessibile operi secondo un meccanismo differente

rispetto a quello del sensore per la pelle, entrambi i progetti rientrano nell'obiettivo complessivo che la Dagdeviren sta perseguendo come ricercatrice ad Harvard e al MIT: la creazione di una nuova classe di dispositivi biomedici meno rigidi e ingombranti rispetto a quelli in uso oggi. ■

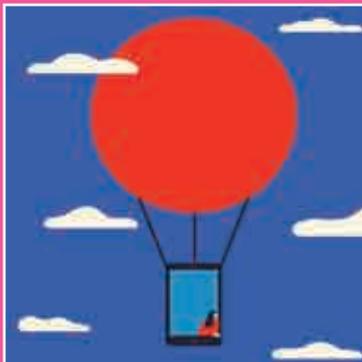
In alto: Un sensore estensibile per la pelle sviluppato per rilevare i primi segnali di cancro. In basso: dispositivi flessibili e impiantabili in grado di raccogliere energia dal movimento degli organi.



Imprenditori

Quelli che vedono le tecnologie come scintille di opportunità.

Patrick Collison
Jini Kim
Dena Marrinucci
Rikky Muller
Ben Rubin
Kevin Systrom
Melonee Wise



Melonee Wise 33 anni

Robot economici per magazzini e oltre
Julia Sklar

Melonee Wise immagina un giorno in cui tutte le abitazioni disporranno di robot autonomi, un po' come Rosie, la cameriera robot dei Jetson, senza il grembiule e l'accento marcato.

Esiste un solo problema: secondo la Wise, amministratore delegato della Fetch Robotics, quel giorno non arriverà nell'arco della sua vita perché le sfide in hardware e software sono troppo grandi. «Credo di essere uno degli esperti di robotica più pessimisti che si possano incontrare», ammette.

Nonostante tutto, la Wise ritiene che computer più piccoli e intelligenti, sensori economici, sistemi di visione artificiale più raffinati e una intelligenza artificiale migliore stiano emergendo e permettendo ai robot di compiere un'ampia gamma di operazioni, anche se non tutte queste operazioni possono venire compiute dalla stessa macchina.

È per questo motivo che la Fetch Robotics sta seguendo un settore particolarmente promettente: magazzini e centri di smistamento per l'e-commerce, afflitti entrambi da un elevato numero di ricambi, incidenti, furti da parte del personale e mancanza cronica di lavoratori che, ovviamente, hanno il bisogno biologico di dormire.

Per quanto i robot dedicati siano comuni all'interno dei giganteschi centri di distribuzione, la Wise ritiene che esista un mercato ancor più grande per robot "flessibili", in grado di manipolare oggetti e spostarsi, che potrebbero agevolare l'ingresso delle società più piccole nel mondo dell'automazione. In un magazzino simulato all'interno del quartier generale della Fetch, a San Jose, Freight, un robot cilindrico dotato di ruote, segue agilmente la Wise mentre raccoglie scatole di cracker e cereali dagli scaffali. La Wise lascia cadere le confezioni in un cestello di plastica posato sopra il robot che, una volta terminato il finto ordine, sfreccia verso il reparto spedizioni.

Un altro robot, Fetch, non è pensato per aiutare i lavoratori umani, ma per sostituirli. Presenta un braccio articolato, dotato di pinza, e di una "testa" che ricorre a una videocamera di profondità simile a quella montata sul Kinect di Microsoft per identificare e raccogliere oggetti da uno scaffale e riporli nel cestello del suo assistente Freight.

Entrambi i robot imparano a muoversi seguendo una persona che mostra loro il magazzino e gli permette così di creare una mappa virtuale. Sono persino addestrati per riconoscere le gambe delle persone, per cui possono seguire particolari individui. A differenza di alcuni robot che navigano utilizzando segnali radar o codice a barre disegnati per terra, i robot della serie Fetch utilizzano scanner laser a tre dimensioni per spostarsi ed evitare ostacoli, previsti o meno che siano.

La Wise non ha ancora divulgato il prezzo esatto dei robot Fetch, ma prevede che costeranno qualche decina di migliaia di dollari, molto meno di quanto costerebbe un impiegato. La società ha venduto alcuni dei suoi primi 40 robot a un cliente pilota anonimo, con piani per costruirne un numero ancora maggiore, se i risultati di questo primo round saranno positivi. ■

I robot della Wise utilizzano appena 500 parti uniche. In alto, il robot Freight trasporta un cestello; sotto, il robot Fetch è in attesa di ricevere il carico in una fila di scaffali.



Vi sio na ri

Quelli che studiano come le tecnologie possano indicare nuovi modi di fare le cose.

Lars Blackmore
Adam Coates
Zachir Durumeric
Cigall Kadoch
Ilya Sutskever



Adam Coates 33 anni

L'intelligenza artificiale potrebbe rendere Internet più utile per i milioni di persone che accedono on-line per la prima volta.

Tom Simonite

Ha inventato sistemi per incrementare la potenza di calcolo dell'apprendimento approfondito. Ora è a capo di un laboratorio che opera nella Silicon Valley per il gigante cinese Baidu. Gli abbiamo chiesto quali siano le condizioni e le prospettive del suo lavoro.

Perché hanno creato proprio lì un laboratorio?

Sono molto rapidi nell'avviare nuovi progetti. Ciò è dovuto in parte al dinamismo della Cina, per cui le società tecnologiche devono passare rapidamente dalla carenza di risorse al possesso di qualcosa allo stato dell'arte. La missione del mio laboratorio è creare la tecnologia che impatterà con la vita di almeno 100 milioni di persone; è pesata per muoversi rapidamente, come una start-up. Stiamo reclutando ricercatori nel campo della Intelligenza Artificiale e diverse persone nella Silicon Valley con grandi competenze nello sviluppo di altri prodotti, le quali non avrebbero mai pensato di essere in grado di contribuire allo sviluppo dell'intelligenza artificiale.

A cosa sta lavorando il suo laboratorio?

La prima tecnologia sulla quale ci stiamo concentrando è il riconoscimento vocale. I touch screen dei telefoni cellulari sono perfetti per alcune funzioni, ma veramente terribili per altre ed esiste una grande varietà di prodotti che necessitano disperatamente di una migliore interfaccia. Le persone non ricorrono al riconoscimento vocale, perché non funziona ancora abbastanza bene. Il nostro traguardo è portarlo a un livello tale per cui parlare con il proprio dispositivo risulti facile come parlare con una persona. A dicembre abbiamo raggiunto la nostra prima pietra miliare con DeepSpeech, un motore vocale che abbiamo costruito rapidamente dal nulla ricorrendo all'apprendimento approfondito. Anche in presenza di rumori di sottofondo consente dei risultati enormemente migliori.

Perché questa tecnologia dovrebbe avere un impatto su 100 milioni di persone?

In economie in rapido sviluppo come quella cinese, molte persone si conatteranno a Internet per la prima volta utilizzando un telefono cellulare. La possibilità di interagire con un dispositivo o ricevere risposte a domande con la facilità con cui si parla con una persona li renderebbe ancora più potenti. Penso che i clienti di Baidu abbiano particolarmente bisogno di fare affidamento su una intelligenza artificiale. ■

Da destra a sinistra: Adam Coates, Andrew Ng, Chief Scientist di Baidu Research, e Pieter Abbeel.



Pio nie ri

Quelli
che estendono
la conoscenza
scientifica
e aprono
la strada
per tecnologie
future.

Polina Anikeeva
Gozde Durmus
Gilad Evrony
Jeannette Garcia
Jun Ge
Zhen Gu
Elizabeth Mormino
Michelle O'malley
Aaswath Raman



Zhen Gu 34 anni

I diabetici sono stanchi di bucarsi con degli aghi. Un giorno potrebbero farne a meno.

Anna Nowogrodzki

Il problema

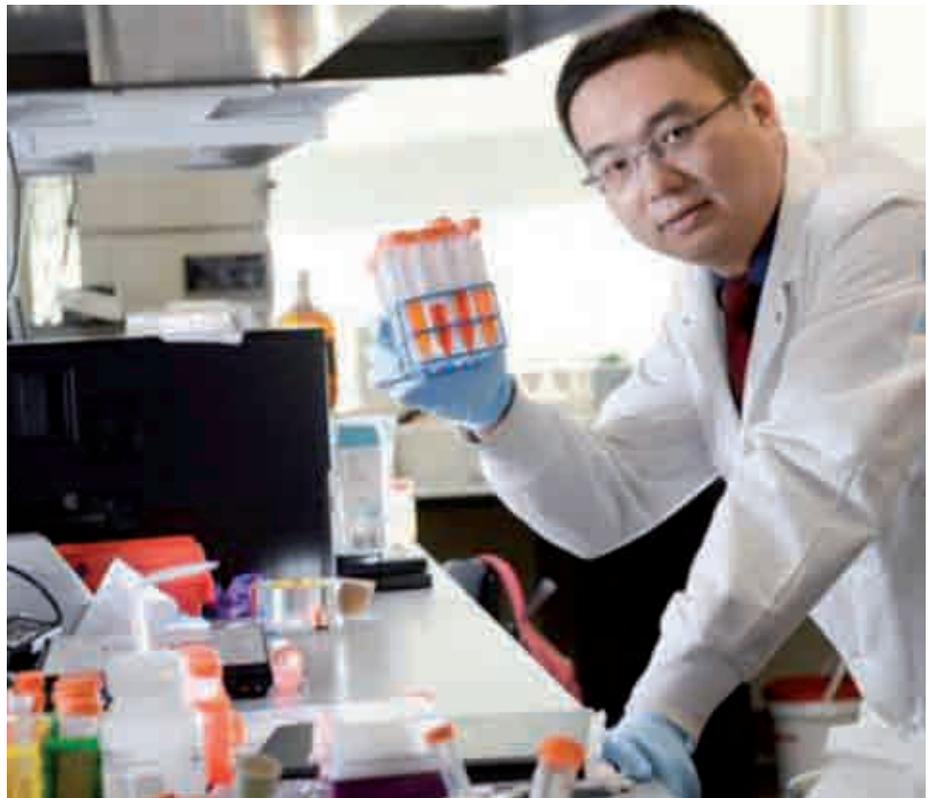
I diabetici devono monitorare il livello di zucchero nel proprio sangue e somministrarsi diverse dosi di insulina al giorno. Persino quelli dotati di pompe di insulina rischiano complicazioni in cui possono incorrere a causa di un eccesso o una insufficienza di insulina.

La soluzione

Zhen Gu, un ricercatore della North Carolina State University, la nonna del quale è morta a causa di complicazioni dovute al diabete, sta sviluppando un meccanismo per la somministrazione di insulina, che potrebbe migliorare la condizione dei dia-

betici. Il suo più recente meccanismo è un adesivo delle dimensioni di una unghia che è rivestito da oltre 100 aghi microscopici. Posando questo adesivo sulla pelle, si percepiscono delle piccole punture, dovute all'azione degli aghi sui vasi sanguigni. Gli aghi sono ricolmi di minuscole sacche di insulina e di un particolare enzima. Questa sacca è abbastanza permeabile da permettere al glucosio di entrare, mentre l'enzima lo converte in un acido che – quando la quantità di zucchero nel sangue è troppo elevata – provoca l'apertura della sacca e il rilascio di insulina. Queste sacche si aprono a intervalli differenti, per cui l'insulina viene rilasciata nel corso di diverse ore piuttosto che in una sola mandata.

Quando Gu ha testato l'adesivo su cinque topi, è riuscito a controllare il livello di zucchero nel loro sangue per nove ore, anche se occorre mezz'ora perché funzioni e le persone non colpite dal diabete regolano naturalmente lo zucchero nel sangue a un ritmo assai più veloce. Ora ha avviato i test sui maiali, la cui pelle sottile è più simile a quella degli esseri umani. Gu spera che un giorno i diabetici possano applicare un adesivo e controllare precisamente il livello di zucchero nel loro sangue per due o tre giorni. ■



Umanitari

Quelli che usano la tecnologia per affrontare problemi causati da povertà, guerra o disabilità.

Yevgen Borodin
Duygu Kayaman
Rahul Panicker
Saurabh Srivastava
Rebecca Steorts



Duygu Kayaman 26 anni

Spera di fare per tante persone affette da cecità quello che i suoi genitori hanno fatto per lei.

Ayla Jean Yackley

La Turchia è un paese difficile in cui vivere quando si è privi della vista. Per la carenza di servizi sociali e scuole per ciechi, le famiglie sono spesso costrette a occuparsene personalmente a casa. Le attività di tutti i giorni sono costellate di pericoli: nelle città, marciapiedi improvvisati sono pieni di mattonelle frantumate e buche. Un impiego proficuo è un sogno proibito per molte persone.

Duygu Kayaman ha perso la vista a causa di un tumore al nervo ottico quando aveva due anni e mezzo. Crescendo a Istanbul, era determinata a frequentare una scuola per studenti vedenti, ma l'assenza di libri di testo per ciechi rendeva difficile l'apprendimento. I suoi genitori hanno quindi trascorso intere sere e weekend a registrare le lezioni su una cassetta audio per aiutarla a tenere il passo.

Queste audiocassette fatte in casa avrebbero in seguito ispirato la Kayaman a sviluppare una app per telefoni cellulari, denominata *Hayal Ortaçım* (*My Dream*

Partner), per facilitare le attività quotidiane delle persone affette da disturbi alla vista. L'app offre notizie giornalistiche e commenti editoriali utilizzando la tecnologia per la conversione del testo in voce. Servizi di localizzazione aiutano gli utenti a trovare farmacie e ospedali, mentre sistemi di navigazione per gli spazi al coperto li guidano all'interno di centri commerciali e supermercati. Saranno presto incluse metropolitane ed aeroporti. È in fase di sviluppo anche una funzione per ristoranti che, attraverso un segnale Bluetooth, avvertirà il personale dell'arrivo di una persona cieca e provvederà a trascrivere il menu.

Delle 700mila persone che in Turchia sono affette da cecità, circa 150mila utilizzano *My Dream Partner*. La Kayaman ha sviluppato l'app assieme ad altri colleghi ciechi che operano all'interno della *Young Guru Academy*, una società con sede a Istanbul, e con il supporto del più grande operatore di telefonia cellulare in Turchia, la *Turkcell*.

Oggi opera come specialista vendite per Microsoft e studia per il suo MBA presso la *Bilgi University* di Istanbul. «È da poco che le persone affette da disabilità vengono assunte da grandi aziende», dice. «I manager non sapevano che una persona colpita da cecità o da un'altra forma di disabilità fisica potesse lavorare in ambienti simili. Io e i miei amici stiamo infrangendo questi stereotipi». ■

«La mia filosofia è che la vita è bella malgrado le difficoltà che si incontrano», dice Kayaman.



Sette innovatori oltre i 70

L'innovazione non è monopolio della giovane età. Molti innovatori sono da tempo in carriera, ma non hanno rinunciato a pensare, e proporre, idee nuove e spesso rivoluzionarie.

Jason Pontin

Ogni anno celebriamo 35 innovatori al di sotto dei 35 anni di età. Scegliamo di scrivere sui giovani semplicemente perché vogliamo presentarvi gli scienziati, i ricercatori e gli imprenditori emergenti e più promettenti. Ma le persone più adulte sono naturalmente altrettanto capaci di apportare proposte innovative come quelle dei giovani. Di seguito 7 innovatori, oltre i 70 anni, tuttora in attività.

1. Bob Kahn, che ha 70 anni, ha inventato (insieme a Vint Cerf) il protocollo di trasmissione di controllo (TCP) e il protocollo di Internet (IP), i protocolli di comunicazione che trasmettono le informazioni in rete, ed è stato responsabile della progettazione dei sistemi di Arpanet, la prima rete a commutazione di pacchetto. Oggi è presidente e amministratore delegato della Corporation for National Research Initiatives (CNRI), un'organizzazione da lui fondata che finanzia e sviluppa tecnologie inerenti alla rete. La sua ricerca più recente si è concentrata sullo sviluppo di un'architettura di oggetti digitali, che consente a diversi sistemi e sorgenti informatiche di funzionare congiuntamente.

2. Sidney Yip, nato nel 1936, è professore emerito di scienza e ingegneria nucleare presso il MIT. Da quando si è apparentemente ritirato nel 2009, dopo aver insegnato per 44 anni, pubblicato più di 300 articoli e scritto l'*Handbook*

of Materials Modeling (2005), testo di solito preso a riferimento in materia, continua a fare della ricerca importante. Ha suggerito per esempio (insieme al ricercatore del MIT, Roland Pellenq) una nuova formula per il calcestruzzo, che ne aumenta la resistenza, riducendo al contempo le emissioni di carbone associate alla produzione di cemento.

3. Judith Jarvis Thomson, 85 anni, un altro dei professori emeriti del MIT, è una filosofa nota per l'elaborazione degli esperimenti sul pensiero, denominati "problemi del carrello ferroviario", che testano le nostre intuizioni morali. Nel più famoso dei "problemi del carrello", la Thomson chiede ai suoi lettori di immaginare di spingere un uomo obeso lungo un binario, per impedire a un carrello fuori controllo di investire 5 persone. La Thomson è tuttora fortemente interessata alle questioni di carattere giuridico e normativo (se dovremmo o non dovremmo fare una cosa, da un punto di vista etico). I problemi del carrello sono utili per impostare la programmazione dei veicoli autonomi e dei robot militari, in modo che si comportino secondo le intuizioni morali più largamente diffuse.

4. John Polanyi, il grande chimico che nel 1986 ha ricevuto il Premio Nobel per il suo contributo alla comprensione delle dinamiche dei processi chimici elementari, è ancora attivo all'età di 86 anni. Il suo lavoro di ricerca presso l'Università di Toronto impiega dei microscopi a effetto tunnel per studiare le reazioni chimiche che potrebbero aiutarci a costruire dei dispositivi su scala ancora più piccola. Il padre di Polanyi, Michael, chimico, filosofo ed economista ungherese, ha difeso la libertà del pensiero scientifico. Anche il figlio è impegnato in temi di carattere pubblico e spesso parla o scrive di armi nucleari e giustizia sociale.

5. Paul Greengard, nato nel 1925 e Premio Nobel per la medicina nel 2000, ancora oggi lavora in media sei giorni a settimana, dalle 9 di mattina alle 10 di sera, presso l'università Rockefeller, dove ricerca le cause che provocano i disordini del cervello, come il morbo di Alzheimer e la schizofrenia. Una delle principali



aree di ricerca del laboratorio di Greengard è lo studio dell'origine cellulare e molecolare della depressione. I suoi ricercatori hanno recentemente individuato una proteina che gioca un ruolo determinante nella regolamentazione degli stati d'animo.

6. Helen Murray Free, 92 anni, ha elaborato una serie di test per l'autodiagnosi del diabete, mentre lavorava presso i Miles Laboratories, nella seconda metà del secolo scorso. I test hanno cambiato il modo in cui i diabetici monitorano la loro malattia, rendendola una condizione gestibile. Da quando si è ritirata, nel 1982, si è dedicata a promuovere l'educazione scientifica, in modo particolare presso le giovani donne e i minori.

7. Rudolph A. Marcus, 92 anni, è un chimico della Caltech che nel 1992 ha ricevuto il Premio Nobel "per il suo contributo alla teoria delle reazioni nel trasferimento degli elettroni nei sistemi chimici". La teoria di Marcus, che da lui prende il nome, descrive la velocità con cui gli elettroni possono muoversi o saltare da una specie chimica a un'altra. Oggi il Marcus Group della Caltech esegue ricerche su un ampio raggio di fenomeni chimici, inclusi la formazione dell'ozono e i punti quantici dei semiconduttori. ■

Jason Pontin è direttore editoriale di MIT Technology Review USA.

Un ponte tra Europa e USA

Rendere più facile l'Exit verso i mercati azionari contribuirà a innescare il processo di scale-up dell'ecosistema europeo.

Alessandro Ovi

«**A**vevo fatto domanda per accedere a una borsa di studio CRT (Master dei Talenti) per un *internship* a San Francisco, presso Mind the Bridge, una fondazione che già conoscevo di fama e che si occupava di supportare a vario titolo le start-up italiane. Al tempo lavoravo in Ferrero e mi trovavo molto bene. Non pensavo di avere grandi probabilità di essere scelta e non avevo programmato di lasciare il mio lavoro in Italia per un salto nel buio in California».

Nelle parole di Irina si risente lo stupore di allora quando racconta della telefonata di Marco, il fondatore di MtB, il quale le chiedeva se fosse pronta a partire per San Francisco. «Non mi aspettavo una richiesta così risoluta. Non c'è voluto molto, però, per capire che se avessi detto di no avrei perso l'occasione di fare esattamente quello che avevo sempre desiderato di fare da quando studiavo il micro-credito: aiutare a nascere e a crescere piccoli progetti dalle grandi ambizioni e

lavorare nella *sharing economy*, dove la rete aiuta a utilizzare al meglio le risorse attraverso la condivisione».

Ma su Irina deve avere pesato anche la personalità di Marco Marinucci che l'ha convinta ad accettare la sfida di Mind the Bridge. Marco, già dalle sue prime parole, colpisce per il senso della *mission* che lo ha spinto nell'avventura di Mind the Bridge. «La mia idea di partenza, quando ancora ero a Google, dove per sette anni ho lavorato gestendo le partnership strategiche, era quella del *give back* (restituire almeno parte di quanto avevo avuto modo di imparare). Il mio sogno era quello di costruire un ponte tra la Silicon Valley e l'Italia e creare un ambiente ideale per aiutare i talenti a crescere. Ho capito che andava costruito un percorso formativo non convenzionale, fatto di *role model*, di senso del progetto e dell'essere perni di una rete. Non erano ancora diffusi i social network e al tempo tutto si svolgeva con gruppi di collega-

mento tra imprenditori e investitori (sul modello *Startup Weekend*), o tramite l'utilizzazione di grandi canali di comunicazione. Soprattutto nei primi anni un ruolo molto importante nella promozione del nostro progetto di formazione imprenditoriale è stato ricoperto dal "Corriere della Sera", che ha ospitato il nostro evento annuale nella sua prestigiosa sede milanese e tutt'oggi ospita il nostro blog. Ma fondamentale è stato il contributo della ampia comunità di italiani che avevano già arricchito il panorama di Silicon Valley di importanti iniziative imprenditoriali: Zappacosta, Marini, Sangiovanni Vincentelli, Crea, Faggini...».

Marinucci crea la Fondazione nel 2007. Poi, nel 2008, tramite l'amico comune Fabrizio Capobianco, l'incontro con Alberto Onetti, imprenditore di successo tra Pavia e Silicon Valley, oltre che docente alla Università dell'Insubria a Varese. Con Onetti è stato condiviso il progetto di crescita di Mind the Bridge ed è partita la sua espansione a livello internazionale, ampliando il focus dalle start-up al tema della *entrepreneurship*. La Startup School della fondazione ha "graduato" oltre 300 progetti negli ultimi 3-4 anni. Oggi ci sono percorsi per investitori, manager di impresa e *policy makers*.

Alberto Onetti, Chairman Mind The Bridge.



Marco Marinucci, CEO Mind The Bridge.



Irina Pesterean, Coordinator Mind The Bridge.





Ma per capire il crogiuolo di entusiasmi, esperienze e talenti che alimenta Mind the Bridge, conviene tornare ad Alberto Onetti. Onetti, pavese, studia Economia al Collegio Borromeo. Qui nasce il sodalizio con Fabrizio Capobianco, un ingegnere della Valtellina. In lui trova il background tecnico che gli mancava e si cimenta presto a fare impresa.

Nel 1994, insieme fanno partire Internet Graffiti, prima società italiana a fare siti Web. Non decolla, ma ci riprovano, con la tolleranza per l'insuccesso che scoprirà poi essere uno dei fattori chiave di Silicon Valley (una delle tre T con Talento e Trasgressione).

Nel 1996 c'è quindi l'avventura di Stigma On-Line, piattaforma di condivisione di documenti via *corporate intranet* (precursore di Dropbox). Tra i clienti, la Bocconi e il sistema delle università italiane, Kraft, Novartis, Borsa Italiana, RAI. Una buona iniziativa e una buona vendita dell'azienda nel 2000. Ma il successo vero inizia nel 2002-2003 e culmina nel 2005 con Funambol, società dedicata alla fornitura di soluzioni di sincronizzazione e backup di dati, foto, video a operatori mobili, con *headquarter* in Silicon Valley e sviluppo in Italia, con oltre 70 ingegneri. Oggi è tra le prime al mondo nel suo campo.

Diventato professore della Università dell'Insubria di Varese, in qualche anno riesce a promuovere una laurea specialistica in inglese dedicata all'imprenditorialità e inizia a fare il *commuter* con Silicon Valley.

Anche grazie a lui, nel 2013 la Commissione Europea affida a Mind the Bridge la gestione di Startup Europe Partnership (SEP), piattaforma nata per aiutare le migliori start-up europee a crescere attraverso l'incontro (*Matching*) con grandi imprese come Orange, BBVA, Telefonica, Microsoft, Enel, Telecom Italia, Unipol: «Perché la sfida è di mettere in contatto le capacità innovative delle start-up con la scala e la capacità di fuoco delle aziende esistenti. Il ponte tra nuovo ed esistente è non solo utile, ma essenziale, se non vogliamo che il movimento delle start-up imploda».

Mind the Bridge diventa a tutti gli effetti un ponte verso Silicon Valley per tutta l'Europa. Ma l'Europa presenta grandi differenze, tra i suoi maggiori paesi, nella nascita e nello sviluppo delle start-up. Lo si vede bene nell'ultimo rapporto di SEP, *A five country comparison of EU scale-ups*.

«I motivi sono tanti, ma uno va evidenziato», ci ha detto Marinucci. «Ancora più della disponibilità di capitali, per la sua fondazione, quello che più conta per una start-up è l'insieme di possibilità di arrivare in buona salute al mercato, permettendo a chi vi ha investito di recuperare con profitto i propri capitali».

Si parla di Exit, le cui modalità storicamente più note sono la quotazione in Borsa (IPO) e la acquisizione da parte di un'altra società, normalmente più grande, operante

nello stesso settore o in uno vicino (M&A). «Per l'Exit», continua Marinucci, «non tutti i paesi offrono le stesse possibilità e allora si assiste al fenomeno di società che nate in uno, per esempio l'Italia, emigrano a Londra, o a Berlino, dove le opportunità di Exit sono migliori. Oggi ci pare che il modo più efficiente di aiutare le start-up sia mettere le più promettenti di loro in relazione con grandi aziende che le possano seguire fin dall'inizio (*early stage*). A volte sono le stesse grandi aziende che generano start-up scorporando attività presenti al loro interno e mettendole in grado di vivere di vita propria all'esterno (*spin off*), o addirittura al loro interno per poi riassorbirle (*spin in*). Abbiamo creduto in questa strategia al punto di affiancare la Commissione Europea nella creazione di SEP e poi di gestirne le attività. Da luglio 2012 abbiamo ospitato circa 300 partecipanti, provenienti da una quindicina di paesi, nelle nostre attività di formazione: *Startup School*, 3 settimane di lezioni teoriche e apprendimento pratico per studenti, phd, dottorandi, aspiranti imprenditori; *Executive Program*, una settimana intensiva per middle-upper manager; *Angel School*, una settimana per angel investor e aspiranti tali, imprenditori, manager ed executive di piccole e medie imprese».

Viste le origini della fondazione, c'è stata nei primi anni una forte componente italiana (il primo anno 28 italiani, 1 brasiliano, 1 bulgaro). «Ma negli ultimi due anni», ci dice Irina Pesterean, Global Program Coordinator di Mind the Bridge, «abbiamo registrato iscrizioni assai diversificate come provenienza (UK, USA, Cile, Grecia, Kuwait, Francia, Spagna, Arabia Saudita) fino ad arrivare nell'ultimo anno a soli 15 italiani su 30».

Con SEP il lavoro più interessante è stato quello di mettere in contatto start-up europee con il mondo di imprenditori e investitori di Silicon Valley. Nella terza settimana di settembre abbiamo organizzato "Startup Europe Comes to Silicon Valley", cinque giorni di incontri tra una delegazione di *policy makers*, aziende, imprenditori europei e i loro omologhi in Silicon Valley per incoraggiare e agevolare scambi di idee e rapporti di collaborazione». ■

Alessandro Ovi è direttore di MIT Technology Review Italia.

SEP: cinque nazioni europee a confronto

SEP, annunciata ufficialmente a Davos a gennaio 2014 da Nellie Kroes, Vicepresidente della Commissione Europea e Commissario per l'agenda digitale, è la prima piattaforma pan-europea nata per aiutare le start-up a superare gli ostacoli di crescita e sviluppo (*scale-up*) e concepita per realizzare alcune delle raccomandazioni contenute nello *Startup Manifesto*.

SEP è guidata da Mind the Bridge Foundation con il supporto di Nesta (*Charity* per l'innovazione del Regno Unito) e The Factory (campus per start-up e aziende tecnologiche di Berlino). Partner dell'iniziativa da parte industriale sono Telefónica, Orange, BBVA (Founding), Microsoft, Gruppo Unipol, Telecom Italia ed Enel (*SEP*

Corporate Member), con il supporto istituzionale di European Investment Fund/European Investment Bank Group, Cambridge University, IE Business School e Alexandervon Humboldt Institute for Internet and Society, oltre ai principali fondi e incubatori europei.

SEP ha pubblicato nel giugno 2015 la prima ricerca *cross-country* (UK, Germania, Francia, Italia, Spagna) su *scale-ups* europei nel settore ICT che sono giunti all'Exit negli ultimi 5 anni. Sono stati identificati e analizzati 990 *scale-ups* e quasi 40 *scalers* (cioè le start-up che sono state in grado di raccogliere, rispettivamente, più di 1 milione di dollari e 100 milioni di euro), che hanno raccolto un totale di 23 miliardi di dollari in finanziamenti.

Il Regno Unito è il paese più prolifico in Europa, sia in termini di numero di *scale-ups* e capitali raccolti. Germania e Francia seguono, mentre la Spagna e l'Italia sono nettamente più indietro. La maggior parte dei finanziamenti provengono da *venture capitalist*, piuttosto che IPO.

Il 7 per cento degli *scale-ups* ha raccolto il 56 per cento nel capitale di rischio, il mercato azionario ha un ruolo rilevante solo nel Regno Unito (4 miliardi di dollari raccolti attraverso il canale IPO).

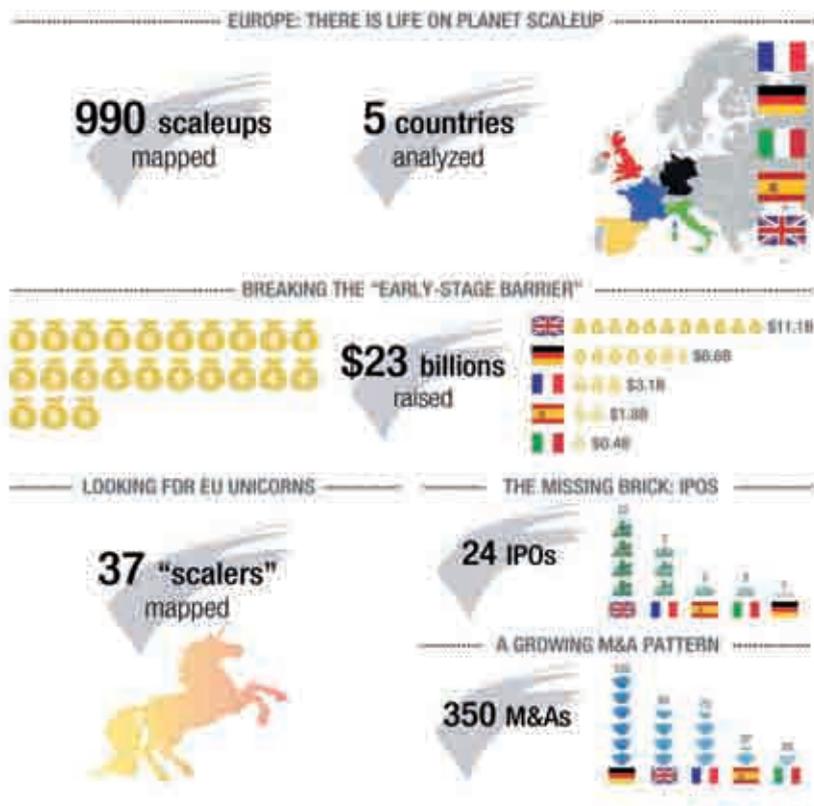
Sono state identificate in totale 374 Exit: 24 IPO e 350 M&A. Mentre ci sono stati solo 20 M&A nel 2010, questo numero è cresciuto di sei volte nel 2014. Solo un terzo delle *scale-ups* sono state acquisite da società nazionali, mentre il 14 per cento è stato acquisito da una società di un altro Stato membro dell'UE. In generale, circa 1 su 2 rimane in Europa dopo l'acquisizione.

Le differenze tra i cinque paesi della quantità di capitale raccolto sono molto grandi. Il Regno Unito è il paese più "ricco" tra i cinque: le sue *scale-ups* hanno raccolto 11 miliardi di dollari quasi il 50 per cento del totale: (1,7 volte di più di quelle tedesche, 3,6 volte di più rispetto a quelle francesi, 8 volte più di quelle spagnole e 28 più di quelle italiane).

Quanto al capitale medio raccolto per *scale-up*: 27,8 milioni di dollari in UK, 31,7 milioni di dollari in Germania, 15,1 milioni di dollari in Francia, 17 milioni di dollari in Spagna, 5,6 milioni di dollari in Italia.

Il caso italiano mostra l'esistenza di un "problema strutturale" complesso su cui dovremo e potremo tornare. Rendere comunque più facile l'Exit verso i mercati azionari contribuirà a innescare il processo di *scale-up* dell'ecosistema europeo. Il progetto europeo Capital Markets Union svolge un ruolo fondamentale in questo senso. ■ (a.o.)

I numeri chiave di SEP Monitor per i cinque maggiori nazioni europee



L'estate di iCub al MIT

In occasione della Summer School del Center for Brains, Mind and Machines del MIT, il robot bambino è salito in cattedra.

Il robot bambino iCub, insieme al gruppo di ricercatori dell'Istituto Italiano di Tecnologia (IIT) guidato da Giorgio Metta, si è recato in USA, in occasione della Summer School del Center for Brains, Mind and Machines (CBMM) del Massachusetts Institute of Technology, per mostrare a studenti e ricercatori di tutto il mondo le applicazioni pratiche delle capacità di apprendimento legate al *deep learning* nel campo dell'Intelligenza Artificiale e della robotica umanoide.

Recentemente i ricercatori dell'IIT hanno implementato gli algoritmi del *deep learning* nello sviluppo di iCub, la piattaforma per la robotica umanoide più diffusa al mondo.

Grazie a questo nuovo approccio, iCub sarà in grado di riconoscere un maggiore numero di oggetti con sempre maggiore "indipendenza" dalle informazioni umane.

Il *deep learning* si basa sull'utilizzo delle reti neurali, nate negli anni Ottanta, ma rilanciate recentemente grazie al progresso tecnologico e all'aumentata capacità di calcolo.

Il principio alla base di questo metodo di apprendimento risiede nell'impiego di diversi "strati" di reti neurali che consentono alle intelligenze artificiali di incamerare e organizzare dati su livelli progressivi. Il risultato è una macchina capace di interpretare quello che "vede" intorno a sé, minimizzando l'intervento dell'uomo.

«Gli studi relativi al *deep learning* aprono numerosi scenari applicativi nel campo dell'Intelligenza Artificiale. Utilizzando questi algoritmi, iCub sarà in grado di analizzare e gestire grandi quantità di dati più facilmente e, fra le altre cose, di riconoscere molti più oggetti con maggiore autonomia rispetto al passato», afferma Giorgio Metta. ■

La stimolazione neurale wireless

Oggi è possibile eseguire wireless, in maniera non invasiva, la stimolazione neurale per il trattamento del Parkinson e di altre patologie, eliminando il rischio di tossicità e di allergie, grazie all'utilizzo di nanomateriali.

Frutto della sinergia di un gruppo internazionale, con il coordinamento e con l'apporto fondamentale di un gruppo di giovanissimi scienziati italiani del Centro di MicroBio-Robotica dell'Istituto Italiano di Tecnologia con sede a Pontedera (Pisa) e dell'Istituto di BioRobotica del Sant'Anna di Pisa, lo studio si è concentrato sulla stimolazione *wireless* di cellule neuronali, ottenuta grazie all'impiego di nanoparticelle piezoelettriche, ossia nanomateriali *smart*, in grado di convertire energia meccanica in energia elettrica.

In particolare, le cellule neuronali sono state coltivate in presenza di nanoparticelle di titanato di bario e quindi stimolate con ultrasuoni. La deformazione meccanica impartita alle nano-particelle dalle onde pressorie ha come conseguenza la generazione di un potenziale elettrico, in grado di eccitare le cellule nervose e, quindi, di eseguire una stimolazione neurale.

Lo studio ha analizzato nel dettaglio il meccanismo che porta alla stimolazione neuronale, individuando i canali della membrana cellulare coinvolti nel fenomeno e dimostrando come la piezoelettricità delle nano-particelle sia il requisito fondamentale per ottenere l'eccitazione neuronale.

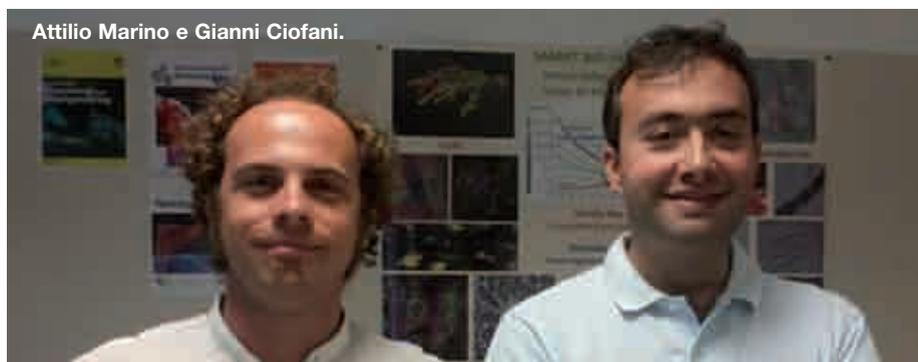
«I nostri risultati», spiega Attilio Marino, dottorando in BioRobotica del Sant'Anna, «pongono le basi per un nuovo approccio di stimolazione cellulare, che definiamo wireless perché privo di elettrodi e di con-

nessioni elettriche, minimamente invasivo e biocompatibile, grazie all'assenza di tossicità del titanato di bario e alla totale sicurezza della stimolazione ultrasonica, peraltro già assai diffusa nella pratica medica. I neuroni vengono così attivati "a distanza", come se fossero guidati da un telecomando».

«Le implicazioni di questa scoperta», commenta Gianni Ciofani, team leader del Centro di Micro-BioRobotica dell'IIT a Pontedera, «sono molteplici e aprono prospettive interessanti che spaziano dalla neuro-prostetica alla medicina rigenerativa. Una possibile implicazione riguarda il trattamento di patologie in cui è necessaria una stimolazione neurale, come il Parkinson. Altre applicazioni potenziali sono la rigenerazione del nervo periferico e la stimolazione sensoriale, per esempio la stimolazione del nervo acustico nel caso di alcune tipologie di sordità. La tecnica, tuttavia, non è ristretta al sistema nervoso, ma, in potenza, è sfruttabile anche per stimolare altri tessuti biologici eccitabili come il tessuto cardiaco e il muscolare».

I risultati sono descritti sulla prestigiosa rivista "ACS Nano", che ha appena pubblicato il nuovo studio di Attilio Marino, con la supervisione di Gianni Ciofani.

La ricerca è stata svolta in collaborazione con il laboratorio Wabios, sede distaccata a Singapore della Waseda University di Tokyo, con cui l'Istituto di BioRobotica del Sant'Anna ha avviato da tempo una proficua collaborazione scientifica. ■



Attilio Marino e Gianni Ciofani.



MIT Technology Review

CINA

Da veicolo a veicolo

Una delle principali Case automobilistiche cinesi sta testando una tecnologia che permetterebbe alle vetture di comunicare senza fili fra loro e con i segnali stradali.

Will Knight

Sebbene in Cina non sia ancora emerso alcuno standard per una tecnologia simile, i rappresentanti della azienda hanno dichiarato che potrebbero introdurre entro il 2018, in anticipo su diverse Case costruttrici statunitensi, una qualche forma di comunicazione fra veicoli.

Changan, una azienda di Stato con sede a Chongqing, nella Cina centrale, sta testando le cosiddette tecnologie *vehicle-to-vehicle* (V2V) e *vehicle-to-infrastructure* (V2I) presso il suo centro statunitense di ricerca e sviluppo a Plymouth, nel Michigan. La azienda non vende vetture negli Stati Uniti e sostiene di non avere programmi per entrare nel mercato statunitense. Il fatto che stia testando la tecnologia presso la sede statunitense lascia però intendere che ne intraveda un futuro anche nel suo paese natale.



In Europa e negli Stati Uniti, la tecnologia *car-to-car* viene promossa come una soluzione economica ed efficace contro incidenti e ingorghi. Le vetture possono condividere informazioni utili, fra cui posizione, velocità di percorrenza e direzione, e utilizzare i computer di bordo per elaborare questi dati, identificare una collisione imminente e attivare un segnale di emergenza. Alcune aziende stanno già sviluppando sistemi di comunicazione personalizzati per permettere a veicoli commerciali di viaggiare in convogli altamente efficienti.

Al seguito di un importante test di successo, che si è tenuto nei pressi di Ann Arbor, nel Michigan, e che ha coinvolto diverse migliaia di vetture, il Dipartimento per i Trasporti degli Stati Uniti potrebbe presto rilasciare alcune specifiche per questa tecnologia. Il suo debutto statunitense dovrebbe avvenire nel 2017 a bordo di una Cadillac e potrebbe addirittura divenire una norma per tutte le nuove vetture.

Il quadro in Cina resta ancora incerto. Il governo sta conducendo ricerche nella tecnologia V2V, ma non ha ancora fornito alcuna indicazione di quando questa tecnologia potrebbe venire implementata.

Mi è stata offerta l'opportunità di salire a bordo di una delle vetture Changan che hanno partecipato al test ad Ann Arbor; si tratta di un piccolo SUV denominato CS35, equipaggiato con le tecnologie V2V e V2I. Il veicolo monta un trasmettitore e un ricevitore wireless connessi a un tablet Android connesso al cruscotto. Una luce di avvertimento lampeggia quando un'altra vettura equipaggiata con la stessa tecnologia si avvicina da un angolo cieco. Un altro segnale di avvertimento si accende quando si sta per affrontare una curva stretta troppo rapidamente (grazie a un segnale stradale).

Una delle sfide per la tecnologia *car-to-car* è il tempo necessario a renderla onnipresente. Sebbene il mercato automobilistico cinese sia oggi il più grande al mondo, il possesso *pro capite* di vetture in Cina rimane inferiore a quello di Stati Uniti, Europa e Giappone.

Secondo John Helveston, uno studente PhD presso la Carnegie Mellon University, il quale studia l'adozione di vetture elettriche in Cina, le Case automobilistiche straniere, che dominano il mercato cinese, preferiscono vendere tecnologie più vecchie in quel mercato. ■

Intelligenza artificiale vs inquinamento

Alcuni ricercatori IBM stanno sviluppando un sistema in grado di prevedere l'inquinamento atmosferico di Pechino con 72 ore di anticipo.

Will Knight

IBM sta testando un nuovo metodo per alleviare il soffocante inquinamento atmosferico di Pechino con l'aiuto dell'intelligenza artificiale. La capitale cinese, come molte altre città nel paese, è circondata da fabbriche, molte delle quali alimentate a carbone, che emettono particolati nocivi. I livelli di inquinamento possono però variare in base a fattori quali l'attività industriale, il traffico automobilistico e le condizioni atmosferiche.

I ricercatori della IBM stanno testando un sistema informatico in grado di imparare a prevedere la gravità dell'inquinamento atmosferico in diverse parti della città, e con diversi giorni di anticipo, combinando grandi quantità di dati raccolti da modelli differenti. Si tratta di una sfida computazionale estremamente complessa. Una volta risolta, il sistema potrebbe offrire raccomandazioni specifiche su come ridurre l'inquinamento fino a un livello accettabile, per esempio chiudendo alcune fabbriche o riducendo temporaneamente la circolazione sulle strade.

Un sistema analogo è in via di sviluppo anche per una città nella Provincia di Hebei, un'area duramente colpita nel nord del paese.

«Abbiamo costruito un prototipo in grado di generare, con 72 ore di anticipo, previsioni accurate della qualità dell'aria», spiega Xiaowei Shen, direttore di IBM Research China. «I nostri ricercatori stanno attualmente espandendo le capacità del sistema per fornire un monitoraggio a medio e lungo termine (fino a 10 giorni avanti) assieme alle fonti dell'inquinamento».

Il progetto, denominato Green Horizon, è un esempio di quanto IBM spera di applicare la propria ricerca nell'impiego di tecniche avanzate di apprendimento automatico per estrarre informazioni da enormi quantità di dati: qualcosa che la società descrive come *cognitive computing*. Il progetto evidenzia anche un'applicazione della tecnologia che IBM vorrebbe esportare in altri paesi dove l'inquinamento è un problema crescente. ■



MIT Technology Review

INDIA

L'India guarda all'Iran per il gas naturale

Tecnologia e geopolitica stanno guidando ambiziosi progetti nelle profondità marine per fornire energia pulita a parti del mondo che ne hanno disperatamente bisogno.

Richard Martin

Rapidi progressi nelle tecnologie sottomarine, uniti a importanti cambiamenti geopolitici, stanno aprendo la strada a nuove fonti di combustibile per una India assetata di energia. Grazie all'accordo con l'Iran per la limitazione della sua capacità nucleare, almeno un importante progetto potrebbe prendere forma e portare alla costruzione di un gasdotto sottomarino che, passando per il Mar Arabico, collegherebbe l'Iran alla costa occidentale dell'India.

Conosciuto come gasdotto SAGE, (South Asia Gas Enterprises, ovvero la società indiana a capo del progetto) o MEIDP (Middle East to India Deepwater Pipeline), questo impianto diventerebbe una delle condutture sottomarine per gas o petrolio più lunghe e profonde mai realizzate, con una lunghezza di 1.400 chilometri e una profondità superiore ai 4 chilometri. Con un costo previsto di 4,5 miliardi di dollari, il nuovo gasdotto trasporterebbe ogni giorno in India 1,1 miliardi di piedi cubi standard, raddoppiando le importazioni di gas e permettendo al paese di usufruire della tanto richiesta energia.

L'India, che oggi ricava il 70 per cento della propria elettricità dal carbone, è alla incessante ricerca di fonti di energia più

pulite. Il percorso sottomarino aggirerebbe il passaggio attraverso il Pakistan, suo vicino e nemico storico. Si è parlato per anni di collegare Iran e India passando per il Pakistan, ma il progetto non ha mai preso forma.

L'accordo sul nucleare fra Iran e i cosiddetti P5+1 (Stati Uniti, Regno Unito, Francia, Cina e Russia, più la Germania), «ha decisamente aumentato le probabilità che il MEIDP venga realizzato in fretta per entrare in funzione intorno al 2019», dice Subodh Kumar Jain, direttore delle operazioni SAGE a Delhi. Jain precisa che i fondi sono pronti per gli studi di ingegneria e progettazione, oltre che per i dettagliati studi sul fondale marino necessari per determinare il percorso del gasdotto.

Il gasdotto iraniano-indiano si unirebbe a una mezza dozzina di importanti condotte sottomarine che trasporterebbero gas dai paesi produttori ai mercati in espansione. Fra questi impianti si annoverano la tratta dal Texas al Messico e la Ichthys Export Pipeline, che dal giacimento di Ichthys, nel Mar di Timor, arriva in Australia occidentale. L'era moderna delle condutture per il gas naturale ha avuto inizio con gli oltre 2 chilometri della condotta Transmed, che trasporta gas naturale dall'Algeria, passa per la Tunisia e attraversa il Mediterraneo fino a raggiungere la Sicilia. Il progetto ha richiesto la costruzione di una piattaforma specializzata, la Castoro Sei.

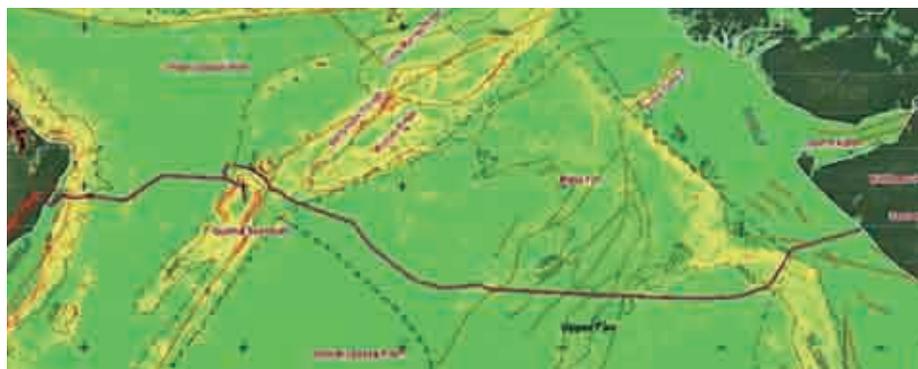
La costruzione di condutture sottomarine a profondità elevate è stata possibile solamente a partire dall'ultimo decennio, con lo sviluppo di nuove tecnologie per la mappatura dei fondali marini, giganteschi natanti per il deposito delle condutture in profondità e robot sottomarini o veicoli autonomi sottomarini (AUVs, *Autonomous Underwater Vehicles*) con cui gestire i lavori di

costruzione, riparazione e manutenzione a grandi profondità.

L'era dei progetti a profondità elevata è cominciata con la tratta Langed, che dalla Norvegia arriva alla costa orientale dell'Inghilterra (ultimata nel 2006), e la Nord Stream Pipeline, che è lunga 1.200 chilometri e attraversa il Mar Baltico per unire Russia e Germania (ultimata nel 2012). Il gas trasportato via gasdotti è solitamente più economico rispetto a quello trasportato via cisterne, per cui deve venire liquefatto e riprocessato una volta giunto a destinazione.

Il gasdotto fra Iran e India, però, dovrà superare una serie di sfide tecniche uniche. Per prima cosa, la massima parte degli impianti sopraccitati si estende a distanze relativamente ridotte dalla costa, il che facilita le operazioni di costruzione, riparazione e rifornimento. Il percorso del progetto SAGE percorre centinaia di chilometri in mare aperto e attraversa una faglia sottomarina associata alla Owen Fracture Zone, un'area sismica attiva.

Oltretutto, esistono solo una manciata di navi e natanti sottomarini in grado di compiere una simile impresa ingegneristica e questi sono probabilmente impegnati altrove, al lavoro su progetti molto più certi. Ciononostante, il primo ministro Narendra Modi ha fatto della diversificazione energetica dell'India una priorità importante. Durante il recente incontro della Shanghai Cooperation Organization, Modi ha incontrato il presidente iraniano Hassan Rouhani per discutere dei vari modi in cui approfondire i rapporti fra i due paesi, incluso un incremento delle importazioni di gas e greggio e un investimento indiano nel porto di Chabahar, nella costa orientale dell'Iran, da cui il gasdotto SAGE entrerebbe in mare. ■





Un aeroporto a energia solare

Personaggi autorevoli e società di spicco in tutto il mondo inneggiano al solare come fonte energetica del futuro, ma è in India che il concetto viene messo in pratica.

Mentre giganti industriali come Apple investono nell'energia solare a testimonianza della propria coscienza ambientalista ed Elon Musk presenta i suoi sistemi di batterie per uso domestico e commerciale, un insospettabile protagonista riesce a rubare loro i riflettori. Nel Kerala, uno Stato dell'India meridionale, la città di Cochin ha appena annunciato che il suo aeroporto internazionale opererà interamente grazie all'energia solare generata dai suoi 46.150 pannelli solari, installati su una superficie di 186.000 mq.

Stando a un annuncio stampa, per merito di questa installazione, nell'arco dei prossimi 25 anni verranno rimosse 300mila tonnellate di anidride carbonica, che verrebbero altrimenti emesse dall'aeroporto. L'operazione sarebbe paragonabile alla semina di 3 milioni di alberi.

La Cochin International Airport Limited (CIAL), società madre dell'aeroporto, mira a vendere l'energia in eccesso alla Kerala State Electricity Board e ha dichiarato l'intenzione di continuare a esplorare fonti alternative di energia elettrica.

L'India vanta già 4 gigawatt di capacità solare e il governo ha iniziato a dirigere altre strutture aeroportuali del paese verso l'incorporazione dell'energia solare all'interno delle operazioni quotidiane. Il nuovo terminal internazionale dell'aeroporto di Cochin entrerà in funzione a partire dal 2016. ■



Il solare e le scimmie

Mentre il governo si imbarca in un ambizioso programma per le rinnovabili, i ricercatori tentano di trovare soluzioni ecologiche idonee.

Richard Martin

Nello Stato centrale del Karnataka, 120 miglia a nord di Bangalore, la rigogliosa giungla della costa occidentale dell'India cede il passo a una macchia più asciutta. Girasoli, cipolle e arachidi crescono in campi aridi. Nei popolosi e sparsi villaggi, edifici in cemento si alternano a fatiscenti capanne di paglia. Le mucche rovistano fra la spazzatura, e carri di legno tirati da buoi riempiono le strade. Fabbriche di mattoni vomitano fumo nero nell'aria. Lo scenario ricorda molto quello di un secolo fa. In un edificio di legno fuori dal paese di Challakere, però, si trova una installazione che potrebbe portare con sé il futuro energetico dell'India.

Il progetto, gestito dall'Indian Institute of Science di Bangalore (IISc), è una installazione sperimentale per l'energia a concentrazione solare. File di canali leggermente concavi, realizzati con alluminio rivestito, si estendono per oltre due campi di football di lunghezza. Sopra passano tubi dell'acqua che catturano la luce solare riflessa dai canali in alluminio.

Quando il progetto entrerà in funzione, l'acqua all'interno dei tubi verrà riscaldata fino a 200 °C per alimentare uno scambiatore di calore connesso ad una turbina che produrrà 100 kilowatt di elettricità.

Parte del Solar Energy Research Institute for India and the United States (SERIUS), questo piccolo impianto solare servirà per testare diversi materiali riflettenti e fluidi di scambio termico (fra cui sali fusi mescolati ad acqua). Dozzine di piccoli sensori wireless raccoglieranno dati e li invieranno tramite Internet ai computer dell'IISc, dove verranno analizzati. L'obiettivo, spiega Praveen Ramamurthy, professore di ingegneria dei materiali dell'IISc, è scoprire le combinazioni di componenti più idonee alle condizioni dell'India, che con il National Solar Mission del Primo Ministro Narendra Modi ambisce a diventare uno dei più grandi mercati per il solare al mondo.

Il subcontinente indiano costituisce un mondo a sé, che racchiude la foresta pluviale di Assam, i deserti di Rajasthan e gli altipiani himalayani di Ladakh. L'identificazione di pannelli solari in grado di resistere a queste condizioni estreme sarà fondamentale per il raggiungimento del traguardo di 100 gigawatt di capacità solare entro il 2022.

La missione dell'India per il solare è importante non solo per il paese, ma per il mondo intero. L'India è il terzo più grande emettitore di gas serra al mondo e dipende ancora pesantemente dal carbone. Modi si è impegnato a creare dozzine di "mega parchi solari" da 500 e più megawatt con i quali alimentare la rete, mentre il National Institute for Rural Development si è imbarcato in un programma per portare pannelli solari sui tetti di migliaia di villaggi indiani. Piyush Goyal, ministro per l'energia, ha detto che le norme energetiche del governo ridurranno le emissioni annuali di anidride carbonica di 550 milioni di tonnellate.

La ricerca di Ramamurthy si concentra sullo sviluppo di polimeri per incapsulare i pannelli solari al fine di proteggerli da temperature elevate e umidità. Anche la polvere e il degrado sono problemi da tenere in considerazione. Ci sono, infine, le scimmie.

Come in molti altri posti in India, il campus di Bangalore è ricco di tribù di scimmie che si divertono a masticare cavi elettrici e leccare ruggine sulle superfici dei pannelli solari. Sono stati provati diversi metodi per allontanarle, ma nessuno di questi funziona, neppure un repellente a ultrasuoni che sembra invece attirarle. ■

Nel solare a concentrazione degli specchi concavi riscaldano dell'acqua che viene poi introdotta all'interno di scambiatori e turbine per produrre elettricità.



Il problema CO₂

L'ultimo Rapporto dell'Intergovernmental Panel on Climate Change mostra che la temperatura della Terra è aumentata di quasi un grado centigrado dal 1880 al 2012 a causa dell'effetto serra. Questo aumento è prodotto soprattutto dall'aumento dei gas-serra di origine antropica.

Luca Longo

Sappiamo che il riscaldamento della Terra è prodotto dall'assorbimento, da parte dei gas atmosferici, della radiazione solare riemessa dalla superficie terrestre sotto forma di radiazione infrarossa. Senza questo effetto, la superficie del pianeta avrebbe una temperatura media di -18 °C: 33 gradi in meno della temperatura media attuale.

Il vapore acqueo è responsabile di circa il 70 per cento di questo effetto; può venire generato rapidamente per evaporazione delle acque superficiali e altrettanto facilmente eliminato quando in eccesso tramite le precipitazioni. La concentrazione di H₂O atmosferica si mantiene in equilibrio da milioni di anni: un aumento locale di umidità nell'aria fa aumentare l'effetto serra (l'atmosfera più umida trattiene più calore) mentre la formazione di nuvole lo diminuisce contrastando l'insolazione diretta ed eliminando l'umidità atmosferica in eccesso con le piogge.

Invece, i meccanismi naturali sono molto meno efficienti quando si tratta di eliminare l'eccesso di anidride carbonica o di metano (questi due gas insieme sono responsabili del 25 per cento dell'effetto serra, mentre il restante 5 per cento è causato da protossido d'azoto, clorofluorocarburi e altri gas).

Un recente Rapporto di Jorgen Randers per il Club di Roma stima che entro il 2052 la temperatura media del pianeta salirà di 2 °C, mentre entro il 2080 il surriscaldamento raggiungerà i 2,8 gradi, con conseguenze potenzialmente drammatiche per l'ambiente e per lo stesso genere umano.

Nel 2012 è stato calcolato che la quantità di gas-serra emessa in un anno è doppia rispetto a quella che può venire assorbita naturalmente dalle foreste e dagli oceani.

I paesi che emettono la parte maggiore dei gas-serra sono quelli più industrializzati, Stati Uniti in testa, ma da alcuni anni il ruolo dei paesi in via di sviluppo sta crescendo in maniera esponenziale in questo ambito a causa della crescita della produzione interna, del consumo energetico e della diffusione della tecnologia.

Un primo tentativo di limitare l'altezzazione climatica indotta dall'uomo è la Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC), stipulata nel 1992 a Rio. Essa vede nel Protocollo di Kyōto del 1997 il primo strumento di attuazione di una politica ambientale più responsabile, focalizzata sulla riduzione delle emissioni di anidride carbonica.

La riduzione della concentrazione di CO₂ nell'aria può però avvenire anche realizzando metodi efficienti per sequestrarla dall'atmosfera e, se possibile, riutilizzarla. L'impiego di anidride carbonica come elemento di costruzione per sintesi organiche potrebbe in teoria sfruttare un enorme serbatoio di carbonio, nell'atmosfera e negli oceani.

L'ostacolo principale che si frappone fra la realtà e questa ipotetica rivoluzione nella chimica verde connessa con la possibile risoluzione del problema del cambiamento climatico è insita nella estrema stabilità termodinamica dell'anidride carbonica: questa rappresenta proprio la forma più ossidata, e quindi più stabile, in cui si può trovare un atomo di carbonio. Fino a ora, soltanto pochi processi di utilizzazione della CO₂ sono stati considerati economicamente accettabili e sfruttabili anche a livello industriale; fra questi, i più importanti sono la sintesi dell'urea, del metanolo, dei carbonati ciclici e dell'acido salicilico.

Fra i numerosi lavori pubblicati su questo argomento, se ne possono eviden-

ziare due recentemente usciti sulla nota rivista scientifica "Nature" e sulla specializzata "Angewandte Chemie": il primo, di Kyoko Nozaki e collaboratori dell'Università di Tokyo; il secondo, di Arjan W. Kleij e Giulia Fiorani dell'Università di Catalogna. Entrambi propongono di utilizzare l'anidride carbonica impiegandola come co-monomero all'interno di polimeri che risultano, quindi, in grado di sequestrare questo gas serra in modo stabile.

In particolare, presso l'Università di Tokyo è stata sviluppata una strategia di polimerizzazione in grado di superare le barriere termodinamiche e cinetiche che ostacolano la co-polimerizzazione diretta di CO₂ e butadiene, adottando come intermedio di polimerizzazione un δ -lattone facilmente ottenibile da una reazione di telomerizzazione di CO₂. La fattibilità del processo è già stata dimostrata su scala sia di laboratorio, sia di impianto pilota.

È interessante notare che questo stesso lattone, intermedio fondamentale per questa via di sequestrazione della CO₂, fu per la prima volta sintetizzato a questo scopo alla fine degli anni Settanta grazie a una collaborazione fra l'Istituto Donegani di Novara (ora Centro Ricerche per le Energie Rinnovabili e l'Ambiente dell'Eni) e ricercatori del CNR. Ne sono testimonianza un brevetto internazionale del 1978 e un articolo sulla rivista "Inorganica Chimica Acta" dello stesso anno. Ciò dimostra che la chimica italiana già quasi 40 anni fa era al lavoro e produceva risultati all'avanguardia sul problema della riduzione dei gas serra. ■

Luca Longo opera presso la Direzione Ricerca e Innovazione Tecnologica dell'Eni.



QUANTO VALE IL SOLARE?

Il nuovo, imponente impianto produttivo di SolarCity a Buffalo, New York, potrebbe diventare una efficace risposta alla crescente domanda di energia solare.

David Rotman

I vagoni che una volta trasportavano ferro allo stabilimento manifatturiero di Republic Steel a ridosso del centro di Buffalo, nello Stato di New York, vennero sotterrati quando l'azienda siderurgica abbandonò l'area nel 1984. Di recente sono stati riportati alla luce durante i lavori per la cosiddetta *gigafactory* di SolarCity, l'impianto solare più grande al mondo. Ora i vagoni arrugginiti e una serie di altre reliquie incuriosiscono i visitatori dell'impianto in costruzione e testimoniano del passato manifatturiero della zona che potrebbe vivere una seconda stagione felice.

Buffalo sta cercando una rinascita economica sotto la spinta del Buffalo Billion, un piano di investimenti statali a lungo termine voluto dal governatore Andrew Cuomo. Nel piano è previsto un nuovo centro di ricerca genomica e a un altro di tecnologia dell'informazione, ma al cuore dell'iniziativa si trova l'impianto solare, per il quale lo stato di New York ha stanziato 750 milioni di dollari. SolarCity, con sede a Silicon Valley, vi si insedierà, non pagando affitto, ma con l'impegno di spendere 5 miliardi di dollari per il funzionamento dell'impianto nei prossimi dieci anni. Per Buffalo, è un tentativo di reinventare il suo futuro intorno alla produzione di energia solare. Per SolarCity, significa consolidare la sua posizione dominante tra le aziende che progettano e installano pannelli a energia solare.

Questo progetto arriva nel boom della domanda di energia solare negli Stati Uniti. Nel 2008, gli USA avevano circa 1,1 gigawatt di potenza fotovoltaica, il tipo di energia solare dominante. Alla fine del 2014, avevano raggiunto i 18,3 gigawatt. Lo scorso anno, i proprietari di abitazioni, le aziende e le imprese operanti nel settore energetico hanno aggiunto altri 6,2 gigawatt e si prevede che quest'anno se ne installeranno altri 8. La parte del leone è recitata dalla California, ma l'energia solare si sta imponendo in altri Stati, sotto la spinta di crediti d'imposta e incentivi statali e locali. Circa un terzo delle nuove capacità di produzione elettrica dello scorso anno negli Stati Uniti sono legate all'energia solare, seconda solo agli impianti di gas naturale (malgrado questi dati, il solare garantisce meno dell'1 per cento dell'elettricità del paese).

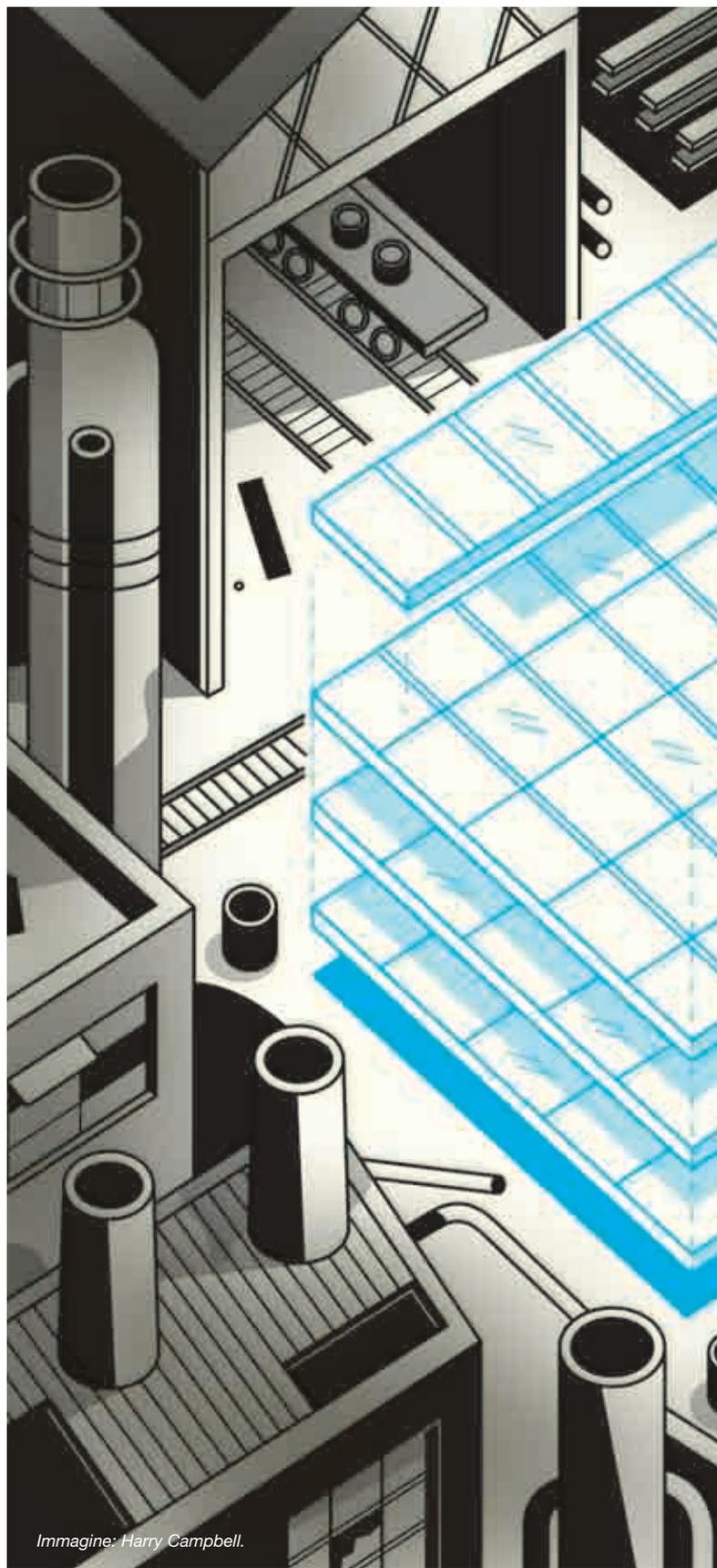
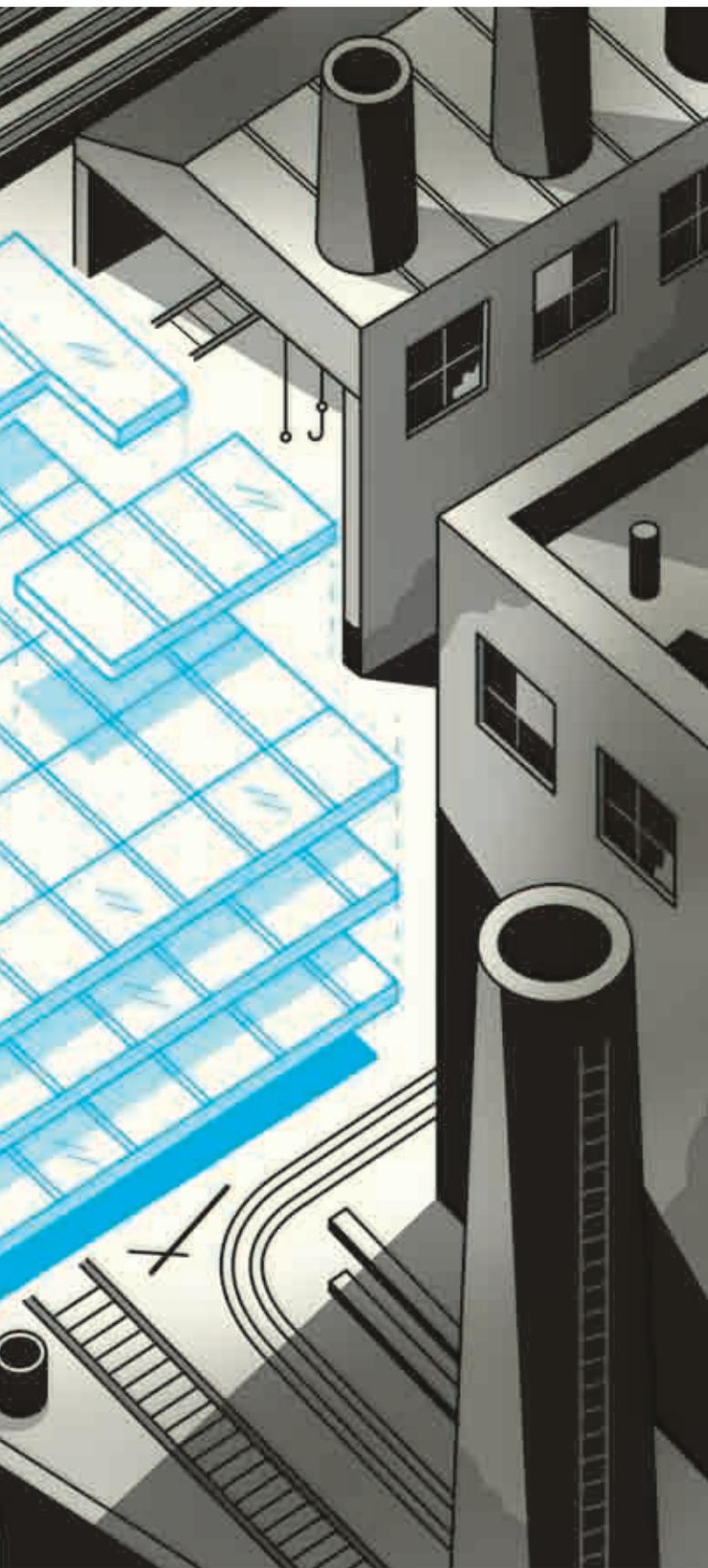


Immagine: Harry Campbell.



SolarCity ha giocato un ruolo importante in questa rapida espansione. Con l'offerta di innovativi piani di finanziamento, ha alimentato una domanda sostenuta di impianti fotovoltaici sui tetti delle abitazioni: il settore a maggiore crescita del mercato dell'energia solare. Invece di pagare i costosi pannelli solari e la relativa installazione, i proprietari di case, accettando le offerte di SolarCity, possono noleggiare il sistema per 20 anni, versando un contributo mensile. In quanto proprietaria dei pannelli, SolarCity beneficia del generoso 30 per cento di credito d'imposta federale. Il proprietario di casa viene remunerato al prezzo di mercato per qualsiasi surplus di energia rimandi alla rete. SolarCity non ha ancora realizzato profitti, ma i suoi ricavi si sono raddoppiati dal 2012 al 2014 in virtù del suo programma per il noleggio degli impianti solari, specialmente in aree assolate e ad alto consumo di elettricità, come la California. L'azienda prevede di arrivare quest'anno a produrre un gigawatt di energia.

Non a caso, un gigawatt sarà la capacità dello stabilimento di Buffalo in piena attività, vale a dire all'inizio del 2017. Fino a oggi, l'azienda ha operato sul marketing, sulle modalità di finanziamento e sulla installazione dei sistemi a energia solare. Invece di produrre i pannelli solari, l'azienda li compra, soprattutto dai cinesi. Lo stabilimento di Buffalo modifica completamente il quadro. «La nostra aspirazione è di aprire nuovi impianti nel corso degli anni. A breve l'obiettivo è creare il più grande impianto di energia solare del mondo», dice Peter Rive, responsabile della tecnologia, che ha fondato SolarCity con suo fratello nove anni fa (il loro cugino Elon Musk è il presidente dell'azienda). A dire il vero, SolarCity aveva dichiarato in precedenza di volersi «dotare di uno o più stabilimenti di grandi dimensioni», con una capacità di produzione annuale di molto superiore a quella della struttura di Buffalo.

L'azienda impiegherà una nuova tecnologia di produzione del fotovoltaico a Buffalo. Le celle solari utilizzano il silicio cristallino – il materiale costitutivo delle celle tradizionali – insieme a un'altra forma di silicio e a uno strato di ossido semiconduttore. Il design ibrido delle celle solari, che SolarCity ha adottato dopo l'acquisto di una piccola azienda chiamata Silevo nel 2014, è stato prescelto per i costi inferiori e per la maggiore efficienza rispetto alle normali celle al silicio nel convertire la luce solare in elettricità. Ma sarà un'operazione complessa trasferire questa tecnologia ora adottata nello stabilimento da 32 megawatt che si trova a Hangzhou, in Cina, dove Silevo produceva le celle solari.

Anche se tutto andrà bene, il mega-impianto si troverà a fronteggiare una situazione di mercato completamente differente. Alla fine del 2016, l'imposta di credito federale per l'energia solare scenderà dal 30 al 10 per cento per le aziende e scomparirà del tutto per gli acquirenti di pannelli solari. Questo cambiamento nel solare residenziale potrebbe avere effetti devastanti sull'industria del settore, in particolare su un impianto di produzione di grandi capacità.

I costi veri

Le preoccupazioni su ciò che accadrà quando il credito d'imposta verrà meno si affiancano a una realtà difficile: in molte situazioni e sotto diversi punti di vista l'energia solare senza sovvenzioni, in particolare le coperture dei pannelli sui tetti, è ancora troppo costosa per competere con altre forme di elettricità. I sussidi e gli altri incentivi governativi sono la ragione del boom del mercato del solare. Se le tecnologie venissero scelte unicamente sulla base di quanto costa pro-

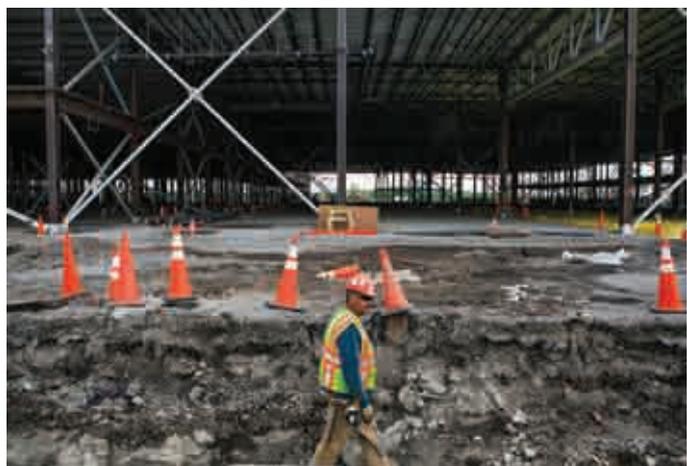
Se verrà eliminato il credito d'imposta, il solare residenziale non potrà raggiungere la parità di rete in tutti gli Stati americani.

durere l'energia, «non ci sarebbe mercato per il solare residenziale. Senza incentivi governativi il gas naturale avrebbe campo libero», afferma Severin Borenstein, professore della Haas School of Business all'University of California, a Berkeley, ed esperto di economia dei consumi elettrici.

Molto è stato fatto perché il solare raggiungesse la cosiddetta parità di rete, vale a dire un costo competitivo con quelli del gas naturale e del carbone. Di recente, un rapporto della Deutsche Bank ha calcolato che l'energia solare ha già raggiunto la parità di rete in 14 Stati americani e che il prossimo anno questa situazione si estenderà a quasi tutti gli altri. Ma ciò non significa che la produzione di elettricità con l'energia solare abbia costi comparabili con quelli del gas naturale. Il documento della Deutsche Bank confronta il costo attuale dell'energia solare con quello al dettaglio dell'elettricità, che include una serie di spese, comprese le quote destinate all'ammodernamento e al mantenimento della rete. Questi fattori pesano sensibilmente sulla decisione del consumatore di scegliere l'energia solare. Ma non è un vero confronto sui costi reali di chi produce oggi elettricità, che sono quelli decisivi nel determinare il sistema più efficace per ridurre le emissioni di carbonio e favorire lo sviluppo dell'energia pulita.

Il costo del modulo fotovoltaico – la fetta di silicio o di altri semiconduttori che convertono la luce del sole in elettricità – è sceso senza sosta nel corso degli anni, dai 4 dollari per watt nel 2008 ai 65 centesimi per watt nel 2014. Ma è risultato molto più complesso ridurre le altre spese, i cosiddetti costi di equilibrio del sistema (BOS), che includono hardware come gli invertitori per collegare i pannelli alla rete e, soprattutto, il lavoro per installare le apparecchiature sui tetti delle abitazioni. In questo tipo di installazioni i costi BOS incidono per l'85 per cento delle spese complessive del sistema, secondo un dettagliato documento del MIT dal titolo *The Future of Solar Energy*, pubblicato lo scorso maggio. Quindi, come spiega con chiarezza Robert C. Armstrong, uno degli autori del documento, direttore della MIT Energy Initiative, «anche non facendo pagare i materiali fotovoltaici, non si potrebbe produrre elettricità agli stessi prezzi del carbone o del gas naturale».

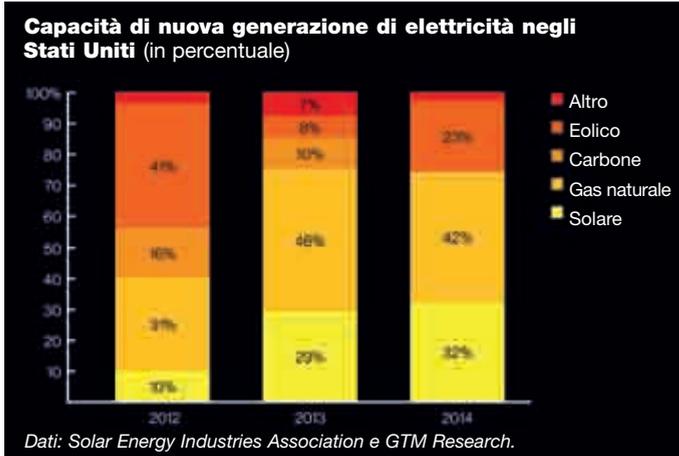
Gli economisti sono favorevoli a una misurazione chiamata costo livellato dell'energia per confrontare le diverse fonti di elettricità. Il calcolo prende in considerazione le spese di installazione del sistema e il costo medio di produzione dell'elettricità nel corso del tempo. Con questa forma di calcolo, le grandi fattorie solari che forniscono direttamente elettricità alle utilities rappresentano il tipo di energia solare più a basso costo. Secondo il rapporto del MIT, gli impianti d'energia solare della California meridionale e del Massachusetts avrebbero costi livellati rispettivamente di 10,5 centesimi di dollaro e 15,8 centesimi di dollaro per kilowattora (la California è più assoluta e ha una maggiore produzione). A oggi, un impianto a gas naturale può generare energia a 6,6 centesimi di dollaro per kilowattora. Il con-



I lavori per lo stabilimento di SolarCity, che sarà completato il prossimo anno. Fotografia: Brendan Bannon.

fronto sul solare residenziale è ancora più scoraggiante: l'energia solare domestica nel Massachusetts si attesta sui 28,7 centesimi di dollaro per kilowattora. Con gli incentivi attuali, incluso il credito d'imposta, i numeri diventano molto più favorevoli per l'energia solare, anche se rimane generalmente più costosa di quella prodotta dagli impianti a gas naturale.

Stefan Reichelstein, professore della Stanford Graduate School of Business e direttore dello Steyer-Taylor Center for Energy Policy and Finance, ha calcolato come cambierà la situazione se verrà modificato il credito d'imposta. A suo parere, anche senza questa agevolazione, nel 2025 le grandi fattorie solari sarebbero competitive con gli impianti a gas naturale in Stati come la California. Ma la storia sarà ben diversa per il solare residenziale. Con un credito d'imposta del 30 per cento, le installazioni di solare residenziale producono energia a un prezzo inferiore a quello al dettaglio dell'elettricità in California (comunque molto più alto della media nazionale). Lo stesso è vero per Stati assoluti come il Colorado e il North Carolina, ma non per il New Jersey. Se il credito scenderà al 10 per cento, nessuno Stato raggiungerà la parità di rete. Se il credito venisse completamente azzerato – anche ipotizzando un costante calo del costo delle celle solari e della installazione delle apparecchiature – il solare residenziale rimarrà lontano dalla parità di rete per molti anni a venire.



Un serio pericolo è che gli incentivi per l'energia solare vengano visti dalla pubblica opinione come inutili o troppo costosi.

In effetti, le scelte politiche sugli aspetti fiscali saranno un test critico per capire quanto l'industria del solare si regga sulle sovvenzioni. Rive di Solar City ritiene che eventuali interventi procureranno «una stagnazione del mercato per un paio d'anni». Riconosce che SolarCity non sarà più competitiva negli Stati che hanno basse tariffe elettriche, ma pensa che la sua azienda andrà bene, grazie ai suoi prodotti a basso costo.

SolarCity prevede che i pannelli solari costruiti in questo stabilimento saranno in grado di convertire in elettricità dal 22 al 23 per cento della luce solare, rispetto al 15/16 per cento delle normali tecnologie al silicio. Ciò significa che i proprietari di case potranno installare meno pannelli per produrre la stessa quantità di energia, o potranno installare lo stesso numero di pannelli e produrre più energia. In entrambi i casi, l'azienda rimarrebbe competitiva.

La nuova tecnologia potrebbe rappresentare un'importante occasione di sviluppo anche per Buffalo. I posti di lavoro previsti in città sono 3mila, di cui 1.500 direttamente nello stabilimento e gli altri 1.500 esterni. Nei prossimi cinque anni, SolarCity ha intenzione di assumere anche 2mila lavoratori in ambito statale per la vendita e l'installazione dei suoi pannelli solari. Non sarà come ai tempi dell'industria siderurgica, ma si tratta indubbiamente di un ottimo inizio.

Buffalo è una delle città più nuvolose degli Stati Uniti e non sembra un'area particolarmente favorevole all'insediamento dell'energia solare, ma SolarCity l'ha scelta per i generosi incentivi e le infrastrutture presenti sul territorio. Inoltre, Buffalo presenta anche un altro grande vantaggio: il costo medio dell'elettricità per le aziende è di soli 4,79 centesimi per kilowattora, grazie allo sfruttamento idroelettrico delle vicine cascate del Niagara. Se l'azienda, da fornitrice di servizi vuole diventare un produttore di energia solare per giocare un ruolo importante nell'economia del paese, Buffalo è il posto giusto.

All'inizio di questa estate, centinaia di rappresentanti delle comunità locali hanno affollato un albergo per ascoltare come SolarCity intendeva portare avanti il suo progetto. Si è trattato del primo incontro formale tra i dirigenti di SolarCity, caratterizzati dall'ottimismo e dalle ambizioni illimitate tipici della Silicon Valley, e le forze imprenditoriali di un'area che ha sofferto decenni di crisi economica. SolarCity produrrà 10mila pannelli al giorno nel nuovo stabilimento, ha detto uno dei suoi dirigenti aggiungendo che «neppure la neve ci fermerà».

Buffalo, una volta l'ottava città per estensione degli Stati Uniti, crede nella sua rinascita economica. Il centro e i suoi dintorni fervono di attività. Ma questo «rinascimento» è sostenuto in larga parte dagli investimenti statali. Solo l'eventuale successo di SolarCity potrà dire se il futuro economico della città sarà prospero come il passato. ■

David Rotman è direttore di MIT Technology Review USA.

Il problema non è la neve

Probabilmente si dovrà incrementare la presenza del solare, se si vorranno evitare gli effetti più devastanti del cambiamento climatico. Armstrong del MIT, per esempio, ritiene che nel 2050 il 50 per cento dell'elettricità mondiale dovrà provenire dall'energia solare, con una capacità fotovoltaica di 12,5 terawatt. La trasformazione necessaria è solo ai primi passi. Sarà indispensabile migliorare i materiali e le batterie per il solare e stabilire costi realistici per le emissioni di carbonio. Ma allo stesso tempo saranno le scelte politiche a determinare il contributo che verrà dall'energia solare alla produzione di elettricità. Come dice Armstrong, «i soldi non sono infiniti. Dobbiamo implementare il solare con le risorse a nostra disposizione».

Il fatto che il boom dell'energia solare sia legato agli incentivi governativi, non significa che questa strada sia da abbandonare. Al contrario, aumenta la consapevolezza dell'obiettivo principale: una riduzione complessiva delle emissioni di anidride carbonica al minore costo possibile. Ciò significa, dice Borenstein, che i sussidi non dovranno andare alle tecnologie di energia pulita, come i pannelli solari sui tetti, che si sono rivelate inefficienti su larga scala.

Si consideri, per esempio, il cosiddetto *net metering*, vale a dire la possibilità di rivendere elettricità alla rete ai prezzi correnti. Quasi tutte le abitazioni con pannelli solari sul tetto sono connesse alla rete, per evitare gli inconvenienti legati alla natura intermittente del solare. I proprietari sfruttano la rete per accumulare energia e godono di considerevoli vantaggi per gli alti prezzi dell'elettricità in numerosi Stati, tra cui la California e New York. I sostenitori dell'energia solare sostengono che queste installazioni aggiungono potenza alla rete, aiutano a compensare le variazioni di domanda e garantiscono altri vantaggi di stabilità. Tuttavia, afferma Borenstein, si tratta chiaramente di un sussidio che favorisce quelli con il solare residenziale e aggiunge costi operativi alla rete, che vengono coperti dagli altri utenti.

Il pericolo crescente è che gli incentivi per l'energia solare vengano percepiti come iniqui o troppo esosi, mentre il problema è che questa forma di energia non è ancora competitiva rispetto alle altre. Anche chi critica questo minestrone di incentivi statali e federali, come Borenstein e Armstrong, non auspica che il credito d'imposta venga modificato in tempi brevi. «L'eliminazione repentina del credito d'imposta potrebbe dare un colpo mortale all'industria del solare. E sarebbe una tragedia», afferma Armstrong.

Reattori a sali fusi

In 10 anni si potrebbe costruire il prototipo di un reattore a sali fusi: una opzione nucleare più sicura e più pulita delle attuali.

Richard Martin, Kevin Bullis, Alessandro Ovi

Per anni gli scienziati e gli ingegneri nucleari hanno parlato di una ripresa dei reattori a sali fusi, alimentati da un combustibile liquido invece che da barre di combustibile solido. Si tratterebbe secondo molti della scintilla capace di avviare il tanto atteso “rinascimento nucleare”.

Gli sviluppi recenti indicano che questa alternativa nucleare sta finalmente facendo progressi graduali verso la industrializzazione. Ad agosto un consorzio di istituti di ricerca e università che lavorano sotto l'egida della Commissione europea, tra cui l'Università della Tecnologia di Delft, nei Paesi Bassi, il Centro nazionale francese per la ricerca scientifica e il Centro comune di ricerca della Commissione a Bruxelles, ha intrapreso un programma di ricerca di quattro anni per dimostrare i benefici per la sicurezza dei reattori a sali fusi. Denominato *Valutazione della sicurezza del reattore veloce Molten Salt*, o Samofar, lo sforzo porterà alla realizzazione di un prototipo di reattore all'inizio degli anni 2020, se tutto andrà come previsto.

Costruito e testato nel 1960, all'Oak Ridge National Laboratory, il prototipo di un reattore a sali fusi sarebbe oggi il primo di una tecnologia mai provata su scala industriale nel corso degli ultimi tre decenni, ma in grado di raggiungere il mercato. Non produce CO₂, usa una soluzione radioattiva che fonde combustibile nucleare con un sale liquido, può funzionare con uranio, ma è anche ideale per il torio, un combustibile nucleare alternativo, più pulito, più sicuro e più abbondante dell'uranio.

I reattori a sali fusi offrono anche vantaggi di sicurezza intrinseci, perché il carburante è liquido e si espande quando riscaldato, rallentando così il tasso di criticità delle reazioni nucleari e rendendo il reattore capace di auto-governo.

I *molten salt* sono costruiti come un *vessel*, con uno scarico nella parte inferiore, bloccato da un tappo che, se qualcosa porta a un surriscaldamento, si scioglie e permette la caduta del nocciolo del reattore in un contenitore sotterraneo schermato.

Possono funzionare come produttori di energia termica o come reattori “bruciatori” che consumano scorie nucleari prodotte dai reattori convenzionali.

In sostanza, i reattori a sali fusi potrebbero risolvere i due problemi che hanno tormentato l'industria nucleare: sicurezza e rifiuti. Mentre i vantaggi ne sono stati compresi da tempo, i reattori a sali fusi rimangono nella fase di ricerca e sviluppo perché, nell'era post-Fukushima del basso prezzo del gas naturale, è difficile convincere gli investitori a finanziare qualsiasi tecnologia nucleare alternativa. Negli Stati Uniti si può perdere un decennio o più, e centinaia di milioni di dollari, solo per portare un nuovo design del reattore alla Nuclear Regulatory Commission per una domanda di licenza.

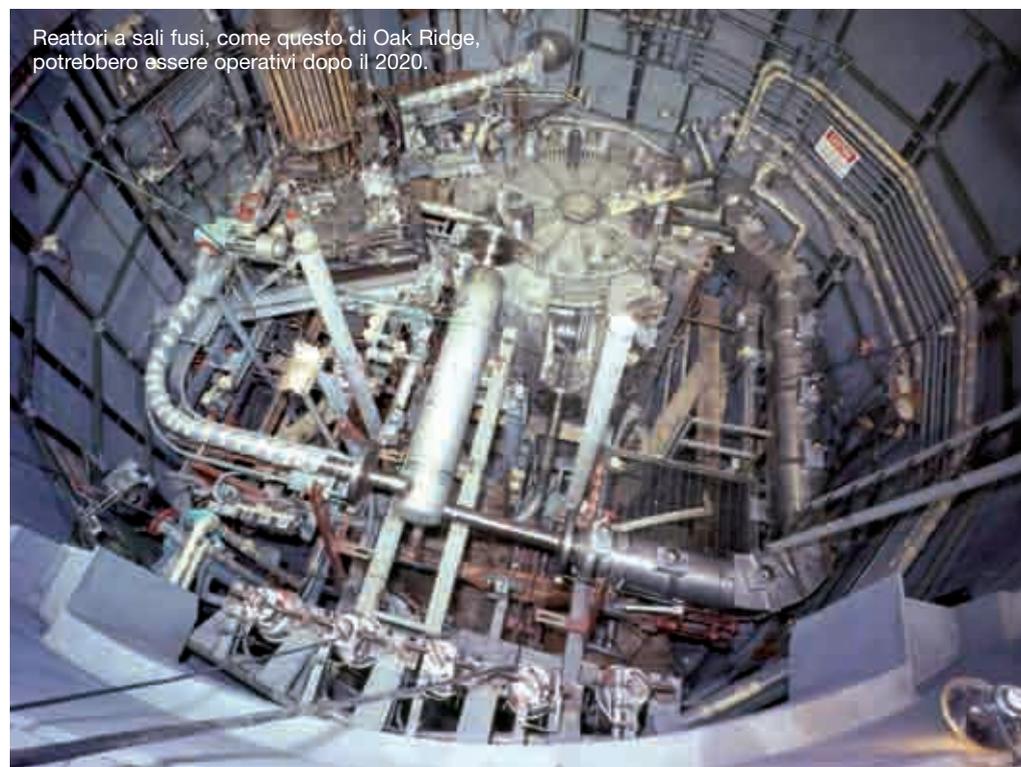
Samofar è focalizzata sui reattori veloci, che sono più efficienti dei reattori ad acqua leggera convenzionali e possono riciclare elementi fissili da scorie nucleari. Per costruire impianti non soltanto sperimentali e di labo-

ratorio, i ricercatori dovranno fare un grande lavoro sul reattore per testare la geometria del tappo, i rivestimenti del *vessel*, i materiali delle tubature, il comportamento del combustibile liquido durante la circolazione e altri parametri chiave della sicurezza.

Il progetto rappresenta «il primo passo verso la validazione su vasta scala e la dimostrazione della tecnologia», dichiara Jan-Leen Kloosterman, professore di fisica nucleare presso il TU Delft e ricercatore principale per Samofar. «Speriamo che i risultati possano portare a un maggiore impegno della grande industria nucleare».

Ottenere tale impegno non è facile. Il programma più avanzato per combustibili liquidi, i reattori a base torio, si trova in Cina, dove l'Istituto di fisica applicata di Shanghai intende costruire un prototipo nei prossimi anni. Il programma di Shanghai nasce da una collaborazione con Oak Ridge National Laboratory.

A Oak Ridge era stata sviluppata l'idea dei sali fusi grazie ad Alvin Weinberg, un importante fisico che aveva lavorato al progetto Manhattan e successivamente inventato il reattore ad acqua pressurizzata, il più diffuso ancora oggi. Come Direttore dell'Oak Ridge National Laboratory, aveva guidato la progettazione e lo sviluppo del



Reattori a sali fusi, come questo di Oak Ridge, potrebbero essere operativi dopo il 2020.

reattore a sali fusi, intrinsecamente sicuro, inclusa la versione a fluoruro di torio, una fonte di combustibile pressoché illimitata. Il prototipo era stato un reattore da 10 MW con fluoruro di uranio sciolto in sali fusi di fluoro di litio e berillio.

Nel 1966 è stato avviato il Molten Salt Reactor Experiment (MSRE) da 7,5 MW, che è proseguito fino al 1969. Questo prototipo non ha incluso la versione torio-uranio ed è stato testato con uranio-235 e uranio-233. Al prototipo non era collegato alcun generatore di elettricità e l'energia da fissione veniva dissipata con uno scambiatore sale-aria.

Ma il sogno di Weinberg non si è mai realizzato nella sua vita. Il lavoro Oak Ridge è stato interrotto quando il presidente Nixon decise che gli scienziati e gli ingegneri avrebbero dovuto lavorare al reattore autofertilizzante a sodio liquido, in California. Più tardi Weinberg dichiarò che «quella dei sali fusi era una tecnologia di successo, che venne abbandonata perché troppo diversa dalle principali linee di sviluppo di un reattore».

Ora l'interesse per i reattori a sali fusi sta rinascendo, non solo grazie all'impegno europeo, ma anche alla nascita di start-up americane finanziate da investitori visionari.

Il rinnovato interesse per questa filiera di reattori (che pare avere superato con nuove tecnologie i problemi da cui era stata bloccata in passato) è dimostrato dalla comparsa di Flibe Energy, Moltex Energy, ThorCon Power, Seaborg Technologies, Terrestrial Energy, Transatomic Power, con segnali incoraggianti per i prossimi 10 anni. C'è anche un importante progetto in Cina.

Dal punto di vista del MIT è molto interessante Transatomic Power, una start-up che sta sviluppando un concetto di reattore nucleare a sali fusi. Gli esperimenti sono stati finanziati con 2,5 milioni di dollari da Founders Fund, la società di venture capital patrocinata da Peter Thiel (il fondatore di PayPal), e da due fondi della famiglia di Leslie Dewan, CEO e cofondatrice di Transatomic Power, già negli elenchi dei TR35, i giovani innovatori di MIT Technology Review.

Transatomic Power ha avviato una serie di esperimenti per verificare il suo progetto o inviarlo di nuovo al tavolo da disegno. Questo progetto potrebbe anche consumare le scorie nucleari e utilizzare materiale nucleare che non può facilmente venire usato per produrre armi nucleari. Il progetto introduce anche nuovi materiali che potrebbero rendere il nucleare ancora più economico e compatto.

Leslie Dewan ha precisato che Transatomic Power intende determinare se questi nuovi materiali si comporteranno come previsto in un ambiente radioattivo, ad alta temperatura e nelle condizioni altamente corrosive presenti in un reattore. Transatomic Power sta utilizzando, a pagamento, gli impianti al MIT nell'ambito di un accordo triennale. Gli esperimenti costituiscono un passo fondamentale nella ambiziosa prospettiva di costruire un reattore dimostrativo negli Stati Uniti entro il 2020.

Per quanto si stia andando avanti, molti, commentatori e lettori, ritengono «stupefacente che ci sia bisogno di reinventare tutto. Questa tecnologia esisteva già, grazie a Weinberg, oltre 50 anni fa; perché allora dovremmo avere bisogno di 4 o 5 anni per svilupparla di nuovo?».

Su una simile linea si muovono anche le valutazioni di Sergio Garribba, attualmente esperto per l'energia presso il Ministero degli Affari Esteri: «Nel nucleare, il problema non è solo quello di dimostrare la sicurezza di una tecnologia; ancora prima è necessario dimostrare un distacco completo dal passato. Il prototipo a *molten salt* della fine degli anni Sessanta, a Oak Ridge, non è una buona "presentazione" per rendere il nuovo progetto accettabile al grande pubblico». ■

Nuove tecnologie per il nucleare

Sergio Garribba

Lo sviluppo e la realizzazione di nuovi impianti nucleari sono oggi frenati nella quasi totalità dei paesi industrializzati da problemi di accettazione sociale. Deterrenti formidabili sono il rischio di incidenti nucleari e la questione irrisolta della sistemazione definitiva dei rifiuti nucleari radioattivi a vita lunga. Si aggiungono i timori per la proliferazione di tecnologie e materiali nucleari suscettibili di doppio uso civile e militare.

Cosa fare quindi se non si vuole rinunciare del tutto all'opzione nucleare? Con il contributo dell'Agenzia per l'Energia Nucleare dell'OCSE più di 13 paesi e Organizzazioni internazionali hanno dato vita al Generation IV International Forum (GIF) che si propone di studiare, valutare e sperimentare sei tipologie di reattori, fra cui anche quelli a sali fusi.

Oggi si stanno proponendo o costruendo reattori nucleari di terza generazione con un progresso tecnologico lento e incrementale. Tuttavia, solo un salto tecnologico consentirebbe di superare le molte obiezioni che incontrano le attuali tecnologie.

Quali sarebbero i vantaggi dei reattori nucleari a sali fusi? Due vantaggi innanzitutto: la maggiore sicurezza in caso di incidenti e un migliore utilizzo del combustibile nucleare, con una forte riduzione della produzione di rifiuti radioattivi a vita lunga.

Ma gli impianti basati su queste tecnologie, qualora si dimostrassero competitivi dal punto di vista dei costi, sarebbero anche in grado di superare le difficoltà di accettazione sociale dell'energia nucleare? La risposta all'interrogativo non può essere univoca. I timori nei confronti dell'energia nucleare sembrano dipendere più da fattori esterni di natura non tecnologica, come la fiducia delle popolazioni verso le istituzioni e le Autorità di regolazione che devono sorvegliare e concedere le autorizzazioni. Né vi è un limite al livello di sicurezza nucleare che viene richiesto, dato che nessun sistema nucleare può essere a rischio radioattivo zero. Tuttavia, il grado di accettazione nei confronti dell'energia nucleare potrebbe evolvere nel tempo. In conclusione è opportuno investire in nuove tecnologie e proporre soluzioni attraenti.

Sergio Garribba è consulente del Ministero dello Sviluppo Economico ed esperto per l'energia presso il Ministero degli Affari Esteri.

TUTTI I COLORI DEL GATTO

Sta invadendo la Rete una proposta che oltre trent'anni fa i semiologi Françoise Bastide e Paolo Fabbri avanzarono per contenere i rischi delle scorie nucleari. Quella proposta, che pubblichiamo in italiano per la prima volta, sollecita varie riflessioni sul piano sia scientifico, sia mediatico.

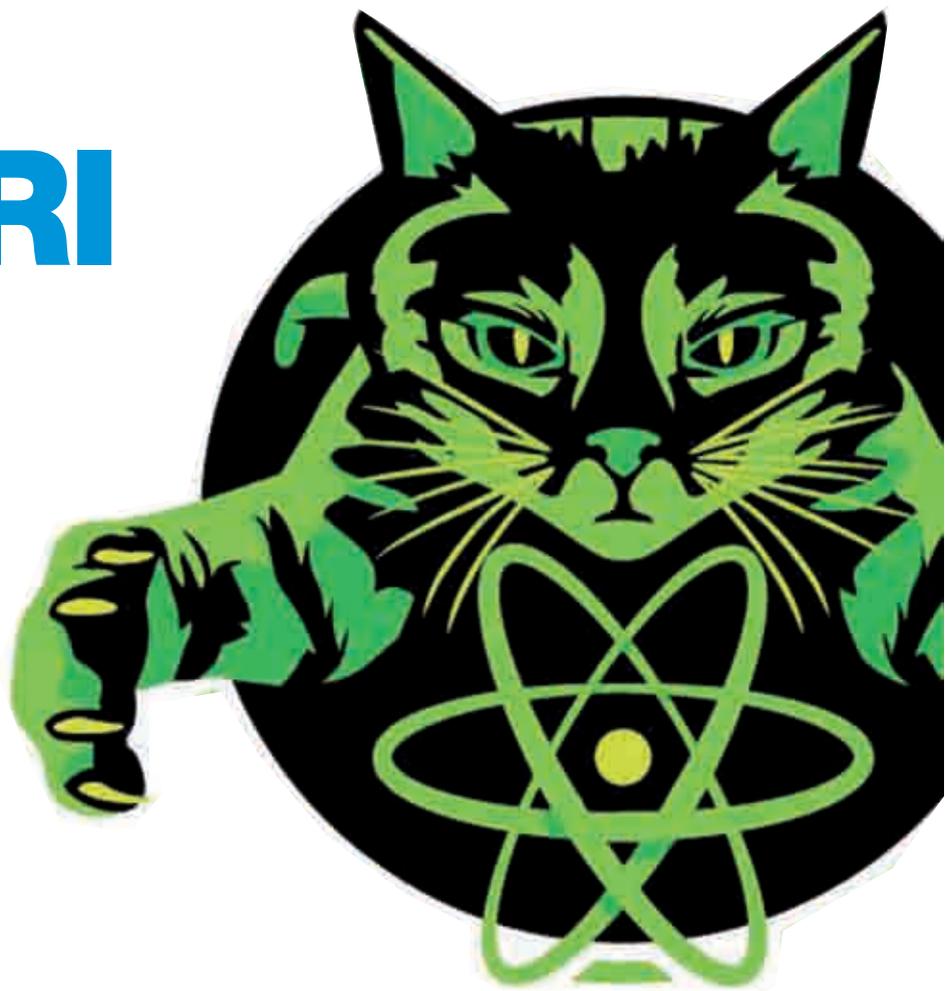
Ma sì, è proprio vero che in Rete ne succedono di tutti i colori. Le cose vanno e vengono assumendo le infinite sfumature del grigio, del nero, del rosso, e chi più ne ha più ne metta. Non soltanto perché la Rete fertilizza la contemporaneità, nel senso che tutto è a disposizione di tutti, ma anche perché talvolta, contro lo stesso senso comune, fa dialogare il passato con il presente e magari anche il futuro, come insegna il recentissimo e al tempo stesso remotissimo caso di *raycat*, il “gatto nucleare”, che negli ultimi mesi sta “colorando” sia i siti *on-topic*, sia quelli *off-topic*.

Raycat nasce molti anni fa negli Stati Uniti, ma sarebbe più giusto, in questo caso, scrivere in America, con quel tanto di mitico che ancora resta implicito nella frontiera dove maturano gli scenari prossimi e venturi. Siamo agli inizi degli anni Ottanta, quando, mentre si stavano moltiplicando le centrali nucleari, cominciava a porsi urgentemente il problema delle scorie e dei conseguenti depositi nucleari. Il decadimento radioattivo delle scorie nucleari, infatti, risulta assai lento e quindi, per così dire, si proietta in un tempo così lungo da attraversare molte centinaia di generazioni. Così lungo da coinvolgere al limite persone che avranno perso ogni memoria dei siti di stoccaggio e persino dei segni (parole, immagini) con cui le generazioni attuali avrebbero potuto avvertire quelle future dei pericoli celati sotto terra, tanto

più insidiosi quanto più invisibili, silenziosi e inodori: insomma, al di fuori di ogni possibile percezione sensoriale, ma non per ciò meno dannose per il corpo di chi si aggirasse nelle vicinanze senza avere più alcuna consapevolezza di questa presenza ostile.

Basta guardarsi indietro di poche migliaia di anni per rendersi conto di quanto poco servirebbero oggi eventuali analoghi avvertimenti che ci pervenissero da civiltà scomparse o anche da quelle, più recenti, di cui siamo in grado di decifrare le iscrizioni, come i Sumeri, i Babilonesi o gli Egizi. Il fatto è che nel corso dei millenni non muta solo il linguaggio, ma mutano anche le visioni del mondo con le connesse attitudini comportamentali, tra cui il senso del rischio, e ovviamente mutano le tecnologie che del rischio costituiscono la causa, ma almeno in questo caso potrebbero costituire anche un rimedio.

Progressivamente consapevole di questo crescente problema, nel 1981 il Dipartimento della Energia degli USA convocò un gruppo di esperti (ingegneri, archeologi, linguisti) per discutere come fosse possibile comunicare con il futuro lontano, di cui sarebbe stato troppo difficile ipotizzare i cambiamenti sia sul piano antropologico, sia su quello ambientale. Il gruppo di esperti precisò che il messaggio affidato alla bottiglia nel *mare magnum* dei millenni avrebbe dovuto consistere tanto in segni fisici, quanto in tradizioni orali che fossero in grado di passare





di generazione in generazione fino alle più remote e diverse, mantenendo il loro valore deterrente.

Del gruppo di esperti faceva parte il grande linguista e semiologo Thomas Sebeok, scomparso nel 2001, che si espresse a favore della opportunità di creare una sorta di “rituale” relativo ai depositi in questione e capace di “tenere lontana” la gente del luogo. Nel 1984 la rivista tedesca “Zeitschrift für Semiotik” pubblicò una dozzina di risposte alle provocazioni di Sebeok, a cavallo tra il concreto, il bizzarro e il fantastico, tra cui anche quella dello stesso Sebeok, il quale ipotizzava la creazione di una sorta di “chiesa del nucleare”, con i suoi sacerdoti e i suoi rituali. Ma la risposta più curiosa, che, evidentemente non a caso, è rimbalzata sino a oggi, trovando una risonanza davvero virale nella Rete, è quella di due allora giovani semiologi, la francese Françoise Bastide e l’italiano Paolo Fabbri, che inventarono il cosiddetto *raycat*, il gatto radioattivo, una creatura mutante che cambia colore in presenza di radiazioni, come un contatore Geiger animato. Il testo di Bastide e Fabbri è stato ripreso nello stesso 1984 dalla rivista parigina “Change International”: da questa traduzione francese abbiamo tratto l’ampia sintesi che pubblichiamo per la prima volta in italiano nelle pagine seguenti.

Invenzione semiotica e letteraria, destinata a diventare proverbiale e ad aggregare intorno a sé filiere folkloristiche, il gatto radioattivo è rimasto latente per qualche decennio sino a riesplodere quest’anno in maniera del tutto inaspettata, a seguito di un articolo apparso su “The Atlantic”, la celebre rivista bostoniana, e subito ripreso da periodici e quotidiani. A una canzone composta dall’artista americano Chad Matheny, di cui si possono leggere a fianco i versi, ha poi fatto seguito un documentario realizzato da Benjamin Hugué e Debanjan Nandy, in cui il giornalista americano Matthew Kielt intervista Paolo Fabbri. Né poteva mancare una fiorente offerta in Rete di merchandising, che conferisce una concreta attendibilità alle argomentazioni di Bastide e Fabbri sulla viralità dei simboli. Insomma, ci ha pensato la Rete a fungere da cartina di tornasole per le tante proposte di oltre trent’anni fa, selezionando la più creativa e incisiva, che tra l’altro ha nel frattempo acquisito anche una sua credibilità e forse fattibilità scientifica, dal momento che le recenti tecniche di ingegneria genetica rendono più plausibile la ipotesi di un gatto che possa cambiare colore quando passa in prossimità di radiazioni nucleari.

Se mai, in conclusione, dopo avere dato molti colpi al cerchio del successo mediatico, vorremmo darne uno alla botte della obsolescenza digitale. Se infatti, in certa misura e con le cautele del caso, possiamo confidare che i progressi tecnologici riescano a colmare il divario tra le nostre preoccupazioni e le nostre aspettative, con le prospettive della comunicazione pubblica si procede su un terreno ancora più incerto e insidioso. In effetti, il sistema mediatico tende a distruggere i suoi miti così in fretta come in fretta li crea. Proprio nella misura in cui *raycat* ha fatto irruzione nel mondo della Rete, ci si può chiedere se la sua diffusione attuale, e quindi la possibilità di perpetuarsi in un futuro lontano, non sia destinata a venire rapidamente rimossa dalla frenesia dell’*agenda setting*. Ai posteri – è proprio il caso di dirlo – l’ardua sentenza! ■ (g.p.j.)

Don't Change Color, Kitty

Chad Matheny

*Don't change color, kitty.
Keep your color, kitty.
Stay that pretty gray.
Don't change color, kitty.
Keep your color, kitty.
Keep sickness away.
Don't change color, kitty.
Keep your color, kitty.
Please, 'cause if you do,
or glow your luminescent eyes
we're all gonna have to move.*

*Don't change color, kitty.
Keep your color, kitty.
Stay that pretty gold.
Don't change color, kitty.
Keep your color,
and we'll keep you from the cold.
Don't change color, kitty.
Keep your color, 'cause
we need your kind around.
But the minute you change your looks,
we're bringing you with us out of town.*

*Don't change color, kitty.
Keep your color, kitty.
No, I don't know why.
Don't change color, kitty.
Keep your color, kitty.
God said it's not right.
So don't change color
or flash your eyes.
Lord knows if you do,
I hope you think it's cozy in your travel case,
because it's time to move.*

*Don't change color, kitty.
Keep your color, kitty.
Stay that midnight black.
The radiation that the change implies
can kill, and that's a fact.
The radiation, whatever that is,
is something we don't want,
'cause it withers our crops
and it burns our skin
and it turns our livestock gaunt.*

*So don't change color, little kitty.
Don't flash your eyes.*

Gatti, suoni e luci

Françoise Bastide e Paolo Fabbri
1984

Riflettere su mezzi e metodi per trasmettere informazioni vitali attraverso diecimila anni di storia è certamente molto stimolante per dei semiologi. Ancora prima di esporre eventuali soluzioni, ci è sembrato utile descrivere le nostre ipotesi di lavoro, basate su alcuni tra i possibili scenari di quel lontano futuro.

Innanzitutto dobbiamo immaginare che l'umanità sopravvivrà senza importanti modifiche delle sue caratteristiche morfologiche e psicologiche anche se le pratiche sociali (e le lingue) potranno subire radicali trasformazioni; diversamente, la necessità di segnalare la localizzazione delle scorie nucleari non esisterebbe (potrebbero persino non essere pericolose per un'altra specie d'abitanti terrestri).

Inoltre, il problema si porrà solo se si sarà persa l'usanza di deporre le scorie sottoterra (o nelle profondità marine); in caso contrario, una mappa dei depositi (e di altri luoghi che lo diventassero) verrebbe conservata e continuamente aggiornata da quanti negli anni si occuperanno delle scorie. Di fatto, la radioattività prodotta dalle scorie costituirebbe in sé un segnale sufficiente per chi sa cosa cerca e la scoperta di radiazioni atomiche non dovrebbe porre problemi tecnici in una civiltà dove l'energia nucleare fosse ancora in uso.

Dobbiamo quindi considerare due percorsi possibili e contraddittori per il futuro: o l'uomo avrà abbandonato (volontariamente o meno) e dimenticato tutte le realizzazioni scientifiche dei nostri tempi e dunque avrà smesso di produrre sia le scorie radioattive, sia i relativi strumenti di misurazione, oppure l'uomo avrà dovuto elaborare soluzioni tecniche più raffinate per il trattamento delle produzioni radioattive; in questo caso gli strumenti di identificazione esisterebbero, ma per venire utilizzati solo in caso di sospetta presenza di depositi radioattivi.

L'informazione relativa alle scorie radioattive consta di due elementi: la conoscenza dell'esistenza di queste pericolose discariche; l'esatta localizzazione dei depositi, la loro natura e il tempo di giacenza che consenta la valutazione del rischio in funzione del tempo trascorso. Se queste due informazioni venissero ignorate, il pericolo risiederebbe nella casuale scoperta di questi luoghi da parte di ricercatori o scienziati all'oscuro del rischio d'irradiazione, o anche in una modifica geologica del sito (naturale o causata da catastrofe) che farebbe affiorare in superficie quanto prima era profondamente interrato o coperto dalle acque del mare. Inoltre, i processi di trattamento del materiale radioattivo, benché studiati per prevenire la dispersione e il conseguente avvelenamento su larga scala, potrebbero a lungo termine rivelarsi poco sicuri. In definitiva, l'ignoranza di queste problematiche comporterebbe l'assenza di regolari controlli così come di una sorveglianza dei luoghi per evitare la volontaria criminale disseminazione delle scorie.

È presumibile che un elemento di conoscenza sia votato all'oblio e non venga più tramandato alla generazione seguente quando la sua applicazione non fosse più di interesse alcuno. Per contro, credenti

di ogni specie hanno dato prova di una notevole facoltà di trasmettere informazioni sulla condizione umana, la vita e la morte per mezzo di avvincenti storie e riti suggestivi. Tuttavia, non esiste per ora una religione universale e inventare una religione nuova e duratura non sarebbe davvero facile.

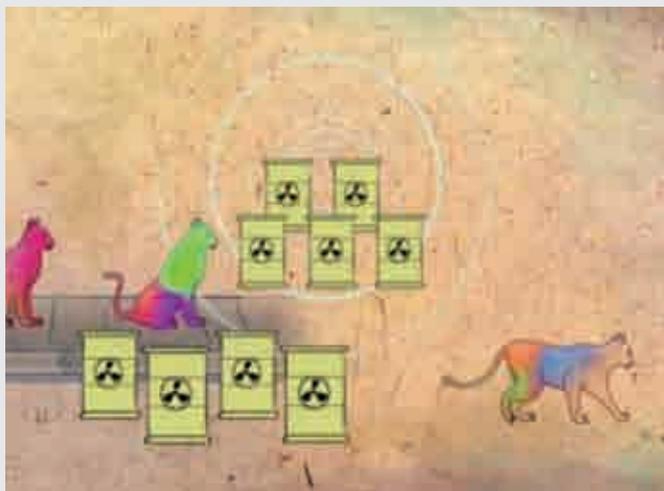
Anche le opere d'arte hanno buone probabilità di venire diligentemente conservate, copiate e restaurate, se necessario. Dunque, resta da augurarsi che le scorie nucleari siano d'ispirazione per numerosi poeti, romanzieri, musicisti, pittori e scultori di valore. Tuttavia, è dubbio che l'arte sia in grado di trasmettere informazioni di un livello tecnico tale da permettere di costruire un contatore o di tracciare la mappa dei depositi di scorie. Da questo punto di vista, una religione darebbe maggiori risultati. Si deve però tenere conto dell'eventualità di cambiamenti culturali che possono trasformare le pratiche religiose in soggetti di tesi per qualche raro studente d'archeologia. Anche il problema delle localizzazioni e datazioni a partire da antichi documenti presume sistemi di calcolo molto sofisticati perché le unità di misura possono cambiare così come i punti di riferimento: la morfologia di mari e continenti evolve e anche la carta del cielo si modifica con gli anni.

Come conservare un sapere in *saecula saeculorum*

Sola soluzione possibile perché un sapere tecnico si conservi in eterno passa per la sua autoriproduzione. Poiché la riproduzione senza altra motivazione se non la riproduzione stessa è propria della vita, siamo indotti a immaginare in termini zoosemiotici un rivelatore vivente di radiazioni. Beninteso, affinché la specie non si estingua, bisogna che possieda una nicchia ecologica adeguata e duratura. Quale migliore nicchia potremmo trovare se non l'uomo stesso, dato che abbiamo ipotizzato che possa attraversare i secoli? Possiamo scegliere tra i numerosi parassiti che hanno sfruttato l'uomo sino a oggi. Per funzionare efficacemente come rivelatore, il parassita selezionato dovrebbe reagire all'aumento del livello di radiazioni pericolose con una trasformazione sensibile, ma non con la morte, troppo facile da confondere con la morte naturale né con una alterazione del processo riproduttivo. Esiste un illuminante esempio di ipersensibilità alle radiazioni (*xeroderma pigmentosum*) in cui un difetto genetico dei meccanismi di riparazione causa la comparsa di nei e macchie scure sulla pelle del soggetto esposto. Usando come esempio questa mutazione di colore non intendiamo suggerire l'utilizzo di parassiti umani, ma soltanto indicare l'esistenza di un fattore genetico suscettibile di conferire sensibilità agli irradimenti mutageni.

Sarebbe per altro poco avveduto usare un micro-organismo di cui l'ospite nota la presenza solo al momento della sua trasformazione causata dall'aumento delle radiazioni. L'esistenza del rivelatore dovrebbe invece restare sempre presente nel pensiero dell'ospite, così da simulare l'effetto della fede religiosa o del piacere estetico, accrescendo la probabilità di conservazione dei documenti. La coscienza può venire alimentata dal dolore o dal piacere, ma l'angoscia può svanire e il ripetersi di disgrazie svigorire i sensi, mentre l'uomo non è mai sazio di piacere.

Se il rivelatore fosse un animale bello, affettuoso e misterioso, un gatto, per esempio, della cui compagnia l'uomo si è allietato dal-



l'antico Egitto, è probabile che la perpetuazione di una razza speciale possa resistere nel tempo. Ci sarebbe anche da creare per questa razza una denominazione speciale, insieme suggestiva e enigmatica, che provochi curiosità nelle nuove generazioni: per esempio, se venisse chiamato “radiogatto”, ne verrebbe conservata la memoria delle proprietà di rilevatore. Inoltre, la traccia del rischio potenziale si conserverebbe nella memoria collettiva per mezzo di proverbi, storie, racconti e miti creati spontaneamente. A questo scopo, sarebbe utile una buona conoscenza della letteratura orale. In seguito, questo sapere così concretizzato dovrebbe resistere alle variazioni della cultura: avere un radiogatto in casa potrebbe, a seconda dei casi, rappresentare semplicemente una gradevole abitudine o trasformarsi nel culto di una divinità domestica

Quali segni parleranno ancora tra diecimila anni?

Prima di progettare un sistema di segnalazione per il futuro, sembra utile guardare con occhio critico i segni già esistenti. La semiologia, da Peirce a Greimas, ci fornisce pratici strumenti per studiare il loro statuto. Per cominciare si possono distinguere i segni di carattere astratto (simboli) che sono comprensibili solo all'interno di una data società, dai segni figurativi (icone), leggibili grazie alla loro somiglianza con elementi dell'esperienza quotidiana. Solo la seconda varietà di segni sarebbe utile al nostro scopo, nei termini di una sagoma antropomorfa in azione o un semplice oggetto. In questo caso ci si domanda quale relazione si stabilisca tra l'oggetto rappresentato e il programma in questione.

Esistono, infatti, numerosi esempi in cui il segno non rappresenta l'oggetto mirato. Un segno composto da coltello e forchetta indica la possibilità di consumare un pasto e non quella di acquistare quegli attrezzi. La figura di un cranio decorato da tibie incrociate comunica la fine certa di chi penetra nel luogo così marcato. Ma in una diversa cultura l'associazione di coltello e forchetta potrebbe anche indicare che chi entra verrà mangiato e il cranio segnalare un rivenditore di ossa. Inoltre, la natura attrattiva o repulsiva di un oggetto è difficile da trasmettere in quanto dipende dalla nozione di buono o cattivo gusto culturalmente radicata nel soggetto. Per contro, desiderio, piacere,

paura o disgusto vengono correntemente manifestati all'osservatore tramite gesti o mimiche più direttamente in relazione con la morfologia umana che con abitudini culturali e sono quindi meno suscettibili di variare secondo le mode.

Sarebbe necessario, inoltre, porre segnali attorno alla zona a rischio, nonostante l'inevitabile incertezza sulla loro durata data la possibile modifica della topologia locale nel corso del tempo (mentre si presume che il materiale usato per il condizionamento delle scorie sia indistruttibile). Si potrebbe immaginare un segnale sonoro come completamento della segnalazione visiva sopra descritta, con il vantaggio che il segnale sonoro è per natura sintagmatico contrariamente a quelli “da leggere”.

Tuttavia, è probabile che sia più difficile realizzare un segnale sonoro per diecimila anni e oltre, anche se potrebbe utilizzare come fonte d'energia quella delle radiazioni del deposito nucleare stesso. Più sicuro sarebbe forse utilizzare il rumore prodotto dal visitatore giocando sull'acustica dei luoghi per creare dei fenomeni di eco o di affievolimento del suono. Effetti sonori di questo tipo sarebbero conseguibili con appropriati rivestimenti delle gallerie quando le scorie fossero immagazzinate in miniere abbandonate. Quale che sia la soluzione adottata per la sua produzione, il suono dovrebbe aumentare d'intensità a misura della vicinanza alla fonte di rischio, mentre accanto all'area di stoccaggio il suono dovrebbe essere intermittente per disorientare i visitatori che intendessero accedere ai fusti. Grazie a un simile dispositivo, il sistema di gallerie della miniera – se si trattasse di una miniera – diverrebbe un “dedalo” non solo per la topologia particolarmente favorevole, ma anche per una specifica modalità di segnalazione.

Un segnale per essere operativo deve contenere una variazione monotona di una (o più) delle sue caratteristiche in funzione della distanza dal luogo verso cui orienta l'utilizzatore. Al contrario, qualità fondamentale di un segnale d'allarme è d'imporsi di colpo all'attenzione del soggetto: questo effetto viene di norma ottenuto con un brusco inizio e un'analogia fine e con ripetizione di sequenze, ossia un processo caratterizzato da quanto la semiologia chiama “aspetti”. Infine, il segnale dovrebbe avere una certa somiglianza con il fenomeno che annuncia, quantomeno per ciò che ne riguarda il carattere euforico o disforico.

Va riconosciuto che queste proposte si basano sulla messa in opera di emettitori quasi eterni alimentati da energie inesauribili. Dato per risolto il problema, possiamo spingerci più lontano e ipotizzare che effetti simili si potrebbero ottenere mediante emittenti di luce, con l'ovvio rischio che questi giochi di suoni e luci passino per opere d'arte. Dunque, per concludere, resta un'ultima domanda pertinente: il soggetto condividerà il significato letterale del messaggio dissuasivo e della sua forza perlocutiva ovvero porrà sull'enunciato le virgolette della simulazione? Così l'effetto sarebbe assai distante da quello prefissato. Per un lupo una trappola è una trappola. Ecco perché le trappole per lupi sono efficaci. ■

Chi guida il guidatore?

Una start-up di software sta affrontando il problema dell'automazione della guida in maniera differente.

Will Knight

Alcune vetture di lusso sono già in grado di guidarsi senza alcuna assistenza in determinate situazioni, effettuando parcheggi a regola d'arte, prendendo il controllo in condizioni di traffico lento o seguendo la vettura anti-stante. Mentre sistemi automatizzati sempre più sofisticati entrano in commercio, alcune persone si chiedono se lasciare il controllo assoluto alla macchina sia veramente la cosa giusta da fare.

La start-up nuTonomy di Cambridge, Massachusetts, sta sviluppando un sistema di automazione pensato per sembrare più naturale e venire abbinato in maniera più efficace al controllo umano. Se un convenzionale sistema di guida autonoma analizzerà la strada ricorrendo a radar, lidar, GPS e altri sensori prima di pianificare il percorso ideale, gli algoritmi sviluppati dalla nuTonomy imitano lo stile di guida di un essere umano, identificando un corridoio sicuro attraverso cui passare. Una vettura controllata dal software della società percorrerà il percorso ottimale seguendo questo corridoio. Con questo approccio è anche possibile abbinare con maggiore flui-

dità il controllo umano a quello del computer. Il sistema, per esempio, può monitorare la sterzata di un conducente e intervenire solamente quando rileva che sta per abbandonare il percorso definito dal software.

«Il problema fondamentale è che gli esseri umani e le macchine affrontano il compito della guida in maniera differente», spiega Karl Iagnemma, ricercatore del MIT e fondatore della nuTonomy. Senza la dovuta attenzione, ciò potrebbe portare a sistemi di guida autonoma con uno stile di guida imprevedibile o apparentemente innaturale per i conducenti umani. Iagnemma dice che la società sta sviluppando anche nuovi sistemi per colaudare e verificare che un sistema di guida autonoma funzioni in tutti gli scenari possibili, qualcosa che contribuirà allo sviluppo di sistemi sempre più complessi. Aggiunge infine che la società sta lavorando in collaborazione con un marchio di prestigio, «con un occhio rivolto alla commercializzazione».

Si parla di automazione delle automobili da decenni e sistemi di regolazione automatica della velocità sono comuni dagli anni Novanta, mentre i parcheggi paralleli automatizzati sono stati introdotti a partire dai

primi anni Duemila. Gli ultimi sviluppi, però, hanno avuto effetti sorprendenti. L'ultimo modello di BMW Serie 7, per esempio, permette al conducente di scendere dalla vettura e lasciare che si parcheggi da sola con la sola pressione di un pulsante. Alcuni modelli Mercedes possono viaggiare automaticamente nel traffico lento e sia Audi, sia Volvo intendono presentare nuove tecnologie l'anno prossimo.

Cresce il dibattito sulla formulazione di normative per l'introduzione di sistemi di guida autonoma sempre più sofisticati. Il National Transportation Safety Board ha recentemente presentato un nuovo rapporto in cui viene richiesta l'introduzione di sistemi anticollisione sulle nuove automobili; norme proposte dal Senato degli Stati Uniti richiedono invece che tali tecnologie vengano considerate nelle valutazioni sulla sicurezza delle vetture.

Nel giro di un anno, l'introduzione di una tecnologia che permetta alle vetture di guidare autonomamente sulle autostrade segnerà una nuova pietra miliare. Tesla Motors ha dichiarato di avere in programma un aggiornamento per le sue Model S, grazie a cui le vetture dotate dei sensori necessari potranno prendere il controllo di velocità e sterzo durante le percorrenze in autostrada. Cadillac intende offrire una tecnologia simile come optional su alcuni suoi modelli dell'anno prossimo. Cadillac non ha ancora descritto come un conducente dovrà lasciare o riprendere il controllo dal suo

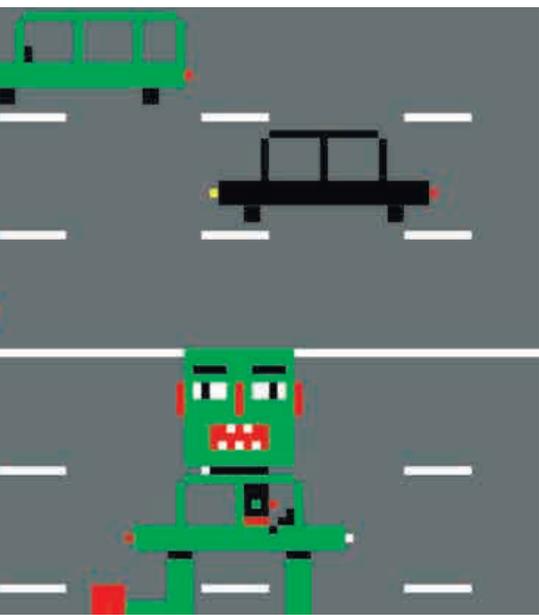


sistema, ma Dan Flores, un portavoce GM, conferma che «gli scenari in cui il sistema dovesse andare in avaria sono inclusi nella fase di sviluppo». In effetti, l'introduzione di questi sistemi potrebbe alimentare i timori inerenti alla disattenzione dei conducenti umani, specialmente nel caso in cui dovessero improvvisamente riprendere il controllo della vettura.

Questa crescente automazione è alimentata non solo dall'interesse delle Case automobilistiche, ma anche da quello delle società tecnologiche. Oltre a Google e alla sua automobile senza conducente, Uber ha manifestato il proprio interesse per la tecnologia di guida autonoma coinvolgendo ricercatori della Carnegie Mellon University con esperienze nel settore, mentre anche Apple sta sviluppando la propria tecnologia per la guida autonoma.

Paul Green, docente dell'Università del Michigan, che studia il comportamento dei conducenti e le interfacce per automobili, sostiene che l'automazione parziale pone nuovi problemi: «Si tratta di un importante cambiamento nel modo in cui si guida una vettura. Molte persone premono per arrivarci in fretta, ma questo genere di cose va fatto con cura. Al momento non possiamo ancora prevedere in che modo si comporteranno le persone». ■

Will Knight si occupa di Intelligenza Artificiale per MIT Technology Review USA.



Basta poco per andare

Gli algoritmi visivi sono ora di qualità sufficiente a permettere a un'automobile di guidarsi da sola con un'unica telecamera.

Will Knight

La maggior parte dei veicoli che si guidano da soli, compresi i vari prototipi della Google, sono costellati di sensori, telecamere comprese, ultrasuoni, sistemi GPS raffinati e costosi strumenti di monitoraggio al laser chiamati lidar. Questi dispositivi permettono all'automobile di ricostruire l'immagine composita dell'ambiente circostante necessaria a una guida sicura. Alcuni di questi elementi però, come il lidar, costano decine di migliaia di dollari.

In un demo che mostrava i veloci progressi della tecnologia, la Magna, una società che rifornisce componenti ai maggiori produttori di automobili, ha recentemente mostrato di essere capace di fare sì che un'automobile si guidi da sola (almeno in autostrada), grazie a una singola telecamera applicata al parabrezza. La Magna non ha fatto sapere quanto verrebbe a costare questo genere di tecnologia ai produttori di automobili, ma i sistemi di telecamere per veicoli tendono a costare qualche centinaio di dollari piuttosto che qualche migliaio.

L'impresa è stata resa possibile dai rapidi progressi di un software prodotto dalla società israeliana MobileEye e utilizzato per l'interpretazione della scena.

Nathaniel Johnson, ingegnere, a capo del settore che controlla gli algoritmi alla Magna, mi ha portato a fare un giro in una Cadillac dotata di questa tecnologia. Dopo aver imboccato la I-94 poco a nord di Ypsilanti, nel Michigan, ha premuto un bottone sul volante per attivare il sistema e si è messo comodo, lasciando il controllo all'auto. «È capace di guidarsi da sola in molte situazioni diverse», mi ha assicurato Johnson, mentre l'auto seguiva una curva nel percorso. «Fa uso di molte tecniche di analisi dell'immagine».

Il display per l'intrattenimento sul cruscotto dell'auto mostrava come le immagini video venissero analizzate dal software della MobileEye. Le strisce di demarcazione delle corsie venivano evi-

denziate in verde e i veicoli davanti a noi racchiusi in quadrati dello stesso colore, con dei numeri a indicare la distanza da ciascuno. Il software è anche capace di riconoscere la segnaletica stradale istantaneamente e Johnson mi ha spiegato che il sistema di guida automatica poteva venire programmato per aderire a qualunque velocità indicata dai segnali. L'autista è in grado di riprendere momentaneamente in mano il volante per poi restituire il controllo al sistema di guida automatica.

La Magna ha testato questo sistema in USA, Germania, Gran Bretagna e recentemente anche in Cina.

Un produttore di auto non utilizzerrebbe in questa maniera il sistema, ma lo abbinerebbe ad altri sensori. Ciononostante, questo sistema dimostra la possibilità di installare la guida automatica anche in maniera relativamente economica. «Per ottenere maggiori livelli di autonomia, sono necessari più sensori», precisa Johnson, «ma questo è un buon livello introduttivo di autonomia. È qualcosa alla portata delle tasche del pubblico, di chi desiderasse installarlo sulla propria automobile».

Al momento, dispositivi per la guida automatica come *adaptive cruise control* o *hands-free parallel parking* sono disponibili solo per veicoli di lusso. La Mercedes S-Class, capace di seguire automaticamente il veicolo di fronte in momenti di traffico a singhiozzo o prendere il volante per aiutare nell'aggiramento degli ostacoli, parte da un costo di 94.400 dollari in USA e può arrivare a costare 222mila dollari.

Il costo di sensori e sistemi associati dovrà calare notevolmente se si vuole che questo genere di tecnologia raggiunga il successo da molti auspicato. ■

Will Knight si occupa di Intelligenza Artificiale per MIT Technology Review USA.

Formula SAE Italy e Formula Electric Italy

Oltre 70 concorrenti provenienti dalle principali università di 20 paesi per un totale di 2mila partecipanti: sono questi i numeri da record dell'ultima edizione della competizione, tenutasi dall'11 al 14 settembre presso l'autodromo di Varano de' Melegari. Ne abbiamo parlato con il presidente della Dallara.

Matteo Ovi

La Formula SAE Italy (Society of Automotive Engineering) è l'evento internazionale organizzato da ATA (Associazione Tecnica dell'Automobile) che vede competere giovani ingegneri universitari provenienti dalle principali università di 20 paesi del mondo nella progettazione, realizzazione e gareggiamento di prototipi monoposto. L'evento, nato nei primi anni Ottanta per promuovere la carriera dei giovani ingegneri nel campo del motorsport, ha trovato proprio in Italia la più sentita collaborazione di atenei e industrie. È infatti italiano, da ormai sei edizioni, lo sponsor principale dell'evento. Si tratta della Dallara, società dinamica, nota nell'ambiente delle corse per essere l'unica produttrice, motore a parte, delle vetture che corrono a Indianapolis.

L'evento permette ai giovani ingegneri di mettere alla prova le proprie capacità su tutti gli aspetti di un progetto così complesso come quello di una vettura da gara, e costituisce sia un importante campo prova per i loro progetti, sia una opportunità di prepararsi alle carriere future.

Gli studenti vengono impegnati in tutti gli aspetti della progettazione e realizzazione, ma devono anche tenere in considerazione la fattibilità del progetto entro un budget prefissato e con un determinato ciclo produttivo. Si presenta così una occasione per dimostrare le proprie basi teoriche, la capacità di elaborare idee innovative e l'abilità di confrontarsi con i processi produttivi.

I vari gruppi sottopongono i propri veicoli a una quantità di test valutati da giurie formate da professionisti del settore. Si tratta di specifiche prove statiche (scrutinamento, ribaltamento, frenata, rumorosità, design, costo e presentazione) e dinamiche (accelerazione, accelerazione laterale, *endurance*, economia di consumo).

Nelle ultime edizioni, al tradizionale evento dedicato a prototipi a combustione

interna si è aggiunta la Formula Electric, dedicata alle vetture elettriche e pensata per stimolare la ricerca e lo sviluppo di progetti per la mobilità sostenibile.

Oltre a cooperare attivamente nell'organizzazione dell'evento, Dallara offre ai giovani l'opportunità mettere in mostra il proprio talento di fronte a un pubblico internazionale. Abbiamo incontrato nei giorni della competizione il presidente Gian Paolo Dallara, il quale, nel raccontarci l'inizio di questa avventura, ha ricordato l'entusiasmo e la passione dimostrati da questi giovani: «Sono tutti qui per partecipare e arrivare primi, anche fra loro». Così, ai trofei riconosciuti dall'evento si affiancano i primati perseguiti fra connazionali e nelle specifiche categorie. «Non importa solo vincere, ma avere partecipato. Per altro, a chi si sarà distinto particolarmente, a quanti si saranno veramente sporcati le mani dando il massimo di sé», aggiunge Gian Paolo Dallara, «guarderemo con l'ipotesi di un ingaggio presso Dallara».

Oltre a offrire uno sguardo sugli ingegneri del futuro, Dallara apre la porta dei suoi stabilimenti, situati poco distante dal-

l'autodromo, a quelli che verranno considerati più meritevoli. Non mancano infatti i casi in cui alcuni fra i partecipanti alle edizioni precedenti hanno in seguito trovato un impiego presso l'azienda italiana.

«Siamo sempre coinvolti nella ricerca di giovani che guardino al futuro», conferma Dallara. «Alcuni di questi ragazzi dimostrano di avere una grande determinazione e di sapersi arrangiare. Per fare un esempio, uno studente israeliano che non aveva accesso ad alcuna delle tre società al mondo che fabbricano cambi, se lo è fatto fare da una fabbrica di carri armati nel suo paese», conclude sorridendo.

Negli ultimi anni alla Formula SAE Italy si è aggiunta la Formula Electric, «Occorre reinventarsi», sostiene Dallara, «per scoprire un mondo che non si conosce. Fra questi giovani potrebbe trovarsi proprio una delle risorse necessarie a questo cambiamento».

Degli oltre 70 team che hanno partecipato alla edizione 2015, 15 provenivano da università italiane: Università degli Studi di Padova, Politecnico di Milano, Università della Calabria, Università degli Studi di Brescia, Università del Salento, Università degli Studi di Roma Tor Vergata, Università degli Studi di Firenze, Università degli Studi di Napoli Federico II, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Università Politecnica delle Marche, Università degli Studi di Parma, Politecnico di Bari, Sapienza Università di Roma, Politecnico di Torino, Università di Pisa. ■

Matteo Ovi è collaboratore di MIT Technology Review Italia.



Da sinistra, Andrea Pontremoli e Gian Paolo Dallara, rispettivamente amministratore delegato e Presidente della Dallara Automobili.



A sinistra, in alto: "Fast Charge", l'auto realizzata da un team di oltre 40 futuri ingegneri di Formula Student Electric della Sapienza Università di Roma. A destra, in alto: la nuova vettura SCXV: monoscocca in fibra di carbonio autoprodotta, trazione integrale, 4 motori elettrici montati outboard. A sinistra, in basso: l'auto del team dell'Università degli Studi di Napoli Federico II. A destra, in basso: l'auto del team dell'Università di Pisa.



Robot collaboratori

Strategie di adattamento e interazione lasciano credere agli umani di essere al comando quando collaborano a compiti quotidiani con i robot.

Mark Harris

Roomba ha un nuovo amico. Alcuni ricercatori hanno sviluppato un robot che può aiutare a pulire la cucina. In una ricerca presentata al Robotics Science and Systems di Roma, a luglio, alcuni scienziati della University of Wisconsin, Madison, hanno descritto come sono riusciti a insegnare a un braccio robotico Kinova Mico a dare una mano nel lavaggio dei piatti. L'elemento chiave, apparentemente, sta nel rallentare e permettere ai membri umani della squadra di prendere il comando. «Vogliamo che i robot seguano il nostro esempio, o che perlomeno pianifichino le proprie azioni avendo consapevolezza delle nostre», dichiara Bilge Mutlu, professore associato in scienze informatiche, psicologia e ingegneria industriale, autore della ricerca.

È tutta questione di collaborazione. I ricercatori hanno cominciato permettendo al robot di osservarli mentre si passavano i piatti disposti su uno scolapiatti per poi impilarli sulle mensole. Un sensore Kinect registrava la velocità e la posizione delle braccia di chi passava i piatti e di chi li riceveva durante l'azione. La scena è poi stata ripetuta mentre il ricevente si muoveva al rallentatore, avendo un breve compito matematico da risolvere prima di depositare il piatto al proprio posto. Così facendo, la persona incaricata di passare il piatto si è adattata alla disponibilità del ricevente.

I ricercatori hanno analizzato i dati ricavati da otto squadre di umani e hanno trovato che le persone usano una combinazione di due metodi quando hanno a che fare con un compagno lento. Alcuni attendono il momento in cui il compagno sarà pronto per il prossimo piatto, altri invece semplicemente rallentano per colmare il tempo intermedio.

Mutlu ha programmato il robot per il ruolo di passare i piatti e, facendo nuovamente uso del sensore Kinect, ha monitorato l'esecuzione del compagno umano. L'algoritmo ha raggiunto un'accuratezza del 90 per cento nel prevedere quando il compagno umano sarebbe stato pronto a ricevere il piatto.

I ricercatori hanno poi programmato il robot a rispondere con tre differenti strategie. In alcune occasioni lavorava alla massima velocità possibile, offrendo il piatto attivamente, a prescindere dal fatto che l'umano fosse pronto a riceverlo o meno. In altre occasioni attendeva che l'umano avesse finito con il primo piatto prima di offrire il successivo. In altre occasioni ancora il robot imitava il comportamento umano, adattandosi al proprio compagno, rallentando il proprio movimento o attendendo.

È stato poi chiesto agli utenti una valutazione di ogni sistema, secondo criteri quali consapevolezza, fluidità, intelligenza e pazienza. La preferenza è andata ai robot reattivi e in grado di adattarsi. Il sistema intuitivo e adattabile, inoltre, ha dato anche ottimi risultati per velocità (anche se il più veloce è stato il robot "insistente"). «C'è uno

scambio favorevole tra la performance della squadra e l'esperienza dell'utente», fa notare Mutlu. «Gli utenti desiderano interagire con i robot al proprio ritmo, a discapito di una massimizzazione di efficienza».

Per quanto la capacità di un robot di imparare a mimare il comportamento umano dopo avere osservato anche pochi esempi possa colpire, Mutlu osserva che c'è ancora molto da fare: «Il prossimo passo sarà provare con una gamma di compiti, così da estrapolare quali siano gli elementi che hanno in comune e cosa li distingue gli uni dagli altri». Mutlu pensa che si possa arrivare ad avere robot capaci di scaricare la spesa, porgere strumenti ai lavoratori umani e persino guidare pazienti durante esercizi di riabilitazione.

Se questi risultati verranno confermati, la prossima generazione di robot industriali e domestici passerà probabilmente meno tempo a operare a velocità fulminea e più tempo a osservare, ascoltare e reagire ai colleghi umani. La robotica lenta potrebbe presto essere disponibile nella cucina più vicina a voi. ■

Mark Harris è collaboratore di MIT Technology Review USA.



Robot comunicativi

Ricercatori della Carnegie Mellon University hanno realizzato due tipi di robot dalle capacità molto differenti, ma in grado di collaborare nell'esecuzione dei compiti loro richiesti.

Julia Sklar

Baxter è un robot stazionario, attrezzato con due braccia capaci di grande delicatezza nel trattare gli oggetti, mentre CoBot è senza braccia, ma in grado di orientarsi in spazi chiusi e capace di consegnare oggetti grazie alla cesta di cui è fornito. I ricercatori desideravano che i punti di forza di ciascuno potessero sopperire ai punti deboli dell'altro, in una collaborazione capace di sollevare gli umani da compiti semplici come raccogliere e consegnare oggetti all'interno dello stesso stabile.

I robot comunicano via wireless, facendo uso di un linguaggio di dominio comune per condividere informazioni sugli eventi in corso e, aspetto fondamentale, si passano l'uno con l'altro feedback che permettono la collaborazione anche in caso di imprevisti. Quando i due robot si coordinano, hanno tre opzioni per arrivare a decidere cosa fare: un robot può dire all'altro di attendere fino a un determinato momento; uno può dare istruzione all'altro di ripetere una determinata azione sino a un dato istante; uno dei due può semplicemente chiedere all'altro cosa fare.

«C'è praticamente una vera e propria conversazione in corso tra i due», sottolinea Manuela Veloso, professoressa di scienze informatiche, coinvolta nella ricerca. «I due robot possono adeguarsi l'uno all'altro e ottimizzare l'esecuzione dei compiti».

Le squadre di robot che hanno avuto successo finora, o coinvolgevano robot dello stesso tipo, o robot di tipo differente, ma in un ambiente prefissato. Secondo la Veloso, l'espedito per giungere ad avere una squadra di robot adattabili e di tipo diverso sembra consistere nella possibilità di centellinare le loro interazioni. I singoli robot lavorano individualmente fino a che non possono proprio fare a meno di interagire per portare a termine un compito, lasciando quindi meno situazioni aperte all'errore e producendo una maggiore flessibilità. Queste squadre lavorano al meglio quando un robot specializzato, come Baxter, fa da anello di congiunzione per un gruppo di robot più semplici. Baxter

si occupa degli aspetti delicati del compito, per poi richiedere il supporto di uno qualunque dei CoBot disponibili nei dintorni per la parte grossolana della semplice consegna.

«Immaginiamoci Baxter che cucina la colazione per qualcuno», dice Steven Klee, studente diplomato coinvolto nella ricerca. «La procedura necessaria ad aprire l'uovo e cucinarlo non gli richiederà interazioni con un CoBot. Ciononostante, i robot si dovranno coordinare tra loro nel momento della consegna».

La riduzione del numero di interazioni all'interno del sistema, significa anche che, se un elemento dovesse incorrere in malfunzionamento o rompersi proprio, si eviteranno effetti domino. E il robot rotto potrà venire

facilmente sostituito senza che i suoi collaboratori debbano averne nemmeno sentore. Nonostante il progetto della CMU si concentri unicamente su compiti eseguiti in concerto tra Baxter e alcuni CoBot, secondo Klee la stessa struttura sarebbe applicabile a qualunque tipo di combinazione di robot.

Julie Shah, a capo dell'Interactive Robotics Group del MIT, chiarisce che questo genere di collaborazione potrebbe non riuscire nel caso di compiti di cui non fosse semplice isolare le diverse componenti, o che richiedessero una comunicazione più costante. Eppure, un lavoro di squadra tra robot come quello tra Baxter e CoBot è, nell'insieme, molto efficiente. Shah, estranea alla ricerca portata avanti con il progetto della CMU, conclude che «progettare ogni singolo robot di una squadra perché risulti impeccabile nell'esecuzione di ogni compito, sarebbe come richiedere un tuttofare che in nulla eccelle. Ciò finirebbe per risultare estremamente costoso e ridondante». ■

Julia Sklar è collaboratore di MIT Technology Review USA.

Due robot capaci di comunicare tra loro in tempo reale mentre lavorano insieme. Baxter (destra) porge un oggetto che CoBot deve consegnare agli umani.



Robot domestici

Diverse società stanno sviluppando accattivanti robot di compagnia, che però non sono ancora in grado di rendersi davvero utili in giro per la casa.

Will Knight

Qualora doveste visitare il negozio principale della Softbank a Tokyo, potreste venire accolti da un nuovo, incantevole membro del personale, seppure un poco maniacale: uno scintillante robot umanoide bianco, dalla gestualità esagerata, che fa battute strane e ogni tanto si mette a ballare sulle note di musiche emesse da lui stesso. Se vi metterete a ridere per le sue performance e il robot potrà osservare il vostro viso, anche lui si metterà a ridere con voi.

Visti gli ultimi significativi progressi nella realizzazione di robot industriali più sicuri e intuitivi, il successo dell'idea di robot casalinghi personali non dovrebbe sorprendere. Da tempo esistono robot giocattoli che interagiscono con le persone in modi semplici. Ora, diverse aziende stanno sviluppando robot più capaci, progettati per la vita domestica. Nonostante queste macchine non siano programmate per eseguire compiti specifici, mirano a conquistare la vostra simpatia con una miscela di fascino e artefatta intelligenza sociale.

Lo scorso giugno, in Giappone, la Softbank ha venduto in Giappone migliaia dei propri robot, chiamati Pepper, in meno di un minuto; un altro migliaio sarà presto messo in vendita. «C'è chi è interessato a metterli alla prova nella propria attività, per offrire accoglienza al cliente; ci sono famiglie e anche anziani, che lo cercano per avere compagnia», precisa Magali Cubier, direttore marketing globale della Aldebaran, la società francese che ha sviluppato Pepper per la Softbank.

Pepper costa 1.595 dollari all'acquisto, più un abbonamento di 120 dollari per il servizio di assistenza e aggiornamento. Il robot è minuto per gli standard umani - è alto poco più di un metro - ed è dotato di un display tablet sul petto, di occhi neri lievemente brillanti, di una base a tre ruote con cui scorrazzare in giro. È attrezzato con una telecamera stereoscopica, capace di riconoscere le persone e identificarne le espressioni fino ad una distanza di 3 metri.

La Aldebaran ha recentemente messo in vendita un SDK per Pepper, offrendo così a programmatori esterni la possibilità di attrezzare il robot con nuove capacità. Il primo gruppo di app ne include una che permette a Pepper di allestire un quiz musicale, mentre una seconda gli permette di scattare selfie con le persone. Altre sono più pratiche, come per esempio quella che aiuta persone affette da demenza a ricordarsi di assumere i propri farmaci.

La Aldebaran non ha rivelato quando pensa di lanciare Pepper su mercati che non siano quello giapponese, ma altri robot personali faranno presto la loro comparsa altrove.

Jibo, per esempio, è un semplice robot personale in via di sviluppo presso una società di Cambridge, MA, tra i cui fondatori troviamo Cynthia Breazeal, associate professor del MIT Media Lab. A suo parere, il basso costo dei dispositivi elettronici mobili e il crescente consenso dei consumatori rispetto alle nuove tecnologie rendono robot come Jibo commercialmente fattibili.

Nonostante Jibo sia ancora in via di sviluppo, un video associato a una pagina di *crowdfunding* allo scopo di attirare fondi suggerisce che il robot possa offrire servizi personali quali promemoria per appuntamenti, fotografie di famiglia, o la lettura delle favole per i bambini, completa di movimenti espressivi del capo ed animazioni sul proprio schermo. «Si tratta di un genere diverso di esperienza, più interpersonale», dichiara Breazeal. «Si possono immaginare numerose applicazioni nel campo delle notizie, del meteo, dell'educazione o della salute, per esempio come trainer per una dieta»

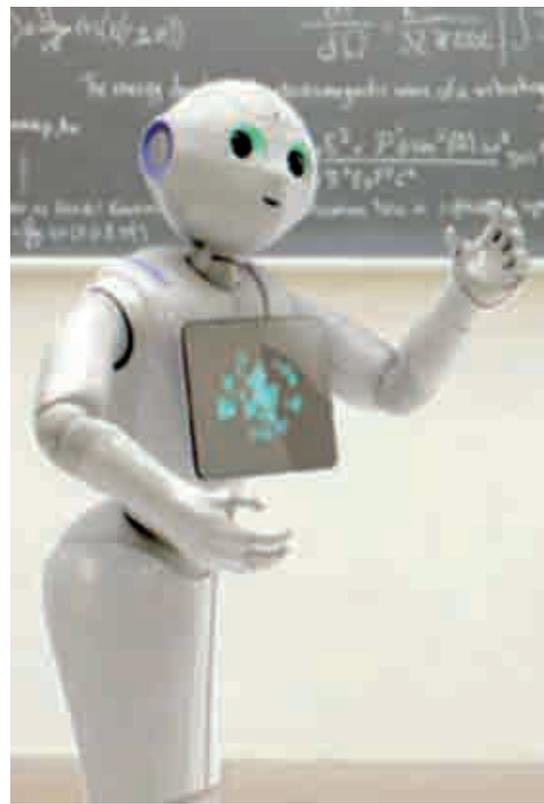
Breazeal non è la sola ad avere intuito il potenziale di questa opportunità. Una società francese, la Bluefrog Robotics, sta sviluppando un prodotto non dissimile, chiamato Buddy, anch'esso dotato di ruote che gli permetteranno di muoversi in giro. Come Jibo, anche Buddy è parzialmente finanziato da una campagna di *crowdfunding* e promette di

riuscire a svolgere le mansioni di un assistente personale, di uno strumento per la comunicazione e di un dispositivo di sicurezza.

Indubbiamente, per avere successo, i robot personali dovranno dimostrarsi utili oltre che simpatici. Le capacità che i creatori di Jibo e Buddy hanno promesso di fornire ai due robot sono lontane da quelle dei robot intelligenti di Hollywood e la Breazeal stessa ammette che esiste il rischio di deludere i consumatori.

«Un robot in grado semplicemente di cantare e danzare non avrà successo di vendita», dichiara Rodney Brooks, professore emerito del MIT, uno dei fondatori della iRobot, produttrice dell'aspirapolvere Roomba, nonché della Rethink Robotics, produttrice di un robot industriale economico e di facile utilizzazione. Brooks ammette però che i clienti potrebbero essere disposti a instaurare un rapporto con dei robot casalinghi: «Molte persone trattano il Roomba come un compagno, seppure in maniera limitata. Questo potrebbe essere un fattore a favore del successo di queste società». ■

Will Knight si occupa di Intelligenza Artificiale per MIT Technology Review USA.



Interconnessione quantistica

Un gruppo internazionale di fisici ha scoperto un sistema per connettere dispositivi quantistici in maniera tale da trasferire dall'uno all'altro la correlazione quantistica.

The Physics arXiv Blog

Uno dei cavalli di battaglia della tecnologia moderna è l'umile interconnessione. Si tratta, fondamentalmente, di un filo o un insieme di fili che connettono fra loro due parti di un sistema elettronico. Nei normali chip in silicio, l'interconnessione può occupare la massima parte della superficie di un chip. La velocità e l'efficienza con cui le informazioni riescono a viaggiare lungo queste interconnessioni costituiscono un serio limite alle prestazioni di calcolo.

Non sorprende che fisici e ingegneri stiano creando nuove generazioni di interconnessioni che diventeranno la spina dorsale per le macchine del futuro. Una delle forme più promettenti dei sistemi di calcolo è il computer quantistico con le varie tecnologie quantistiche associate, quali la comunicazione quantistica, la crittografia quantistica, la metrologia quantistica e via dicendo.

I fisici hanno compiuto grandi sforzi nel realizzare dispositivi dimostrativi che sfruttano le leggi della fisica quantistica per eseguire operazioni che sarebbero altrimenti impossibili ricorrendo alle meccaniche classiche. Resta però un problema importante. Questi dispositivi devono operare in isolamento, poiché nessuno ha saputo perfezionare un sistema per connetterli efficacemente.

La situazione sta ora cambiando grazie al lavoro di Mark Thompson, dell'Università di Bristol, e alcuni colleghi in giro per il mondo. Questi ricercatori hanno realizzato e testato una interconnessione quantistica in grado di connettere circuiti integrati fotonici di silicio, trasportare fotoni e, aspetto cruciale, stabilizzandone la correlazione.

L'interconnessione quantistica è un'idea problematica per via della fragile natura della correlazione, cioè il modo bizzarro in cui le particelle quantistiche condividono la stessa esistenza anche quando separate. Questo stato, infatti, è

estremamente fragile e basta uno starnuto per farlo sparire. L'interconnessione quantistica deve quindi preservare la correlazione e trasportarla da un punto a un altro.

Thompson e i suoi colleghi sono riusciti a farlo ricorrendo a una fibra ottica e a un semplice trucco quantistico. I loro chip in silicio presentano due fonti di fotoni che viaggiano lungo canali fotonici sovrapposti. Nella regione in cui avviene la sovrapposizione, i fotoni che si incontrano diventano correlati e trasportano questo stato lungo percorsi separati attraverso il dispositivo.

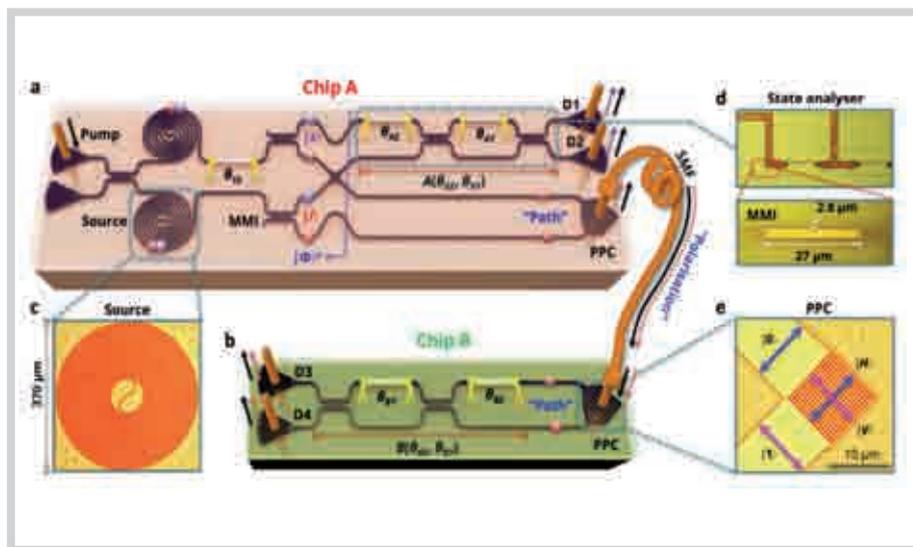
Il ruolo dell'interconnessione quantistica è quello di trasmettere i fotoni a un altro chip in cui possono conservare la correlazione codificata dal percorso. Come fare, però, a ottenere questo risultato quando l'interconnessione consiste di un solo percorso lungo una fibra? L'espedito perfezionato dai ricercatori sta nella conversione della correlazione in una forma differente che comporta la polarizzazione. Per riuscirci, Thompson e i suoi colleghi consentono ai fotoni che si sono legati nel percorso di interferire

con nuovi fotoni in maniera tale da provocarne la polarizzazione. Questa reazione porta alla correlazione dei nuovi fotoni, che passano attraverso la fibra ottica e raggiungono il secondo chip in silicio fotonico.

Il secondo chip inverte il processo. Al suo interno, i fotoni polarizzati e legati vengono riconvertiti nell'altra varietà e procedono all'interno del dispositivo come se fossero arrivati direttamente dal primo chip.

Il gruppo ha sperimentato un dispositivo di dimostrazione del principio e reso evidente come la correlazione rimanga stabile: «Abbiamo dimostrato una correlazione quantistica stabile lungo i processi di generazione, manipolazione, interconversione, distribuzione e misurazione, lungo due circuiti fotonici integrati, riuscendo quindi a dimostrare anche l'interconnessione quantistica fra i chip». Il sistema, ovviamente, non è ancora perfetto. Thompson e i suoi colleghi ammettono che resta da ridurre le perdite nel macchinario, ma ammettono anche che questo aspetto può venire migliorato ottimizzando vari aspetti del design: e questo costituirà il loro prossimo impegno.

Nel complesso, il gruppo ha compiuto un importante passo avanti. L'interconnessione quantistica è una tecnologia che dovrebbe consentire di realizzare una varietà di nuovi dispositivi quantistici che richiedono sottosistemi quantistici per essere connessi. ■



L'innovazione distribuita all'interno e all'esterno

In un contesto mondiale sempre più sfidante e complesso, per Finmeccanica è indispensabile alimentare e valorizzare la capacità di innovare, sfruttando al meglio le proprie competenze e quelle disponibili nell'ecosistema esterno.

«La capacità di innovare è la rampa di lancio, la possibilità di immaginare e progettare il futuro attraverso il presente», spiega Mauro Moretti, amministratore delegato e direttore generale di Finmeccanica. Per questo, da anni il Gruppo investe circa l'11 per cento dei propri ricavi in ricerca e sviluppo, collaborando con le principali università, istituti ed enti di ricerca in Italia e nel mondo, in attività finalizzate non solo allo sviluppo di tecnologie, prodotti e servizi, ma anche alla ricerca di base. È forte infatti la convinzione che un efficace processo di innovazione tecnologica debba essere alimentato dalla costante interazione tra vari attori: l'ingegneria dell'azienda; i clienti che utilizzano il prodotto; il mondo della ricerca; le piccole e medie imprese; le start-up.

Diversamente dalla maggior parte dei grandi gruppi industriali del proprio settore, Finmeccanica ha adottato un modello di organizzazione dell'innovazione che non concentra le attività in un vero e proprio centro di ricerca, ma le gestisce attraverso una "federazione interna" di laboratori e competenze, diffusi nei vari siti del Gruppo nel mondo, e una "rete esterna" di relazioni con gli stakeholder, il tutto con un coordinamento centrale.

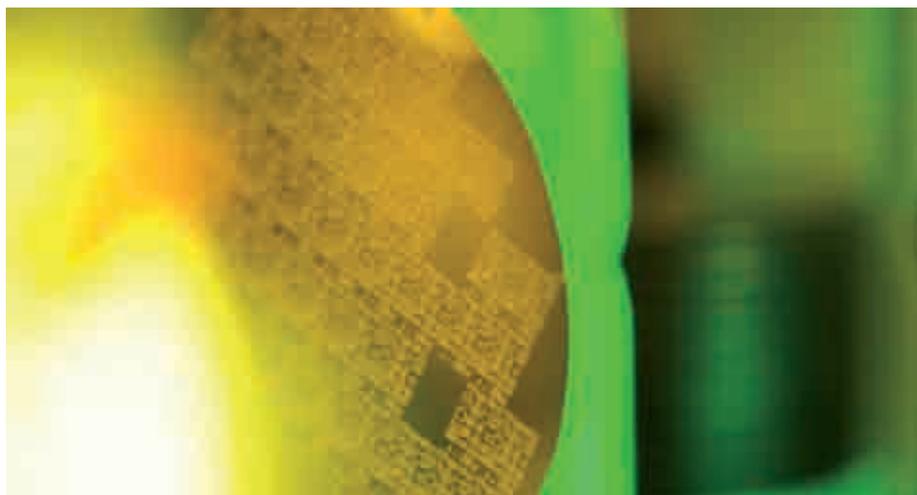
Questa scelta è stata inizialmente suggerita dalla natura eterogenea delle attività industriali del Gruppo, nato dalla fusione di diverse realtà, in cui Finmeccanica ha sempre avuto la necessità di gestire la decentralizzazione e di delegare alle proprie aziende, operanti in molteplici settori, l'estro innovativo. Oggi, Finmeccanica sta completando il processo di cambiamento organizzativo e strutturale, che porterà – già da gennaio – al consolidamento delle varie realtà aziendali in una *One Company*, aumentando il livello di coordinamento e razionalizzazione delle attività. Questa organizzazione dell'innovazione risponde a una visione moderna, in cui gli ostacoli derivanti dalla delocalizzazione

sono ampiamente superati dalla globalizzazione della rete, che peraltro agisce come fattore moltiplicativo delle risorse attraverso la costante condivisione delle idee.

La struttura aperta e connessa formata dalla rete interna dei laboratori e delle competenze garantisce sia il tempestivo riconoscimento delle esigenze del mercato, grazie allo stretto contatto con le funzioni marketing e commerciale, sia una rapida applicazione dell'innovazione ai prodotti, grazie all'immediata vicinanza con le strutture operative delle "ingegnerie", contribuendo a superare le barriere del tipo *not invented here*. Il modello applicato garantisce la possibilità di catturare sempre nuove opportunità, minimizzando la distanza tra chi fa innovazione e chi fa il prodotto ed evitando al tempo stesso il rischio, a volte presente nei grandi centri di ricerca industriali, di fossilizzarsi su una specifica competenza o tecnologia. Infatti, la collaborazione della rete dei laboratori con il mondo esterno permette una costante, razionale ed efficace alimentazione del processo di innovazione, dando la possibilità a Finmeccanica di attingere da un patrimonio di idee ed esperienze molto ampio e di contribuire all'indirizzamento degli sviluppi esterni.

Nella futura prospettiva *One Company* a maggior ragione devono essere quindi privilegiate le eccellenze presenti sul territorio nazionale, focalizzando risorse e collaborazioni su filoni di ricerca specifici con partner ben definiti, al fine di rendere più efficienti i rapporti con il mondo della ricerca tecnologica e favorire lo sviluppo razionale, in linea con le direttrici strategiche e tecnologiche, in particolar modo *dual use*, individuate all'interno del Piano industriale.

A supporto di questa strategia tecnologica, Finmeccanica si è dotata di strumenti per promuovere l'attitudine a trasformare l'innovazione in un bisogno personale, creando una "cultura dell'innovazione" basata sul coinvolgimento di tutte le risorse, non soltanto quelle tecniche. Ne è un esempio il progetto *MindSh@re*, nato nel 2003, che ha dato vita a comunità di pratica in campo tecnologico, luogo ideale per lo scambio di esperienze e *best practice* tra le aziende del Gruppo, al fine di valorizzarne le differenze e favorendo la nascita di progetti innovativi trasversali a più settori. Altro esempio è il Premio Innovazione, che da oltre dieci anni è strumento di valutazione della capacità innovativa interna al Gruppo e, da quest'anno, aperto – per la prima volta – anche all'esterno, lanciando la sfida dell'innovazione a studenti, neolaureati e dottorandi, con l'obiettivo di offrire loro uno stimolo alla generazione di nuove idee e di premiare la sensibilità e l'attenzione all'innovazione nella sezione dell'ingegneria aziendale, dove bisogna avere il coraggio di uscire dall'ottica del risultato ed essere pronti a investire su innovazioni "di rottura" per essere proiettati nel futuro in termini tecnologici, di competitività di prodotto e leadership sul mercato. ■



Rinasce la domanda di Made in Italy nel mondo

Italferr, la società del Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane, è leader mondiale nel campo dell'ingegneria dei trasporti ferroviari. Know-how e capacità innovativa, le chiavi del successo.

Il Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane è leader, in Europa e nel resto del mondo, nella progettazione e realizzazione di reti e infrastrutture ferroviarie. Un ruolo guida che si è sviluppato negli anni, grazie anche alle nuove linee veloci realizzate in Italia con il più avanzato sistema di controllo e gestione della circolazione ferroviaria (European Rail Traffic Management System/European Train Control System), divenuto standard europeo.

L'attuale sistema Alta Velocità/Alta Capacità italiano è stato realizzato con il contributo decisivo di Italferr, che ne ha curato il project management, il coordinamento e la verifica delle attività di progettazione e la supervisione dei lavori. Un'esperienza frutto del lavoro di uno staff altamente qualificato e di un know-how specialistico proveniente dalla migliore tradizione ingegneristica, che qualifica l'azienda ai più alti livelli nel mercato internazionale.

Italferr, infatti, è presente all'estero con 10 sedi/uffici: Abu Dhabi, Istanbul, Muscat, Doha, Riyadh, Lima, Algeri, Addis Abeba, Bucarest, Valencia. Tra le più recenti commesse ottenute, solo per citarne alcune, quelle in Arabia Saudita, dove la società è impegnata nella progettazione della linea ferroviaria di 1.300 chilometri che collegherà il porto di Jeddah sul Mar Rosso e Al Jubail sul Mare Arabico, attraversando l'Arabia Saudita nella sua intera larghezza.

In Qatar, in una joint venture guidata dal consorzio Salini-Impregilo, Italferr partecipa alla progettazione del tracciato e delle opere civili della Linea Rossa della metropolitana di Doha. In Oman sta curando la progettazione dell'intera rete ferroviaria di ben 2.244 chilometri, che collegherà l'Oman a Nord con gli Emirati Arabi Uniti e a Sud con lo Yemen. Nell'ambito del progetto, inoltre, è stato realizzato un percorso formativo rivolto a giovani ingegneri omaniti per il trasferimento di know-how tecnico.

In Etiopia, invece, la società fornisce servizi di consulenza per la manutenzione e l'esercizio della nuova linea ferroviaria che collega la capitale etiopica con il porto di Djibouti e della nuova metropolitana della città, oltre all'assistenza alla società ferroviaria etiopica per definire e implementare l'organizzazione, le tipologie professionali, il fabbisogno di risorse e per fornire la formazione al Project Management System.

I progetti in corso riguardano moltissimi altri Paesi in diverse aree geografiche. Si va dalla progettazione del collegamento fra l'aeroporto di Esenboga e Ankara, alla supervisione dei lavori e revisione del progetto dell'Eurasia Tunnel in Turchia, alla progettazione in Croazia della tratta Hrvatski Leskovac-Karlovac, che collega il porto di Rijeka con Zagabria e Budapest, alla recente acquisizione della progettazione, realizzazione e messa in servizio di due nuove linee della metropolitana di Lima in Perù. Davvero impossibile citarle tutte.

In Italia, Italferr ha ottenuto la direzione dei lavori per l'allestimento di Expo Milano 2015, attraverso una convenzione tra l'Esposizione Universale e il Gruppo

Ferrovie dello Stato Italiane. La società d'ingegneria ha seguito la direzione dei lavori di 100 padiglioni su 160 circa e i relativi allestimenti, oltre al Children park, all'Open Air Theatre e al Lake Arena, il lago tecnologico che ospita l'Albero della Vita. Ma ha anche curato la direzione e il coordinamento dei lavori per la realizzazione di strade, fognature, adduzioni idriche, energizzazione e impianti speciali, l'allestimento del presidio dei Vigili del Fuoco, del presidio AMSA e l'elipista per il soccorso e i parcheggi. Infine, ha offerto il supporto tecnico, amministrativo, legale, il presidio delle attività di monitoraggio ambientale e il coordinamento della manutenzione in fase di costruzione e di gestione delle opere.

Una serie di successi, ottenuti grazie alla capacità di fornire servizi dall'alto contenuto tecnico e innovativo e di garantire il presidio globale di un intero processo, dalla progettazione alla realizzazione, offrendo anche specifici e impegnativi percorsi di training per la formazione di tecnici e management dei Paesi in cui gestisce commesse.

Con Italferr, l'esperienza del Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane dimostra, che l'impegno nella ricerca e nell'innovazione è in grado di promuovere e diffondere il Made in Italy nel mondo. ■

*A cura di Bruno Zene,
in collaborazione con Italferr S.p.A.
- Risorse Umane e Organizzazione -
Comunicazione.*



L'APPRENDIMENTO ON-LINE



La tecnologia permette di raccogliere una quantità illimitata di dati sul nostro modo di apprendere. Che ricadute potranno avere questi dati sull'insegnamento?

Nanette Byrnes

In quattro piccole scuole di San Francisco è in corso un esperimento a partire da dati reali. AltSchool sta verificando in che misura la tecnologia possa aiutare gli insegnanti a massimizzare l'apprendimento dei loro studenti. Fondata due anni fa da Max Ventilla, un esperto di dati e già responsabile delle tecniche di personalizzazione a Google, AltSchool coordina le scuole che hanno introdotto tecnologie per la raccolta dei dati.

Le informazioni vengono registrate in una applicazione individualizzata dal momento dell'arrivo a scuola dello studente. Per buona parte del giorno, gli studenti lavorano indipendentemente, con iPad e Chromebook, su una serie di attività che gli insegnanti hanno selezionato per consentire loro di raggiungere determinati obiettivi. I dati relativi ai progressi dei singoli studenti vengono inseriti nell'applicazione, per permettere al docente di valutarli in una fase successiva. Le attività in classe vengono registrate e gli insegnanti possono rivederle premendo un semplice pulsante, come se si trattasse di uno spettacolo televisivo. L'idea di fondo è inviare tutti i dati di queste reti di scuole a un sistema operativo centralizzato che gli insegnanti potranno sfruttare per definire piani di lavoro personalizzati. Il sistema ha anche incorporato un motore di raccomandazione.

Anche se molte scuole non possiedono il tipo di tecnologia che AltSchool sta sviluppando, le classi sono sempre più invase da laptop e altre tecnologie digitali facilitanti. Si prevede che quest'anno i diversi ordini di scuole americane (elementari, medie e superiori) spenderanno 4,7 miliardi di dollari per le tecnologie dell'informazione. L'aspetto innovativo è che molte di queste tecnologie sono in grado di gestire quantità smisurate di dati, tali da permettere di fare luce sulle modalità di apprendimento degli studenti. La possibilità di trarre profitti da questa nuova situazione ha portato in tutto il mondo a un forte incremento dei finanziamenti alle start-up che si occupano di tecnologie educative, da 1,6 miliardi di dollari nel 2013 a 2,4 miliardi di dollari nel 2014, per arrivare a oltre un miliardo di dollari nel primo trimestre del 2015, particolarmente in Cina.

Alle scuole di AltSchool, nelle quali si arrivano a pagare più di 20mila dollari l'anno di retta, l'obiettivo è di fornire istruzioni personalizzate, programmate su un sistema che funziona su imponenti moli di dati. È imminente l'apertura di altre quattro scuole AltSchool, tra cui una a Brooklyn, New York, e Ventilla spera di vendere l'accesso al sistema ad altre scuole. La start-up della formazione ha raccolto investimenti per 133 milioni di dollari da aziende come Omidyar Network, Andreessen Horowitz e Founders Fund e da personaggi del calibro di

Mark Zuckerberg, CEO di Facebook, e l'investitore John Doerr. «Cosa può accadere se invece di limitarci alla creazione di ottime scuole in cui mandare i nostri figli, tentassimo di organizzare un ecosistema in espansione?», si chiede Ventilla, il quale ha iniziato a interessarsi di problemi formativi quando, nel 2012, sua figlia ha cominciato a frequentare l'asilo. «Che ruolo gioca la tecnologia per sviluppare al massimo le capacità di ragazzi, genitori e formatori?», si chiede ancora.

Esperimenti simili sono in svolgimento nelle università. Nei sette anni successivi a *Connectivism and Connective Knowledge*, il primo *massive open online course*, tenuto dai due formatori canadesi Stephen Downes e George Siemens, i MOOC sono diventati una fonte insostituibile di dati sul comportamento degli studenti. L'analisi di questi dati si è intensificata a partire dal 2012, quando sono state lanciate le tre più grandi piattaforme per questi corsi: edX, la joint venture Harvard-MIT, Udacity e Coursera, le due aziende fondate da professori di Stanford. Tra l'autunno del 2012 e l'estate del 2014, oltre un milione di persone hanno partecipato ai 68 corsi on-line aperti su edX, raggiungendo 1,1 miliardi di collegamenti ai server di edX. Anche se solo una modesta percentuale di studenti completa i MOOC, i loro dati stanno aiutando a sviluppare nuovi modelli d'insegnamento potenzialmente più efficaci, combinando le istruzioni on-line con forme di sostegno individualizzate, test regolari e altre valutazioni *in itinere*.

Udacity ha a sua volta strutturato i suoi corsi sul feedback personalizzato. La sua offerta di un *nanodegree* per la programmazione Android, ideato con Google, ha raccolto più di 2mila progetti da parte degli studenti, che sono stati valutati da una rete mondiale a pagamento di esperti di codici di programmazione. Uno dei fondatori, Sebastian Thrun, dice che il 91 per cento degli studenti paganti con questo sistema di assistenza personalizzata ha portato a termine il corso. Anche se il confronto non è del tutto corretto, il MOOC gratuito di Thrun sulla robotica, da lui tenuto alla Stanford University, ha avuto un tasso di completamento del 2 per cento.

I dati dell'istruzione on-line offrono livelli in precedenza sconosciuti di feedback per il corpo docente. Gli insegnanti della piattaforma Coursera hanno a disposizione un pannello di controllo sul quale possono vedere esattamente quando uno studente smette di guardare un video, i tentativi di risposta a una prova d'esame e altri passaggi significativi. ■

Nanette Byrnes è responsabile delle inchieste imprenditoriali di MIT Technology Review USA.



«Senza dubbio, non tutti i corsi possono avere l'articolazione di quelli statunitensi. Alcuni devono necessariamente mantenere un impianto più tradizionale».

Breve storia dei corsi on-line

1992

L'Electronic University Network offre un PhD attraverso America Online.

1996

La Western Governors University, inizialmente fondata da 11 stati, offre corsi on-line. Nel 2015, i suoi programmi hanno permesso a 10mila studenti l'anno di laurearsi.

2003

L'81 per cento dei college offre almeno un corso on-line.

2008

Viene aperto il primo MOOC e Salman Khan crea Khan Academy, il sito con servizi, materiali e tutorial gratuiti per l'apprendimento a distanza attraverso tecnologie di e-learning.

2011

La Stanford apre sul suo sito il MOOC *Introduction to Artificial Intelligence* di Sebastian Thrun e Peter Norvig. Le iscrizioni iniziali raggiungono le 150mila unità.

2012

Il "New York Times" dichiara il 2012 "Anno dei MOOC", dopo il lancio di edX, una joint venture nonprofit di Harvard e MIT, e lo sviluppo di aziende private come Udacity e Coursera che offrono corsi on-line aperti.

2013

Il Georgia Institute of Technology offre il primo MOOC in informatica per conseguire un master universitario.

2015

L'Arizona State University garantisce crediti universitari a chi segue determinati MOOC.

La scuola connessa

Kristin Majcher

Documenti digitali

Le nuove applicazioni e le piattaforme software permettono di tenere elenchi di studenti, registrazione delle presenze, calendari e documentazione in un solo luogo. Google Classroom è una suite gratuita che consente agli studenti di fare i compiti on-line e vedere correzioni e voti in tempo reale. Schoology è un analogo esempio di piattaforma.

Comunicazione

Oltre il 20 per cento degli insegnanti americani utilizza una applicazione chiamata Remind per informare studenti e genitori sulle scadenze senza divulgare informazioni personali. Le applicazioni Power Teacher e Power School di Pearson forniscono ai genitori un feedback in tempo reale sul comportamento o le valutazioni dei loro figli.

Sito Web di classe

Gli insegnanti possono creare siti Web di classe con Haiku Learning o Google Sites senza scrivere codici di programma. Molte scuole ora si fanno conoscere su Facebook e Twitter. Jessica Anderson, docente di scienze della Powell County High School, a Deer Lodge, in Montana, utilizza il tag @SciencePCHS su Instagram, Twitter e Vine per pubblicare progetti di classe come "la macchina di Rube Goldberg".

Giochi

Gli studenti possono guadagnare crediti per il buon comportamento su ClassDojo, o rispondendo a domande sui loro smartphone con l'applicazione Kahoot. Chi gioca a ClassCraft si avvale di poteri speciali per progredire nel mondo virtuale. Le risposte corrette fanno acquisire benefit come quello di porre domande durante gli esami.

Apparecchiature per studenti

Sempre più scuole vogliono dotare ogni studente di un laptop o di un tablet. Lo scorso anno, i 435 studenti di Intrinsic, una scuola privata sovvenzionata di Chicago, hanno avuto a disposizione Chromebook. Tre anni fa, la Powell County High School ha distribuito laptop agli studenti, per poi passare agli iPad e adottare il prossimo anno i laptop HP Stream.

Progetti

Gli studenti possono svolgere compiti scritti su iPad con Inspiration e prendere appunti in Google Drive con Notability. L'applicazione Writing Prompts di Writing.com fornisce spunti di scrittura e Scholastic's Book Wizard informa sulle novità librarie.

Strutture delle classi

Intrinsic suddivide le aule di matematica e inglese in diverse aree. Gli studenti seguono direttamente la lezione dell'insegnante in una sezione, creano gruppi di discussione in un'area chiamata *ocean*, lavorano in modo autonomo sulla *coastline* (che si snoda lungo il perimetro dell'aula) e formano gruppi seduti ai tavolini della *shade*.

Sicurezza dei dati

Garantire la protezione e la sicurezza delle informazioni personali è una preoccupazione costante. Con Clever, gli insegnanti decidono le modalità di accesso ai dati criptati degli studenti. Clever, Apple, Google e AT&T sono alcune delle 150 aziende tecnologiche che si sono impegnate a impedire lo sfruttamento dei dati degli studenti.



Illustrazione: Laurie Rollit.

Chi dice sì ai MOOC

Il rettore della Duke University, Sally Kornbluth, non nutre dubbi sulla ricaduta positiva per gli studenti e anche per i docenti dell'apprendimento on-line.

Tra tutte le università americane che offrono corsi on-line aperti a tutto il mondo, la Duke University, a Durham, in North Carolina, è la più attiva. I suoi professori hanno attivato la piattaforma per l'apprendimento a distanza di Coursera in oltre 30 corsi, che spaziano dall'astronomia alla etologia animale, passando per le discipline più convenzionali. Dal 2013, l'università ha creato una figura che si dedica esclusivamente alle iniziative educative digitali e on-line. «Qualche anno fa, la domanda era: "Dobbiamo introdurre l'insegnamento on-line o no?"», ricorda Sally Kornbluth, rettore della Duke University, genetista di formazione. «Oggi la discussione è incentrata su quali siano le attività innovative da proporre».

Le università si sono affidate fin dal XV secolo a libri, lezioni e seminari. L'apprendimento on-line rappresenta un quarto canale, alternativo ai precedenti?

Io direi aggiuntivo. Non ha sostituito le lezioni tenute dall'insegnante di persona o i libri. Ma non c'è dubbio che gli studenti abbiano ora a disposizione un nuovo modo per trovare le informazioni che cercano. In genere, si tratta di attività integrate al sistema tradizionale. L'apprendimento on-line arricchisce le esperienze personali degli studenti.

Quali sono i risultati dell'apprendimento misto, che associa strumenti on-line alle normali classi e che viene adottato alla Duke?

Abbiamo numerose *flipped classroom*, in cui viene proposta questa forma di apprendimento ibrido. Non è distribuito uniformemente in tutta l'università, ma è facile vedere studenti che fanno esercizi on-line o guardano video al di fuori delle classi. Inoltre, gli insegnanti possono utilizzare l'orario di classe per proporre apprendimenti esperienziali o discussioni, invece della classica lezione. Gli studenti curano particolarmente le interazioni personali tra loro e con i professori. Preferiamo creare situazioni sociali in cui interfacciarsi con le tecnologie, più che una tecnologia del tutto indipendente.

Quali tecniche educative on-line sembrano più promettenti?

Seguo con particolare interesse le proposte educative "mordi e fuggi". I primi MOOC erano sostanzialmente repliche delle tradizionali esperienze educative basate sul semestre. Oggi, i professori offrono moduli della durata di 15 minuti o corsi di tre settimane. Gli studenti stanno sperimentando una varietà di formati che rompono gli schemi consueti.

Qual è l'impatto dei MOOC sul modo di insegnare dei docenti?

Alla Duke, si è rivitalizzata la nozione di innovazione pedagogica, con una ricaduta positiva sulle classi normali. Si può tenere un corso base, aggiungere alcuni contenuti e riorganizzarlo per la formazione di ex alunni o dirigenti. È possibile interagire direttamente con persone di tutto il mondo. O, per esempio, di fronte al problema di leggere 400mila componimenti, si può chiedere agli studenti di leggere ognuno il testo dell'altro. Esistono una serie di potenzialità inesplorate che vanno approfondite.

Quali sono alcuni problemi legati all'apprendimento on-line, che ancora non avete risolto?

Non abbiamo ancora ben capito come collegare l'insegnamento on-line a passaggi fondamentali come la promozione e il ruolo dell'insegnante, che a oggi svolge una funzione complementare. Inoltre, nelle scuole superiori, non offriamo corsi on-line autonomi che diano diritto a un credito. In questo caso sarebbe necessario un serio confronto tra tutte le componenti universitarie per arrivare a una soluzione positiva. A oggi, non ho risposte.

Se uno studente si iscrive alla Duke, il completamento dei MOOC viene considerato un elemento importante dall'Ufficio Ammissioni per valutare i candidati?

Non abbiamo ancora dati aggregati, ma la questione riveste un grande interesse. Abbiamo seguito attentamente ragazzi autodidatti che hanno frequentato un paio delle nostre classi on-line per capire se potevano affrontare gli studi alla Duke. Chi ha insegnato nei MOOC ha preso contatto con i migliori studenti a livello internazionale e li ha incoraggiati a iscriversi alla Duke. È indubbio che i MOOC abbiano un'influenza sulle nostre modalità di reclutamento.

Come si fa a valutare quanto appreso dagli studenti nei corsi MOOC?

Abbiamo dei meccanismi sperimentati per la valutazione dei risultati e un gruppo di esperti si dedica esclusivamente a questa attività.

Chi fornisce i servizi educativi on-line sta ancora mettendo a punto i modelli dell'offerta commerciale. Quale le sembra quello finora più avanzato?

Difficile a dirsi. Molte delle motivazioni originali per la creazione dei MOOC sono di tipo altruistico, nel senso che intendono offrire l'opportunità di collegamenti on-line a persone di ogni parte del mondo, le quali altrimenti non potrebbero avere accesso a insegnamenti del livello della Duke. Credo che la massima parte dei professori siano animati da questa volontà e non dalla ricerca del profitto. Una quota di accreditamento sembra ragionevole, ma con forme di esonero.

Ha mai partecipato, in forma anonima, a qualche corso MOOC?

Ho provato una volta, ma quando ho capito che le mie conoscenze matematiche erano approssimative, ho abbandonato per frequentare un corso base. Al momento non ho tempo per riprovare, ma mi riprometto di farlo quando andrò in pensione. ■



Chi dice no ai MOOC

Il presidente di Stanford, John Hennessy, avanza seri dubbi sul fatto che l'apprendimento on-line possa integrarsi alla didattica tradizionale e fornire nuove motivazioni agli studenti.

John Hennessy, il presidente di Stanford, ha un background che farebbe pensare a lui come uno dei più convinti sostenitori della educazione on-line. È entrato a Stanford nel 1977 come professore di ingegneria elettrotecnica, ha successivamente fondato un'azienda d'informatica e resta attivo nell'area di Silicon Valley in qualità di membro del consiglio di amministrazione di Google. Invece Hennessy è sorprendentemente prudente sull'educazione on-line e sui MOOC in particolare. L'insegnamento tradizionale ha dei punti di forza difficilmente replicabili, tra cui annovera la capacità dell'insegnante di motivare gli studenti e di valutarne il livello di padronanza dei contenuti.

Quali sono i vantaggi più evidenti dell'apprendimento on-line in confronto ai metodi tradizionali?

Il vantaggio è allo stesso tempo il suo punto debole. I MOOC permettono di raggiungere un pubblico molto vasto, largamente eterogeneo in termini di capacità e prestazioni. Questa è una proprietà intrinseca di un corso che si definisce di massa e aperto a tutti. La difficoltà nasce da questa caratteristica. Se gli studenti sono distribuiti in modo disomogeneo, inevitabilmente una parte di loro avrà la sensazione che si stia procedendo troppo rapidamente, mentre un'altra parte avrà la sensazione opposta. Si tratta di una differenza di non poco conto rispetto a una normale classe di Stanford.

Due delle più conosciute piattaforme di MOOC, Coursera e Udacity, sono state avviate da professori di informatica di Stanford nel 2012. Quali consigli gli ha dato allora?

Li ho incoraggiati a provare perché sono dell'idea che alcuni aspetti particolari si possono capire solo se le tecnologie arrivano rapidamente sul mercato. In primo luogo, che tipo di investimento sarebbe stato necessario per creare una piattaforma di qualità. In secondo luogo, in quale fascia di mercato avrebbe riscosso maggior successo. La risposta più significativa è venuta dal settore della formazione professionale, che tradizionalmente si pone al di fuori dell'area di intervento universitaria. Si può indubbiamente organizzare un'azione positiva in quella direzione, ma per un'università non è facile muoversi fuori linea rispetto ai suoi obiettivi tradizionali e alla sua missione di fondo.

Quali obiettivi pensa di raggiungere mettendo insieme gli strumenti on-line con l'insegnamento faccia a faccia? Si sente molto parlare di *flipped classroom*, in cui gli studenti ascoltano lezioni on-line e poi si confrontano sulle soluzioni dei problemi.

Abbiamo necessità di sperimentare, di provare e misurare. Alla Carnegie Mellon stanno portando avanti un'esperienza molto importan-

te su una classe di statistica on-line. I dati dimostrano abbastanza chiaramente che una *flipped classroom* può raggiungere performance comparabili a quelle connesse ai metodi tradizionali, ma in meno tempo. Se si è in grado di ridurre il tempo di apprendimento dello studente – ed essere sicuri che i contenuti siano gli stessi – allora siamo dinanzi a un sistema di grande valore.

L'apprendimento a distanza ha una sua dignità già da parecchi anni. Cosa lo ha portato a fare un balzo in avanti?

L'apprendimento attivo. La verità è che guardare un filmato in cui qualcuno parla per un'ora, non è assolutamente più motivante – anzi forse lo è meno – di assistere a una lezione. È necessaria un'esperienza più interattiva che richieda sia una maggiore attenzione, sia la risposta a delle domande prima di passare a un argomento diverso. Questo meccanismo consolida la fiducia degli studenti.

I professori universitari spesso sono ambiziosi. I MOOC sono diventati un segno di distinzione in alcune discipline?

Per noi si tratta prevalentemente di fare qualcosa per il bene comune. La ricerca di visibilità può essere una motivazione per una piccola parte di professori, ma la molla principale è quella di condividere le conoscenze con chi non potrebbe accedervi in altro modo.

Come si potrebbero migliorare i corsi on-line?

Stiamo cercando di costruire griglie analitiche che ci permettano di capire dove intervenire. In una normale aula di scienze o ingegneria fino agli esami non si riesce a capire se alcuni argomenti non sono stati recepiti dagli studenti. On-line si può ricevere un feedback pressoché immediato. Si potrebbe addirittura avere delle indicazioni con la lezione in corso, in modo da intervenire contestualmente.

Si può valutare con accuratezza se gli studenti on-line padroneggiano realmente i contenuti proposti?

Stiamo cercando un equilibrio tra un mix di valutazioni automatiche, valutazioni tra pari e intervento valutativo di esperti o di studenti laureati. Alcuni aspetti non possono venire misurati in modo automatico. In situazioni di stress, la valutazione dei pari contribuisce ad alimentare la tensione. La motivazione e il contatto personale sono problemi complessi. Non credo che spostare le attività nel chiuso della propria stanza permetta di creare quel tipo di esperienza motivante che l'interazione in classe consente. La tecnologia ci permetterà di fare un balzo in avanti, ma ci vorrà tempo.

In che fase ci troviamo ora?

Ci sono diverse alternative che devono venire risolte: profit o nonprofit; consorzi o istituzioni autonome. E poi: chi decide i programmi e chi rilascia le certificazioni?

Si è mai iscritto a un MOOC?

Ho seguito un corso della Penn sulla poesia americana. Il materiale di studio era presentato molto bene. Per chi è già motivato, la situazione è perfetta. Il MOOC crea una comunità d'apprendimento che si può avvicinare a una versione moderna di un club letterario. Non mi sbilancio sui risultati, ma l'ambiente d'apprendimento è valido. ■

L'India ama i MOOC

In un paese con uno stile di insegnamento rigido e risorse scarse, studenti e professori stanno cercando di capire quanto l'apprendimento on-line possa cambiare la situazione.

George Anders

In tutta l'India, l'educazione on-line sta diventando la via privilegiata per trovare lavoro, particolarmente nei settori ad alti contenuti tecnologici. Le iscrizioni indiane coprono l'8 per cento delle attività mondiali di Coursera e il 12 per cento di quelle di edX, i due principali organizzatori di MOOC. Solo le percentuali americane appaiono decisamente superiori, mentre quelle cinesi sono più o meno in linea con quelle indiane.

Negli Stati Uniti e in Europa i MOOC si sono dimostrati meno rivoluzionari di quanto si pensava al momento del loro lancio su grande scala nel 2012. Più che prendere il posto dei tradizionali programmi per universitari, i MOOC nelle economie sviluppate sembrano avere trovato larga audience in chi è interessato a discipline come storia e psicologia. Gli iscritti si spostano su più classi, ma spesso abbandonano dopo qualche lezione.

In India la storia è differente. I corsi on-line statunitensi o europei sono molto apprezzati dagli studenti laureati e non, afferma Rick Levin, CEO di Coursera. La loro speranza è che i MOOC li aiutino a trovare un lavoro migliore. «Credo che per i MOOC l'India sarà un mercato molto più profittabile di quello americano», dice l'amministratore delegato di edX, Anant Agarwal, che è anche professore di ingegneria elettronica e informatica al MIT. I dati demografici vengono a sostegno di quanto da lui sostenuto. In effetti, in generale il livello delle 35 mila università indiane non soddisfa le richieste qualitative dei mercati internazionali.

Per gli aspiranti ingegneri e scienziati indiani, le credenziali on-line offrono un modo per emergere dall'anonimato. Kabir Chadha, dirigente di Coursera, sta cercando di convincere le più importanti aziende indiane del settore tecnologico ad accettare il diploma finale dei suoi corsi come fattore determinante nella

selezione dei candidati a un posto di lavoro. Già oggi, aziende importanti come Google, Wipro, Infosys, Infineon e Microsoft assumono ingegneri indiani che hanno conseguito titoli on-line, anche se non si tratta di fenomeni su larga scala. Migliaia di ingegneri indiani inseriscono nei loro *curricula vitae* su LinkedIn il completamento dei corsi on-line tenuti da università come Stanford, MIT e Carnegie Mellon.

Le grandi dimensioni e il rapido sviluppo dell'India implicano una carenza costante di professori. Con una cifra record di 3,2 milioni di studenti iscritti ai corsi universitari di ingegneria, non ci sono abbastanza esperti che possano insegnare di persona. In alcune università delle zone rurali non sono previsti corsi fondamentali e in diversi casi le lezioni sono tenute da studenti appena laureati. L'unica speranza di fronteggiare questa emergenza, dice il professore di informatica Deepak Phatak, è ormai riposto nell'educazione on-line. Phatak è un convinto sostenitore delle strategie basate sui supporti tecnologici per allargare la base degli studenti. Il problema vero, sostiene Phatak, è ridefinire le priorità in campo universitario in modo che i migliori professori indiani abbiano tempo per organizzare MOOC di alto livello. Un'altra barriera, continua Phatak, è la riluttanza delle università a concedere crediti accademici per l'apprendimento on-line. Perciò collabora con l'All India Council for Technical Education per definire nuove linee guida per permettere agli studenti di ottenere il 15 per cento dei loro crediti on-line.

Lo scorso anno, per dimostrare che l'India è in grado di creare i suoi corsi MOOC senza importare contenuti dagli Stati Uniti, il Ministro dello Human Resources Development ha pianificato Swayam, una piattaforma per corsi on-line. A giugno 2015, sono però stati

annunciati solo tre corsi Swayam. Coursera e edX offrono rispettivamente più di 500 corsi on-line.

Mentre gli studenti indiani abbracciano la logica dei MOOC sullo stile americano, con continui quiz e incessanti stimoli visivi, i loro professori non sono dello stesso avviso. Nel 2012, Gautam Shroff, professore a contratto all'IIT di Delhi, ha deciso di proporre un MOOC su Web, intelligenza artificiale e big data. Le sue impressioni sono state contrastanti. Avere raggiunto tanti studenti è stata un'esperienza entusiasmante, ma «il livello medio di apprendimento non si è neanche avvicinato a quello dei laureati dell'IIT». Nel complesso, conclude Shroff, gli studenti che partecipano ai MOOC acquisiscono in genere una «consapevolezza» del settore di studi, più che una profonda conoscenza.

R.K. Shevgaonkar, ex direttore dell'IIT di Delhi, ha valutato la validità di diversi metodi educativi on-line per almeno un decennio. A suo parere, l'apprendimento digitale rappresenta per molti aspetti un'«ottima soluzione» per l'India, in quanto viene incontro all'esigenza di una rapida diffusione delle conoscenze tecnologiche in una nazione in costante crescita. Il suo desiderio è vedere l'India trasformarsi in un paese esportatore di corsi accademici on-line più che importarli dagli Stati Uniti: «Il formato interattivo sullo stile americano non è proponibile in tutti i corsi. Alcune lezioni devono avere una struttura tradizionale», conclude Shevgaonkar. ■

3,2 milioni
gli studenti indiani
iscritti ai programmi
di ingegneria
a livello
universitario

12%
percentuale
di studenti edX
che risiedono
in India.



Il boom dei corsi in Cina

L'impennata dell'apprendimento on-line su preparazione ai test, studio delle lingue e sviluppo delle competenze commerciali sembra però escludere la parte più povera del paese.

David Talbot

La Cina sa di che cosa si tratta quando si parla di apprendimento a distanza. Per due decenni, il ministro dell'educazione cinese ha portato avanti un programma unico al mondo, sfruttando le trasmissioni via etere per diffondere sistematicamente lezioni sull'agricoltura tra oltre 100 milioni di studenti delle zone rurali.

All'inizio degli anni Duemila, la Fondazione Li Ka Shing, una nota organizzazione di beneficenza, ha installato numerose antenne paraboliche e utilizzato semplici computer per diffondere lezioni tra 10mila scuole rurali.

Oggi, questo modello dall'alto in basso di apprendimento on-line è stato affiancato da una serie di iniziative di università e aziende, non riservate esclusivamente alle zone periferiche del paese.

In Cina una classe media in costante crescita – su una popolazione di 1 miliardo e 400 milioni di abitanti – ha messo in moto una domanda educativa che va molto oltre le capacità di insegnanti e scuole. In risposta a questo fenomeno di massa, le start-up cinesi stanno selezionando mercati di nicchia e sviluppando nuovi prodotti, mentre le università

stanno emulando le piattaforme on-line già operanti negli Stati Uniti.

Questa tendenza è particolarmente visibile a Zhongguancun, il distretto tecnologico di Pechino, spesso chiamato la Silicon Valley cinese, dove un edificio in cui 15 start-up si occupano di tecnologie educative è conosciuto con il nome di MOOC Times Building (l'acronimo formalmente significa *massive open online course*, ma in Cina la sigla MOOC viene utilizzata per descrivere qualsiasi tipo di offerta educativa on-line).

La comunità di start-up di Zhongguancun include Huijiang, una piattaforma di formazione Internet con 80 milioni di utenti registrati, di cui 3 milioni a pagamento.

Molti studiano per superare il *gao-kao*, gli esami di maturità cinesi. Una start-up di nome Jikexueyuan ha creato una piattaforma con corsi di programmazione e Web design che ha raggiunto gli 800mila utenti. Tra le ultime "entrate" si registra Babytree, un sito di consigli per i genitori.

Gli investimenti cinesi nelle tecnologie per l'educazione sono saliti in maniera sorprendente, dai 137 milioni di dollari del 2013 a oltre un miliardo di dollari nel 2014, secondo il TAL Education Group, un'azienda che fornisce servizi educativi in Cina.

Le start-up di Zhongguancun collaborano con un ampio spettro di università e associazioni private.

Per esempio Xuetang, un MOOC curato dalla Tsinghua University, offre alcuni corsi su edX, una piattaforma on-line sponsorizzata dal MIT e dalla Harvard University.

Nel frattempo stanno salendo alla ribalta anche alcune piattaforme cinesi per l'educazione universitaria.

One-Man University – fondata da un ex studente di fisica della Peking University – sta diffondendo video di 15 minuti

tra gli oltre 130mila utenti registrati attraverso 56.com, un sito Web di video streaming.

«La domanda cinese di corsi educativi statunitensi è alta», afferma Bryan Stolle, general partner a Mohr Davidow, un'azienda di capitale finanziario di Menlo Park, in California, che sta finanziando Hotchalk, un'azienda di Campbell, in California, che vuole incrementare la presenza digitale delle università statunitensi in Cina. Ogni anno, dice Stolle, 750mila studenti cinesi chiedono di iscriversi ai college negli Stati Uniti, ma ne vengono accettati poco più di 200mila.

Ci sono alcune preoccupazioni legate a questa tendenza. Anche se la Cina ha il più grande numero di utenti in Internet, oltre 640 milioni di persone on-line, la penetrazione della rete è solo di circa il 46 per cento, in confronto all'87 per cento degli Stati Uniti.

Molte ricerche indicano che i vantaggi dell'educazione on-line sono maggiori per quelli che già partono davanti. Justin Reich, direttore esecutivo della PK12 Initiative del MIT e ricercatore dell'Office of Digital Learning del MIT, di recente si è recato al MOOC Times Building e ha tenuto una serie di incontri con gli educatori cinesi. Reich dice di essere stato molto colpito dal sorprendente isolamento degli studenti e dal mancato rapporto con i loro coetanei, ma di prendere atto del grande entusiasmo che circonda queste iniziative. «In Cina, tutte i problemi si ricollegano alla impossibilità di rispondere alla domanda di educazione», spiega Reich.

Secondo Rong Wang, un professore della Peking University che si occupa di economia dell'educazione, i corsi on-line potrebbero non solo sopperire a una carenza reale, ma ottenere performance superiori in particolari insegnamenti.

Le scuole tradizionali sono impennate sugli esami e «molti insegnanti non hanno adeguate capacità nel trasferire conoscenze di ordine pratico agli studenti».

Reich conclude che c'è stato un serio confronto a livello governativo per capire come concedere crediti agli studenti che frequentano i MOOC ed estendere successivamente e per quanto possibile questo sistema all'intera nazione. ■



Ombre e luci nell'esperienza italiana ed europea dei corsi on-line

Gianpiero Gamaleri

Per affrontare il tema dei rapporti tra università e nuove tecnologie della comunicazione bisogna prendere le mosse da due dati di fatto, uno qualitativo e l'altro quantitativo.

Il dato qualitativo è dato dal fatto che ci siamo ormai inoltrati in quella che è stata definita la "società della conoscenza". Ciò significa, in parole povere, che sempre meno l'avanzamento socioeconomico, culturale ed etico è affidato alle braccia, cioè alla manualità del lavoro, e sempre più dipende dalla mente, da strategie individuali e collettive di organizzazione e gestione dei beni di cui disponiamo. La formazione universitaria evidentemente non può più prescindere da questa evoluzione, che peraltro si presenta positiva perché valorizza il capitale umano, prevedendo soggetti sempre più capaci di seguire e anticipare i rapidi cambiamenti dei processi intellettuali, produttivi e di convivenza civile. Come è stato detto, nel momento in cui un giovane inizia il suo percorso formativo, non è dato sapere quale sarà in uscita l'assetto delle professioni. La parola chiave di questa evoluzione è il termine "flessibilità": prepararsi a sapere domani ciò che oggi non è rigorosamente prevedibile.

È ovvio che questo fattore qualitativo deve fare i conti con un'università organizzata per discipline ("Tante lingue ben fatte" le chiamava Condillac), cioè rigidi settori disciplinari che resistono allo sforzo di creare le connessioni necessarie ad affrontare situazioni e problemi sempre nuovi. L'innovazione tecnologica nell'insegnamento e nella ricerca universitaria devono tendere proprio a creare relazioni tra "sinapsi" che, se rimangono isolate, hanno come esito una formazione obsoleta e rigida, l'esatto contrario di ciò che la permanente innovazione richiede.

Il secondo fattore – il dato quantitativo – è costituito dal calo delle iscrizioni alle università italiane, in evidente con-

trotendenza con l'esigenza di quella formazione diffusa di alta qualità, di responsabilità personale e di gruppo e di notevole flessibilità, resa necessaria dalla società della conoscenza. Una mente non formata e permanentemente esercitata ha come esito un soggetto frustrato, improduttivo, inutilizzabile. Dall'inizio del secolo a oggi, cioè negli ultimi quindici anni, le nuove iscrizioni nei nostri atenei sono calate da circa 320mila a meno di 250mila, con una perdita ogni anno di 70mila matricole. Ciò corrisponde a una diminuzione delle iscrizioni all'università di meno del 40 per cento dei diplomati di scuola secondaria superiore, mentre erano poco più del 50 per cento a inizio secolo. E tutto questo avviene nel momento in cui i dati ci indicano anche la necessità di incrementare il numero di soggetti laureati per tenere dietro al passo dei nostri partner europei. Nel contempo non si può non rilevare la contraddizione costituita dalla crescita anche dei giovani disoccupati pure in presenza di un titolo di studi superiori. Una contraddizione che dipende da difetti nella formazione e può essere superata solo attraverso percorsi innovativi, ispirati a uno stretto contatto con il mondo produttivo, secondo quello schema "duale" formazione-lavoro così bene delineato non a caso dal sistema scolastico e universitario tedesco, ma non solo.

Ad aggravare la situazione si registra la crescente disaffezione degli studenti i quali, specie nelle discipline umanistiche che non esigono la partecipazione a laboratori, esercitazioni, esperienze sul campo, presto disertano le aule concentrandosi solo sui libri in funzione dell'esame e di un "pezzo di carta" dallo scarso valore sostanziale. E così va a farsi benedire anche l'uso di tecnologie comunicative e didattiche avanzate nei nostri Atenei, che rischiano di venire proposte a una platea vuota.

Di università telematica si parla fin dalla fine degli anni 1960, con la nascita in Gran Bretagna della Open University. Ma è molti decenni dopo, nel 2012, che si registra negli Stati Uniti la nascita dei MOOC, *Massive Open Online Courses*, con un boom di iscrizioni che toccano la cifra di due milioni di studenti, peraltro seguito da una notevole percentuale di abbandoni causati da vistosi difetti nel "tutorato" degli iscritti, che si sentono inappagati dal solo contatto via Web. Nell'aprile dell'anno successivo, 2013, questi corsi proliferano anche in Europa, sullo spunto di una conferenza internazionale organizzata dall'Open Universiteit dei Paesi Bassi. La iniziativa ha coinvolto undici paesi e gode del sostegno della Commissione Europea. Ma di che cosa si tratta?

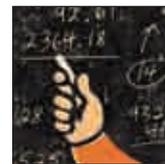
L'esperienza dei MOOC dagli Stati Uniti all'Europa

I MOOC sono corsi universitari on-line che permettono a tutti di accedere a un insegnamento di qualità senza lasciare il proprio luogo di residenza o di lavoro. Sono attualmente un centinaio di corsi, comprendenti un'ampia gamma di materie e saranno presto disponibili in dodici lingue.

L'iniziativa è coordinata dall'Associazione europea delle università per l'insegnamento a distanza (*European Association of Distance Teaching Universities*, EADTU). Le nazioni interessate sono: Francia, Lituania, Paesi Bassi, Portogallo, Slovacchia, Spagna, Regno Unito, Russia, Turchia e Israele. Anche l'Italia è presente tra i soci fondatori dell'iniziativa, rappresentata dall'Università Telematica Internazionale Uninettuno di Roma, in sigla UTIU.

Will Swann, presidente dell'EADTU, ha dichiarato: «Le università aperte europee e i loro partner forniscono un insegnamento e un apprendimento di massima qualità per tutti coloro che intendono usufruirne. L'iniziativa paneuropea MOOC dimostra la nostra passione collettiva per il perseguimento dell'innovazione. Intendiamo ampliare la gamma di corsi proposti dai partner originari e accoglieremo nuovi partner dal mondo intero che condividono le nostre idee e le nostre prassi per un insegnamento superiore flessibile e reattivo».

I settori coperti dai corsi vanno dalla matematica all'economia, passando per le competenze digitali, il commercio elettronico



co, il cambiamento climatico, il patrimonio culturale, la responsabilità sociale delle imprese, l'apprendimento delle lingue e la scrittura creativa, i processi culturali e della comunicazione contemporanea, la pubblicità e l'organizzazione di eventi. Ogni partner propone corsi sulla propria piattaforma d'apprendimento, almeno nella sua lingua nazionale. È attualmente possibile scegliere tra le 11 lingue dei partner, più l'arabo, come nel caso dell'italiana UTIU diffusa nel Maghreb fino dalla sua fondazione.

I corsi possono venire seguiti secondo un calendario prefissato o in qualunque momento, al ritmo proprio dello studente. I corsi comprendono normalmente dalle 20 alle 200 ore di studio. Tutti i corsi possono portare a una qualche forma di riconoscimento: un attestato di completamento del corso, un cosiddetto "badge" o certificato di crediti che possono venire presi in considerazione per l'ottenimento di un diploma.

La nuova iniziativa della Commissione è intitolata *Aprire l'istruzione*. Tale strategia intende promuovere l'utilizzazione delle tecnologie di formazione a distanza e delle risorse educative a tutti i livelli dell'istruzione al fine di fornire alle generazioni attuali e future le competenze di cui hanno bisogno.

Internet con le sue luci e ombre è il più grande spazio pubblico che mai il mondo abbia avuto, connette il pensiero umano a livello globale e ciò richiede un nuovo modello educativo e quindi anche un nuovo modello di università. La creazione di un network globale per l'istruzione superiore in cui docenti e studenti di diverse parti del mondo partecipano alla costruzione collaborativa del sapere non è più un'utopia e può portare alle università una nuova forma di vitalità facendole diventare protagoniste dell'economia globale.

Il futuro non è un dono, è una conquista che richiede a ogni generazione lotte e sacrifici per soddisfare le esigenze di una nuova era che, mai come in questo momento, accomuna i popoli del Nord e del Sud del mondo e li mette di fronte a una nuova sfida: la risposta ai bisogni di un mondo globalizzato e interconnesso. ■

Gianpiero Gamaleri è professore ordinario di Sociologia dei processi culturali e comunicativi e preside della Facoltà di Scienze della comunicazione a Uninettuno.

Uninettuno: reinventare l'università

Le nuove tecnologie della comunicazione in ambito universitario hanno la funzione interna di ibridare i percorsi cognitivi e le soluzioni applicative e la funzione esterna di monitorare sistematicamente la domanda di interventi innovativi richiesti dalla società. C'è anche da aggiungere che il primato della conoscenza ha come conseguenza il fatto che, imboccando i percorsi virtuosi della crescita intellettuale degli studenti, un Paese può recuperare in breve tempo un ruolo di leadership perché la battaglia si svolge sul piano prevalente delle risorse immateriali rispetto alle disponibilità materiali. Quindi la corretta impostazione e l'ammodernamento della didattica e della ricerca costituiscono una chance su cui si può e si deve realisticamente costruire il futuro di una comunità civile, specie in un Paese come il nostro caratterizzato dalla scarsità di materie prime.



In questo quadro problematico si muovono le considerazioni di Maria Amata Garito, rettore dell'Università Telematica Uninettuno, nel suo libro *L'università nel XXI secolo fra tradizione e innovazione*, che non rappresenta solo il punto di arrivo dell'attività di ricerca scientifica, ma individua un nuovo modo di fare evolvere le università tradizionali per collegarle ai bisogni reali della nostra società globalizzata e interconnessa.

La storia di Uninettuno, in concreto e nei suoi limiti, dimostra infatti che le nuove tecnologie telematiche non sono più rivolte a potenziare solo la forza fisica dell'uomo, ma costituiscono un'estensione della nostra mente, sono le nostre memorie esterne. Sono la chiave di accesso alla nuova "società della conoscenza". I cambiamenti che vengono attuati nelle forme di comunicazione attraverso i media producono modifiche anche nel modo di pensare e incidono profondamente sullo sviluppo psicologico, morale e sociale delle persone, sulla struttura e sul funzionamento della società, sugli scambi tra culture, sulla percezione della realtà, sulle idee, sulle ideologie e determinano i nuovi valori su cui si basa la nuova società tecnologica. Scrive Paolo Prodi nell'introduzione: «Uno degli errori più diffusi e gravido di pericoli quando si discute sulla "riforma" dell'università è quello di contrapporre a un'università tradizionale, vecchia e stan-tia, un'università del futuro librata nell'aria delle nuove tecnologie, al di là del tempo e dello spazio. La nuova università non può nascere nel vuoto, ma deve crescere innestando nella nuova rete di comunicazione del sapere la sua tradizione millenaria».

Dall'analisi storica dei modelli di università dal Medioevo a oggi – sostiene la Garito – si evidenzia come l'università del XXI secolo sia a un bivio tra l'atrofia e il rinascimento, il ristagno e il rinnovamento. In quasi tutto il mondo oggi si dibatte sul fatto che l'università tradizionale non riesce più a soddisfare i bisogni di una società globalizzata ed interconnessa. È in atto uno scontro generazionale di enorme portata. I nativi digitali, la nuova generazione di studenti, mette in discussione il modello di università tradizionale. Occorre reinventare l'università, la sua trasformazione non è più una scelta, ma una necessità improrogabile. (g.g.)

COME FARCI CAPIRE DALLE MACCHINE

Una nuova versione della tradizionale teoria dell'intelligenza artificiale potrebbe permetterci di dialogare con i nostri computer. Facebook è all'avanguardia in questa linea di ricerca.

Tom Simonite



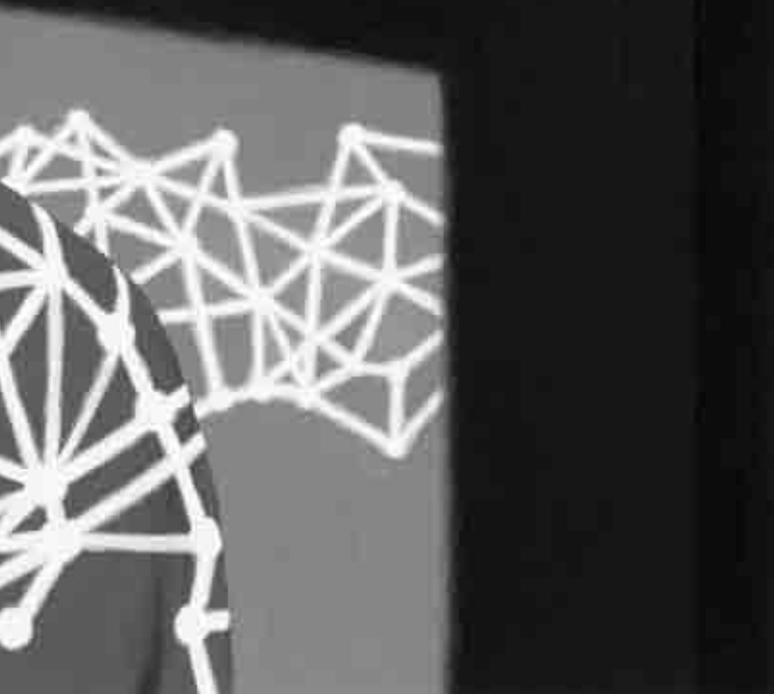
La prima volta che Yann LeCun rivoluzionò il mondo dell'intelligenza artificiale si trattò di un passo falso. Era il 1995 e per quasi un decennio il giovane francese si era dedicato allo studio di quella che molti scienziati informatici consideravano una pessima idea: imitare alcune caratteristiche del cervello per produrre macchine intelligenti. Ma LeCun aveva mostrato che questo approccio teorico poteva ottenere buoni risultati. Lavorando ai Bell Labs, LeCun aveva creato del software che simulava grosso modo il comportamento dei neuroni ed era in grado di leggere del testo scritto a mano rifacendosi a un repertorio di esempi. AT&T, l'azienda madre dei Bell Labs, lo utilizzò per vendere il primo computer in grado di leggere le firme sugli assegni e i testi scritti. A LeCun e al piccolo gruppo che condivideva le sue convinzioni sulle reti neurali artificiali, sembrò l'inizio di un'era in cui i computer avrebbero appreso una serie di capacità prima esclusive degli esseri umani. Ma non era così.

«L'intero progetto naufragò nel momento del suo successo», dice LeCun. Nel giorno della presentazione del computer che poteva leg-

gere migliaia di assegni in un'ora, AT&T annunciò la sua intenzione di suddividersi in tre aziende dedicate a mercati differenti nei campi informatici e delle comunicazioni. LeCun divenne responsabile della ricerca di una AT&T più leggera e si occupò di altre cose. Nel 2002 lasciò AT&T per diventare professore della New York University. Nel frattempo, i ricercatori si resero conto che non potevano applicare la scoperta di LeCun per risolvere altri problemi informatici. L'approccio all'intelligenza artificiale ispirato ai modelli di funzionamento del cervello divenne un campo di ricerca marginale.

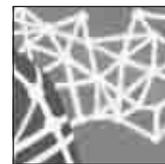
LeCun, un robusto 55enne dal sorriso aperto e da folti capelli neri con qualche striatura grigia, ha sempre creduto nella sua teoria e anche il resto del mondo ora si sta accodando. L'idea che LeCun e i suoi collaboratori hanno perseguito per oltre vent'anni tra l'indifferenza generale, ha negli ultimi anni prodotto risultati di grande valore in aree come il riconoscimento facciale e vocale. L'apprendimento profondo, come viene definito questo campo di ricerca, è diventato terreno di battaglia tra Google e altre importanti aziende tecnologiche impegnate in prima fila nell'offerta di servizi ai consu-

LeCun ha una seconda opportunità di cambiare la storia dell'intelligenza artificiale.
Fotografia: Thomas Ehretsmann.



matori. Una di queste aziende è Facebook, che ha assunto LeCun alla fine del 2013 e gli ha affidato FAIR, un nuovo gruppo di ricerca sull'intelligenza artificiale composto al momento da 50 dipendenti, ma che si prevede arriverà a un centinaio. Il laboratorio di LeCun è il primo significativo investimento di Facebook nella ricerca di base e potrebbe costituire un decisivo passo aziendale verso una diversa direzione di sviluppo, oltre a cambiare le nostre convinzioni su quello che i computer sono in grado di fare.

Facebook e altre aziende, tra cui Google, IBM e Microsoft si sono immediatamente lanciate in questo settore di ricerca negli ultimi anni perché l'apprendimento profondo è molto più avanzato rispetto alle tecniche precedenti di IA in compiti impegnativi per i computer, come il riconoscimento di immagini. Le tecniche tradizionali prevedono infatti che si programmino laboriosamente determinate abilità per rilevare linee e angoli nelle immagini. Il software di apprendimento profondo non ha necessità di alcuna programmazione e in alcuni casi può riconoscere immagini e volti accuratamente come noi umani.



LeCun sta lavorando a sistemi ancora più avanzati. Lo studioso vuole produrre del software dotato di capacità linguistiche e di senso comune che gli permettano di sostenere delle conversazioni di base. Invece di comunicare con le macchine cliccando un pulsante o inserendo selezionati termini di ricerca, potremmo dire loro cosa vogliamo, come se stessimo parlando con un'altra persona. «I nostri rapporti con il mondo digitale cambieranno completamente con questi sistemi intelligenti», ipotizza LeCun, il quale ritiene che l'apprendimento profondo possa produrre software in grado di capire le nostre frasi e di rispondere in modo appropriato alle nostre domande.

Le applicazioni che ci permettono di risolvere un problema pratico, quale per esempio la prenotazione di un ristorante, sono ormai largamente diffuse e sono utilizzate ampiamente nei video game e nell'apprendimento on line. Ma il progetto di LeCun è più ambizioso: «Questi sistemi non devono solo rispondere alle nostre richieste, ma dialogare con noi». Le attuali tecniche dei motori di ricerca, dei filtri anti-spam e degli assistenti virtuali non permettono di arrivare a tanto. Spesso questi sistemi ignorano l'ordine delle parole e si basano sulle combinazioni statistiche e l'individuazione di parole chiave. Siri di Apple, per esempio, inserisce le parole dell'utente in un piccolo numero di categorie che sono legate a risposte predeterminate. «Non comprendono realmente il testo. Il solo fatto che in questo modo si ottenga qualche risultato è già di per sé sorprendente», sostiene LeCun. Inoltre, sistemi che apparentemente sembrano in grado di gestire complessi compiti linguistici, come Watson, il supercomputer di IBM (vincitore del quiz *Jeopardy!*), ci riescono perché "addestrati" a un particolare format e non si adatterebbero facilmente ad altre situazioni.

Al contrario, il software di apprendimento profondo è potenzialmente in grado di attribuire significati al linguaggio più di quanto facciano gli umani. Ricercatori di Facebook, Google e altre aziende stanno producendo software per la comprensione del senso delle parole. Il gruppo di LeCun ha un sistema in grado di leggere semplici storie e rispondere a domande sul testo, sfruttando le capacità di deduzione logica e una rudimentale struttura temporale.

In ogni caso, come LeCun sa bene, l'intelligenza artificiale ha spesso dato l'impressione di essere sul punto di fare un decisivo balzo in avanti, cambiando in realtà ben poco. La creazione di software che comprenda la complessità del linguaggio rappresenta una sfida impegnativa, in particolare quando si tratta di riconoscere gli oggetti nelle immagini. L'utilità del riconoscimento vocale e della lettura delle immagini con le tecniche di apprendimento profondo è fuori discussione, ma la strada è ancora lunga e impervia, e il risultato finale appare incerto.

Un excursus storico

Le radici dell'apprendimento profondo risalgono a molto prima delle ricerche pionieristiche di LeCun ai Bell Labs. In realtà lo studioso aveva riesumato un'idea da lungo abbandonata nel campo dell'intelligenza artificiale.

All'inizio, negli anni 1950, i biologi avevano cominciato a sviluppare semplici teorie matematiche su come l'intelligenza e l'apprendimento fossero legati ai segnali trasmessi tra neuroni nel cervello. L'idea di fondo – ancora viva oggi – era che i collegamenti tra neu-

Varie aziende hanno aperto laboratori con numerosi collaboratori per la ricerca sull'apprendimento profondo.

roni si rafforzassero se queste cellule comunicavano con assiduità. La "raffica" di attività neurale provocata da una nuova esperienza stabilizza le connessioni cerebrali e ne favorisce lo sviluppo.

Nel 1956, lo psicologo Frank Rosenblatt partì da queste teorie per dare vita a semplici simulazioni di neuroni nel software e nell'hardware. Il "New York Times" dedicò questo titolo al suo lavoro: *Il "cervello" elettronico è autodidatta*. Il perceptrone di Rosenblatt, come lo psicologo definì il suo classificatore binario, poteva apprendere come suddividere semplici immagini in categorie, per esempio triangoli e quadrati. Pur lavorando con macchine gigantesche circondate da cavi, Rosenblatt stabilì i principi di base delle reti neurali artificiali odierne.

Un computer da lui ideato era dotato di 8 neuroni simulati, costituiti da motori e manopole collegati a 400 rivelatori di luce. Ogni neurone riceveva una parte del segnale da un rivelatore di luce, effettuava collegamenti e a seconda delle situazioni indicava uno 0 o un 1. L'insieme delle cifre determinava la "descrizione" di quanto il perceptrone aveva visto. All'inizio i risultati erano poco più che spazzatura. Ma Rosenblatt utilizzò un metodo di apprendimento controllato per indurre un perceptrone a generare risultati che distinguessero correttamente tra differenti forme. Egli mostrava al perceptrone un'immagine con la giusta risposta. Poi la macchina registrava costantemente il comportamento del neurone, aggiustando progressivamente le risposte al segnale per arrivare a quella giusta. Dopo molti esempi, questi "aggiustamenti" avrebbero dovuto permettere al computer di categorizzare immagini mai viste prima. Le reti d'apprendimento profondo attuali sfruttano algoritmi sofisticati e dispongono di milioni di neuroni simulati, con miliardi di connessioni tra loro. Ma la fase di training è rimasta identica.

Rosenblatt riteneva che i perceptron sarebbero presto stati in grado di compiere azioni come chiamare le persone per nome e la sua idea divenne il baluardo del nascente campo dell'intelligenza artificiale. I ricercatori si impegnarono a creare reti di perceptron più complesse, disposte in una gerarchia a più strati. Il passaggio delle immagini o di altri dati attraverso gli strati avrebbe permesso al perceptrone di affrontare problemi sempre più complessi. Sfortunatamente, l'algoritmo d'apprendimento di Rosenblatt non funzionò con la tecnica del multistrato come previsto dallo psicologo americano. Nel 1969, il pioniere dell'IA Marvin Minsky, che aveva frequentato la scuola superiore con Rosenblatt, pubblicò una critica dei limiti operativi delle reti a due strati dei perceptron. Minsky sosteneva che il multistrato non rendeva i perceptron sufficientemente potenti da risultare utili. I ricercatori di IA abbandonarono quindi l'idea di produrre del software che apprendesse e si rivolsero alla logica per lavorare sulle diverse componenti dell'intelligenza, come nel caso delle abilità scacchistiche. Le reti neurali vennero relegate ai margini della scienza informatica.

I protagonisti dell'apprendimento profondo

Geoff Hinton

Google e University of Toronto

Ha conseguito il PhD con una tesi sulle reti neurali artificiali negli anni 1970. Di recente ha dimostrato come creare reti neurali con grandi database e la loro validità nell'analisi del linguaggio e nel riconoscimento dell'immagine.

Yann LeCun

Facebook

Si interessò alle reti neurali mentre era studente universitario e successivamente è diventato uno dei pionieri dell'utilizzo dell'apprendimento profondo per il riconoscimento dell'immagine. Oggi, a Facebook, è alla guida di un gruppo che sta creando un software in grado di comprendere i testi e di conversare.

Yousha Bengio

University of Montreal

Cominciò a lavorare alle reti neurali dopo l'incontro con LeCun ai Bell Labs negli anni 1980. È stato uno dei primi ad applicare la tecnica per la comprensione delle parole e del linguaggio. Sta collaborando con IBM per implementare il suo software per Watson.

Andrew Ng

Baidu

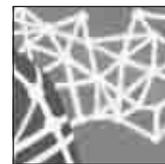
Ha guidato un progetto di Google per capire come le reti neurali possano gestire milioni di dati, con maggiore efficacia di quella dimostrata finora. È l'attuale responsabile della ricerca a Baidu e si occupa in particolare del riconoscimento del linguaggio.

Demis Hassabis

DeepMind

Ha lavorato all'IA nell'industria dell'intrattenimento e successivamente ha approfondito i suoi studi di neuroscienze sull'intelligenza. Ha fondato DeepMind, che Google ha acquistato l'anno scorso, ed è alla guida di un ramo d'azienda quasi del tutto indipendente.

Tuttavia, all'inizio degli anni 1980, LeCun rimase ugualmente colpito dalle ricerche sui perceptron mentre frequentava la facoltà di ingegneria a Parigi. «Mi stupì il funzionamento di quel sistema neurale e mi chiesi perché era stato abbandonato», spiega LeCun. Trascorse diverse giorni in una biblioteca vicino a Versailles alla ricerca di pubblicazioni riguardanti i perceptron e scoprì che un piccolo gruppo di ricercatori negli Stati Uniti stava ancora lavorando alle reti neurali. «Si trattava di un gruppo quasi clandestino», continua LeCun. Nelle loro ricerche le parole "neurale" e "apprendimento" erano accuratamente evitate per non suscitare recensioni negative, ma era evidente che stavano cercando di risolvere il problema di Rosenblatt: come formare reti neurali a più strati.



L'apprendimento profondo offre buone prestazioni nel riconoscere le immagini. Ma potrà padroneggiare il linguaggio umano?

LeCun si unì a questo gruppo dopo avere incontrato alcune figure centrali nella sua vita, tra cui Geoff Hinton, che ora lavora a Google e all'University of Toronto. I due strinsero subito amicizia e divennero il nucleo della piccola comunità che voleva rilanciare l'idea della rete neurale. Entrambi ritenevano che utilizzando il meccanismo di base dell'intelligenza naturale si potesse sviluppare l'intelligenza artificiale. «Il solo sistema che ci sembrava funzionasse era quello del cervello e doveva diventare il nostro punto di riferimento», dice Hinton.

Il successo di LeCun ai Bell Labs arrivò dopo che insieme a Hinton e altri mise a punto un algoritmo d'apprendimento per reti neurali multistrato, il cosiddetto algoritmo di *backpropagation*, che suscitò un'ondata di interesse da parte di psicologi e scienziati informatici. Ma questo algoritmo mostrò seri limiti se applicato alla soluzione di altri problemi. Contemporaneamente un nuovo tipo di software per la classificazione dei dati venne inventato da un ricercatore dei Bell Labs che non prevedeva l'utilizzo di neuroni simulati e che venne giudicato più funzionale dal punto di vista matematico. Molto rapidamente questo nuovo sistema divenne la pietra angolare di aziende Internet come Google, Amazon e LinkedIn che lo sfruttarono per la creazione di applicazioni anti-spam o per proporre consigli d'acquisto.

Dopo il passaggio alla NYU nel 2003, LeCun, Hinton e un terzo collaboratore, il professore Yoshua Bengio dell'University of Montreal, formarono il gruppo di quelli che LeCun definisce "i cospiratori dell'apprendimento profondo". Per dimostrare la validità delle reti neurali, i tre ne aumentarono le dimensioni, inserendo più dati e collocandole su computer più potenti. I sistemi di riconoscimento della scrittura a mano di LeCun erano originariamente dotati di cinque strati di neuroni, ma ora arrivarono a dieci e oltre. Intorno al 2010, quello che ormai era definito unanimemente apprendimento profondo cominciò a prendere il posto delle tecniche consolidate in compiti come la selezione delle immagini. Microsoft, Google e IBM lo affiancarono ai sistemi di riconoscimento vocale. Ma le reti neurali erano ancora poco familiari alla grande parte dei ricercatori e non considerate abbastanza utili. Nei primi mesi del 2012, LeCun scrisse una lettera dai toni accesi – pubblicata inizialmente in forma anonima – dopo che un saggio in cui si annunciava un nuovo record nei compiti tradizionali di visione era stato rifiutato da una importante conferenza. LeCun accusò gli esaminatori di essere "incapaci" e "prevenuti negativamente".

Tutto cambiò sei mesi dopo. Hinton e due studenti laureati utilizzarono una rete come quella di LeCun per la lettura degli assegni per smuovere le acque nel settore del riconoscimento delle immagini. Il sistema, conosciuto con il nome di ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge, chiede al software di identificare 1.000 oggetti diversi, dalle zanzariere alle

moschee. Le sue prestazioni – ha identificato un'immagine tra 5 risposte a scelta l'85 per cento delle volte – sono state migliori di oltre dieci punti percentuali rispetto al secondo classificato. Gli strati iniziali di neuroni del software d'apprendimento profondo hanno perfezionato la loro capacità di trovare caratteristiche semplici come linee e angoli, mentre gli strati successivi vanno alla ricerca di caratteristiche più complesse come le forme di base ed eventualmente di animali o persone.

LeCun ricorda di avere assistito alla presentazione del saggio sul nuovo sistema di riconoscimento delle immagini alla comunità di esperti che aveva sempre osteggiato le reti neurali e che ora dicevano: «Perfetto. È un sistema vincente».

Gli studi accademici sulla visione artificiale hanno rapidamente abbandonato i loro vecchi metodi e l'apprendimento profondo è diventato il filone di ricerca principale nel campo dell'intelligenza artificiale.

Google ha comprato un'azienda fondata da Hinton dopo i risultati del 2012 e lo stesso Hinton ha cominciato a lavorare part time con Google Brain, un gruppo di ricerca.

Microsoft e altre aziende hanno fatto partire nuovi progetti per condurre ricerche sull'apprendimento profondo.

A dicembre 2013, Mark Zuckerberg, CEO di Facebook, ha stupito il mondo accademico partecipando alla più importante conferenza sulle reti neurali. Durante il party da lui organizzato per questo evento ha annunciato che LeCun sarebbe stato alla guida del gruppo di FAIR.

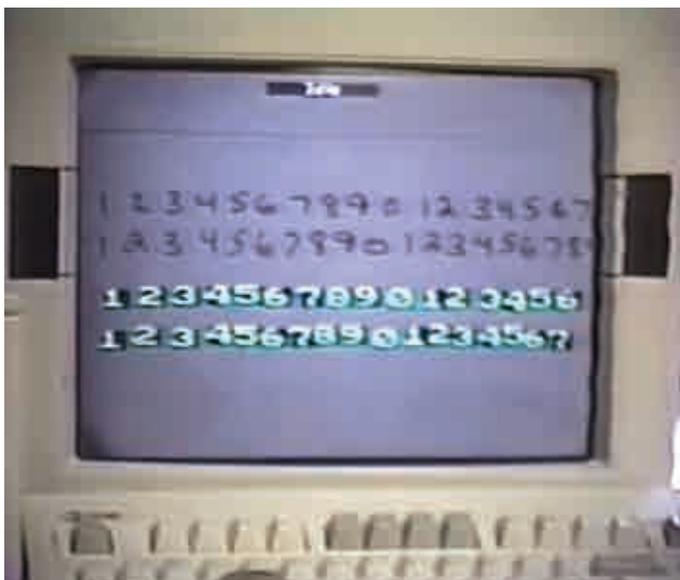
LeCun prova ancora sentimenti contrastanti nei confronti della ricerca del 2012 che ha confermato agli occhi del mondo la validità del suo punto di vista: «Mi rimane il rimpianto di non avere raggiunto quel risultato nel mio laboratorio». Hinton condivide questa riflessione e afferma che «Yann è stato sfortunato a non avere raccolto quello che merita». Il gruppo di LeCun ha lavorato più di chiunque altro per dimostrare l'efficacia della tecnologia dell'ImageNet.

L'apprendimento del linguaggio

Gli uffici di New York di Facebook, in un edificio a due piani dei primi del XX secolo, sono a breve distanza dalla sede della NYU. I dipendenti si muovono in spazi più stretti di quelli della sede centrale di Menlo Park, in California, ma sono altrettanto stravaganti. Quasi metà dei ricercatori di IA di LeCun lavora qui, mentre l'altra metà si trova nel campus californiano o negli uffici parigini. «Ho raccolto intorno a me tutte le persone di cui potevo disporre», spiega LeCun.

Una rete neurale può "apprendere" parole analizzando il testo e prevedendo le singole parole a partire da quella che la precede o la segue. In questo modo il software riesce a rappresentare ogni parola come un vettore che indica la relazione con le altre; un processo che in forme, per altro non del tutto ancora chiarite, permette di definire i concetti nel linguaggio. La differenza tra i vettori di "re" e "regina" è la stessa tra le parole "marito" e "moglie", per esempio. I vettori di "carta" e "cartone" sono molto simili e quelli di "largo" e "grande" pressoché identici.

Lo stesso tipo di approccio funziona per le frasi intere (Hinton dice che genera "vettori di pensiero"), e Google sta pensando di sfruttarlo per migliorare i suoi servizi di traduzione auto-



LeCun ai Bell Labs nel 1993, con un computer in grado di leggere la scrittura a mano sugli assegni.

Fotografie: per gentile concessione di Facebook.

matica. In una recente ricerca di una università cinese e del laboratorio di Pechino di Microsoft si è sperimentata una versione della tecnica vettoriale per produrre software che “batte” l’uomo in merito a domande di comprensione di sinonimi, antonimi e analogie.

LeCun vuole spingersi ancora più avanti: «Il linguaggio in quanto tale non è particolarmente complesso. Il problema nasce quando si affronta il nodo della comprensione profonda del linguaggio e del senso comune.

Noi lavoriamo su questi aspetti». LeCun utilizza il termine senso comune nell’accezione aristotelica, vale a dire la capacità di comprendere la realtà fisica di base. Il suo obiettivo è che il computer capisca che la frase «Yann prese la bottiglia e uscì

Non è ancora chiaro quali saranno i vantaggi degli assistenti virtuali, ma non dovremo aspettare a lungo per saperlo.

fuori dalla stanza» implica che Yann ha portato via la bottiglia. I ricercatori di Facebook hanno inventato un sistema di apprendimento profondo, che affronta con risultati positivi il problema del senso comune.

La rete mnemonica è una rete neurale con un livello di memoria che permette di mantenere attivo il ricordo di quanto successo in precedenza. Il laboratorio di IA di Facebook ha creato versioni in grado di rispondere a semplici domande di senso comune su testi che non hanno mai visionato. Per esempio, se i ricercatori fornivano un riassunto molto semplice della storia del romanzo *Il signore degli anelli*, il software era in grado di rispondere a domande del tipo: «Dove è l’anello?» o «Dove si trovava Frodo prima del Monte Fato?». Il sistema è in grado quindi di interpretare le parole del testo anche senza avere incontrato in precedenza molti dei nomi e degli oggetti.

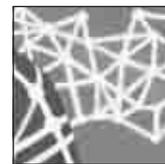
Il software ha appreso il suo rudimentale buon senso con la continua esposizione a esempi di risposte a domande su semplici testi in cui i personaggi compiono una serie di azioni in più luoghi. Ma LeCun vuole addestrare il software con testi più adatti a cogliere la complessità della vita e a quanto potrebbe venire chiesto a un assistente virtuale.

Moneypenny, il futuro assistente vocale di Facebook, potrebbe rappresentare un esempio di questa linea di ricerca. Il servizio sarà rinforzato da un gruppo di operatori umani che aiuteranno gli utenti in una serie di semplici operazioni. Ancora oggi, allestire un servizio di assistenza che possa sostenere una conversazione semplice richiede un lavoro non indifferente. Le reti neurali, per esempio, hanno mostrato una forma di ragionamento elementare e i ricercatori non hanno ancora chiaro come insegnare loro a fare piani. LeCun comunque rimane ottimista sui cambiamenti futuri.

Ma c’è chi non la pensa allo stesso modo. Il software d’apprendimento profondo finora ha dimostrato di possedere solo le competenze minime per sostenere quella che si potrebbe definire una conversazione, sostiene Oren Etzioni, CEO dell’Allen Institute for Artificial Intelligence, a Seattle.

Le capacità logiche e di pianificazione necessarie, continua Etzioni, sono molto differenti da quanto le reti neurali sanno fare meglio, vale a dire selezionare sequenze di pixel o forme d’onda acustiche per stabilire la categoria d’immagine o la parola rappresentate. «I problemi della comprensione del linguaggio naturale non sono quasi mai riducibili ad analisi di questo tipo», spiega Etzioni.

Gary Marcus, professore di psicologia e scienze neurali alla NYU, che ha studiato l’apprendimento del linguaggio nell’uomo e ha di recente fondato Geometric Intelligence, un’azienda che si occupa di intelligenza artificiale, ritiene che LeCun sottovaluti le difficoltà dell’attuale software di comprendere il linguaggio e il



Il lungo cammino dell'apprendimento profondo

1956

Lo psicologo Frank Rosenblatt utilizza teorie sul funzionamento del cervello per produrre il perceptrone, una rete neurale artificiale che può essere "allenata" a categorizzare semplici forme.

1969

I pionieri dell'IA Marvin Minsky e Seymour Papert scrivono un libro fondamentale sui perceptroni, che spinge ogni interesse nei confronti delle reti neurali per decenni.

1986

Yann LeCun e Geoff Hinton perfezionano l'algoritmo di backpropagation per permettere alle reti neurali di analizzare i dati su più strati di neuroni artificiali, aprendo la strada all'acquisizione di abilità più complesse.

1987

Alla Johns Hopkins University, Terry Sejnowsky crea un sistema chiamato NETalk in grado di riprodurre vocalmente testi di diverso tipo, dal balbettio al discorso riconoscibile.

1990

Ai Bell Labs, LeCun utilizza l'algoritmo di backpropagation per sviluppare una rete in grado di leggere il testo scritto a mano. AT&T adotterà successivamente questo sistema per la lettura degli assegni.

1995

Vladimir Vapnik, un matematico dei Bell Labs, pubblica un metodo alternativo per "allenare" il software a categorizzare i dati come le immagini, smorzando nuovamente l'interesse nei confronti delle reti neurali.

2006

Alla University of Toronto, il gruppo di ricerca di Hinton trova il modo di produrre reti più grandi con decine di strati di neuroni artificiali.

Giugno 2012

Google utilizza l'apprendimento profondo per tagliare del 25 per cento il tasso di errore del software per il riconoscimento del discorso.

Ottobre 2012

Hinton e due colleghi dell'University of Toronto vincono la sfida più grande per il software di riconoscimento degli oggetti nelle fotografie, dimezzando quasi il precedente tasso di errore.

Marzo 2013

Google acquista DNN Research, l'azienda fondata dal gruppo di Toronto per sviluppare le nuove idee. Hinton comincia a collaborare con Google.

Marzo 2014

Facebook adotta l'apprendimento profondo per il riconoscimento delle caratteristiche facciali e per l'identificazione delle persone nelle fotografie trasmesse su file.

Maggio 2015

Lancio di Google Photos che si avvale delle tecniche di apprendimento profondo per raggruppare fotografie dei singoli utenti e permette di ritrovarle facilmente.

senso comune. "Allenare" il software con grandi volumi di dati accuratamente definiti è un metodo efficace per il riconoscimento delle immagini, ma Marcus ha seri dubbi che permetta di acquisire le abilità fini necessarie alla comprensione di un sistema complesso come il linguaggio, fortemente legato alla componente contestuale. «È indubbio che l'apprendimento profondo sia una tecnica di grande efficacia e che abbia fatto compiere un decisivo incremento di concretezza all'IA. Ma è altrettanto evidente che il sistema richiede una quantità smisurata di dati e che in alcuni campi i dati a disposizione non sono mai sufficienti», conclude Marcus, secondo il quale il linguaggio rappresenta uno di questi campi.

Molti ci credono

Alla sede centrale di Facebook, in California, i collaboratori locali di LeCun siedono accanto a Mark Zuckerberg e Mike Schroepfer, il CTO dell'azienda. I leader di Facebook sanno che il gruppo di LeCun è ancora lontano dai suoi obiettivi, ma Schroepfer sta già pensando agli scenari futuri: «Credo che in breve termine avremo in mano una versione funzionale del software in grado di comprendere il linguaggio ai più alti livelli e di sostenere una conversazione».

A suo parere, quando il sistema di LeCun raggiungerà superiori capacità di ragionamento e maggiori abilità di pianificazione, la conversazione non sarà più unilaterale. Facebook potrebbe offrire informazioni che ritiene utili all'utente e chiedere un parere.

Gli algoritmi necessari a rafforzare queste interazioni dovrebbero anche implementare i sistemi che Facebook utilizza per filtrare i post e gli avvisi pubblicitari.

Inoltre potrebbero spianare la strada alla ambizione aziendale di diventare molto più di una agorà che favorisce la socializzazione. Se, per esempio, Facebook comincia a ospitare articoli e video per conto delle aziende che operano nei media e nell'intrattenimento, dovrà fornire all'utenza modi più avanzati per gestire le informazioni.

Gli assistenti virtuali e altre ricadute positive del lavoro di LeCun potrebbero aiutare Facebook a staccarsi dal suo modello originale, come già sta succedendo con l'acquisto di Oculus, per integrare la realtà virtuale al mercato tecnologico di massa.

Secondo LeCun ci sono prove più che sufficienti che l'apprendimento profondo abbia imboccato la strada giusta. Non è tuttavia ancora chiaro come l'apprendimento profondo potrà migliorare il servizio offerto da Facebook e, se riuscirà a farlo, quali saranno i vantaggi della società intera.

Ma forse non dovremo aspettare a lungo per saperlo.

LeCun prevede che gli assistenti virtuali con una padronanza del linguaggio senza precedenti saranno disponibili in un arco di tempo che va dai due ai cinque anni, smentendo il pessimismo dilagante. «Si tratta dello stesso fenomeno che abbiamo già visto nel 2012. I progressi sono sotto gli occhi di tutti, ma chi adotta le tecniche tradizionali fa finta di niente. Ancora per poco», conclude LeCun. ■

Tom Simonite è redattore capo di MIT Technology Review USA.

I venti peggiori attacchi informatici del nuovo secolo

Gli attacchi informatici continuano ad aumentare e un ricercatore che opera nel campo della sicurezza informatica sta cercando di individuarli, sulla base della documentazione disponibile.

The Physics arXiv Blog

Il mondo cibernetico è un luogo pericoloso. È però difficile misurare esattamente quanto sia pericoloso. Tavis Vaidya, della Georgetown University di Washington, ha esaminato gli attacchi più memorabili perpetrati dal 2000, concludendo che la tendenza sta incrementando rapidamente e che, quindi, sia il caso di premunirsi urgentemente al fine di garantire la sicurezza di dati importanti. Di seguito verranno considerati, nell'ordine di importanza determinato da Vaidya, i venti attacchi informatici descritti nel suo documento, che per altro tengono conto di sensibilità e di interessi prevalentemente "occidentali".

20. Aprile 2001

L'aereo spia EP-3E della marina militare statunitense si scontra con un caccia J-811 cinese mentre opera sopra il mare cinese meridionale nei pressi di Hainan Island. Il pilota del caccia si lancia, ma il suo corpo non verrà mai trovato. L'aereo americano, gravemente danneggiato, è costretto a eseguire un atterraggio di emergenza ad Hainan, dove l'esercito cinese imprigiona i 24 uomini dell'equipaggio. L'incidente scatena un mese di guerra cibernetica fra hacker cinesi e statunitensi che sabotano i siti Web dei rispettivi governi e si accusano vicendevolmente di avere provocato l'incidente.

19. Aprile 2007

L'Estonia è soggetta a sostenuti attacchi cibernetici da parte di una vasta gamma di botnet originati da tutte le parti del mondo. In massima parte, questi attacchi (DoS) mirano a sommergere i server con una ondata di richieste on-line talmente elevata da provocarne il crollo. Anche diverse banche vengono attaccate e una di esse denuncia perdite per 1 milione di dollari. Per porre fine agli attacchi, il paese è costretto a tagliarsi fuori dall'Internet esterno. L'attacco avviene in concomitanza con la crescente tensione fra

Estonia e Russia per la ricollocazione di tombe russe risalenti all'era sovietica. La Russia nega il proprio coinvolgimento, ma nel 2009 un gruppo supportato dal Cremlino rivendicherà la responsabilità degli attacchi.

18. Settembre 2007

Alcuni caccia F-15 ed F-16 israeliani bombardano in Siria un presunto impianto per la produzione di armi nucleari dopo avere misteriosamente eluso il sofisticato sistema di difesa antiaerea del paese. Diversi commentatori speculano che Israele abbia attaccato la rete siriana utilizzando un programma conosciuto come Suter, progettato per abbattere le reti di comunicazione nemiche. Il Suter è stato sviluppato dalla BAE Systems e funziona bombardando le strutture radar con dati contenenti bersagli falsi e messaggi fuorvianti.

17. Agosto 2008

L'esercito russo invade la vicina Georgia a seguito di una lunga disputa sulle regioni della Ossezia del Sud e dell'Abcasia, che, supportate dalla Georgia, avevano dichiarato l'indipendenza dalla Russia. Eppure, nelle settimane precedenti l'invasione, diversi siti gover-

nativi e giornalistici georgiani erano stati colpiti da attacchi DoS a opera di hacker. Il governo russo nega qualsiasi coinvolgimento.

16. Gennaio 2009

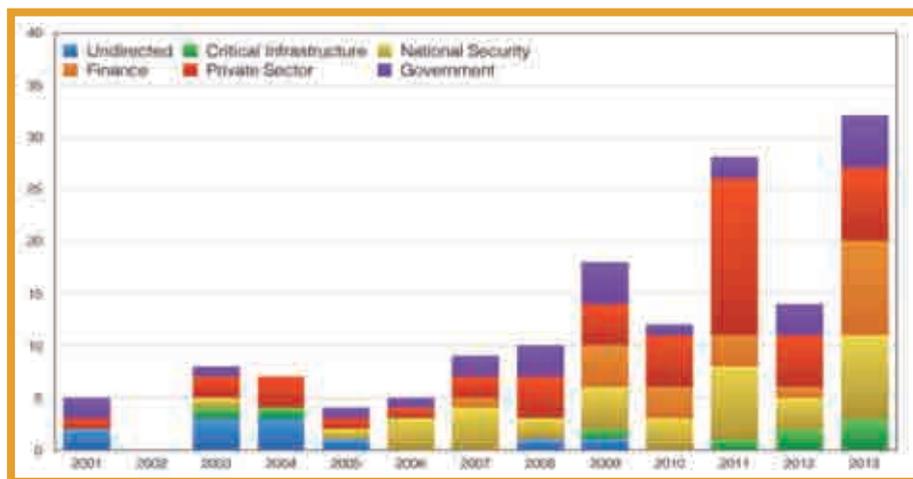
Siti Web appartenenti alle forze di difesa israeliane e alla Israel Discount Bank vengono disabilitati da attacchi DoS e rimossi dagli hacker, insieme ad altri siti appartenenti a piccole società ed enti del governo. Gli attacchi sono una protesta contro le azioni dell'esercito israeliano a Gaza. Israele accusa hacker dell'Unione Sovietica finanziati da gruppi palestinesi quali Hamas e Hezbollah.

15. Luglio 2009

Alcuni fra i principali siti Web governativi, finanziari e giornalistici della Corea del Sud vengono disabilitati da attacchi DoS che durano diversi giorni. Anche alcuni siti negli Stati Uniti vengono colpiti. La Corea del Sud accusa il ministero per le telecomunicazioni della Corea del Nord.

14. 2003 circa

Centinaia di reti appartenenti alla NASA e a diverse altre agenzie governative degli Stati Uniti vengono penetrate da una serie di attacchi coordinati, a cui viene assegnato il nome in codice Titan Rain. Gli attacchi durano tre anni e colpiscono anche diversi laboratori governativi quali Sandia National Laboratories, Lockheed Martin e Redstone Arsenal. Una investigazione da parte del SANS Institute, organizzazione statunitense per la sicurezza, rivela che gli attacchi sono partiti dalla provincia cinese di Guangdong, probabilmente a opera di hacker dell'esercito cinese.



13. Maggio 2006

Un malware trasmesso via phishing mail prende di mira una vulnerabilità di Windows che permette agli hacker di rubare password e username, insieme a 20 terabyte di dati del NIPRNet della Defense Information System Agency dell'esercito degli Stati Uniti, che contiene informazioni militari non classificate ed è la rete privata più grande al mondo.

12. Giugno 2007

Il Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti subisce un pesante attacco cibernetico nella forma di e.mail spoof che colpiscono una vulnerabilità nel sistema operativo Windows. Gli aggressori rubano grandi quantità di dati riservati, fra cui ID e password per accedere a intere reti classificate che, di conseguenza, dovranno essere sospese.

11. Marzo 2009

Emergono rapporti di una rete globale di spionaggio informatico conosciuta come GhostNet, che sfrutta una vulnerabilità nel reader di PDF Adobe per attaccare ambasciate e ministeri in 103 paesi differenti. La scoperta viene fatta quando alcuni funzionari tibetani si rivolgono all'organizzazione InfoWar Monitor per investigare sulla possibilità che i loro computer siano stati attaccati. La massima parte degli attacchi GhostNet sembra originare dalla Cina.

10. Febbraio 2009

I giornali riportano che il worm conosciuto come Conficker ha bloccato a terra caccia francesi e colpito i computer a bordo delle navi da guerra e dei sommergibili della Royal Navy.

9. Marzo 2011

La società di sicurezza informatica RSA annuncia che un gruppo di hacker ha preso di mira i suoi dipendenti inviando phishing mail contenenti malware che hanno permesso di assumere il controllo dei computer della società. Questo attacco ha permesso agli hacker di accedere alla rete RSA e compromettere l'intero sistema di chiavette SecureID utilizzate dai clienti per proteggere le proprie reti. L'attacco è costato alla società 66 milioni di dollari per la sostituzione delle chiavette SecureID.

8. Aprile 2011

Informazioni sensibili vengono rubate alla L3 Communications utilizzando chiavette SecureID rubate che si suppone derivino dall'attacco alla RSA. Anche Lockheed Martin viene attaccata alla stessa maniera, ma senza successo.

7. Agosto 2011

L'operazione Shady RAT viene imputata dell'attacco a oltre 70 società e organizzazioni governative nel mondo, fra cui appaltatori della difesa delle Nazioni Unite. Gli attacchi hanno avuto inizio nel 2006 e nel 2008 hanno preso di mira diversi enti sportivi prima delle Olimpiadi estive di Pechino. Si ritiene che l'attacco sia partito dalla Cina.

6. Gennaio 2003

Il worm Slammer blocca per cinque ore i sistemi di monitoraggio di sicurezza presso la centrale nucleare di Davis-Besse, in Ohio. Il sistema presentava un back up analogo che non sarebbe stato colpito dall'attacco e, a ogni modo, la centrale era stata spenta diver-

si anni prima per eseguire interventi di riparazione. Ciononostante, l'incidente dimostra quanto tali strutture critiche possano essere vulnerabili.

5. Gennaio 2010

Google annuncia di aver subito un attacco a causa di una vulnerabilità nell'Adobe Reader. Gli esperti si riferiranno a questo attacco come Operazione Aurora. Lo stesso attacco avrebbe colpito più di 30 altre società fra cui Yahoo, Symantec Adobe e Northrop Grumman.

4. Ottobre 2010

Le banche statunitensi perdono più di 12 milioni di dollari a seguito di un attacco che ha utilizzato un trojan denominato Zeus per registrare le battiture sulle tastiere e rubare dettagli riguardanti diversi conti in banca. Circa 100 persone sarebbero sospettate.

3. Dicembre 2013

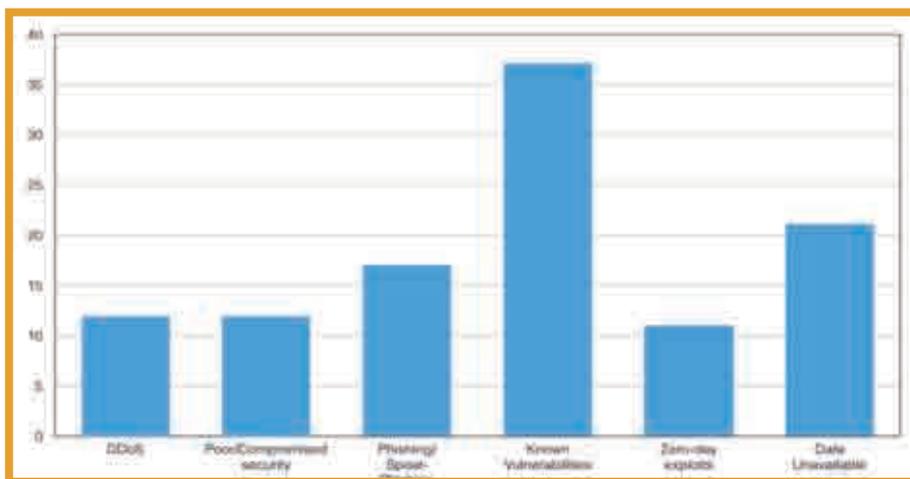
Un gruppo di hacker cinesi avrebbe utilizzato tecniche phishing per introdurre malware all'interno dei computer di membri del G20 europeo che partecipavano all'incontro di San Pietroburgo. Gli aggressori avrebbero avuto accesso a dettagli riguardanti la proposta di coinvolgimento degli Stati Uniti in Siria.

2. Aprile 2011

La rete Sony per le Playstation viene penetrata, portando al furto di dati personali e dettagli sulle carte di credito di 77 milioni di utenti: probabilmente il più grande furto di identità nella storia. L'attacco sarebbe costato 171 milioni di dollari in spese legali e campagne di recupero della clientela.

1. Giugno 2010

Alcuni ricercatori di sicurezza informatica scoprono un worm denominato Stuxnet, sviluppato per attaccare i controller logici programmabili dei macchinari industriali. Si presume che il worm sia stato creato da gruppi statunitensi e israeliani per la guerra informatica ai danni della centrale di arricchimento dell'uranio di Natanz, in Iran. Il worm pare programmato per alterare la velocità di operazione delle centrifughe per l'arricchimento dell'uranio in maniera tale da generare vibrazioni abbastanza forti da distruggerle. ■



SIC ET NON SUGLI OGM

Nei suoi laboratori Monsanto studia come modificare le varietà coltivate senza intervenire sui loro geni, ma irrorandole di RNA.

Antonio Regalado

La dorifora della patata è un insetto molto vorace. Questo coleottero originario del Colorado è in grado di divorare dieci centimetri quadrati di foglia in una sola giornata e se non viene bloccato può spogliare completamente una pianta di patate. Gli insetti che ho davanti a me sono destinati a soccombere. Le piante di cui si stanno cibando – verdissime e accuratamente avvolte da un retino protettivo nei laboratori Monsanto presso St. Louis – sono state nebulizzate con uno spray contenente RNA.

L'esperimento sfrutta un meccanismo chiamato *RNA interference*: un modo per disattivare temporaneamente l'attività di un determinato gene. In questo caso il gene che viene disattivato serve normalmente ad assicurare la sopravvivenza dell'insetto. «Mi sembra realistico ipotizzare che presto il 99 per cento delle dorifore sarà distrutto», dice Jodi Beattie, la ricercatrice di Monsanto che mi sta guidando attraverso l'esperimento.

La scoperta della *RNA interference* ha portato due scienziati a vincere il Premio Nobel nel 2006, aprendo la corsa alla produzione di farmaci in grado di bloccare vari geni patogeni. Con questa stessa tecnologia, la Monsanto ritiene di avere individuato un'alternativa agli organismi geneticamente modificati (OGM) di tipo convenzionale. L'azienda sarebbe già in grado di debellare alcuni tipi di insetti costringendoli ad alimentarsi di foglie rivestite di RNA appositamente ingegnerizzato. Se riuscirà anche a sviluppare aerosol capaci di penetrare all'interno delle cellule vegetali – come sta cercando di fare attualmente – potrebbe riuscire a disattivare specifici geni delle piante. Pensia-



mo a uno spray capace di conferire al pomodoro un gusto migliore o aiutare le piante a resistere meglio alla siccità.

Monsanto non è la sola azienda a lavorare sugli aerosol genetici. Altre grandi aziende biotecnologiche come Bayer o Syngenta stanno considerando questa tecnica. L'aspetto interessante è che essa offre la possibilità di controllare i geni senza modificare il genoma di una pianta, ovvero senza dare luogo a un OGM.

Tutto ciò forse significa – o almeno così sperano queste aziende – che un giorno potremo aggirare molte delle controversie sull'impiego delle biotecnologie in agricoltura. Certo è che un modo per raggiungere gli stessi obiettivi dell'ingegneria genetica senza produrre un organismo geneticamente modificato, non può che portare a vantaggi di natura commerciale. Potremmo per esempio sviluppare in tempi rapidi un aerosol capace di combattere un insetto infestante o un nuovo tipo di virus. E non è solo una questione di rapidità perché gli effetti “bloccanti” dell'RNA su uno specifico gene durano pochi giorni o poche settimane. In altre parole potremo irrorare caratteristiche come una maggiore resistenza alla siccità senza influire sul rendimento di una coltivazione nei periodi in cui le piogge sono sufficienti.

La Beattie mi indica un grosso contenitore di vetro in cui l'RNA ha l'aspetto un po' lucido dei tipici fiocchi da imballaggio. Anni fa un tale quantitativo poteva costare fino a un milione di dollari, uno dei motivi per cui pochi avrebbero pensato a spruzzarlo lungo un filare di mais. Nel frattempo però i costi di fabbricazione dell'RNA sono crollati. Le stime effettuate da Monsanto



Illustrazione: Laurie Rollitt.

dicono che oggi si può produrre RNA a 50 dollari al grammo. Un decimo di grammo avrebbe il potere di debellare il 100 per cento di insetti in un acro di coltivazione.

Sempre in Monsanto ho intervistato Robb Fraley, *Chief Technology Officer* della società e responsabile di un gruppo di cinquemila ricercatori. Era stato Fraley, tre anni fa, a inserire gli aerosol di RNA tra le nuove aree di sviluppo di nuovi prodotti in Monsanto. A suo parere, nel giro di pochi anni la tecnica «aprirà la strada a un modo completamente nuovo di utilizzare le biotecnologie, libero dalla cattiva reputazione e dai costosi studi regolatori normalmente associati agli OGM». Fraley ribadisce la convinzione di avere a che fare con uno strumento «fantastico»: «Di tutte le piattaforme su cui stiamo lavorando, è quella che mi ricorda più da vicino la fase pionieristica del biotech».

Fu lo stesso Fraley a produrre, negli anni Ottanta, le prime piante geneticamente modificate firmate Monsanto. Allora si trattò di una varietà di petunie resistente a un veleno vegetale. Oggi Monsanto incassa 9 miliardi di dollari all'anno con sementi GM capaci di sviluppare la tossina Bt, efficace contro i parassiti o di resistere ai diserbanti. Le coltivazioni di mais, soia e cotone geneticamente modificati si estendono su 180 milioni di ettari, ma hanno generato una controversia altrettanto estesa.

Con una tecnologia come l'RNA spray, che Monsanto ha battezzato BioDirect, l'azienda potrebbe avere trovato il modo di mettere a tacere i suoi oppositori. Gli aerosol contengono una molecola estremamente diffusa, che degrada rapidamente nel terreno.

Possono essere talmente precisi, geneticamente parlando, da uccidere la dorifora senza torcere un capello alla coccinella sua cugina. D'altra parte, il consumo delle molecole di RNA da parte dell'uomo non sembra, almeno finora, più tossico del bere un bicchiere di succo d'arancia. Come sottolinea Monsanto, «l'essere umano consuma RNA fino da quando ha cominciato a mangiare».

L'effetto combinato della contrarietà dell'opinione pubblica, la regolamentazione e il lento progresso del percorso di ibridizzazione di nuove piante fanno lievitare a 100 milioni di dollari i costi di un singolo OGM immesso sul mercato, mentre il suo ciclo di sviluppo si attesta su una durata media di 13 anni. Provate tuttavia a immaginare di combattere contro un virus vegetale, esorta James Carrington, direttore del Danforth Plant Science Center (una istituzione no profit del Missouri) e consulente della Monsanto: «Se potessimo tenerlo sotto controllo con un aerosol avremmo a che fare con un prodotto che può venire modificato molto rapidamente e che si può testare, sperimentare e commercializzare più in fretta, potendo così reagire nel momento esatto in cui si verifica un nuovo evento».

Non tutti però sono convinti che applicare una dose di RNA sia commercialmente più fattibile o meno controverso rispetto alla modifica di un gene. «L'opinione pubblica non accetta gli OGM e questa nuova tecnica può apparire ancora più inquietante. La gente dirà che stiamo spargendo dell'RNA in spazi aperti», osserva Kassim Al-Khatib, fitofisiologo della University of California, a Davis. «Le biotecnologie devono ricevere un consenso preliminare all'uso di qualsiasi nuovo approccio. Questa non è la tecnologia di domani, semmai del dopo-domani».

Fraley non nega la presenza di ostacoli; sostiene anzi che proprio questo è l'aspetto che più gli ricorda i primi giorni del biotech. Nessuno a suo parere è ancora in grado di capire esattamente come sia possibile che l'RNA penetri dentro a una cellula vegetale utilizzando un impianto irroratore, almeno non ai livelli di efficienza e totale affidabilità che un agricoltore richiede. Con molte specie di insetti, inoltre, non è facile ottenere un effetto sicuro. Monsanto ha investito milioni di dollari per risolvere tali problematiche, collaborando con aziende biotech specializzate nel trasporto dei principi attivi, ma mancano ancora alcune mense a punto.

Erbacce sotto controllo

Le cellule degli animali e delle piante hanno le istruzioni per l'uso scritte nel loro DNA. Per fabbricare una proteina, la sequenza dei codici genetici presenti in ogni gene viene ricopiata in una corrispondente stringa di RNA, che successivamente esce in sospensione dal nucleo della cellula per guidare il meccanismo che produrrà quella determinata proteina. La *RNA interference*, o silenziamento genico, è un modo per distruggere i messaggi scritti nell'RNA in modo che quella proteina non possa venire fabbricata.

Si tratta di un meccanismo naturale che sembra essersi evoluto come sistema di difesa anti-virus. Viene infatti attivato quando una cellula si trova davanti RNA a duplice filamento, il tipo di RNA che i virus producono nel tentativo di ricopiare il proprio materiale genetico. Per difendersi, la cellula frantuma il duplice filamento di RNA e si serve dei pezzi per cercare di distruggere ogni corrispondente messaggio scritto in RNA. Il meccanismo

individuato dagli scienziati si basa sull'ipotesi per cui, progettando una stringa di RNA a duplice filamento corrispondente ai geni di una cellula di una pianta o di un animale, diventa possibile "silenziare" anche quei geni, non solo quelli appartenenti al virus.

Alcune piante GM applicano già il metodo della *RNA interference* per disattivare enzimi indesiderati o per uccidere virus e parassiti. Il pomodoro *Flavr Savr* – il primo ibrido geneticamente modificato approvato negli Stati Uniti nel lontano 1994 – sfrutta tale meccanismo per bloccare l'enzima che rende morbida la consistenza dei pomodori, in modo che questi possano maturare più a lungo sul rampicante. Da allora sono state ingegnerizzate dall'industria biotech altre piante capaci di sfruttare la *RNA interference*. Proprio quest'anno ha ottenuto l'approvazione una varietà di mele *Granny Smith* modificata in modo da silenziare il gene che annerisce la polpa della mela appena tagliata. Monsanto è in attesa che le autorità approvino la commercializzazione di una varietà di mais che sfrutta la *RNA interference* per debellare la *diabrotica virgifera*, le cui larve attaccano le radici delle piante. Questa varietà sarà il primo organismo geneticamente modificato a integrare nella propria composizione genetica anche un RNA insetticida.

Ma se potessimo limitarci a spruzzare l'RNA invece di andare a manipolare il genoma vegetale? Il primo ad avere quest'idea in Monsanto fu un chimico chiamato Doug Sammons. Il ricercatore studia le piante infestanti che hanno sviluppato una resistenza al glifosato, l'erbicida che Monsanto mette in commercio con il marchio Roundup. Queste erbacce sono diventate un problema, per i coltivatori e per la stessa Monsanto. Sammons è riuscito a scoprire che alcuni tipi di piante infestanti mostrano la presenza di un grande numero, fino a 160, di copie aggiuntive di un gene contrassegnato dalla sigla EPSPS, proprio l'enzima con cui il glifosato interferisce, bloccando la crescita dell'organismo. Le erbacce sono riuscite a escogitare un trucco per saturare l'erbicida.

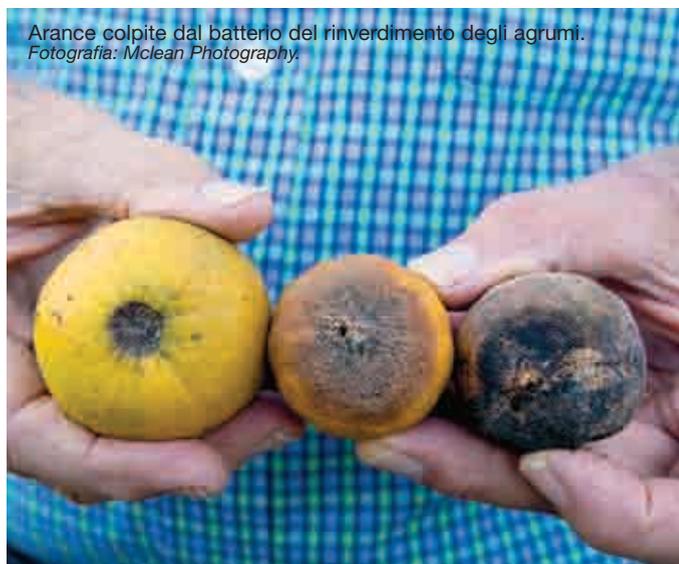
Sammons si era chiesto se per mettere a tacere i geni in eccesso non si potesse ricorrere proprio alla *RNA interference*. Il problema è che, trattandosi di una specie selvatica, Monsanto non aveva alcuna possibilità di controllare la loro composizione genetica, come potrebbe succedere con un ibrido del mais. «Il nostro collega ci ha detto che forse l'RNA lo si poteva spruzzare direttamente sulla pianta. Sulle prime eravamo piuttosto scettici», racconta Gregory Heck, uno dei capi della ricerca in Monsanto, «poi-ché fino a quel momento avevamo pensato soltanto agli OGM».

Non sembrava possibile che il metodo funzionasse davvero, e invece funzionava. In una serie di prove effettuate sia in laboratorio, sia su un lotto di terreno infestato da erbacce la miscela di erbicida e RNA a duplice filamento, codificato per riprodurre il gene EPSPS, fece avvizzire l'erbaccia resistente. Secondo il brevetto depositato da Monsanto la tecnica richiede anche l'uso di silicone surfattante perché le molecole di RNA possano penetrare nei pori della superficie delle foglie. Una volta irrorate le foglie con RNA, l'effetto di silenziamento del gene si estende all'intera pianta per un tempo sufficiente a che l'erbicida abbia effetto.

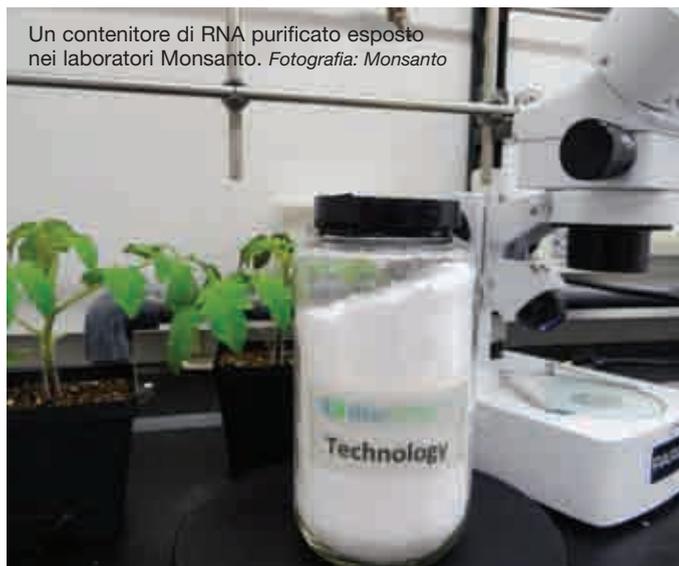
Grazie a questa tecnologia Monsanto potrebbe aiutare a combattere il fenomeno di piante infestanti diffuse su molti terreni agricoli degli Stati Uniti. «Riattivare il glifosato sarebbe già un bel vantaggio», riconosce Heck. Ma i ricercatori dell'azienda intuiro-



Una dorifora della patata.
Fotografia: Dwight Sipler.



Arance colpite dal batterio del rinverimento degli agrumi.
Fotografia: Mclean Photography.



Un contenitore di RNA purificato esposto nei laboratori Monsanto. Fotografia: Monsanto



Monsanto ha investito milioni di dollari per imparare a controllare le caratteristiche di una pianta con gli aerosol genetici. Per gli oppositori si sta aprendo un nuovo fronte di rischio.

no che si poteva ottenere altro: in teoria si poteva bloccare qualsiasi gene di qualsiasi pianta. Secondo Lyle Crossland, uno dei *Senior Program Manager* di Monsanto, «si tratti di una varietà di mais o di una pianta infestante, basta inserire le informazioni relative alla sequenza di quel gene. Si può “spegnere” il gene che fa diventare marrone la frutta, o magari agire sulla resistenza alla scarsità di acqua, o sulla fotosintesi».

Alcuni esperti non sono del tutto convinti che il metodo sia già praticabile. Stephen Powles, responsabile della Australian Herbicide Resistance Initiative e docente presso la University of Western Australia, mi ha riferito di aver fatto qualche tentativo di duplicare l'esperimento condotto da Monsanto sulle erbacce senza ottenere un risultato. «Non è facile irrorare RNA a duplice filamento, farlo entrare nella pianta e ucciderla. Anzi, mi sembra molto, molto complicato», afferma Powles. Richard Jorgensen, il fitobiologo che per primo ha osservato gli effetti della *RNA interference*, ritiene che l'uso di uno spray come alternativa a un vero e proprio OGM per modificare un tratto genetico «mi sembra un po' approssimativo». Powles tuttavia ammette che l'idea della modifica genetica sotto forma di spray ha un certo fascino: «Un modo molto elegante per tenere determinati geni sotto mira e disattivarli selettivamente».

Laboratori avanzati

Dopo la scoperta relativa alla pianta infestante, avvenuta nel 2010, Monsanto ha scelto di investire notevoli risorse per rafforzare la propria leadership nelle tecnologie di RNA. Il gruppo ha rilevato una società, Beeologics, che aveva individuato un modo per introdurre RNA nel liquido zuccherino di cui si cibano le api per attaccare l'acaro parassita che infesta i loro alveari. La stessa azienda aveva sviluppato un metodo molto più economico per la produzione di RNA.

Per introdurre RNA nelle piante con una maggiore efficienza, Monsanto ha investito trenta milioni di dollari nell'acquisizione di brevetti e know-how relativi alla *RNA interference* posseduti dalla società Alnylam; un analogo accordo è stato sottoscritto con Tekmira, specialista canadese nelle tecniche di trasporto di RNA. Inoltre Monsanto sostiene finanziariamente una azienda di quindici persone, Preceres, una sorta di laboratorio avanzato adiacente al campus del MIT di Boston, dove miscelatori robotici agitano cocktail di filamenti di RNA con rivestimenti composti di nanoparticelle altamente specializzate. Preceres è una start-up costituita da specialisti in farmacocinetica, tra cui i docenti del MIT

Daniel Anderson e Robert Langer, che negli ultimi dieci anni hanno studiato i meccanismi per introdurre RNA all'interno delle cellule umane, un problema la cui estrema complessità ha rischiato di compromettere del tutto la utilizzazione di questo tipo di farmaci. Anche il progetto riguardante gli organismi vegetali presenta difficoltà. Secondo Anderson, «se stai irrorando un campo da un aeroplano, hai tante sfide da affrontare, mentre con i nostri farmaci non dobbiamo preoccuparci di venti e correnti».

L'obiettivo perseguito da Preceres è quello di trasportare una grossa molecola elettricamente carica come l'RNA attraverso la sostanza cerosa di cui è composta la cuticola della pianta, fino all'interno delle cellule. Per ottenere questo risultato i ricercatori del laboratorio cercano di mettere a punto un metodo di incapsulamento dell'RNA in una guaina di nano-particelle sintetiche chiamate lipidoidi, gocce grassose che possono scivolare dentro la pianta, dove il rivestimento si scioglie rilasciando RNA.

Roger Wiegand, CEO della start-up, ritiene che, se i problemi di trasporto verranno positivamente risolti, l'aerosol a base di RNA diventerà una «rivoluzione della stessa portata delle piante OGM». Tuttavia, solo poche pubblicazioni scientifiche hanno menzionato l'idea di un RNA spray e ciò rende difficile giudicare le affermazioni di Monsanto. Molti non ne parlano affatto. La Bayer ha rifiutato di commentare i suoi programmi di ricerca. Così anche Syngenta, che nel 2012 aveva speso 523 milioni di dollari per rilevare Devgen, azienda biotech europea con cui aveva collaborato nel campo degli insetticidi basati su RNA.

Un progetto ulteriore è quello guidato da Nitzan Paldi, l'imprenditore israeliano che ha co-fondato Beeologics. La sua nuova start-up, Forrest Innovations, sta studiando una soluzione per una piaga che sta devastando gli agrumeti in Florida ed è molto diffusa anche in Brasile. Provocata da un batterio trasportato da un insetto particolarmente invasivo, lo psillide asiatico, la malattia indurisce e deteriora i frutti. Lo scorso anno, il 22 per cento delle arance della Florida è caduto anticipatamente dagli alberi.

Paldi rifiuta di fornire dettagli sulle tecniche adottate nella somministrazione di RNA, limitandosi a dichiarare che il suo obiettivo è bloccare i geni coinvolti nel meccanismo con cui le piante reagiscono ai batteri. Se il trattamento avrà successo, potrebbe ricevere l'approvazione delle autorità. Anche l'opinione pubblica potrebbe dimostrarsi ben disposta, messa di fronte alla disperazione dei coltivatori e alla prospettiva di una Florida senza più succo d'arancio.

Grandi interrogativi

In Monsanto, le ricerche mirate allo sviluppo di un RNA spray da utilizzare contro la dorifora delle patate hanno preso il sopravvento sulle piante infestanti. Secondo Jeremy Williams, il genetista a capo del progetto, la soluzione potrebbe arrivare sul mercato entro il 2020. Uno dei motivi per cui la dorifora è un bersaglio così interessante è la resistenza ai pesticidi convenzionali che questo insetto ha accumulato nel tempo, a cominciare dal DDT. La *RNA interference*, ritiene Williams, è una strategia d'attacco che non sarà così facile aggirare. Se l'insetto evolverà per resistere a una molecola di RNA, i genetisti non dovranno fare altro che lanciare un nuovo attacco: sarà sufficiente “slittare” la sequenza di qualche lettera o mirare contemporaneamente a un insieme di geni.

Prima di individuare un bersaglio, i ricercatori compulsano gli archivi on-line che conservano le informazioni sul DNA, onde evitare sovrapposizioni con i geni di specie amiche, come le api. Affinché l'*RNA interference* possa avere effetto, occorre una precisa corrispondenza di una ventina di lettere consecutive nel codice genetico. Monsanto ha scoperto che le sequenze utilizzate, chiamate *trigger* (grilletti), solitamente non vanno a impattare su specie che non siano tra loro strettamente correlate. «I geni degli insetti», sottolinea Hunter, «non sono identici tra loro. Se non c'è corrispondenza, non c'è effetto insetticida».

Viceversa, gli insetticidi convenzionali eliminano gli insetti buoni insieme a quelli cattivi. «Dobbiamo assolutamente smetterla con l'impiego di pesticidi pesanti», afferma David Hall, responsabile dell'unità di ricerche sugli insetti sub-tropicali nella stessa struttura di Hunter.

Finora, sembra che i trattamenti a base di RNA negli agrumeti possano venire considerati al massimo come supplementi di cura, non come un rimedio definitivo. In laboratorio Hunter ha riscontrato che gli insetti cominciano a morire solo dopo quattro giorni e alcuni sopravvivono per due settimane. Forse è anche per questa ragione che lo studio sul campo sponsorizzato da Monsanto ha dato risultati ambigui. Le piante sono rimaste coperte di psillidi che però potrebbero essere arrivati da altre aree. Hunter progetta di riprovare all'interno di una grande serra chiusa, dove è possibile irrorare ogni singola pianta.

Esiste anche una pianta di arancio geneticamente modificata capace di resistere a questo flagello grazie all'aggiunta di un gene ricavato dalla pianta degli spinaci. Ma, anche se i consumatori accettassero l'idea del succo d'arancio OGM, le nuove piante non potrebbero sostituire milioni di piante ammalate negli agrumeti della Florida. Neanche le molecole di RNA di Hunter potranno arrivare in tempo, però: «Ci vorranno altri dieci anni», riconosce. «È questo il problema».

Gli addetti alle pubbliche relazioni di Monsanto hanno fatto sapere che intendono impostare la comunicazione sugli aerosol di RNA meglio di quanto non sia stato fatto per gli OGM.

Fino a questo momento gli aerosol sono rimasti confinati agli stadi iniziali delle ricerche, senza destare l'interesse degli oppositori agli OGM.

Le piante ingegnerizzate per sfruttare il silenziamento attivato da RNA, invece, hanno già attirato le prime condanne.

Nel 2012, l'australiana Fondazione per la sicurezza alimentare aveva denunciato le sperimentazioni finanziate dal governo australiano, affermando che il frumento OGM poteva risultare nocivo, in quanto il *trigger* di RNA utilizzato per modificare il contenuto di amido della pianta, avrebbe potuto interferire con un gene produttore di un enzima epatico umano. L'accusa era del tutto campata in aria, soprattutto perché il composto non sembra in grado di superare la barriera della saliva o degli acidi gastrici. Ciò nonostante, dice Wiegand, «qualunque scettico potrebbe chiedersi: «Se state uccidendo degli insetti, che cosa potrebbe succedere a me?»».

Monsanto ha cominciato a preparare il terreno per l'inevitabile contesa sanitaria. Addetti sono stati inviati nei negozi e nei mercati per raccogliere campioni di frutta e ortaggi apparentemente colpiti da infezioni di carattere virale. La loro analisi ha

rivelato migliaia di frammenti di RNA virale, molti dei quali in forte corrispondenza con geni umani. Non si registrano tuttavia casi di danni subiti da chi ha consumato prodotti contenenti RNA.

Lo scorso anno, l'Agenzia americana per la Protezione Ambientale (EPA) si è rivolta a un gruppo di esperti per regolamentare gli insetticidi basati su RNA, inclusi gli aerosol e quelli che vengono integrati direttamente nei geni delle piante. In un lungo documento inviato all'agenzia, Monsanto ha affermato che i prodotti a base di RNA non devono venire sottoposti a test di sicurezza, giudicati irrilevanti, inclusi quelli finalizzati a determinare la tossicità nei roditori o la allergenicità. Solo le proteine possono provocare allergie, dichiara Monsanto. Inoltre, irrorata sul terreno, la sostanza degrada immediatamente e scompare nell'arco di 48 ore.

Probabilmente le ricerche svolte dall'azienda non riusciranno mai a soddisfare tutti i suoi critici. Il National Honey Bee Advisory Board, organo degli apicoltori americani, ha dichiarato all'EPA che l'*RNA interference*, se utilizzata adesso, rappresenterebbe per i sistemi naturali «la quintessenza del rischio», come l'adozione precoce del DDT. «Dovranno passare ancora diversi decenni prima di raggiungere un livello di comprensione scientifica tale da consentire un impiego sostenibile di questa tecnologia sul campo», affermano gli apicoltori, che si dicono anche preoccupati per il destino degli impollinatori a fronte di possibili effetti nocivi. Il punto è che i genomi di molti insetti sono ancora sconosciuti e gli scienziati non sono in grado di prevedere se i loro geni possano o meno corrispondere a quelli di un RNA targettizzato.

Nel loro rapporto dello scorso anno, i consulenti dell'EPA concordano sulla scarsa evidenza di possibili rischi per l'essere umano che consumi RNA. Ma si può dire altrettanto di eventuali rischi per l'ecosistema? A questa domanda è più difficile rispondere. Monsanto parla di RNA come di una sostanza sicura e volatile, anche se intende sviluppare formulazioni che durino più a lungo. Quanto a lungo? Sugli alberi di Hunter le molecole hanno dimostrato di resistere per mesi. Anche le scoperte fatte dalla stessa Monsanto evidenziano le sorprendenti modalità in cui un RNA a duplice filamento riesce a migrare da una specie all'altra.

I risultati degli esperimenti in corso indicano una biologia molto complessa, che induce i consulenti EPA a dichiarare che l'impiego su larga scala di RNA in agricoltura «impone di esplorare il potenziale di rischio di effetti ambientali inattesi».

Tuttavia, malgrado tutto, Nitzan Paldi confessa che gli ostacoli più importanti sulla strada di un RNA formato spray non vengono dalle istituzioni regolatrici. Il vero problema si può riassumere con una sola parola: Monsanto. «Per mezzo mondo basta per pensare che faccia male», conclude. «Monsanto sta mettendo sul mercato una nuova tecnologia. Punto. Ma Monsanto rappresenta anche il modo più diretto per dare corpo alle preoccupazioni. Tuttavia, per chi ne capisce di scienza, questa è una molecola da sogno». ■

Antonio Regalado è caporedattore per il settore biomedico di MIT Technology Review USA.

L'agricoltura biotech

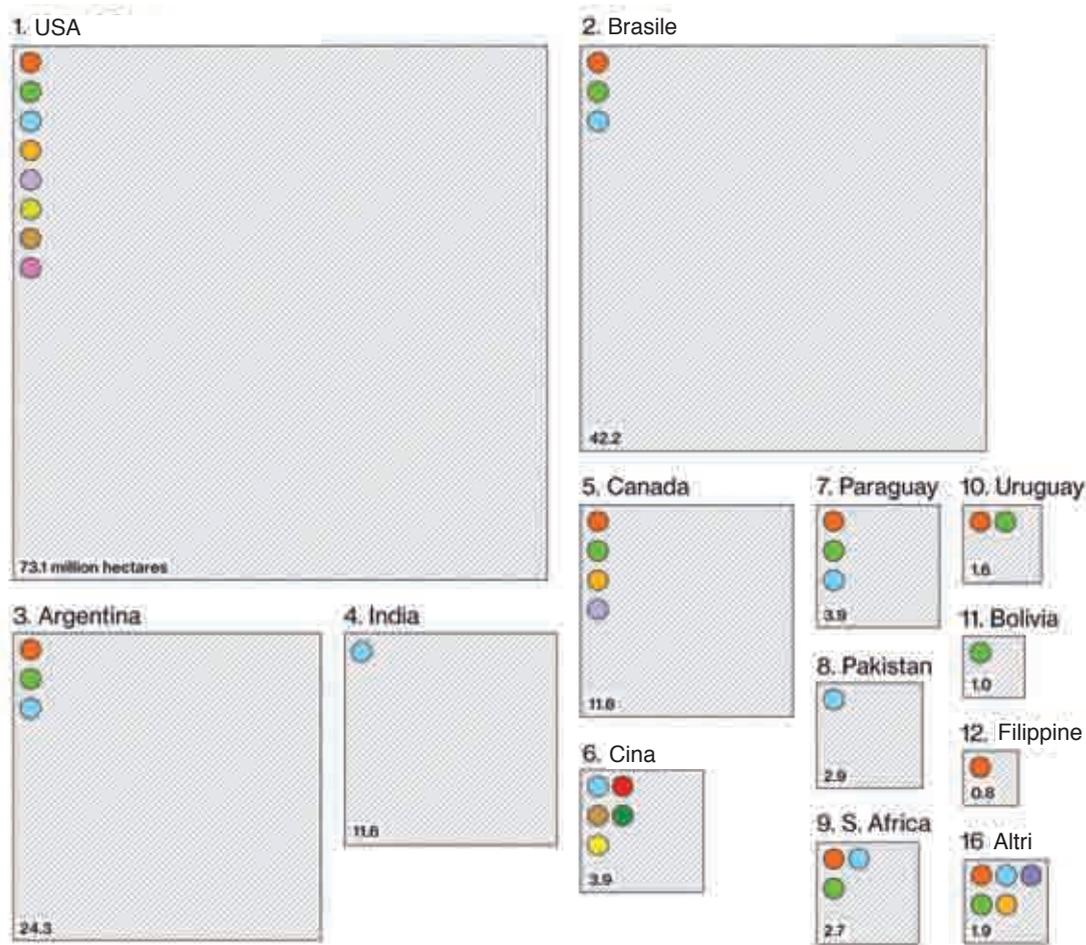
Dopo i primi raccolti geneticamente modificati di oltre 20 anni fa, solo in alcune zone è continuato lo sviluppo di questo tipo di agricoltura. Oggi, le nuove tecnologie e le preoccupazioni sulla sicurezza del cibo potrebbero cambiare radicalmente la situazione.

OGM per aree geografiche

I paesi che hanno appena iniziato a produrre raccolti geneticamente modificati includono il Bangladesh, il Vietnam e l'Indonesia.

Colture principali

- Mais
- Soia
- Cotone
- Canola
- Barbabietola da zucchero
- Erba medica
- Papaia
- Zucca
- Pioppo
- Pomodoro
- Peperone
- Melanzana



Possibili colture GM di prossima generazione

Paese	Coltura	Scopo	Status
Kenya	Manioca	Arricchimento di ferro, proteine e vitamina A	In fase di sperimentazione. A oggi, le colture geneticamente modificate sono proibite in Kenya.
Uganda	Banana	Aumento della resistenza all'avvizzimento batterico o a parassiti come i tonchi o i nematodi	In fase di sperimentazione. Le colture GM sono illegali in Uganda, anche se è in discussione una legge per eliminare il divieto.
India	Melanzana	Aumento della resistenza agli insetti infestanti	Di recente è stata approvata una moratoria che permette di coltivare GM.
Filippine	Riso	Produzione di beta-carotene, un precursore della vitamina A	In fase di sperimentazione.
Argentina	Frumento	Aumento della resistenza alla siccità	In fase di sperimentazione.

Illustrazione: Laurie Rollitt. Grafica: Luke Shuman. Dati: per gentile concessione di International Service For The Acquisition of Agri-Biotech Applications, Corwell Alliance For Science e Ricroch e Altri, Current Reviews In Biotechnology.

Possiamo diventare più intelligenti?

Mappe dei “geni intelligenti” sono in via di elaborazione, ma gli indirizzi di ricerca e le loro applicazioni lasciano perplessi.

Julia Sklar

Con l'avvento di tecnologie per l'editing del genoma come il CRISPR, non sembra più tanto insensato pensare che un giorno potremo riformattare la genetica umana per rendere le persone più intelligenti. È però probabile che nel breve termine le persone saranno in grado di selezionare embrioni con una probabilità genetica di svilupparsi in bambini con un elevato QI.

Il BGI (precedentemente conosciuto come Beijing Genomics Institute), una società privata di Shenzhen, in Cina, è uno dei tanti gruppi di ricerca che stanno cercando di elaborare una mappa di tutti i geni che influiscono sull'intelligenza.

Stando a Stephen Hsu, vice presidente della ricerca presso la Michigan State University e consulente scientifico del BGI, nel genoma di una persona esistono probabilmente migliaia di possibili variazioni di DNA che possono influenzarne l'intelligenza, ma finora ne sono state identificate solamente 70.

Hsu crede che una mappa integrale potrebbe essere pronta nel giro di cinque anni, per cui i genitori che dovessero utilizzare la fecondazione in vitro potrebbero richiedere al personale medico di selezionare gli embrioni con la composizione genetica ottimale per l'intelligenza.

Il BGI sta conducendo le sue ricerche sequenziando i genomi di persone con QI particolarmente elevato. Finora, i ricercatori hanno raccolto informazioni da diverse migliaia di individui, ma alcuni genetisti si chiedono se le dimensioni di queste raccolte siano sufficienti a renderli significativi.

Giocare con la genetica non è la sola possibilità. Per quanto non paragonabile all'incremento del proprio QI, che è una questione di attitudine, un giorno si potrebbe riuscire ad alterare gradualmente la propria neurofisiologia al fine di migliorare l'abilità di risolvere problemi. Questa è l'idea dietro l'iniziativa finanziata dal governo

degli Stati Uniti e denominata *Strengthening Adaptive Reasoning and Problem-Solving* (SHARP), per cui l'Office of the Director of National Intelligence sta spendendo 12,5 milioni di dollari nell'arco di tre anni e mezzo, con l'obiettivo finale di ottenere «miglioramenti nelle prestazioni di adulti in ambienti ricchi di informazioni».

In un progetto finanziato da questa iniziativa, alcuni ricercatori dell'Università del New Mexico stanno sperimentando l'applicazione di stimolazioni elettriche alla testa di persone che giocano a videogiochi della famiglia *brain training*, simili a quelli offerti dalla Lumosity.

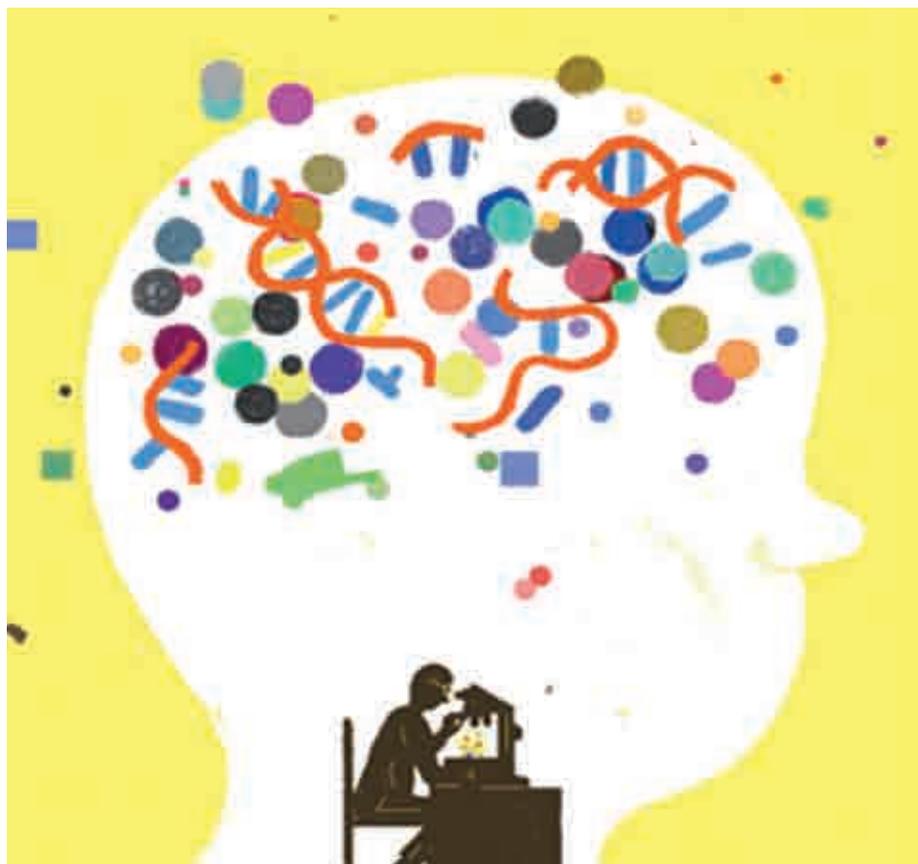
I soggetti di uno studio sono stati inizialmente sottoposti a compiti di memoria inten-

siva, come trovare oggetti nascosti in una immagine, e a una nuova serie di mansioni dopo avere ricevuto una qualche forma di stimolazione. Nel ripetere il gioco dopo aver ricevuto una stimolazione via tDCS, i soggetti hanno visto incrementare il loro rendimento del 27 per cento, mentre quelli che hanno continuato a ripetere il gioco senza alcuna stimolazione hanno saputo incrementare le proprie prestazioni solo del 14 per cento.

È però doveroso precisare che la tDCS non è ancora stata pienamente dimostrata. Una analisi condotta su diversi studi e pubblicata lo scorso inverno ha scoperto che «non sembra generare un effetto cognitivo affidabile».

Nella corsa per riuscire a rendere gli esseri umani più intelligenti sono emerse, quindi, due fazioni: coloro che mirano a migliorare la fisiologia di cervelli adulti con qualcosa che ricorda una terapia per l'intelligenza, e coloro che sperano di raggiungere direttamente la matrice genetica e alterare l'ereditabilità dell'intelligenza. ■

Julia Sklar è collaboratore di MIT Technology Review USA.





Life augmented

Getting more from technology
to get more from life



For more information about STMicroelectronics please visit www.st.com



Quando si pensa al Duomo di Firenze, vengono subito in mente la cupola del Brunelleschi, il Battistero di San Giovanni o il campanile di Giotto. Più in ombra resta la facciata, che in effetti ha richiesto quasi seicento anni per venire completata: dal primo progetto di Arnolfo di Cambio della fine del Duecento a quello conclusivo di Emilio De Fabris della fine dell'Ottocento.

In mezzo una molteplicità di progetti di completamento e di rifacimento, soprattutto alla fine del Cinquecento, con la Controriforma. I raffinati modelli lignei di questi progetti si conservano nel magnifico e completamente ristrutturato Museo dell'Opera del Duomo, che il 29 ottobre ha riaperto al pubblico.

Nella prospettiva di quei veri e propri capolavori di ebanisteria architettonica Santa Maria del Fiore si trasforma in una forma nel tempo, che rappresenta virtualmente la complessa, interminabile dialettica tra affermazioni di fede e affermazioni di gusto.

Dall'alto in basso, modelli in legno di Giambologna (1529-1608), Bernardo Buontalenti (1531-1608), Don Giovanni de' Medici (1567-1621), Giovanni Antonio Dosio (1533-1609)