

# MIT Technology Review

ITALIA  
Anno XXVII - 1/2015

## La disuguaglianza

Un problema finanziario, tecnologico o formativo?

## Il gioco del cibo

Dal moderno allo "strano" anche in cucina

## Manifatture all'avanguardia

Industria manifatturiera e automazione

## Il Qubit di Microsoft

Si punta forte sui nuovi computer quantistici

## La Cina e gli OGM

Tra un compromesso e l'altro, si va avanti

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

**PLUS** Peter Thiel insegna come e dove intraprendere ■ TR Mondo: Germania, India, Cina ■ La nuova manifattura in Cina ■ Rosa Grimaldi e Andrea Pontremoli su formazione e innovazione ■ IIT Innovazione ■ Il Sole di Semprius ■ Un CAD per riprogettare i progetti ■ FS Innovazione ■ Bitcoin e Satoshi Nakamoto ■ Come comportarsi in Rete ■ I tanti volti di Facebook ■ Le epidemie su Wikipedia ■ TILab: a colloquio con Sandro Dionisi ■ L'azzardo di Shannon ■ Animali geneticamente modificati? ■ Diagnosi precoce e terapia genica dei tumori ■ Telepatia o cos'altro?

# Getting more from technology to get more from life



# EXECUTIVE MASTER IN TECHNOLOGY AND INNOVATION MANAGEMENT



studio salsicommunicazione



# BBS

BOLOGNA BUSINESS SCHOOL



Via degli Scalini, 18  
40136 Bologna, Italy  
Tel: +39 051 2090129  
emtim@bbs.unibo.it

[www.bbs.unibo.it](http://www.bbs.unibo.it)



**INNOVATORS  
UNDER 35  
ITALIA**

**EDIZIONE 2015**

For further information, please visit:  
**www.technologyreview.it**  
To participate fill in the application form

### What is it?

It is jointly promoted by **MIT Technology Review** (Italian Edition) and by the **Research Innovation Entrepreneurship Forum, University of Padua** with the cooperation of **Netval**. It aims to collect and support best innovative ideas and projects of applied research developed in Italy, with relevant potential for the creation of technology based companies.

**Innovators Under 35 Italia** is open to everyone who has an innovative project or who had already started a company and needs to build connections with other researchers, innovators, investors.

Established in 1999, the **Innovators Under 35** (previously called TR35) each year, recognizes outstanding innovators under the age of 35. The awards span a wide range of fields, including biotechnology, materials, computer hardware, energy, transportation and the Internet. The promoters are searching for individuals whose superb technical work holds great promise to shape the next decades. Their goal is to recognize the development of new technology or the creative application of existing technologies to solve problems. They also reward ingenious and elegant work that matters to the world at large in a particular field or industry.

### Objectives

The main aims of **Innovators Under 35 Italia** are:

1. Highlighting the importance of scientific research for economic and social development;
2. Presenting best innovative ideas and projects developed in Italy;
3. Finding financial resources in order to support research and innovation projects;
4. Promoting the entrepreneurial culture based on innovation.

### Awards

The best 10 innovators under 10:

- > Will be published on MIT Technology Review Italia and in the website [www.technologyreview.it](http://www.technologyreview.it);
- > Will be published also in the official website of the Research Innovation Entrepreneurship Forum;
- > Will be invited to present their project within the Research Innovation and Entrepreneurship Forum, in Padua, Italy, on April 21, 2015;
- > Will be admitted to the selection of the global **Innovators Under 35** of MIT Technology Review. The best 2 innovators will have the opportunity to be at MIT to meet scientists and/or entrepreneurs relevant for their research/entrepreneurial projects.

neurs relevant for their research/entrepreneurial projects.

### Criteria

The competition is open to everyone who has a brilliant idea and has already developed a project based on technological innovation and applied research. Every field of research will be accepted. People coming from Universities and Research Centers, start-ups, medium to small companies, large corporations, no profit organizations, are encouraged to participate.

**Innovators Under 35 Italia** applicants must be under the age of 35 on October 1, 2014 (born after October 1, 1979).

### Application procedures

In order to compete, you are requested to present an idea based on technological innovation or the results of applied research. The idea and the results must be the original outcome of the efforts of the single participant.

If you want to participate, please complete the online application that you find at [www.technologyreview.it](http://www.technologyreview.it) in all its fields. The application should be received by February 15, 2015. (The guidelines are on the websites).

For any information about the online application, please send an e-mail to [debora.vivenzi@unipd.it](mailto:debora.vivenzi@unipd.it)

### Evaluation

A Scientific Committee will evaluate the projects. The Committee will include professors, researchers from different Universities, high-tech entrepreneurs, managers, seed and venture capitalists.

The main criteria for the evaluation are the following: originality of the results, degree of innovation, impact of potential applications and their economic and social consequences.

Each project will be evaluated along with the following criteria:

**The impact of the project.** We want to reward people who introduce new and better solutions that change the way people live or work;

**The style.** We want to reward elegant and brilliant solutions and the multidisciplinary perspective;

**The challenge.** We want to reward projects that have ambitious targets;

We want to reward original projects that people are currently working on.

# MIT Technology Review

ITALIA

Anno XXVII - 1/2015

### 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



**MIT  
Technology  
Review**  
Edizione italiana



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA



# Lo scenario tecnologico tra 2014 e 2015

**S**ono tre le chiavi di lettura dello scenario tecnologico del 2014 verso il 2015: il ritorno dei grandi computer e la continua crescita dei terminali mobili; lo sbocciare di utilizzi, forse finalmente su grande scala, della ingegneria genetica nella immunoterapia; il risveglio, probabilmente solo un crepuscolo, del petrolio come fonte primaria di energia.

Ne riparleremo più a fondo, nei prossimi due mesi, cercando di disegnare con una analisi più larga e allo stesso tempo più dettagliata, lo scenario delle tecnologie emergenti dal 2015 in poi. Per ora mi limito ad alcune sommarie riflessioni sui tre settori che sono da sempre colonne portanti di MIT Technology Review: Info, Bio, Energia e materiali, a cui si riferiscono rispettivamente le chiavi di lettura prima indicate.

Accennerò anche a una novità interessante rispetto al passato. Avevamo sempre osservato, soprattutto in un continente quale l'Africa, come fosse la tecnologia a provocare grandi cambiamenti economici e sociali, da Internet alla telefonia mobile, normalmente del tutto imprevisibili da economisti e politici. Nel 2014, invece, certamente in uno dei settori, quello dell'Energia, e in parte anche in quello Info, sono state economia e politica a influenzare profondamente la tecnologia.

**Info** Grandi computer e terminali mobili sono i componenti emergenti, Big Data, Cloud, Connettività permanente, i servizi emergenti.

“Big Data” è un nome in cui si riflette efficacemente la capacità di sfruttare l'enorme disponibilità di dati che corrono e si accumulano in rete, sia di Internet, sia di telecomunicazioni, per costruire modelli di previsione dei comportamenti o analisi sociologiche di ogni tipo.

“Cloud”, un bel nome di fantasia, indica l'offerta di qualunque servizio in outsourcing, non con un collegamento fisso al computer di un unico centro servizi, ma a una rete di computer che possono scambiarsi dati memorizzati o pacchetti software di ogni tipo (dall'amministrazione alla progettazione, dalla ricerca alla gestione della manifattura avanzata). Ciò richiede la costruzione *ex novo* di reti di grandi computer a capacità crescente, o l'utilizzazione di capacità esistenti, ma solo in parte utilizzate (caso Amazon). A parte la necessità di macchine sempre più grandi e veloci diventano qui fondamentali le tecnologie di condivisione di basi dati e di software e quelle di protezione della riservatezza per i clienti.

Quanto alla Connettività permanente, la crescente diffusione di terminali mobili intelligenti (*smartphones*) comporta la possibilità di avere sempre la possibilità di servirsi di tutto quanto disponibile su Internet, dalla navigazione sul Web ai Social Media, dal GPS alle notizie. Il terminale mobile ha sempre più la capacità di collegarsi tramite Internet ai servizi di rete più diversi e anche ad altre “cose” (*Internet of Things*) con cui può interagire per informazione e controllo.

Tutto il sistema di Big Data, Cloud, Connettività permanente sta sollevando seri problemi di riservatezza, controllo monopolistico di un mercato sensibile come quello della informazione e dell'utilizzo di dati personali a fini commerciali. In merito, la politica sta intervenendo all'interno dei singoli Stati e nel confronto tra Stati diversi. Si profila uno

scontro tra Europa e Stati Uniti: la prima che cerca di mettere sotto controllo le tecnologie sviluppate dai grandi quali Google e Facebook; i secondi che vorrebbero preservare lo sviluppo tecnologico e la libertà di utilizzarlo.

**Bio** L'ingegneria genetica già all'inizio degli anni Ottanta aveva suscitato grandi speranze per l'avvento di una nuova medicina personalizzata grazie alla conoscenza del DNA e alla mappatura del genoma umano. Ma non si erano registrati risultati rilevanti. Nel 2014 è emersa una nuova grande speranza: quella di impiegare tecniche di ingegneria genetica per “insegnare” al sistema immunitario a intervenire efficacemente su malattie, come il cancro, che sfuggono alle sue difese.

Sono passati 25 anni da quando nel 1989 Zelig Eshhar, pioniere della immunoterapia, la descrisse in un articolo dei “Proceedings of the National Academy of Sciences”. Oggi si è arrivati a produrre qualcosa di utilizzabile in terapia, con tecniche diverse, ma tutte molto innovative. Ne riparleremo in modo più approfondito. Comunque è interessante notare che sono state avviate sperimentazioni cliniche dei primissimi prodotti sia di grandi aziende quali Novartis, Bristol, Myers, Squibb, Merck, sia di più piccole, quali Dendreon, Galena, New Link Genetics, Inovio. Già si parla di risultati promettenti.

Immunoterapia è una parola che attira grandi investimenti anche di Venture Capital alla ricerca di start-up su cui investire. Ma la vera novità è la immunoterapia anche in settori diversi dal cancro, con prospettive davvero rivoluzionarie.

La politica continua come sempre a occuparsi della sicurezza, ma sostanzialmente applaude. La tecnologia corre libera, fatti salvi i problemi etici del rispetto della vita, che la immunoterapia, per ora almeno, non solleva.

**Energia** Fino a qualche mese fa tutto andava secondo copione. Un continuo, diffuso sforzo nel settore delle energie rinnovabili e la novità proveniente dagli Stati Uniti della estrazione sia di *shale gas*, sia di *shale oil* con la tecnica del *fracking*. Poi, in pochi mesi, il prezzo del petrolio è sceso sotto i 60 dollari il barile dai valori attorno ai 110 dollari degli anni precedenti. L'economia russa è la prima grande vittima. Ma anche le tecnologie rinnovabili e il *fracking* sembrano senza speranza.

Una tesi attribuisce questo crollo a un movente politico: un intervento congiunto statunitense-saudita proprio contro la Russia, o solo saudita per punire Iran e Russia, che sostengono il governo siriano. Un'altra tesi, a movente economico, sostiene la combinazione tra un dimezzamento della crescita della domanda energetica globale e la scelta saudita di proteggere la sua quota di mercato, a scapito del prezzo, tagliando fuori tutte le produzioni di energia, incluso lo *shale* statunitense, con costi di estrazione più alti.

Ecco di nuovo una scelta politica o economica che condiziona pesantemente la tecnologia. Perché definirla “crepuscolo”? Perché a lungo, se non già a breve termine, non esistono alternative alle energie rinnovabili sia per i fattori ambientali, sia per le preferenze “profonde” dei consumatori. E lo sviluppo tecnologico del settore riprenderà il suo corso. (a.o.)

## EDITORE

Tech.Rev. Srl  
Presidente Alessandro Ovi  
Via del Corso 504 - 00186 Roma  
Tel. 06 36888522  
E-mail: ovi@techrev.it  
Sito: www.technologyreview.it

## AMMINISTRAZIONE

Tech.Rev. Srl  
Via del Corso 504 - 00186 Roma  
Segreteria: Elisabetta Sabatini,  
Tel. 06 36888522 - 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 68974411  
E-mail: jadroma2@gmail.com  
Segreteria: Lavinia Giovagnoni

## COPYRIGHT©2015

Technology Review  
One Main Street  
Cambridge, Ma 02142 USA  
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 dicembre 2014

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

### 3 Lo scenario tecnologico tra 2014 e 2015

Sono tre le chiavi di lettura dello scenario tecnologico del 2014 verso il 2015: il ritorno dei grandi computer accompagnato da uno spostamento verso la mobilità dei terminali personali; lo sbocciare di una utilizzazione, forse finalmente su grande scala, della ingegneria genetica nella immunoterapia; il risveglio, probabilmente solo un crepuscolo, del petrolio come fonte primaria di energia. (a.o.)

## SCENARI

### 6 La disuguaglianza

I divari di reddito che separano i più ricchi da tutti gli altri sono sempre più accentuati negli Stati Uniti e stanno crescendo anche in Europa.

David Rotman

### 13

Con un intervento di Carlo Bozotti

### 14 Contro-corrente

L'investitore Peter Thiel ha pubblicato un vademecum per aspiranti imprenditori, in cui però non spiega da dove venga l'innovazione.

Jon Gertner

### 16

### Tecnologia a doppio senso

Peter Thiel, l'informatica e la qualità della vita.

Tom Simonite

### 18

### Il gioco del cibo

Una cucina innovativa e ludica, basata su metodi tradizionali e strani ingredienti, soppianderà le tecniche della cucina modernista.

Corby Kummer

### 22

### MITTR Mondo

GERMANIA

### Audi guida l'innovazione dalla fabbrica Russ Juskalian

INDIA

### Strategie di difesa dalle inondazioni David Talbot

CINA

### Lasciate scorrere l'acqua! Marcel Grzanna

### La promessa sulle emissioni Mike Orcutt

### 26 Manifatture all'avanguardia

Il ruolo determinante dell'industria manifatturiera per l'innovazione viene riconosciuto dalla California alla Cina.

Nanette Byrnes

### 28

### La collaborazione fra uomo e robot

Nelle fabbriche i robot hanno cominciato a lavorare a fianco degli operai.

Will Knight

### 29

### La nuova fabbrica cinese

Le principali aziende manifatturiere della Cina associano i vantaggi della manodopera tradizionale a quelli della professionalità nell'automazione.

Christina Larson

## CONFRONTI

### 30

### Formazione/Innovazione

Intervista con Rosa Grimaldi e Andrea Pontremoli, Direttori Scientifici EMTIM della Bologna Business School. (m.o.)

## RASSEGNE

### 31

### Provando e riprovando

Un nuovo software CAD fa "evolvere" i progetti autonomamente.

Gwen Kinkead

### 32

### Si può davvero aspirare CO<sub>2</sub> dall'atmosfera?

Uno scienziato della Columbia University crede di avere escogitato un piano per salvare la Terra.

Eli Kintisch

### 34

### Il Sole di Semprius

Una start-up che potrebbe vantare una cella solare da record, rischia di andare fuori mercato.

Kevin Bullis

## IIT INNOVAZIONE

### 36

■ Il potere delle radici

■ Questione di pelle

■ La scienza al caffè

## FS INNOVAZIONE

### 37

### ERTMS per le reti europee

Tra i primi in Europa, il Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane ha adottato l'ERTMS/ETCS di livello 2 sulle nuove linee ad Alta Velocità/Alta Capacità.

## 38 Il Qubit di Microsoft

Il colosso fondato da Bill Gates sta puntando le sue carte sul futuro del computer quantistico.

**Tom Simonite**

### OPINIONI

## 44 A tu per tu

Nei social network anonimi prevalgono gli aspetti positivi su quelli negativi.

**Rachel Metz**

### RASSEGNE

## 46 Misteriosamente Bitcoin

Qual è la vera identità di Satoshi Nakamoto? E il ruolo di Gavin Andresen?

**Tom Simonite**

## 48 Una persona dai mille volti

I traguardi di Facebook nei software di elaborazione del volto.

**Tom Simonite**

## 49 L'influenza di Wikipedia

Internet consente previsioni epidemiologiche più esatte e tempestive.

**The Physics arXiv Blog**

## 50 TILab: mezzo secolo d'innovazione nelle telecomunicazioni

Il 3 dicembre si è celebrato nella sede di Torino il cinquantesimo anniversario di CSELT/TILab.

## Una storia densa di futuro

A colloquio con **Sandro Dionisi**, direttore di TILab.

**Massimiliano Cannata**

## 52 L'azzardo di Shannon

Le teorie di Claude Shannon hanno trovato applicazione anche nel mondo delle scommesse e della Borsa.

**Angelo Luvison**



## 54 Cina e OGM

I grandi investimenti in ricerca scientifica e le sue stesse dimensioni garantiranno alla Cina un ruolo dominante nel futuro del cibo geneticamente modificato, malgrado alcune resistenze interne.

**David Talbot**

## 59 La scommessa cinese

Una nuova tecnologia e grandi iniziative del governo nei raccolti geneticamente modificati forniranno alla Cina un magazzino alimentare per un futuro più popoloso. (d.t.)

### RASSEGNE / GENOMICA

## 60 OGM: le due corna del dilemma

L'editing genomico potrà dare nuovo slancio alla prospettiva di animali geneticamente modificati?

**Antonio Regalado**

## 62 Il silenziamento genetico

Dopo oltre un decennio di delusioni, nuovi e potenti farmaci stanno finalmente avvicinandosi al mercato.

**Kevin Bullis**

## 63 Per la diagnosi precoce dei tumori

Un rivoluzionario test del DNA potrebbe venire utilizzato per la rilevazione del cancro.

**Antonio Regalado**

### OPINIONI

## 64 Telepatia (g.p.j.)

## Cervello, computer, computer, cervello

Gli scienziati hanno stabilito una comunicazione a distanza tra due cervelli umani, ma si tratta della trasmissione di segnali elettrici.

**Mark Harris**

**MIT Technology Review**, edizione italiana, è realizzata con il contributo di

**Enel**

**Eni**

**Ferrovie dello Stato Italiane**

**Olivetti**

**STMicroelectronics**

**Telecom Italia**

**Poste Italiane**

## Il 2014 a grandi numeri

### 19 miliardi di dollari

La quantità di denaro che Facebook ha investito a febbraio per acquisire il servizio di messaggistica WhatsApp. L'accordo non pare troppo caro considerando il valore di ogni singolo utente.

### 40 miliardi di dollari

Il valore del servizio di trasporti privati Uber. A prescindere dal valore reale dell'azienda, il suo modello di determinazione del prezzo è tanto innovativo quanto controverso.

### 55 per cento

L'insieme dei presunti server sicuri che nella lista di Alexa del milione di siti Web più utilizzati sarebbero affetti da una vulnerabilità nel software di crittografia OpenSSL. 44 dei 100 siti più utilizzati risulterebbero quindi colpiti.

### 301 milioni

Il numero di smartphone spediti in tutto il mondo nel terzo quadrimestre, con un incremento del 20 per cento rispetto allo stesso periodo nel 2013. Gli smartphone ammonterebbero ora a due terzi del mercato mondiale di telefoni cellulari.

### 24 per cento

Lo share di Samsung nel mercato globale dei telefoni cellulari nel terzo quadrimestre. Rispetto allo scorso anno, quando Samsung aveva registrato uno share del 32 per cento, nuovi competitori sono entrati in campo, come Xiaomi in Cina e Micromax in India.

### 25 dollari

La tariffa annua per la conservazione del proprio genoma su Google Genomics. Continuando a scendere il costo del sequenziamento del DNA, servizi cloud come quello di Google potrebbero risultare vantaggiosi per medici e scienziati che volessero esplorare diversi genomi allo stesso tempo.

### 4.4 zettabyte

La somma (equivalente a 4.4 miliardi di terabyte) di tutte le informazioni digitali nel mondo secondo un rapporto pubblicato dall'International Data Corporation. Questa cifra crescerebbe ogni anno del 40 per cento.

**Mike Orcutt**

# LA DISUGUAGLIANZA

I divari di reddito che separano i più ricchi da tutti gli altri sono sempre più accentuati negli Stati Uniti e stanno crescendo anche in Europa: un problema finanziario, tecnologico o formativo?

**David Rotman**

**È** difficile non notare, in Silicon Valley, i segni del divario (meglio dire dell'abisso) tra i poveri e i super-ricchi. In una mattinata normale nel centro di Palo Alto, fulcro del boom della odierna tecnologia, persone apparentemente senza dimora con i loro poveri averi occupano quasi tutte le panchine disponibili. A 20 minuti di distanza, a San Jose, la più grande città della Valle, un accampamento di senzateo, detto "la giungla", il più grande nel paese, ha messo le radici lungo un torrente a pochi passi dal quartier generale di Adobe e dal luccicante, ultra-moderno municipio.

I senzateo sono i segni più visibili della povertà nella regione. Ma i numeri supportano le prime impressioni. Il reddito medio nella Silicon Valley ha raggiunto i 94mila dollari nel 2013, di gran lunga al di sopra del valore nazionale di circa 53mila dollari. Tuttavia, si stima che il 31 per cento dei posti di lavoro paghino solo 16 dollari o meno per un'ora, al di sotto di quanto è necessario per mantenere una famiglia in una zona con abitazioni notoriamente molto costose. Il tasso di povertà nella Contea di Santa Clara, cuore della Silicon Valley, è di circa il 19 per cento, secondo i calcoli che tengono conto dell'alto costo della vita.

Anche alcuni dei maggiori promotori tecnologici della zona sono sconvolti. «Ci sono persone che praticano l'accattonaggio nella University Avenue (la via principale di Palo Alto)», mi dice uno di loro. «È come in India», ribadisce Vivek Wadhwa, nato a Delhi, un ricercatore nel campo della Corporate Governance presso la Stanford University e presso la Singularity University, una società che si occupa di formazione a Moffett Field, connessa alle élites in Silicon Valley. «Silicon Valley è come uno sguardo al futuro che stiamo creando e ciò che vediamo è davvero inquietante. Molti di quanti si sono arricchiti con il recente boom tecnologico, non sembrano preoccuparsi del "pasticcio" che stanno creando».

La ricchezza generata nella Silicon Valley è «prodigiosa come sempre», aggiunge Russell Hancock, presidente di Joint Venture Silicon Valley, un gruppo no-profit che promuove lo sviluppo regionale. «Ma quanto abbiamo utilizzato per realizzare il boom tecnologico, non è servito a "sollevare tutte le barche". Solo alcune. Non funziona



Illustrazione: Javier Jaén

più come un tempo. All'improvviso si vede che la gente è sconvolta». Una reazione inevitabile. La gente prende a sassate gli autobus che trasportano i dipendenti di Google dal posto di lavoro alle loro case a San Francisco.

La rabbia nel nord della California e altrove negli Stati Uniti nasce da una realtà sempre più evidente: i ricchi diventano sempre più ricchi, mentre molti altri, troppi, stanno lottando per sopravvivere. È difficile non chiedersi se Silicon Valley esemplifichi solo questa disuguaglianza crescente, o se in realtà contribuisca a provocarla, producendo tecnologie digitali che eliminano la necessità di molti posti di lavoro della classe media. Qui la tecnologia probabilmente evolve più velocemente di qualsiasi altra parte del mondo. È corretto pensare che, come sostiene Wadhwa, Silicon Valley lasci presagire davvero un futuro generalizzato, in cui alcune persone molto ricche lasceranno tutti gli altri irrimediabilmente indietro?

Il bisogno di capire se la disuguaglianza costituisca il risultato preoccupante di un sistema globale sta senza dubbio alla radice del grande successo riscosso quest'anno da *Il Capitale*, il libro dell'economista francese Thomas Piketty, professore presso la Scuola di Economia di Parigi, che è andato esaurito subito dopo la prima pubblica-



zione. Con una quantità di equazioni, con riferimenti alla Belle Époque e all'Ancien Régime, con un titolo che si rifà a Karl Marx e alla politica del tardo XIX secolo e all'inizio del XX, un volume di oltre 700 pagine sembrava un candidato improbabile per la lettura popolare. Eppure ha rapidamente scalato la classifica dei best-seller questa primavera ed è rimasto al top delle classifiche per mesi.

Gli economisti hanno da tempo avvertito che, sia pure con i salari adeguati all'inflazione, i redditi bassi e medi, negli Stati Uniti, sono rimasti invariati o addirittura calati dalla fine degli anni Settanta, anche se la economia del paese è cresciuta. Piketty amplifica questa idea, che documenta la esplosione della ricchezza dei più ricchi negli Stati Uniti e in Europa, confrontandola con la crescita economica nel corso degli ultimi due secoli.

Basandosi su una ricerca condotta con i suoi colleghi Emmanuel Saez, professore presso la University of California, Berkeley, e Anthony Atkinson, economista presso l'Università di Oxford, Piketty ha raccolto e analizzato i dati econometrici, compresi quelli fiscali, per mostrare quanto sia estrema la disuguaglianza tra i ricchi e il resto della popolazione e quanto sia andata crescendo.

Questa disuguaglianza tra i ricchi e tutti gli altri continua ad aumentare negli Stati Uniti. L'1 per cento della popolazione possiede il 34 per cento della ricchezza; lo 0,1 per cento di questo 1 per cento ne possiede circa il 15 per cento. La disuguaglianza è solo peggiorata con l'ultima recessione: l'1 per cento ha fatto proprio il 95 per cento di crescita del reddito 2009-2012, se si includono le plusvalenze finanziarie.

Il 10 per cento della popolazione ora detiene il 48 per cento del reddito nazionale, l'1 per cento ne detiene il 20 per cento e lo 0,1 per cento ne detiene circa il 9 per cento. La disuguaglianza nella porzione di reddito che gli economisti chiamano reddito da lavoro, è particolarmente sconcertante. La disuguaglianza salariale negli Stati Uniti è «probabilmente superiore a qualsiasi altra società in qualsiasi momento nel passato, in qualsiasi parte del mondo», scrive Piketty.

Cosa è successo? Piketty ne attribuisce la causa almeno in parte al livello ingiustificatamente elevato degli stipendi di quelli che chiama supermanager. Circa il 70 per cento della parte superiore dello 0,1 per cento dei percettori sono, secondo i suoi calcoli, dirigenti aziendali: «La spiegazione comune per la crescente disuguaglianza risiede nella prevalenza della domanda sull'offerta di competenze elevate. Ma non è tutto». Per spiegare la crescente disuguaglianza, soprattutto negli Stati Uniti, bisogna chiamare in causa più di un fattore oltre a quello delle competenze. Piketty indica come fattori importanti il meccanismo dei compensi delle società e la *corporate governance*: «Al di sopra di un certo livello, è molto difficile trovare nei dati un qualsiasi legame tra retribuzione e risultati».

In Gran Bretagna e in Francia l'aumento complessivo della disuguaglianza è meno drammatico, ma in quei paesi qualcos'altro sta accadendo, che potrebbe risultare ancora più preoccupante: la ricchezza accumulata, in grande parte ereditata, sta tornando a livelli relativi mai visti da prima della Prima Guerra Mondiale. In alcuni paesi europei la ricchezza privata è ora circa il 500/600 per cento del reddito nazionale annuo, un livello prossimo a quello dei primi anni del Novecento.

A preoccupare particolarmente Piketty è l'effetto a lungo termine di questa concentrazione della ricchezza. Centrale nel suo libro è la semplice considerazione che il rendimento medio del capitale resta

superiore al tasso di crescita economica. Quando il tasso di remunerazione del capitale è superiore al tasso di crescita (come è successo dagli inizi del XX secolo ed è probabile che accadrà di nuovo se la crescita rallenterà), la ricchezza speculativa dei ricchi cresce più dei salari che forse non crescono affatto.

Le implicazioni di tutto ciò dovrebbero preoccupare chi crede in un sistema basato sul merito, evidenziando il rischio di entrare in un'epoca che, come il XIX secolo in Francia e in Inghilterra, viene socialmente e politicamente dominata da chi possiede grandi ricchezze ereditate. Piketty lo descrive come il mondo di Jane Austen, in cui la vita e i destini delle persone sono determinate dalla loro eredità e non dai loro talenti e successi professionali.

Piketty sottolinea che si tratta di un allontanamento radicale da come in passato è stato pensato il progresso. Dal 1950, l'economia è stata dominata dall'idea – formulata in particolare da Simon Kuznets, economista di Harvard e premio Nobel – che la disuguaglianza diminuisce quando i paesi diventano tecnologicamente più sviluppati perché cresce il numero delle persone in grado di sfruttare le opportunità che ne derivano. Molti di noi continuano a ritenere che i talenti, le competenze, la formazione ci permetteranno di prosperare: è ciò che gli economisti amano definire “capitale umano”. Ma la convinzione che «il progresso tecnologico porterà al trionfo del capitale umano sul capitale finanziario e immobiliare», scrive Piketty, «è in gran parte illusoria».

Non tutti gli economisti sono così pessimisti. In effetti la crescita economica è stata più alta della redditività finanziaria per larga parte del XX secolo e continua a esserlo. Tuttavia, il libro di Piketty è importante nella misura in cui ha chiarito la portata del problema e i suoi pericoli. Lo ha fatto in un momento in cui si fa più acuta la consapevolezza di come la tecnologia contribuisca alla crescita della ineguaglianza: «Mi sembra che la tecnologia stia accelerando il divario tra ricchi e poveri», dice Steve Jurvetson, un *venture capitalist* della DFJ Venture a Menlo Park, California. In molte conversazioni con i colleghi addetti ai lavori, la tecnologia si è configurata come un “elefante” che si aggira in una stanza, sbattendo contro le pareti.

Eppure, come suggerisce l'ampia analisi di Piketty, spiegare l'aumento della disuguaglianza non è semplice. In particolare, il ruolo che la tecnologia sta giocando appare complesso e controverso.

### Gli effetti della tecnologia

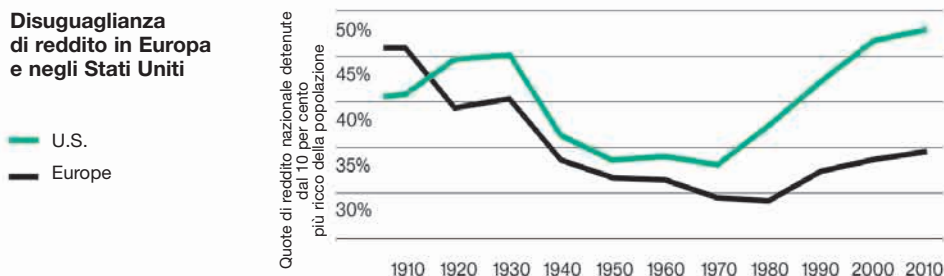
«La mia lettura dei dati è che la tecnologia rappresenta il fattore principale dei recenti aumenti della disuguaglianza», afferma Erik Brynjolfsson, professore di management presso la Sloan School del MIT. Coautore, con il collega del MIT Andrew McAfee, di *The Second Machine Age*, una delle prime pubblicazioni sull'argomento, Brynjolfsson, come Piketty, ha recentemente acquisito una notorietà inconsueta per un economista accademico.

Piketty e Brynjolfsson si sono guadagnati i “gradi” nei primi anni Novanta ed entrambi hanno insegnato al MIT negli anni seguenti. Ma, al di là di un generico accordo sul fatto che la crescente disuguaglianza è un problema, il loro pensiero non potrebbe essere più diverso. Mentre il testo di Piketty è cosparso di riferimenti a Jane Austen e Honoré de Balzac, Brynjolfsson parla di robot avanzati e del vasto potenziale della intelligenza artificiale. Mentre Piketty mette in guardia contro il ritorno a un mondo in cui la ricchezza ereditata determina le sorti sociali e politiche, Brynjolfsson si preoccupa che una

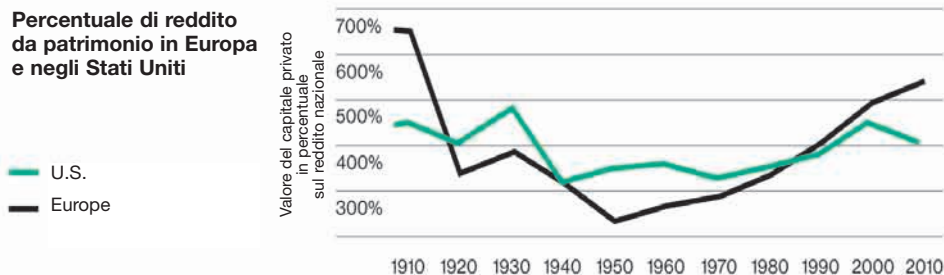
## Il problema della disuguaglianza

Negli Stati Uniti, la disuguaglianza si sta espandendo con grande rapidità e in Europa cresce la ricchezza accumulata in percentuale sul reddito nazionale. La recessione sembra avere colpito in misura minore le classi benestanti. Allo stesso tempo, chi ha il titolo di studio più basso scivola ulteriormente indietro.

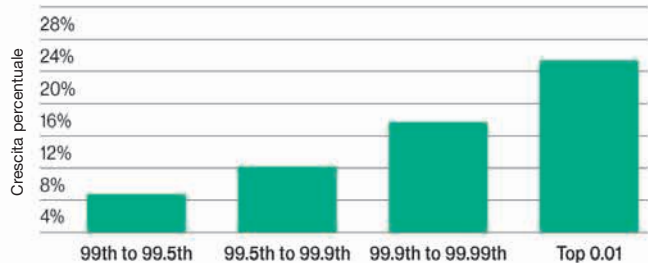
### Disuguaglianza di reddito in Europa e negli Stati Uniti



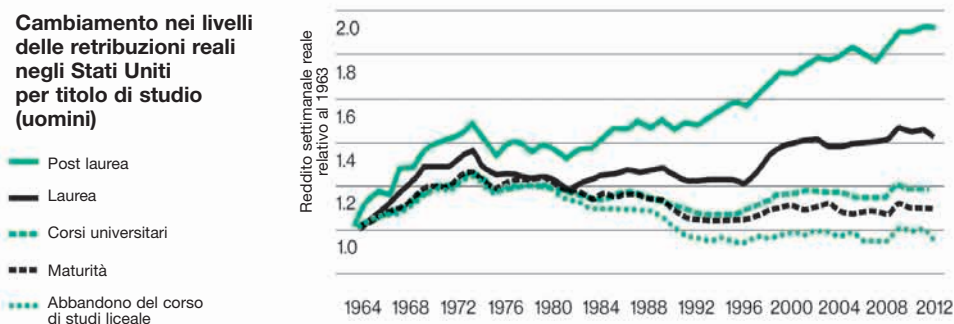
### Percentuale di reddito da patrimonio in Europa e negli Stati Uniti



### Crescita dei redditi familiari nel percentile superiore, 2009-2010



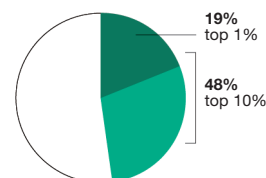
### Cambiamento nei livelli delle retribuzioni reali negli Stati Uniti per titolo di studio (uomini)



### Reddito medio statunitense (in dollari del 2012)

1970	Top 10%	\$137,223
	Bottom 90%	\$33,135
1975	10%	\$138,384
	90%	\$31,759
1980	10%	\$142,808
	90%	\$32,413
1985	10%	\$150,599
	90%	\$32,120
1990	10%	\$184,843
	90%	\$32,345
1995	10%	\$194,933
	90%	\$31,768
2000	10%	\$244,153
	90%	\$35,799
2005	10%	\$247,452
	90%	\$33,688
2010	10%	\$239,813
	90%	\$30,840
2012	10%	\$254,449
	90%	\$30,439

### Quote di reddito statunitensi (2012)



Fonti: Thomas Piketty, Center on Budget and Policy Priorities. David Autor, The World Top Income Database.

## **L'economia basata sulla tecnologia favorisce notevolmente un piccolo gruppo di persone di successo, amplificandone il talento e la fortuna e aumentandone notevolmente i guadagni.**

quota crescente della forza lavoro possa venire lasciata indietro, quando le tecnologie digitali diventeranno più penetranti.

Centrale per Brynjolfsson è l'idea che l'innovazione stia accelerando le tendenze nel campo dell'informatica e del networking a un ritmo esponenziale. In parte come risultato di questi progressi, la produttività e il PIL continuano ad aumentare. Ma mentre «la torta cresce, non tutti ne beneficiano in modo analogo». Brynjolfsson rileva che la produttività, secondo le misurazioni convenzionali, è cresciuta lentamente dal 2005. Ma attribuisce tale rallentamento «deludente» alla recessione e alle sue conseguenze, oltre al fatto, forse anche più importante, che le grandi organizzazioni devono ancora cogliere a pieno i benefici connesse alle tecnologie digitali.

Brynjolfsson elenca diversi modi con cui i cambiamenti tecnologici possono contribuire alla disuguaglianza: robot e automazione, per esempio, stanno eliminando alcuni lavori di routine, ma richiedono nuove competenze in altri. Ma il fattore più importante è che l'economia basata sulla tecnologia favorisce notevolmente un piccolo gruppo di persone di successo, amplificandone il talento e la fortuna e aumentandone notevolmente i guadagni.

Brynjolfsson sostiene che queste persone stanno beneficiando di un «effetto del vincitore che prende tutto», originariamente descritto da Sherwin Rosen in *The Economics of Superstars*, un saggio del 1981, in cui fa notare come le innovazioni, dal cinema alla radio e alla TV, abbiano notevolmente ampliato il pubblico, e quindi i ricavi, delle trasmissioni spettacolari e sportive. Trent'anni dopo, Brynjolfsson vede un effetto simile per gli imprenditori high-tech, le cui idee e prodotti possono venire ampiamente distribuite grazie al software e altre tecnologie digitali. Perché assumere un consulente fiscale locale quando si può utilizzare un buon programma che viene costantemente aggiornato e raffinato? Perché acquistare un altro programma o una app, quando se ne possiedono di migliori? La possibilità di copiare software e distribuire ovunque i prodotti digitali comporta che gli utenti si rivolgeranno solo ai prodotti migliori. Perché acquistare un motore di ricerca che è buono «quasi» come Google? Questa logica economica governa oggi una quota crescente del mercato ed è, secondo Brynjolfsson, un motivo sempre più importante per cui alcuni imprenditori, tra cui i fondatori di start-up come Instagram, stanno diventando ricchi a un ritmo impressionante.

La distinzione tra i supermanager di Piketty e le superstar di Brynjolfsson è cruciale: queste ultime derivano i loro alti redditi direttamente dagli effetti della tecnologia. Se sempre più le macchine sostituiscono il lavoro e la creazione di un'impresa richiede sempre meno capitale – non c'è bisogno di un impianto di stampa per realizzare un sito di notizie on-line, o di grandi investimenti per creare una nuova app – a vincere in campo economico non saranno i tradizionali detentori di capitali, ma

quanti posseggono idee innovative per nuovi prodotti e modelli di business di successo.

In un articolo intitolato *New World Orde*, pubblicato la scorsa estate su «Foreign Affairs», Brynjolfsson, McAfee e Michael Spence, premio Nobel e professore presso la New York University, sostengono che «il cambiamento tecnologico basato sulle superstar rovescia l'economia globale», concludendo che questa economia sarà sempre più dominata dai membri della piccola élite che «innova e crea».

### **Rimanere a scuola**

La esplosione della ricchezza dei ricchissimi è solo una parte della storia delle disuguaglianze. Per la massima parte della gente, i redditi hanno subito una stagnazione o addirittura una riduzione. In breve, quando si automatizzano attività di routine, a beneficiarne maggiormente è chi possiede la esperienza e la creatività per utilizzare a pieno i nuovi processi. Da ciò deriva ulteriore disuguaglianza: la domanda di lavoratori altamente qualificati cresce mentre quelli con minore istruzione e competenza rimangono indietro.

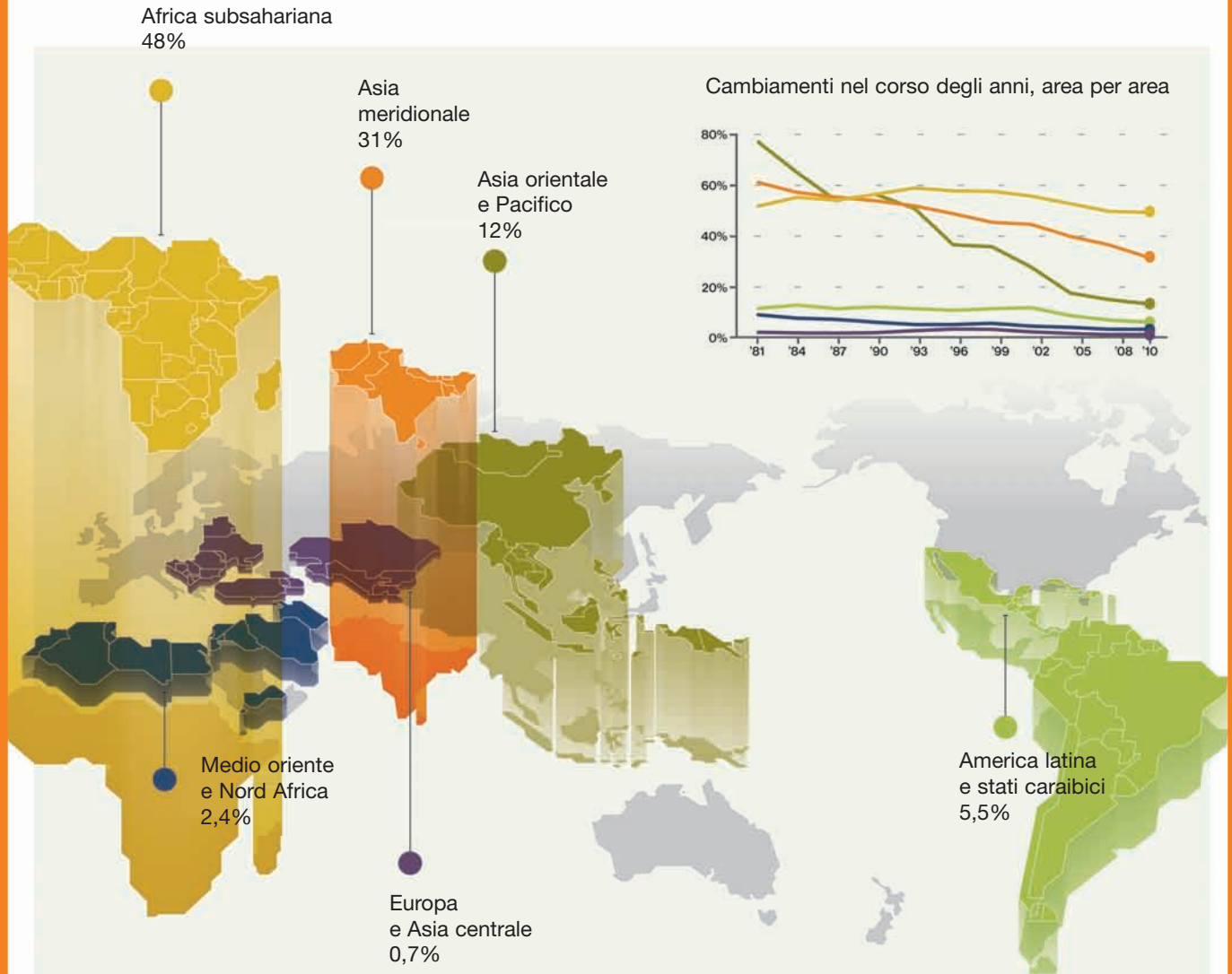
Anche se una crescita del reddito nell'1 per cento dei casi rappresenta un fenomeno importante, dice David Autor, economista del MIT, è la disuguaglianza di competenze e istruzione nell'altro 99 per cento a costituire «un grande problema». Il divario fra i redditi medi tra persone con un diploma di scuola superiore e quelli con una laurea era di 17.411 dollari per gli uomini e 12.887 dollari per le donne nel 1979; nel 2012 era salito rispettivamente a 34.969 dollari e 23.280 dollari. L'istruzione, conclude Autor, «è la cosa che può maggiormente influenzare i redditi».

Negli Stati Uniti, questo «premio educazione» ha iniziato a salire alla fine degli anni Settanta, quando l'ondata di iscritti universitari ha drammaticamente rallentato e la disponibilità di lavoratori altamente qualificati è di conseguenza diminuita. Gli ultimi decenni hanno visto una divaricazione ulteriore. Automazione e tecnologie digitali hanno ridotto la necessità di molti lavori in produzione, vendite, amministrazione, segreteria, mentre è aumentata la domanda di posti di lavoro con salari bassi che non possono venire automatizzati, come nei servizi di pulizia e nei ristoranti. Il risultato è stato quello che Autor descrive come un mercato del lavoro «a forma di bilanciere», con una forte domanda alle estremità alta e bassa e uno svuotamento della parte mediana. Inoltre, nonostante l'aumento della domanda di lavoratori nei servizi, vi è un'ampia offerta di lavoro in questi settori, per cui i relativi salari sono scesi negli anni Duemila, peggiorando ulteriormente le disuguaglianze di reddito.

Autor è scettico sulla tesi di Brynjolfsson e McAfee che la trasformazione del lavoro sta accelerando il cambiamento tecnologico. Una ricerca condotta con un collega economista del MIT, Daron Acemoglu, suggerisce che la crescita della produttività non viene accelerata nei settori ad alta intensità di informatizzazione. Secondo Autor, i cambiamenti operati dalle tecnologie digitali stanno trasformando l'economia, ma il ritmo di questo cambiamento non è necessariamente in aumento. I progressi in robotica, intelligenza artificiale e tecnologie di alto profilo come l'automobile senza conducente di Google stanno avvenendo più lentamente di quanto si potesse pensare. Nonostante gli scenari impressionanti, queste tecnologie non sono pronte per l'uso diffuso: «In realtà sarebbe davvero prematuro disporre di un robot nella vita di ogni giorno». Autor ritiene che molte attività in cui le persone sono particolarmente capaci, come per

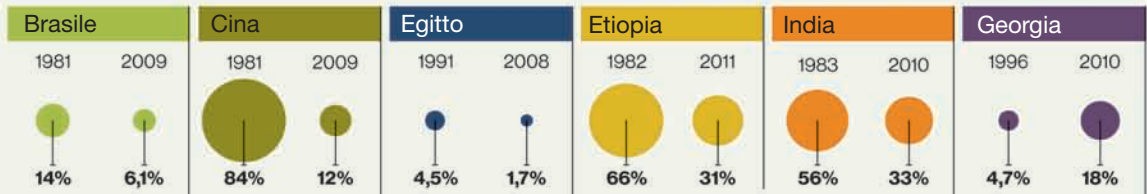
## Gli estremi della disuguaglianza

Anche se negli Stati Uniti solo i ricchi stanno aumentando significativamente il loro benessere, la situazione è in genere migliorata per chi vive nei paesi più poveri, ma c'è ancora molta strada da fare. La mappa mostra le percentuali di persone nelle diverse aree geografiche, che vivono con un 1 dollaro e 25 centesimi, o meno, al giorno.



### Ieri e oggi

La povertà estrema è diminuita con lo sviluppo, ma le guerre e l'instabilità ostacolano questa tendenza.



Mappa: Walter Baumann  
Dati: World Bank

**«Un fatto su cui tutti sono d'accordo, è che i divari di reddito si spiegano in buona parte con diversi livelli di istruzione».**

esempio il riconoscimento di oggetti o l'operare in ambienti che cambiano improvvisamente, saranno difficili o costose da automatizzare per decenni a venire. Le implicazioni della disuguaglianza sono significative: il mercato dei lavori a media competenza potrebbe stabilizzarsi e la disuguaglianza di guadagno tra i posti di lavoro di basso livello e quelli altamente qualificati potrebbe posizionarsi su un livello molto alto. Per altro, saranno comunque avvantaggiati quei lavoratori intermedi che impareranno ad utilizzare le tecnologie digitali nei loro posti di lavoro.

Si tratta di un argomento di insolito ottimismo nella discussione sulla disuguaglianza. Ma il problema di fondo per gran parte della popolazione rimane: «Abbiamo una economia *skill-driven*, senza una forza lavoro molto qualificata», conclude Autor. «Se avete competenze elevate – e questo è un grande “se” – potrete fare una fortuna».

### **Silicon Valley**

Nella sua tranquilla suite in un grande edificio per uffici nel centro di San Jose, Russell Hancock, presidente di Joint Venture, sembra perdere la pazienza quando gli viene chiesto delle disuguaglianze nella regione. «Ho più domande che risposte. Non riesco a spiegarmelo. Non posso dirvi cosa sia successo», comincia bruscamente. «Eravamo una classica economia borghese. Ma ora è tutto finito. Non c'è più una classe media. L'economia è biforcuta e non c'è niente nel mezzo».

Accusa la globalizzazione per la scomparsa della industria dei semiconduttori e di altri settori ad alta tecnologia, che una volta prosperavano: «Ci vorrebbe una scala per entrare nella classe media e qualche possibilità di mobilità», aggiunge Hancock, «ma quella scala è scomparsa. Non è successo all'improvviso, ma solo nel 2014 se ne sono accorti tutti!».

Anche se l'economia della California, l'ottava del mondo, è forte in molti settori, lo Stato ha il tasso di povertà più alto del paese, se si mette in conto il costo della vita. La situazione in Silicon Valley può aiutare a capirlo. Dal 20 al 25 per cento della popolazione lavora nel settore high-tech e la ricchezza è concentrata su di loro. Questo relativamente piccolo, ma prospero gruppo sta facendo lievitare il costo degli alloggi, dei trasporti e delle altre spese quotidiane. Allo stesso tempo, gran parte della crescita dell'occupazione nell'area è nella vendita al dettaglio, nella ristorazione, nei lavori manuali, dove i salari sono stagnanti o addirittura in declino. Si tratta di una formula semplice per spiegare la disuguaglianza di reddito e la povertà. Ma la stessa natura della tecnologia stessa sembra avere peggiorato le cose. Secondo Chris Benner, un economista regionale dell'Università della California, a Davis, non vi è stato un aumento netto dei posti di lavoro in Silicon Valley dal 1998; le tecnologie digitali inevitabilmente dimostrano che si possono generare miliardi di dollari con una bassa occupazione.

Se gli economisti hanno ragione quando sostengono che la disuguaglianza di reddito è alimentata dalla disuguaglianza di competenze, allora l'istruzione rappresenta l'ultima possibilità di entrare nella classe media come dimostra, per esempio, il successo del Foothill Community College, insediato in alcuni dei beni immobili più pregiati di Silicon Valley, a Los Altos Hills. Il College attira studenti provenienti da tutta la regione, molti anche dalle aree più povere, come East Palo Alto e East San Jose, e offre agli studenti l'opportunità di fare qualche passo all'interno della “economia della conoscenza”, che domina la zona.

Judy Miner, preside di Foothill, è giustamente orgogliosa dei propri risultati. Gli studenti riescono a entrare in college prestigiosi, tra cui l'Università della California, a Berkeley o Santa Cruz. Qualche anno fa, 17 sono addirittura andati al MIT. Ma, anche se alcuni studenti sono di talento, Miner non si nasconde i problemi di una scuola che accetta con orgoglio il 100 per cento dei candidati. «Foothill, come altri community college», dice Miner, «gioca al recupero con molti studenti che non sono preparati per le università. Il suo obiettivo principale è quello di cambiare la loro visione del mondo in relazione ai loro possibili inserimenti professionali».

Quando studiava a San Francisco, ricorda Miner, i suoi risultati le avrebbero aperto la possibilità di Harvard o Yale, ma nessun altro nella sua famiglia era andato al college e non immaginava di poterlo fare. Così è diventata una pendolare sul bus per Lone Mountain College, una piccola scuola cattolica, che oggi è chiusa. Ora, a Foothill, lavora con le famiglie e le comunità locali per ampliare le ambizioni degli studenti provenienti da ambienti come il suo. Piketty dice che «la migliore chiave di accesso alle università è il reddito dei genitori», mentre Miner sostiene che «in California, è il codice di avviamento postale».

Un taglio del nastro alla East Palo Alto Academy è un'indicazione commovente di quanto si deve fare per colmare le distanze implicite nel codice postale. È una giornata senza nuvole, di fine agosto. Una manciata di nuovi edifici in cemento a due piani circondano un cortile dove si aggirano un gruppo di amministratori entusiasti e alcuni insegnanti. Si tratta di una struttura relativamente modesta, ma assai migliore rispetto all'angusta scuola privata di 13 anni prima.

In una città il cui unico liceo pubblico è stato chiuso nel 1970 (gli studenti vengono trasportati in autobus alla vicina scuola di quartiere), East Palo Alto Academy rappresenta un tentativo degno di nota per rispondere alle esigenze formative della comunità locale.

«Uno dei più significativi e importanti dibattiti nelle scienze sociali è il ruolo della tecnologia nella disuguaglianza», rileva David Grusky, direttore del Centro di Stanford su povertà e disuguaglianza. «Ma un fatto su cui tutti sono d'accordo, è che il divario di reddito tra persone si spiega in buona parte con diversi livelli di istruzione». Dunque, «sappiamo quale sia la soluzione: dare a tutti accesso a un'istruzione di qualità. Ma purtroppo non si va oltre le parole». Il problema non è, come molti suggeriscono, quello della qualità complessiva dell'istruzione: «Abbiamo scuole di pregio. Per esempio, Palo Alto High School è una buona scuola. Ma tutti dovrebbero essere in grado di accedere a queste scuole, anche i più poveri». Si noti che i governi locali, con le tasse di proprietà, forniscono in media un 44 per cento dei finanziamenti per le scuole elementari e secondarie negli Stati Uniti, contribuendo ad alimentare la disuguaglianza degli investimenti formativi tra comunità povere e ricche.

Forse la tecnologia sta cambiando così rapidamente che le persone sono lente a capire di quali competenze potrebbero avere bisogno, in ragione di una domanda crescente di lavoro qualificato. Tuttavia, «se sei nato in un quartiere povero», ribadisce Grusky, «non hai accesso a una scuola materna di alta qualità, una scuola primaria di alta qualità, una scuola secondaria di alta qualità. Poi non sei in grado di andare al college». Se i lavoratori non sono in grado di fare i lavori che la tecnologia sta creando, «è perché le nostre istituzioni scolastiche stanno fallendo».

## Parole sporche?

Capire ciò che provoca la disuguaglianza nel reddito è importante perché risposte diverse suggeriscono diverse soluzioni politiche. Se, come teme Piketty, il divario tra i più ricchi e tutti gli altri è in parte dovuto a una ingiustificatamente elevata retribuzione dei dirigenti e potrà solo peggiorare con la concentrazione apparentemente inesorabile della ricchezza nelle mani di chi è già ricco, allora ha senso cercare di redistribuire quei redditi attraverso politiche fiscali progressive. Piketty e il suo collega Emmanuel Saez ritengono che i tagli fiscali realizzati da Margaret Thatcher e Ronald Reagan alla fine degli anni Settanta e all'inizio degli anni Ottanta hanno dato il via alla crescita delle disuguaglianze di reddito in Gran Bretagna e negli Stati Uniti. Infatti, Piketty nella parte conclusiva di *Capital* precisa che imposte progressive, tra cui una tassa sul patrimonio, potrebbero iniziare a colmare il divario economico.

Ma, almeno negli Stati Uniti, «redistribuzione» è una parola sporca in quasi ogni ambiente politico. «Se sappiamo qualcosa», dice Robert Solow, professore emerito di economia al MIT, «è che non siamo bravi a fare una redistribuzione del reddito». E infatti, aggiunge, «non la stiamo facendo».

Il premio Nobel Solow, uno degli economisti più influenti dell'ultimo mezzo secolo, ha pubblicato un documento di riferimento nel 1956, che ha trasformato il modo in cui si considera il ruolo critico del progresso tecnologico nella produttività e nella crescita della ricchezza nazionale. Ora, a 90 anni, Solow ha pubblicato una lunga e lusinghiera recensione di *Capital* in «The New Republic», intitolata *Thomas Piketty ha ragione*, in cui apprezza la sua «nuova e potente» intuizione che, se la crescita della redditività finanziaria è superiore a quella nazionale, «il reddito e la ricchezza dei ricchi cresceranno più rapidamente del reddito da lavoro». Tuttavia, Solow aggiunge che le lotte degli americani con redditi medi e inferiori rappresentano un fenomeno molto diverso dalla crescita del super-ricchi, che è molto più preoccupante: «Qualsiasi persona decente dovrebbe considerare immorale che una estrema povertà coesista nella stessa società con una estrema ricchezza».

Le raccomandazioni politiche più evidenti riguardano l'istruzione, dalla scuola materna ad altri programmi di istruzione primaria. Sean Reardon, sociologo di Stanford, fa notare come le differenze di risultati scolastici siano ora associate più strettamente con il reddito familiare che con i fattori più importanti in passato, tra cui razza e origine etnica. Inoltre, i ricercatori hanno dimostrato che le differenze nei livelli di istruzione si rilevano dal momento in cui i bambini entrano all'asilo.

Le disuguaglianze nel campo dell'istruzione non pregiudicano soltanto le probabilità dei bambini poveri di andare avanti, sostiene David Grusky, ma colpiscono anche l'offerta di lavoro qualificato. Sof-

focando le opportunità di innumerevoli individui di talento, viene limitato artificialmente il potenziale bacino di quelli con competenze tecnologiche. Come risultato, aggiunge Grusky, «abbiamo una scarsità di lavoratori altamente qualificati», che danneggia l'economia. In altre parole, la mancanza di accesso a un'istruzione di qualità non è un male solo per gli studenti di East Palo Alto; è un male anche per le imprese a pochi chilometri di distanza, dove si registra la maggiore concentrazione al mondo di innovazione tecnologica.

Naturalmente, la diagnosi non costituisce una cura, anche perché un invito a migliorare le opportunità formative è davvero troppo facile. Chi potrebbe negarlo? Le sfide insite in questo tipo di cambiamento devono venire riconosciute, ma sinora non è stato possibile. Fornire a tutti l'accesso a un'istruzione di qualità richiederebbe la radicale trasformazione del nostro sistema scolastico e del modo di finanziarlo. Ma, se le differenze nel rendimento scolastico derivano da quelle dei redditi familiari, allora è qui che si genera la disuguaglianza. Non possiamo risolvere il problema lasciando che le persone con un accesso privilegiato a una buona istruzione ne colgano i vantaggi, per poi tassare i loro conseguenti guadagni più elevati. Questa terapia «curerebbe forse i sintomi, ma non affronterebbe le reali cause della malattia». Se l'obiettivo è la «disuguaglianza basata sul merito», che si verifica quando tutti hanno la possibilità di competere, Grusky sostiene che dobbiamo cercare di riformare le istituzioni educative. Ecco perché chiedersi se la tecnologia crei disuguaglianza rappresenta un interrogativo sbagliato. Invece, dovremmo chiederci come le tecnologie abbiano cambiato la domanda relativa del lavoro ad alta e a bassa qualificazione, e quanto ci stiamo adattando a questi cambiamenti.

Sicuramente, i rapidi progressi della tecnologia hanno aggravato la divaricazione nella istruzione e nelle competenze, per cui la crescita delle tecnologie digitali potrebbe giocare un ruolo nella creazione di una ristretta élite di ricchissimi. Ma non ha senso incolpare la tecnologia, così come non ha senso dare la colpa ai ricchi. Sono le nostre istituzioni, compresa la scuola, anche se non esclusivamente, che hanno bisogno di cambiare. Le riforme che gli esperti raccomandano, sono numerose e varie, andando da un salario minimo più alto a una protezione del lavoro più forte e alla modifica della politica fiscale. Se Piketty ha ragione circa i supermanager, c'è bisogno di una migliore *corporate governance* per legare più strettamente i compensi ai risultati.

Un buon punto di partenza è quello di chiederci quale sia il problema e perché ce ne preoccupiamo. Perciò il libro di Piketty è così prezioso. In particolare, ci ricorda di come la classe elitaria dei super-ricchi sia in grado di deformare il nostro processo politico e di erodere il nostro senso di equità.

Nel settore tecnologico, dove si sono create alcune di queste élites, molti si chiederanno se il futuro apparirà più simile a Silicon Valley, un volano ad alta tecnologia, con prosperità economica in cui confluiscono ricchezza e disuguaglianza, ovvero, come ipotizza Piketty, più come la Francia, sempre più dominata dalla ricchezza ereditaria. La creatività e la produttività di luoghi come Silicon Valley sono minacciate da un futuro che favorisce le fortune di pochi ricchi a scapito delle ambizioni di tutti gli altri? ■

*David Rotman è direttore dell'edizione americana di MIT Technology Review.*

## Eppure, la tecnologia...

In un mondo democratico, dove poteri diversi si bilanciano e controllano a vicenda, la tecnologia creerà nuove opportunità di benessere per un numero crescente di persone.

**Carlo Bozotti**



Il lungo articolo di David Rotman, direttore di MIT Technology Review USA, si sofferma, con specifico riferimento alla Silicon Valley, sul crescente divario tra poveri e ricchi, commentando in particolare il recente e fortunato saggio dell'economista francese Thomas Piketty, che presenta non pochi motivi di interesse.

È vero, la remunerazione del fattore lavoro perde terreno, mentre quella del capitale cresce. E si tratta indubbiamente di uno dei fattori principali per l'acuirsi del divario fra ricchi e poveri, a danno della classe media. Si tratta per altro di un fenomeno tipicamente occidentale, mentre nei paesi asiatici a forte crescita si afferma un ceto medio quasi inesistente 40 anni fa. La mia esperienza in un mondo globale – STMicroelectronics ha impianti di produzione e centri di progettazione in 4 continenti – mi porta a dire che il fattore lavoro ha perso valore perché l'offerta di lavoro è cresciuta in modo smisurato quando lavoratori con competenze più basse o uguali sono diventati raggiungibili facilmente da parte delle imprese occidentali. Che si tratti di delocalizzazione o immigrazione, l'effetto della globalizzazione è quello di mettere in competizione i lavoratori. Si è bloccato il meccanismo che vedeva gli incrementi di produttività riflettersi sui salari.

È innegabile che la tecnologia abbia contribuito ad aumentare la produttività e a rimuovere posti di lavoro, ma anche professioni e mestieri. L'automazione è uno dei driver più potenti, soprattutto da quan-

do è nata la macchina a vapore; in più il Web ha fatto scomparire intere categorie professionali o ha aperto i varchi per utilizzare competenze professionali in altri paesi. Al tempo stesso, ha contribuito a crearne di nuovi in continua espansione.

Ma la tecnologia non influisce in un solo senso. Dal mio punto di vista, crea strumenti che lavorano anche in senso opposto. Le cosiddette *cleantech*, per esempio: nuove tecnologie che riducono i consumi energetici, sfruttano nuove fonti di energia, aiutano i piccoli produttori indipendenti e, riducendo i costi di produzione dell'energia, abbassano la soglia di ingresso per nuovi imprenditori e per nuovi agricoltori. Il controllo delle fonti di energia e di acqua è un tema cruciale a proposito del divario tra ricchi e poveri e la tecnologia può agevolare la liberalizzazione degli accessi a queste fonti.

Altra grande sfida planetaria è l'*healthcare*. I dispositivi a cui l'industria elettronica sta lavorando permetteranno di abbassare il costo di prevenzione e cura, garantendone l'accesso a tutti i ceti. Solo per fare un esempio, il monitoraggio a distanza dei parametri clinici riduce la necessità di vedere un medico, ma aumenta le possibilità di controllo e prevenzione delle patologie.

In più, sperimentiamo da qualche anno un fenomeno che noi, industria dei semiconduttori, prospettiamo da decenni: la pervasività della tecnologia fa sì che oggetti e sistemi diventino "tecnologici". Dal braccialetto che ci dice quanta attivi-

tà fisica fare, ai famosi occhiali che incorporano videocamera e microfoni, l'elettronica è sempre più vicina a noi. Le possibilità di applicazioni a livello locale sono pressoché infinite. Chiunque di noi può costruire un nuovo prodotto o un nuovo servizio senza essere un superlaureato in elettronica. Come per il mondo delle APP, così la rete dell'Internet of Things stimolerà la nascita di nuove micro o macro imprese. Anche questo è un fenomeno che seguiamo da vicino, e di cui quindi vediamo le potenzialità.

Le ricadute dei nuovi sviluppi tecnologici possono essere imponenti. Certo, occorrono nuove figure professionali, lavoratori ma anche utenti, che sappiano padroneggiare alcune tecnologie fondamentali. L'informatica nei curricula scolastici è necessaria come lo è la lettura, la scrittura o la matematica.

Nell'Europa di fine Settecento la rivoluzione industriale, innescata dall'invenzione della macchina a vapore, ha creato una nuova classe sociale: la borghesia. Oggi possiamo aspettarci che un controllo diffuso del Web e delle nuove tecnologie crei nuovi imprenditori e nuova ricchezza nei paesi sviluppati e in quelli più poveri. In un mondo democratico, dove poteri diversi si bilanciano e controllano a vicenda, la tecnologia creerà nuove opportunità di benessere per un numero crescente di persone. ■

*Carlo Bozotti*  
è CEO di STMicroelectronics.

## CONTRO-CORRENTE

L'investitore Peter Thiel ha pubblicato una serie di vademecum per aspiranti imprenditori, ma non ha spiegato in modo convincente da dove venga l'innovazione.

Jon Gertner

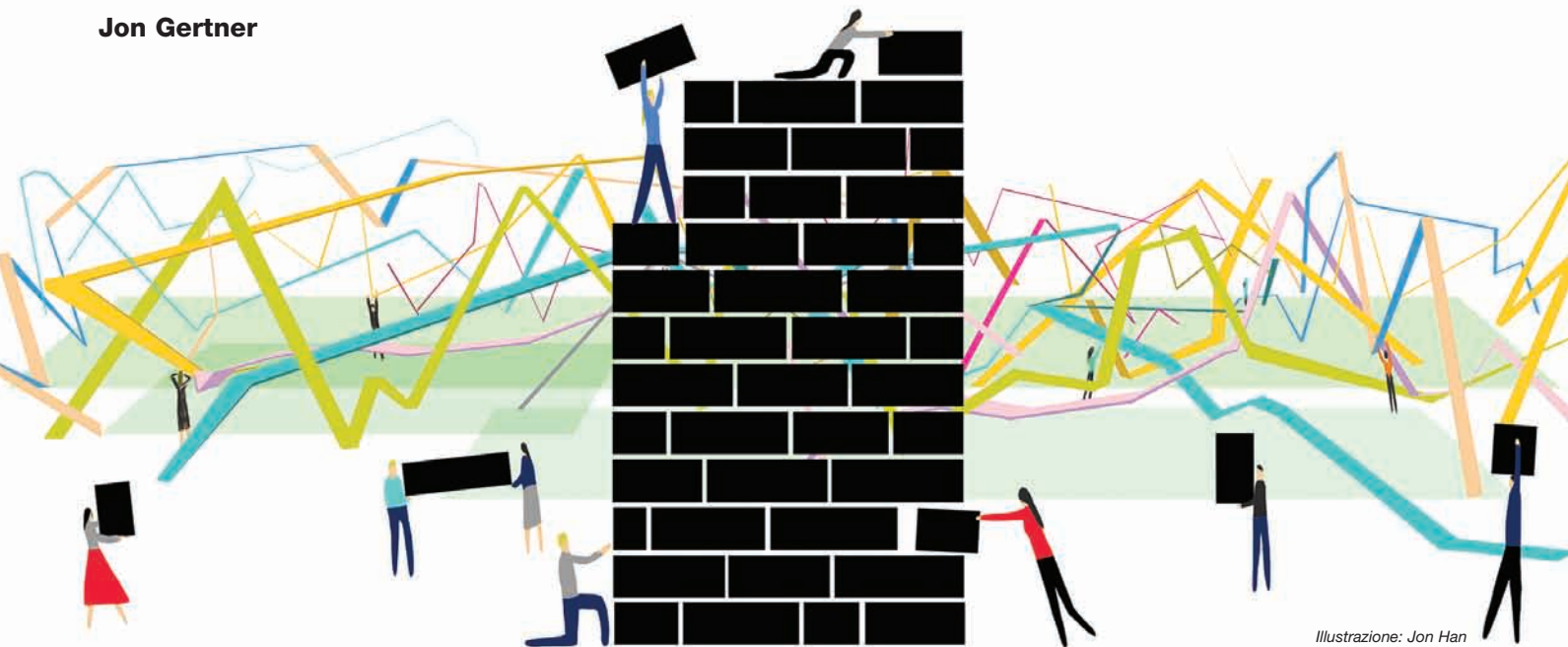


Illustrazione: Jon Han

**P**eter Thiel, profondo conoscitore del mondo delle tecnologie, è un nuovo guru o solo un “bastiancontrario”? Sicuramente è una persona sempre attiva. Da quando, nel 1998, ha co-fondato PayPal, Thiel ha contribuito allo sviluppo, in molti casi inatteso, di alcune delle più importanti aziende del settore tecnologico. Il suo successo gli ha conferito un carisma oracolare nell’area di Silicon Valley.

Thiel è sempre andato controcorrente, prendendo posizioni “spiazzanti”, senza preoccuparsi di arrivare a volte al limite del ridicolo. Ogni anno la sua Fondazione offre una borsa di studio fino a 100mila dollari a ragazzi sotto i venti anni che vogliono abbandonare la scuola e avviare una start-up. Thiel ha dichiarato di essere personalmente contrario alle tasse, ma anche «all’idea che la morte sia inevitabile». E quando il Seasteading Institute – un gruppo che ipotizza la creazione di comunità autonome su isole artificiali senza legge in acque internazionali – ha cercato dei finanziatori, Thiel ha versato 500mila dollari.

Ma basta andare controcorrente per diventare un nuovo Peter Thiel? Il suo nuovo libro – una versione aggiornata di alcune conferenze per aspiranti imprenditori tenute a Stanford nel 2012 – lascia pensare a un nuovo credo, il Thielismo.

Le sue teorie su cosa renda vincente un’azienda tecnologica e le permetta di contribuire allo sviluppo della società sono ardite, profonde e puntuali. Il problema è riuscire a separare la verità dalle affermazioni verosimili. Thiel analizza accurata-

mente i fallimenti delle tecnologie attuali, ma i rimedi che propone appaiono discutibili. A suo parere, buona parte delle start-up finanziate dai suoi colleghi di Silicon Valley non hanno ragione di esistere. Tutti gli aspiranti imprenditori, suggerisce Thiel, dovrebbero porsi una domanda semplice ed essenziale: «Quale azienda di valore non è stata ancora pensata?». Se non hanno una risposta pronta, sarebbe meglio si dedicassero ad altro.

Balza immediatamente agli occhi che Thiel non è alla ricerca di imprenditori preoccupati di battere la concorrenza. Anzi, a suo parere, è esattamente la competizione che le aziende dovrebbero evitare. Il vero obiettivo di ogni start-up è di diventare un monopolio, un’azienda talmente dominante nella sua arena tecnologica da garantire agli investitori un soddisfacente ritorno finanziario, facendo uso della disponibilità di denaro contante da investire in R&S, per assicurarsi quote di mercato nel lungo periodo. Google, evidenzia Thiel, rappresenta un esempio perfetto di questa filosofia.

I profitti legati alla posizione dominante nelle attività di ricerca su Internet a partire dai primi anni Duemila hanno permesso all’azienda di diversificarsi nel cloud computing, nei terminali mobili e nella robotica. Secondo Thiel, questo tipo di supremazia di mercato offre vantaggi non solo agli investitori. Le aziende che creano monopoli “di fatto” e reinvestono i profitti nell’innovazione, come sta facendo Google, contribuiscono in modo determinante allo sviluppo della società. «Il monopolio



guida il progresso», egli scrive, nel suo stile assertorio. «La prospettiva di anni o persino decenni di profitti da monopolio rappresenta un potente incentivo all'innovazione».

La sua riflessione è un ottimo punto di partenza per un serio dibattito sulle tecnologie. Si pensi che le infrastrutture comunicative si sono in gran parte sviluppate a partire dalle innovazioni – il transistor, UNIX, la trasmissione digitale – portate avanti da AT&T, il monopolista della telefonia statunitense per quasi tutto il XX secolo. All'estremità opposta si trova Microsoft, che si è imposta come grande azienda con una politica aggressiva sul mercato, limitando le scelte del consumatore e senza creare innovazioni altrettanto significative. Il bersaglio di Thiel sembrano i molti economisti che evidenziano i pericoli del monopolio senza evidenziarne i benefici potenziali. Nella sua ricostruzione ideale, essi sbagliano senza appello. La sua fede nelle sorti magnifiche e progressive del mercato gli fa sostenere con sicurezza che anche un'azienda dominante (come Microsoft) sarà alla fine eclissata da un'azienda emergente e più creativa (come Google). Il capitalismo, ci assicura Thiel, ha la capacità di correggere prontamente quello che non va nello sviluppo tecnologico.

La sua visione dei monopoli è una chiara dimostrazione di come Thiel riprenda i discorsi a lungo circolati in Silicon Valley – crea una tecnologia dieci volte più buona di quella esistente o vai alla ricerca degli “effetti di rete” che facciano schizzare il valore del tuo prodotto – e li faccia sembrare nuovi di zecca. Qualche volta colpisce nel segno, opponendosi alle convinzioni diffuse. Thiel consiglia, per esempio, agli imprenditori di non cercare il “vantaggio della prima mossa” come spesso consigliato dagli esperti di economia aziendale, ma dice loro che «è molto meglio fare l'ultima mossa. Se si interviene alla fine con un'innovazione importante in un particolare settore, si godrà per anni o forse decenni dei profitti legati a una condizione di monopolio».

Qualsiasi aspirante imprenditore di Silicon Valley dovrebbe tenere in considerazione il consiglio di Thiel, che conosce il mondo delle start-up come nessun altro e ha tutte le carte in regola per essere credibile. Non bisogna dimenticare, infatti, che ha guadagnato più di un miliardo di dollari in questo “gioco”.

Non è però chiaro cosa le sue idee possano offrire a tutti gli altri. Thiel si pone una domanda che è diventata un mantra negli ultimi anni: Come evitare un futuro fosco di scarsità delle risorse, degrado ambientale, disoccupazione di massa e stagnazione tecnologica? Thiel ritiene che la risposta sia una nuova ondata di start-up che ripercorrono la strada di Microsoft, Google e Amazon, facendosi però carico di problemi vitali, come le terapie contro il cancro o l'energia pulita a basso costo. A suo parere, non facciamo progressi in questi campi perché la società si pone degli obiettivi troppo poco ambiziosi.

Ma in realtà la civiltà va avanti. La politica dei piccoli passi è osteggiata da chi gestisce il capitale finanziario che mira a massimizzare i profitti. Ma è stata esattamente questa forma di gradualismo che ci ha permesso di arrivare a produrre energia solare a basso costo e molte altre tecnologie che giustamente Thiel giudica essenziali per il nostro futuro. Una serie di progressi in campo agricolo hanno aumentato vertiginosamente la produttività dei raccolti in tutto il mondo; terapie contro il cancro sempre più mirate sono ormai all'orizzonte; le ricerche sul microbioma offrono una nuova frontiera per la medicina personalizzata; le

neuroscienze aprono prospettive promettenti per la produzione del software e dei chip per computer. Possiamo avere qualche rammarico per le mancate missioni su Marte, ma sappiamo che Elon Musk, amico di Thiel, ci sta lavorando.

Questa visione è dichiaratamente ottimistica e forse, quando riflettiamo su cosa non va – se una persona amata si ammala e non ci sono speranze; se pensiamo allo scioglimento della calotta polare artica o al nostro futuro (Thiel ha 47 anni); se ci chiediamo perché tutti a Silicon Valley vogliono creare una nuova Uber quando Uber c'è già – dovremmo fare tanto di cappello a Thiel per le sue esortazioni a fare di più, rivolte a chi si occupa di tecnologia. Se il suo messaggio passasse, si vedrebbero legioni di imprenditori impegnati sul fronte delle biotecnologie e delle tecnologie pulite.

Ma Thiel non è convincente quando cerca di spiegare come potrebbe avvenire questo cambiamento di fondo. Di fatto, sembra non avere nulla da dire sullo sviluppo e sul finanziamento delle scienze e delle tecnologie di base, anche se queste sono gli assi portanti di tutte le aziende tecnologiche della Valley, e dell'ingente patrimonio di Thiel. Un altro aspetto lascia perplessi. Investire nelle tecnologie, anche se all'interno di una visione filosoficamente più articolata, è diverso dal pianificare il futuro della società. Si tratta di dare consigli a giovani a caccia di risorse, a volte di talento, a volte immaturi. Sono scommesse calcolate in vista di un congruo ritorno di profitti.

Thiel non lo dice, ma gli investimenti sono la materia prima con cui alcune delle più grandi aziende – per non menzionare le università e gli enti governativi come la NASA o il DARPA – vengono a capo di problemi complessi. Il nostro ecosistema per l'innovazione è senza dubbio imperfetto, ma ha una logica fondata e di provato successo. Qualche volta una buona idea viene sovvenzionata con i soldi governativi: nel 1994, una borsa di studio della National Science Foundation ha permesso a due studenti di Stanford, Sergey Brin e Larry Page di fondare Google. In altri casi, le idee di una start-up possono diventare realtà solo dopo l'assorbimento in un'azienda più grande. Le aziende biotech acquistate da colossi farmaceutici come Pfizer e Novartis rappresentano dei buoni esempi. Le start-up che saggiamente non si fanno inghiottire, come Facebook o Google, in genere non riescono a incidere oltre una certa soglia fino a che non raggiungono le giuste dimensioni (come Thiel spiega quando parla dei monopoli). Tesla – che nella sua prima fase di sviluppo ha ricevuto un prestito governativo di 465 milioni di dollari – produce 35mila automobili elettriche l'anno. Se riuscisse a produrne 100mila, come Tesla spera di fare nel 2016, diventerebbe un'azienda di peso e modificherebbe il panorama del settore in cui opera.

Anche se Thiel evita di parlarne, si può affermare che aziende grandi, lente a cambiare e con problemi di ordine burocratico come IBM, GE, Intel, Boeing e Toyota hanno cambiato il mondo più dei monopoli di cui Thiel parla in termini così entusiastici. A essere giusti con Thiel, dobbiamo comunque riconoscere che queste aziende mature sono state a loro volta delle start-up. Ma anche se difficile da credere, la storia ci dice che il futuro spesso si trova assai lontano dagli affollati garage di Silicon Valley. ■

*Jon Gertner è collaboratore di “Fast Company” e autore di The Idea Factory: Bell Labs and the Great Age of American Innovation (Penguin, 2012).*

## Tecnologia a doppio senso

Secondo Peter Thiel, i cambiamenti introdotti dall'informatica non hanno migliorato la qualità della vita in modo significativo, mentre si dovrebbe operare in maniera più innovativa soprattutto nei settori sanitario ed energetico.

Tom Simonite

**P**eter Thiel è sempre stato una figura preminente nel settore tecnologico. Ha contribuito alla fondazione di PayPal e ha investito fin dall'inizio in aziende come Facebook e LinkedIn. Tuttavia, egli è convinto che il progresso tecnologico sia stagnante da decenni. Nel suo ultimo libro, *Zero to One*, invita gli imprenditori a mettere da parte la politica predominante in campo commerciale, che limita gli investimenti nell'energia e nella sanità e in altre aree in cui a suo parere, invece, la tecnologia potrebbe favorire l'avvento di un mondo migliore.

### **Cosa significa che non ci sono stati significativi progressi in campo tecnologico a partire dagli anni Settanta? E la rivoluzione informatica?**

I progressi nei computer e in Internet aiutano nelle comunicazioni e migliorano i livelli di efficienza della società. Dall'altro lato, però, molti altri settori tecnologici hanno ottenuto prestazioni deludenti a partire dagli anni Settanta: l'ingegneria nucleare, l'ingegneria spaziale e astronautica, l'ingegneria chimica, meccanica ed elettrotecnica. Viviamo in un mondo materiale e si tratta di carenze serie. Non credo che ci troviamo dentro un'era di sconvolgenti cambiamenti tecnologici.

### **Lo slogan di Founders Fund lancia una frecciata polemica a Twitter:**



Fotografia: Andreas Laszlo Konrath

### **«Volevamo le macchine volanti; abbiamo invece i 140 caratteri». Tecnologie come l'iPhone e le reti sociali on-line non hanno migliorato la nostra qualità della vita?**

In parte, ma non quanto servirebbe. Questo slogan non vuole essere una critica a Twitter come operazione commerciale. Sono sicuro che l'azienda farà grandi profitti e i 2.000 dipendenti continueranno a lavorare con piena soddisfazione per i decenni a venire. Ma questo successo è sintomatico di un fallimento più generale. Anche se da una parte ci permette di vivere meglio, dall'altra non è sufficiente a determinare un salto di qualità del nostro modello di civiltà.

### **Quali tecnologie permetterebbero questo balzo in avanti?**

Tutte quelle aree in cui c'è spazio per l'innovazione. Si potrebbero scoprire terapie per il cancro o l'Alzheimer. Vorrei fare qualcosa di più per aiutare le persone a vivere di più e meglio. Una parte della tecnologia dell'informazione si preoccupa di migliorare la nostra alimentazione e fornisce feedback immediati con le apparecchiature mobili. Ma credo che non sia abbastanza e che si possano produrre nuovi tipi di farmaci o favorire la ricerca su farmaci o procedimenti in grado di rivitalizzare parti del nostro organismo. Ritengo anche che sia possibile intervenire radicalmente nel settore dell'energia nucleare. Esi-

stono tecnologie di miniaturizzazione per produrre strutture più piccole per il contenimento e tecnologie per smaltire e rigenerare il combustibile ancora inesplorate.

### **Cosa state facendo per favorire l'avvento di questo tipo di tecnologie?**

Nel 2008, abbiamo investito in Space X (l'azienda privata di veicoli spaziali a cui sono stati affidati alcuni lanci dalla NASA) dopo che i primi razzi erano esplosi. Il lancio successivo ebbe successo. La nostra scelta è caduta anche su qualche azienda di biotecnologie e di apparecchiature medicali. Questi settori, che richiedono un impegno costante negli anni, sono del tutto privi di appeal per gli investitori. Allo stesso tempo, ritengo che nei prossimi anni l'innovazione procederà a passo spedito nella tecnologia dell'informazione. Circa due terzi delle nostre iniziative sono concentrate in questo campo.

### **Quali aziende sono impegnate a risolvere i problemi di fondo della nostra società?**

Tesla è un buon esempio della direzione giusta. Molte delle componenti della vettura elettrica non rappresentano un passaggio epocale, ma la strategia vincente è consistita nel metterle insieme. Credo che uno dei nostri limiti sia limitarci al singolo passo in avanti, perdendo di vista l'importanza di affrontare complessi problemi operativi come nel caso dei veicoli elettrici.

L'esempio paradigmatico è rappresentato da Google. In queste grandi aziende, ci si scontra spesso con la burocrazia interna e la necessità di quadrare i conti trimestrali. Google si è lasciata intrappolare in questa logica molto meno di altre importanti aziende. Non a caso, stanno facendo grandi progressi con le macchine che si guidano da sole, che hanno il potenziale per modificare alla radice il panorama preesistente.

### **Invece di perseguire i grandi cambiamenti, Silicon Valley è dominata dalla filosofia della "produzione snella" (lean start-up) secondo cui le aziende devono essere piccole, ridurre il ciclo di produzione e puntare sul contenimento dei costi.**

Le grandi aziende hanno una visione a lungo

termine dei problemi. Esattamente l'opposto della grande parte delle start-up di Silicon Valley, ma in realtà l'unico modo per creare vero valore. Apple non era esattamente una *lean start-up* quando ha lanciato la versione originale del suo computer. Se non si ha coraggio, si faranno solo piccoli passi avanti. Per questa ragione Elon (Musk, fondatore e CEO di Tesla e Space X) rappresenta una figura di riferimento. Tesla e Space X sono le punte di diamante tra le aziende.

### **Se le aziende che si occupano di tecnologia si affermano sul mercato, possono abbandonare questa politica dei piccoli passi? Molte importanti aziende di computer sembrano decisamente prudenti.**

Il problema è che aziende come Microsoft o Oracle o Hewlett-Packard di fatto scommettono contro la tecnologia. I loro profitti si mantengono alti se nulla cambia. Microsoft era un'azienda innovativa negli anni Ottanta e Novanta; in questi anni invece si investe sperando che tutto rimanga stabile. Le aziende farmaceutiche scommettono contro l'innovazione perché sono impegnate a estendere il più possibile la durata dei loro brevetti e a bloccare l'emergere delle piccole aziende. Tutte le aziende che nascono tecnologiche, tendono strutturalmente nella fase di maturità a ostacolare lo sviluppo delle nuove tecnologie. La possibilità di cambiamento varierà da azienda a azienda, ma quando si ritiene che queste aziende "conservatrici" per natura rappresentino un ottimo investimento, è segnale negativo per la società nel suo insieme.

### **Quando ha appoggiato il programma Apollo, il sistema autostradale e il Manhattan Project, li ha considerati esempi del grande balzo tecnologico. Ma si trattava in tutti in casi di progetti governativi. Il governo statunitense dovrebbe tornare a finanziare queste opere?**

È diffusa l'idea che i finanziamenti statali dovrebbero intervenire in una fase iniziale, là dove non ci sono grandi possibilità di fare profitti. Tutto ciò in nome dell'interesse pubblico. Ma il fatto che il governo americano sia oggi dominato da legislatori più che da scienziati e ingegneri, ci fa capire come sia poco

adatto a stabilire il valore di questo tipo di progetti. Per esempio, l'industria nucleare negli Stati Uniti non si rimetterà in moto senza un intervento governativo. Considerando, però, che il nostro governo non vuole impegnarsi nelle grandi opere, probabilmente non se ne farà nulla.

### **Le nuove potenze economiche, come la Cina, potrebbero farsi portavoce di una politica volta al conseguimento di obiettivi ambiziosi?**

Ritengo che il futuro a medio termine della Cina si limiterà alla imitazione dei prodotti che hanno successo nel mondo sviluppato. Una scelta razionale che io chiamo globalizzazione. È il nostro modello di sviluppo. Quello che non ci domandiamo a sufficienza è: come fare a garantire lo sviluppo del mondo sviluppato? La risposta dovrebbe essere: attraverso la molla tecnologica.

### **L'economista Robert Gordon afferma che la crescita economica e il progresso tecnologico sono in fase di stallo perché la nuova tecnologia non garantisce profitti come è stato durante la rivoluzione industriale. Condivide questa visione?**

Concordo in parte sia con Robert Gordon, sia con Ray Kurzweil (il "futurologo" messo a capo della divisione Engineering di Google). Non condivido, però, né la visione pessimistica di Gordon, perché vedo un progresso costante nel settore della tecnologia dell'informazione, né l'ottimismo di Kurzweil. Il suo libro *The Singularity Is Near* sembra trattare la tecnologia alla stregua di una forza della natura inarrestabile, mentre credo che sia fondamentale la mediazione culturale per sviluppare le tecnologie.

Chi guarda al bicchiere mezzo vuoto sostiene che sono stati raccolti tutti i frutti a portata di mano. Potrei obiettare che non esistevano frutti raggiungibili così facilmente, ma si trovavano un po' più in alto ed era decisiva la volontà di raggiungerli o meno. Sono preoccupato per la lentezza dei progressi della tecnologia, ma nel mio animo ho la certezza che si potrebbe fare molto di più. ■

*Tom Simonite è redattore capo di MIT Technology Review USA.*

## IL GIOCO DEL CIBO

Una cucina innovativa e ludica, basata su metodi tradizionali e strani ingredienti, soppianderà le tecniche di stampo industriale che hanno dominato la cucina modernista.

**Corby Kummer**

**D**al momento in cui i cuochi hanno cominciato a “smantare” con le attrezzature tipiche dell’industria alimentare, ogni chef che si rispetti si è sentito in dovere di schierarsi. Da una parte, quelli convinti che nessuna cucina possa dirsi tale senza una centrifuga, un forno combinato a vapore e convezione termica, una pompa aspiratrice con circolatore a immersione da 5 mila euro, indispensabile per cuocere un uovo sottovuoto per 22 ore. Per gli aderenti al partito avverso è invece una questione d’onore vietare l’accesso nelle proprie cucine a tutti questi gadget e a ingredienti come i bagni di idrocolloidi e calcio, semplicemente perché gadget e polverine industriali non hanno nulla a che vedere con la gastronomia. Dopo almeno dieci anni di idee e tecniche della cucina modernista, una nuova generazione di chef rifiuta di giurare fedeltà a entrambe le filosofie. Per quanto mi riguarda, i cuochi più interessanti del momento sono quelli che non salgono sulla barricata, ma si mettono alla ricerca di nuovi sapori servendosi di metodi a bassa tecnologia come la fermentazione e soprattutto cuocendo i cibi sul fornello.

I cuochi davvero ambiziosi – quelli che aspirano a conquistarsi un posto sul mappamondo dell’arte culinaria – realizzano questi nuovi sapori in laboratorio, nei cosiddetti food lab. Finora i due nomi più frequentemente associati all’idea del laboratorio alimentare sono affiliati al partito della cucina modernista. I nomi in questione sono quelli di Heston Blumenthal, del ristorante Fat Duck di Berkshire (Inghilterra) e Ferran Adrià, che è stato chef del ristorante modernista più celebre in assoluto, il catalano El Bulli, e che ha presieduto la commissione consultiva del Centro Culinario Basco. Entrambi i laboratori sono stati qualcosa di più di una cucina sperimentale: erano luoghi in cui venivano inventate nuove tecniche di preparazione. I risultati ottenuti hanno raggiunto ristoranti, libri di ricette, centri di studio e (almeno nel caso del centro basco) sono stati condivisi con i soci industriali che finanziavano le iniziative.

Negli Stati Uniti, la figura più prossima a questi due creatori è quella di David Chang, eroe dei cuochi americani più giovani. La sua catena di ristoranti, Momofuku Group, sussidia un



Coscia di cervo “mummificata”, ricoperta di cera d’api.

Fotografia: per gentile concessione di Chris Tonnensen

“laboratorio culinario” affidato a un apposito staff, il cui obiettivo è la scoperta di nuovi ingredienti. Chang e i suoi cuochi collaborano con i microbiologi e gli ingegneri di università come il MIT, Harvard e Yale; la collaborazione, secondo Ryan Miller, responsabile dello sviluppo prodotti del laboratorio, ha lo scopo di colmare il divario tra «le modalità di apprendimento, visuali e tattili, del cuoco» e una «comprensione concettuale» dei processi enzimatico-microbici alla base di preparazioni come la salsa di soia o il miso.

### La cucina fuori dal Noma

Poi c’è il Nordic Food Lab, ospitato a bordo di una casa galleggiante lungo un canale di Copenhagen, raggiungibile percorrendo un tratto di acciottolato a breve distanza da un ristorante chiamato Noma. Il laboratorio è la creatura di Rene Redzepi, le cui ricerche condotte al Noma sull’estrazione di nuovi gusti da piante, funghi, licheni o sottoprodotti animali hanno scatenato a livello globale una vera e propria ossessione per la caccia a ingredienti nuovi, ma di discutibile edibilità. È facile parodiare i risultati. Ma guardando più da vicino, le ariose, magnifiche cucine poste al piano superiore del ristorante, la pazienza, l’attenzione, la cura meticolosa con cui vengono trattati ortaggi rinsecchiti ed erbe mezze marce impressionano non poco, così come la dedizione della brigata internazionale di apprendisti che si con-



Dall'alto:  
aringhe preparate  
come fossero acciughe;  
la raccolta di una giornata  
di sperimentazioni;  
pancake di grano saraceno  
con locusta del deserto,  
barbabietola in salamoia  
e formaggio fresco;  
una radice di liquirizia  
coperta con miele al legno  
di ginepro, e decorata  
con erbe, semi, noci, frutta  
e due tipi di formiche.

Fotografie,  
in senso orario dall'alto:  
per gentile concessione  
di Claes Bech-Poulsen;  
per gentile concessione  
di Norwegian Air;  
per gentile concessione  
di Chris Tonnensen.



tendono il posto in uno stage. Il tipico tardo pomeriggio della cucina può aprirsi su un gruppo di questi *stagiaires* impegnati a rimuovere delicatamente la superficie solida da un fondo bruno d'anatra – normalmente una schiuma grigiasta e costellata di bolle, che qui però diventa una pellicola dorata e tremula, lucente come una scaglia di mica – per poi cospargerla di foglie di faggio in salamoia, da insaporire con prugne lasciate fermentare con lactobacilli.

Nel laboratorio si lavora più rumorosamente e a ruota libera. Anche questo luogo attira una quantità di giovanissimi da tutto il mondo. Ma gli altoparlanti diffondono musica a tutto volume intorno ai cuochi impegnati davanti ai computer sistemati su uno dei due tavoli da ufficio, o davanti ai banconi e al fornello (a differenza di altri laboratori culinari, spesso dotati esclusivamente di bruciatori a induzione, qui sono accesi dei veri e propri fuochi). Molti di questi giovani, oltre al diploma di cuoco hanno in tasca lauree in scienze biomediche, chimica dei sapori, geografia. Il loro obiettivo è fabbricare e polverizzare il koji, la base di riso fermentato del sake, per usarlo come surrogato del cacao nella preparazione di una torta; o provocare la fermentazione anaerobica di prugne individualmente racchiuse in un lucido, spesso guscio di cera d'api; o ancora mummificare un cosciotto di cervo per verificare se il sapore possa somigliare al prosciutto di Parma; o mettere a macerare una cavalletta in una variante del garum, maleodorante salsa di pesce degli antichi romani; o “montare” il sangue di porco fino a ricreare la spumosità dell'albume sbattuto per produrre un gelato che sappia di cioccolato (cuocendo, il sangue assume lo stesso tonalità di marrone). Il costante beccheggio della casa galleggiante mette a repentaglio le meticolose misurazioni e le delicate manovre necessarie per rimuovere la tenue pellicola di un fondo. Ma è qui dove i ragazzi più *cool* vengono a ballare prima di saltare a bordo del prossimo jet per il Rio delle Amazzoni o le pianure dell'Uganda, dove raccogliere larve di api o grilli grossi come salamandre.

Sarebbe facile desumere che il laboratorio funga da cucina sperimentale per il Noma. Dopotutto è stato fondato da Redzepi (insieme a Claus Meyer, imprenditore del food di altissimo profilo in Danimarca), che era stato anche partner del ristorante. La distanza tra il barcone che lo ospita e la scala posteriore che conduce alle cucine del Noma è brevissima e il flusso di ricette che quotidianamente girano tra uffici, cucine del ristorante e laboratorio, è costante.

Si tratta tuttavia di due iniziative del tutto separate. Il laboratorio è una struttura no profit e non percepisce sostegni finanziari dal Noma. Il capitale di avviamento è stato assicurato dal governo danese e dal fondo innovativo del gruppo Nordea, una società finanziaria svedese. Oggi il direttore Michael Bom Frøst, docente di scienze sensoriali presso l'Università di Copenhagen, per quadrare i conti si rivolge regolarmente a fondazioni, atenei, grandi aziende, enti pubblici e all'Unione Europea.

Questo meccanismo di finanziamento è uno dei motivi che recentemente hanno indotto il Nordic Food Lab a focalizzarsi sugli insetti, argomento che ricorre in quasi tutta la copertura mediatica del laboratorio. L'interesse nei confronti degli insetti non ha niente a che fare con i principi fondanti dell'iniziativa: la *mission* originariamente definita da Redzepi consisteva sempli-

cemente nell'«identificare ed esplorare la scienza del gusto». Si tratta piuttosto di una conseguenza del finanziamento più cospicuo ricevuto finora dal laboratorio, i 655mila dollari investiti dalla fondazione elvetica Velux, che sostiene la ricerca scientifica applicata e di base per «esplorare il gusto come argomento a favore dell'entomofagia». Gli insetti, beninteso, sono la miracolosa proteina del nostro futuro: chiunque si chieda come riusciremo a nutrire il pianeta, non può fare a meno di citarli. E chi frequenta i ristoranti alla moda, non può sfuggire a una portata a base di taco di cavalletta, o a una bavarese di finferli cosparsa di grilli. Tra autunno del 2013 e autunno del 2014, i capitali della Velux hanno foraggiato Ben Reade, ex internista promosso a responsabile dell'R&D gastronomico, e Josh Evans, laureato a Yale e uno dei tre dipendenti full time del laboratorio, nel loro itinerario attraverso Uganda, deserto australiano, Messico, Perù e Sardegna, nonché Olanda e Danimarca, per individuare e filmare cavallette, coleotteri, api, grilli e altri insetti da servire come pietanza.

Reade e Evans sono diventati bravissimi nel tracciare impressioni di viaggio del tipo: «le larve di ape sono il caviale degli insetti» o «l'esoscheletro può conferire croccantezza, per esempio in una cavalletta arrostita». L'équipe del laboratorio trascorre lietamente intere giornate nell'escogitare graniglie con larve di ape, semi di avena e altre piante rivestite di miele. Le larve di ape, osserva Evans con entusiasmo, sono costituite per metà da proteine e da un 20 per cento di grassi mono e poli-insaturi (quelli buoni, insomma), con «un bel po' di vitamine e minerali». Inoltre, gli insetti possono venire modificati geneticamente per ottenere livelli ancora più elevati di proteine e lipidi ritenuti salutari.

Al laboratorio certe idee non vengono sponsorizzate in modo acritico. Reade diffida di chi considera gli insetti «la prossima macchina mangiasoldi» nel settore degli alimenti proteici, sostenendo che mentalità di questo tipo «non fanno mai bene alla biodiversità e alla sicurezza alimentare». Non ritiene che quanti finora non li hanno mai mangiati, finiranno per apprezzarli un giorno. Il futuro agroalimentare immediato degli insetti è nei mangimi animali: una dieta del genere è sicuramente più adatta ai polli, già abituati a becchettare insetti, rispetto alle farine di pesce che gli vengono somministrate attualmente. Il laboratorio, conclude Reade, desidera solo esplorare e affinare nuovi percorsi alimentari, non stravolgere intere culture.

## Vantaggi nebulizzati

Quotidianamente, il personale e il piccolo gruppo di quadri interni lavorano anche ad altri progetti, finanziati o meno. Gli attrezzi principali nel laboratorio non sono il rifrattometro, il termometro o le bilance digitali e gli altri strumenti di misura. Ormai persino la centrifuga, simbolo di ogni cucina ben attrezzata, è stata accantonata. Al posto di tutto ciò il gruppo brandisce «una rastrelliera per le spezie popolata di microbi» utilizzati per fermentare ogni genere di granaglia o frutto. Nel laboratorio, i risultati di queste operazioni diventano *garum* di cavalletta, strani surrogati del cioccolato, ma soprattutto birre che bene si sposano alle pietanze e che sono, insieme agli insetti, il principale obiettivo delle ricerche sponsorizzate.



Dall'alto in basso:  
gelato di cera d'api,  
croccante al miele essiccato  
in ghiaccio, salsa kombucha  
al miele e polline fermentato;  
salse unami in fermentazione  
in scatola termica;  
lombata di cacciagione  
in alghe e licheni.

Fotografie, dall'alto in basso:  
per gentile concessione di Tonnensen;  
per gentile concessione  
di Claes Bech-Poulsen;  
per gentile concessione  
di Chris Tonnensen.

Nella pagina accanto,  
Josh Evans.

Fotografia: per gentile concessione  
di Line Klein.





Su incarico di Jacobsen, uno marchi di prestigio del grande birrifico danese Carlsberg, il laboratorio sta sperimentando diverse versioni di *kombucha* (tè nero fermentato con batteri e lieviti) oltre a una delle sue ossessioni, il *koji*, riso fermentato con il contributo dell'*Aspergillus oryzae*, fungo nazionale del Giappone. Grazie al *koji*, il laboratorio è riuscito a creare un vasto campionario di sapori; in un refrigeratore al piano sottostante sono custodite decine di campioni in fermentazione, con basi come grano, orzo e alcuni rari cereali coltivati nei climi nordici. In precedenza, un piccolo sgabuzzino vicino alle toilettes fungeva da “stanza delle muffe” fino a che le muffe non decisero di proliferare e il padrone di casa condannò a morte mesi di lavoro e sostituì i rivestimenti alle pareti. La Carlsberg intende sviluppare una famiglia di birre degne di meritarsi il rispetto dei sommeliers che devono proporre gli abbinamenti con le diverse portate; nel laboratorio i vari ceppi di *Aspergillus* vengono utilizzati per attivare la fermentazione di diverse materie prime, mentre il *koji* viene tostato per aggiungere gusti maltati e cioccolatosi alle nuove birre artigianali.

I progetti forse più premianti sono quelli che non vengono direttamente finanziati, afferendo piuttosto alle passioni dei ricercatori, in linea con i principi dettati da Redzepi: scendere

sul terreno, devastare a calci un formicaio, intingere dei pezzetti di pane nell'acido formico secreto dalle formiche e utilizzarli per conferire a uno stufato una nota asprigna, sfruttando un trucco appreso da un vecchio erbivendolo. O passeggiare nei boschi muniti di alcool e boccette per confezionare tinture da combinare in seguito in pietanze dolciastre o saporite, basandosi sulle tecniche dei profumieri: un pallino di Reade, che un giorno lesse delle basi di muschio di quercia e pesca utilizzate in una delle più apprezzate fragranze del XX secolo, il profumo *Mitsuoko*, e decise di spruzzare della tintura di abete rosso nebulizzata su una granita di succo di pesca, con bucce di pesca cristallizzate e yogurt di pecora congelato, accompagnato da muschio di quercia croccante per dare vita, secondo la sua definizione, a un «magico, etereo dessert».

Molto di tutto ciò è un gioco che mescola scienza e tecniche culinarie con antropologia, sociologia e storia culturale: un tipo di sperimentazione che ha già avuto un duraturo impatto sulle nuove generazioni di chef e di cuochi come Sasu Laukkonen, finlandese che è stato uno tra le centinaia di partecipanti al MAD, l'annuale kermesse gastronomica che ogni agosto Noma organizza in un tendone allestito lungo un distante canale di Copenhagen. Laukkonen stava pranzando ad Amass, il nuovo, ampio ristorante aperto a Copenhagen da Matt Orlando, chef formatosi a San Diego, al quale era stata affidata la direzione delle cucine al Noma. «La cottura dentro ai sacchetti di plastica è finita», esclama Laukkonen, vedendo Orlando che gli viene incontro per salutarlo. «Se n'è andata come è venuta». Orlando annuisce e ribadisce che non solo Amass ha eliminato il *sous vide*, ma che «nelle mie cucine non troverai mai colla per carni». Quale che sia la moda del momento, uno chef sarà sempre alla ricerca di nuovi sapori basati sulla natura. Proprio per scoprire questi sapori è nato il Nordic Food Lab.

Prima dell'apertura del MAD, Reade aveva deciso di preparare l'*haggis* utilizzando un rumine di pecora grosso quanto un pallone da basket, che lo chef aveva portato con sé a Copenhagen dalla natia Scozia; il piatto avrebbe dovuto venire portato in tavola da un Reade in kilt, accompagnato dalla cornamusa di un amico, nel corso di una sobria cerimonia prevista alla conclusione della conferenza, dedicata appunto alle “interiora.” In seguito Reade ha fatto ritorno in Scozia, per dare vita alla sede locale di Slow Food. Lo posso vedere in un tardo pomeriggio, dopo una giornata trascorsa a controllare le muffe di *Aspergillus* e i cosciotti di cervo mummificati, mentre sta tritando, in punta di coltello, cuore, polmone, stomaco, fegato, rene, lingua e grasso di rognone di pecora, mescolando poi il risultato con avena, erbe di campo e una buona dose di whiskey e facendolo lo stomaco, così enorme da richiedere un sollevatore per venire messo in pentola.

Un procedimento interamente manuale che ha lasciato addosso a tutti un forte odore di frattaglie ovine. Il rimedio? Via i vestiti e un bel tuffo nel canale: una conclusione non inedita delle giornate di sperimentazione nella casa galleggiante di Copenhagen. ■

*Corby Kummer è redattore della rivista “Atlantic” e critico gastronomico della rivista “Boston”.*



## MIT Technology Review

GERMANIA

### Audi guida l'innovazione dalla fabbrica

Il *body shop* della Casa automobilistica illustra i passi in avanti della manifattura tedesca.

Russ Juskaian

**A**ll'inizio ero preoccupato all'idea di entrare nella sala dei laser. I suoi diodi da 13 kilowatt sparano raggi sufficientemente potenti da sciogliere il metallo. Quando sono entrato erano pronti a unire il tetto al telaio di un'Audi A3. L'ingegnere della fabbrica Audi di Ingolstadt, in Germania, continuava però a dirmi di osservare da vicino "l'invisibile saldatura" che era sul punto di essere ultimata con

una minuscola rientranza di appena 5 millimetri che serve a prevenire corrosioni. Il guscio della vettura è circondato da braccia robotiche e una sembra puntargli contro un saldatore. Come per la maggiore parte dei processi che avvengono all'interno della fabbrica, la saldatura laser è automatizzata ed eseguita dietro barriere o all'interno di camere chiuse.

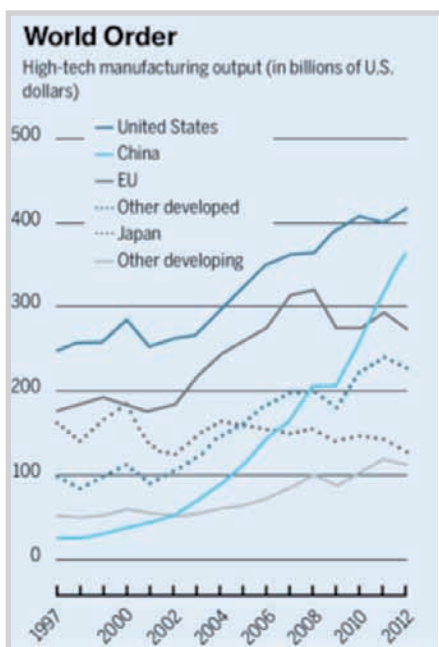
Hubert Hartmann, responsabile del *body shop* per i modelli A3 della fabbrica di Ingolstadt, lo descrive come il piano più moderno per una fabbrica del suo genere. «È come un orologio svizzero, con lo stesso livello di precisione», mi dice mentre un macchinario gli si muove accanto con una precisione preimpostata. La maggiore parte delle fabbriche di automobili utilizzano i robot per saldature e altri compiti pericolosi. Audi sposa un elevato livello di automazione con una moltitudine di altre avanzate tecnologie costruttive, fra cui i laser a bassa intensità guidati da sensori ottici, innovativi processi combinati di incollaggio e saldatura, che permettono di risparmiare in termini di tempo e di peso complessivo della vettura; frenata rigenerativa nei sistemi di sollevamento e trasporto per ridurre i consumi energetici. Nonostante gli stipendi relativamente alti, le lunghe vacanze, le leggi e le norme sul lavoro, la Germania continua a essere un leader mondiale in diversi settori manifatturieri. Lo scorso anno, le esportazioni industriali hanno registrato un

aumento record di 198,9 miliardi di euro. Uno dei motivi: l'automazione. Gli sforzi dell'industria automobilistica tedesca, infatti, hanno portato allo sviluppo di tecnologie costruttive avanzate per l'aumento della produttività e dei profitti. Di conseguenza, le assunzioni nella manifattura fra il 1970 ed il 2012 sono diminuite della metà (quasi il doppio rispetto agli Stati Uniti).

Presso il *body shop* delle Audi A3, i robot sono tanti quanti gli 800 dipendenti. Si occupano dei carichi pesanti, delle operazioni potenzialmente pericolose, dei test ripetitivi. Secondo Bernd-Mlekusch, responsabile dello sviluppo tecnologico, i benefici dell'automazione includerebbero una produttività maggiore e una minore necessità di operai formati. Allo stesso tempo, gli operai con una maggiore specializzazione sono sempre più richiesti. I macchinari INTA di Audi esemplificano questa transizione verso l'automazione. L'INTA, o *Ingolstadt automatisierter Anbau*, è un processo interamente automatizzato di assemblaggio dei pannelli, che utilizza una schiera di sensori, braccia robotiche ed elevatori. Mentre il telaio di una A3 viene calato, un sensore determina quale versione – a due o quattro porte – sta uscendo dalla linea. Un set di braccia robotiche fissa quindi le cerniere mentre un altro set solleva le portiere giuste e le prepara all'installazione.

Audi collabora con KUKA, una leader nel settore dei robot industriali, la cui sede si

Il telaio di una Audi A3 nella camera di brasatura laser della fabbrica Audi a Ingolstadt, dove i robot utilizzano un diodo laser da 13 kilowatt per creare saldature "invisibili".







trova a 84 chilometri di distanza, ad Augsburg, che a sua volta collabora con la Fraunhofer Society, un gruppo di oltre 60 istituti di ricerca applicata che viene finanziato da industria e governo, il cui traguardo consiste nel facilitare il genere di ricerca che una società di piccole-medie dimensioni potrebbe non essere in grado di condurre da sola. Le innovazioni che scaturiscono dai progetti Fraunhofer vengono filtrate dall'intera industria e gli esperti attribuiscono a questa rete di piccole e grandi imprese e ai gruppi di ricerca pubblici e privati il merito di avere aiutato la manifattura tedesca a emergere nella intensa competizione globale.

Un altro progetto a cui sta lavorando Bosch è un'iniziativa del governo tedesco per utilizzare sensori e software al fine di creare fabbriche persino più intelligenti. Come ci ha spiegato Müller, l'idea è di estendere a tutte le postazioni l'automazione dei singoli processi che avvengono all'interno di fabbriche come quella Audi. Le odierne fabbriche automatizzate condividono dati principalmente all'interno di un singolo processo o di un singolo piano della fabbrica, come fra un macchinario che scansiona una vettura per determinarne il modello e un altro macchinario che seleziona l'utensile delle dimensioni giuste. L'iniziativa del governo mira a spingersi oltre.

La scopo di questa iniziativa è che i dati trasmessi da ogni postazione della catena di produzione non circolino semplicemente all'interno della fabbrica – come, per esempio, dal *body shop* Audi al reparto verniciatura – ma anche fra le diverse società partner, così da ottimizzare il processo di produzione intervenendo sulla velocità e sull'ordine dei processi.

Ovviamente, le vetture Audi non vengono costruite interamente da computer e robot. Passando attraverso un'area in cui operai umani montano parafranghi, paraurti e altre componenti, uno degli ingegneri che mi accompagnava nella visita, mi ha spiegato che alcuni stadi della produzione richiedono ancora una intensa attività umana, per via delle dimensioni o della posizione di alcune parti o della necessità di compiere alcuni compiti con una precisione che di cui i robot sono attualmente privi.

Per il momento, questi robot non possono eseguire questi lavori specializzati, mi ha spiegato l'ingegnere, ma, ha aggiunto: «Ci stiamo lavorando». ■



## MIT Technology Review

INDIA

### Strategie di difesa dalle inondazioni

Il delta del fiume Gange, in Bangladesh e in India, il più grande del mondo, abitato da quasi mezzo miliardo di persone, è minacciato dal rapido affondamento delle terre a dall'innalzamento del livello del mare. Sofisticati modelli di previsione delle precipitazioni e delle dinamiche idrogeologiche possono aiutare a capire il modo migliore per difendersi.

David Talbot

**D**opo che nel 1953 una tempesta nel Mare del Nord ha ucciso quasi 2mila persone nei Paesi Bassi, il governo olandese ha costruito nuove enormi dighe di protezione lungo la costa. Oggi, di fronte all'affondare del terreno, all'innalzamento del livello del mare e alla prospettiva di anche peggiori inondazioni, il paese sta sviluppando sofisticati modelli previsionali per progettare le difese future.

Un'iniziativa soprannominata "Delta Sostenibile 2015" è stata lanciata negli ultimi mesi in una conferenza a Rotterdam, la città portuale olandese, che comprende quartieri 20 metri sotto il livello del mare. Il suo scopo è quello di condividere le soluzioni sviluppate nei Paesi Bassi e altrove, con il resto del mondo. Inizialmente offrirà tecnologie per la valutazione della vulnerabilità di un territorio nel corso del tempo.

La superficie dei Paesi Bassi comprende un vasto delta formato dal fiume Reno e da altri due fiumi. Le sue strategie, guidate da sofisticati modelli computerizzati, comprendono: la costruzione di alcune barriere

interne, come seconda linea di difesa; la definizione di progetti per consentire che alcune aree basse vengano inondate in caso di emergenza; la realizzazione di edifici che possano resistere all'inondazione; la pianificazione di nuove vie di fuga nel caso in cui succeda il peggio.

I ricercatori olandesi non sono gli unici che lavorano per condividere la conoscenza che hanno accumulato nel controllo delle inondazioni. Per esempio, altri ricercatori dell'Università del Colorado, a Boulder, stanno usando dati satellitari e misurazioni locali per mettere a punto uno strumento da presentare ai governi sui modelli di subsidenza dei terreni nelle aree dei delta.

Il progetto DELTA mira inizialmente a fornire strumenti per la valutazione della vulnerabilità di chi vive nel delta del Gange-Brahmaputra-Meghna (in cui confluiscono i fiumi che scorrono attraverso Cina, India, Bangladesh, Bhutan, Nepal), nel delta del fiume Mekong in Vietnam, nel delta del Rio delle Amazzoni.

«È ora che utilizziamo un approccio più globale alla sostenibilità dei delta e ciò richiede un'azione specifica», ha dichiarato Efi Foufoula-Georgiou, professore presso il Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università del Minnesota, in un'intervista dopo la conferenza.

I delta coprono solo l'1 per cento della superficie terrestre, ma includono città molto importanti, porti, grandi terreni agricoli e foreste. Irina Overeem, ricercatore nel campo della modellazione delle superfici terrestri presso l'Università del Colorado, sostiene che il numero dei delta vulnerabili alle inondazioni aumenterà del 50 per cento in questo secolo. ■





## MIT Technology Review

CINA

### Lasciate scorrere l'acqua!

Con il progetto per un gigantesco canale la Cina sta cercando di alimentare la propria capitale con la tanto richiesta acqua.

Marcel Grzanna

**L'**ex dittatore cinese Mao Zedong aveva una visione. Negli anni Cinquanta del secolo scorso, aveva proposto di "prendere in prestito" l'acqua dal Sud del paese e portarla alle regioni settentrionali che erano cronicamente a secco. A quasi 40 anni dalla sua morte, i successori stanno realizzando la sua visione. In una gigantesca impresa, la capitale di Pechino verrà continuamente alimentata dall'acqua dei fiumi a Sud.

Dopo più di dieci anni di costruzione, alla fine di ottobre è stato inaugurato il primo di tre percorsi di diversione dell'acqua, che porranno fine alla siccità di Pechino. Questi nuovi corsi fluviali artificiali prendono l'acqua da Danjiangkou, una riserva idrica nella provincia centrale di Hubei. Da qui, l'acqua percorre 1.264 chilometri verso Nord. I canali trasporteranno inizialmente 9,5 milioni di metri cubi d'acqua l'anno nell'area di Pechino. La topografia della tratta centrale ha favorito gli ingegneri. Partendo dai 147 metri al di sopra del livello del mare, infatti, l'acqua passa per un pendio in gran parte uniforme e in discesa fino a 48 metri dal livello del mare.

A questo percorso centrale si aggiungono una variante a Est e una a Ovest. La costruzione del percorso a Est, della lunghezza di 1.150 chilometri, è stata conclusa nel 2013 e connette il fiume Yangtze, nella provincia di Jiangsu, alla città portuale di

Tianjin. Parti di questo progetto hanno integrato il canale che era stato creato 2 mila anni fa per favorire gli scambi fra la Cina settentrionale e quella meridionale. Per fare fronte a pendenze di 60 metri, il progetto ha portato all'installazione di 30 pompe.

I 500 chilometri della tratta Ovest sono ancora in fase di progettazione. Questo canale, che è destinato al fiume Yantze, il fiume giallo a Nord, devierà l'acqua dalle pianure tibetane per andare a rifornire le province a Ovest di Pechino. Questa tratta è considerata la più pericolosa, perché richiederà la costruzione di una mezza dozzina di dighe, intervento che potrebbe scatenare terremoti e frane. Per la sua estensione, il progetto non ha eguali in tutto il mondo. Se verranno terminate tutte e tre le tratte, il progetto vanterà diverse migliaia di chilometri in linee d'acqua, costituite da tunnel, canali e acquedotti, per un totale di 44,8 milioni di metri cubi d'acqua.

A oggi, il costo per la realizzazione ammonta a 79 miliardi di dollari, una cifra astronomica che supera di diverse volte il budget previsto. Diversi critici sostengono che questi soldi avrebbero potuto venire investiti in tecnologie a basso consumo di acqua invece che a supporto delle industrie e dei loro rifiuti.

La principale sfida che gli ingegneri hanno dovuto superare è stata quella legata al terreno umido e morbido. Per evitare perdite o infiltrazioni, i progettisti hanno

racchiuso i canali in anelli di cemento. Le attrezzature pesanti utilizzate in questo processo hanno richiesto l'installazione di strutture di supporto per evitare che sprofondassero nel terreno soffice, causando severi ritardi nei lavori. A prescindere dalla conclusione della tratta centrale, l'ipotesi che la siccità di Pechino possa considerarsi risolta viene messa in discussione da diversi esperti, secondo i quali la riserva di Danjiangkou, che alimenta il fiume artificiale, non disporrebbe di una quantità di acqua sufficiente. «Negli anni caratterizzati da basse precipitazioni, la sua acqua basta a mala pena ad alimentare le città adiacenti e raggiungere il livello minimo della riserva per evitare di comprometterne l'ecosistema», ha detto il professore di geologia Huo Yougang, dell'Università di Jiaotong a Xi'an. Huo ha investigato per anni le conseguenze di questo progetto sulle popolazioni e sull'ambiente naturale.

Al fine di disporre di una quantità d'acqua sufficiente ad alimentare la deviazione a Nord, la diga è stata ingrandita e sono state aggiunte altre dighe a monte della riserva di Danjiangkou. Ciononostante, il volume di acqua nella riserva continua a restare invariato, spiega Huo, perché il flusso afferente scarica anche sabbia e fango. La deviazione di acqua a Nord ha portato a una riduzione del deflusso nel fiume Yangtze, per cui ora questi detriti tendono a depositarsi sul fondo della riserva. ■





## La promessa sulle emissioni

La Cina potrebbe porre fine prima del previsto all'incremento delle emissioni di anidride carbonica, ma conta anche il tempo necessario a farle diminuire.

Mike Orcutt

Con un accordo che è stato annunciato la settimana scorsa, Cina e Stati Uniti, che assieme producono circa il 45 per cento delle emissioni globali di anidride carbonica, si sono impegnati a compiere importanti sforzi nel giro dei prossimi 10/15 anni per limitare le proprie emissioni di CO<sub>2</sub>.

È la prima volta che la Cina si impegna pubblicamente ad arrestare l'aumento che va avanti da decenni nelle emissioni di CO<sub>2</sub>. Eppure, per merito di fattori economici e cambiamenti politici, la Cina potrebbe essere sul punto di raggiungere i propri traguardi in tempi più celeri del previsto.

Gli Stati Uniti si sono impegnati a riportare le proprie emissioni annuali di anidride carbonica a un valore inferiore del 26/28 per cento rispetto a quello registrato nel 2005, il tutto entro il 2025. Nel frattempo, la Cina ha promesso che le proprie emissioni annuali di CO<sub>2</sub>, cresciute dal 1990 a oggi del 257 per cento, cesseranno di crescere entro, se non prima del 2030.

La Cina si è anche impegnata a fare sì che entro questa stessa data almeno il 20 per cento della propria energia provenga da fonti rinnovabili. Si tratta di un considerevole aumento rispetto all'8 per cento del 2010.

Nel 2010, quando l'economia della Cina ancora cresceva a un ritmo superiore al 10 per cento annuo, non si poteva prevedere quando le emissioni del paese avrebbero raggiunto il culmine, spiega Valerir Karplus, professore di economia globale presso la Sloan School of management del MIT e direttore dello Tsinghua-MIT China Energy and Climate Project.

La crescita economia, e con essa la domanda di energia, (pari al 7,7 per

cento nel 2012), è però rallentata. Quest'anno, il governo cinese ha persino annunciato un piano per ridurre l'inquinamento atmosferico tassando e limitando il consumo di carbone. Oltretutto, sistemi di *carbon trading* sono ora in fase di collaudo in cinque città e due province; inoltre, si prevede il lancio di un sistema nazionale entro il 2016.

In un recente modello di studio che teneva conto di queste norme e ipotizzava la riuscita dei traguardi a lungo termine della Cina per l'espansione di nucleare e rinnovabili, Karplus e alcuni soci della Tsinghua University di Pechino hanno scoperto che la domanda di carbone potrebbe raggiungere il picco tra il 2020 e il 2025, per cui le emissioni di anidride carbonica potrebbero cominciare a diminuire fra il 2025 ed il 2030.

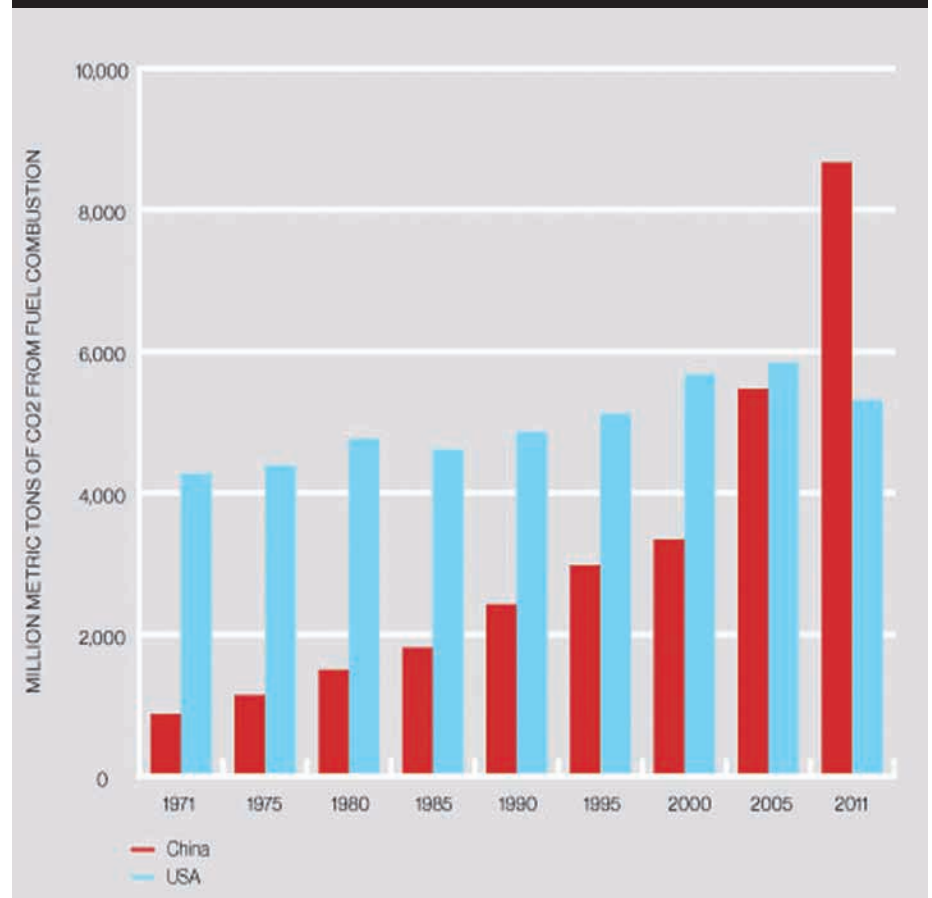
Karplus precisa però che restano alcune incertezze sul tempo che la Cina impiegherà a ridurre le proprie emissioni

e su quanto verranno effettivamente ridotte. «Le cose cambierebbero parecchio se il picco raggiungesse i 10, 11 o 15 miliardi di tonnellate metriche di CO<sub>2</sub>». Anche il tempo che trascorre dal raggiungimento del picco alla riduzione delle emissioni conta, precisa Karplus.

Come spiega Michael Oppenheimer, professore di geoscienze e affari internazionali presso l'Università di Princeton, il patto ha una rilevanza enorme per gli sforzi mondiali volti alla prevenzione del cambiamento climatico perché così la Cina ha finalmente consentito a fissare un obiettivo che mira alla riduzione del valore assoluto di emissioni, piuttosto che alla sola limitazione del tasso di crescita di queste emissioni di anno in anno. L'accordo ha anche un valore simbolico, considerato che finora i due principali emettitori avevano eluso i blocchi geopolitici che governano sulle norme ambientali internazionali. ■

### The Top Two Emitters

Source: International Energy Agency.



## MANIFATTURE ALL'AVANGUARDIA

Il ruolo determinante dell'industria manifatturiera nel favorire l'innovazione viene riconosciuto dalla California alla Cina. Ma dove e come si esprime al meglio?

**Nanette Byrnes**

I visitatori dello stabilimento Crosspointe Rolls-Royce a Prince George County, in Virginia, devono indossare occhiali di protezione e calzature di sicurezza, proprio come in qualsiasi fabbrica tradizionale. Ma poi il panorama cambia. Una volta superati i box affollati di programmatori e di impiegati, si apre alla vista una fabbrica di 13mila metri quadrati, con pavimenti in cemento bianco immacolato, un'illuminazione abbagliante, macchinari incredibilmente silenziosi e pochissimi esseri umani.

Inaugurata nel 2011, Crosspointe è il tipo di fabbrica che si presta quale sfondo ideale per un discorso politico sui sistemi di produzione avanzata, come sapeva il Presidente Obama quando la visitò poco meno di un anno dopo. Si tratta di una realtà globale: è il centro operativo americano di una società del Regno Unito, impiega forgiati in titanio provenienti da Scozia, Germania o Stati Uniti per trasformarli in rotori che, dopo fresatura, pulitura e collaudo, vengono spediti in Inghilterra, Germania o Singapore. Una volta a destinazione, ogni rotore diventerà uno dei 10mila componenti di un motore tradizionale.

Crosspointe è inoltre altamente automatizzata: macchinari da 1,5 milioni di dollari prodotti dalla DMG Mori Seiki, eseguono la fresatura iniziale dei dischi, seguendo i passaggi indicati dal software Siemens, con un minimo di intervento umano. Un giorno, a inizio estate, otto macchinari venivano monitorati da tre operatori. Gli schermi dei computer di fronte alle macchine mostravano le istruzioni attraverso figure e testi, lanciando degli allarmi se un componente non corrispondeva alle specifiche o se la macchina necessitava di manutenzione.

Successivamente una macchina per la misurazione automatica, provvista di sonda all'estremità, passava otto ore a controllare le oltre mille diverse misure del componente. Per i prossimi 25 anni, Rolls Royce conserverà i dati di ogni componente, a cominciare da come è stato prodotto in ogni suo dettaglio. I sensori all'interno del motore monitoreranno la tenuta del motore e delle sue parti e i dati relativi alla manutenzione e al volo verranno scrupolosamente registrati.



Disegno: Michiel Van Den Berg

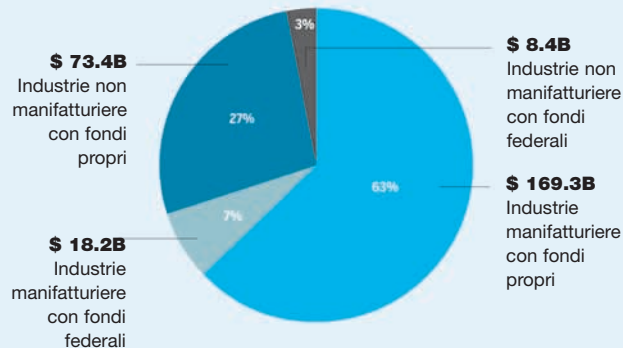
Non sono soltanto i pavimenti immacolati, la scarsità di operai e la rete globale a fare oggi di Crosspointe l'emblema dell'industria manifatturiera. È anche l'ecosistema circostante. Proprio in fondo alla strada è situato il Commonwealth Center for Advanced Manufacturing, un centro di ricerca fra i cui membri si annoverano Airbus, NASA e l'Università della Virginia.

Lì il personale Rolls-Royce, che conosce le sfide e gli aspetti legati alla produzione, lavora insieme a ricercatori e fornitori per migliorare la fabbrica e i suoi prodotti. Secondo il responsabile della produzione di Crosspointe, Lorin Sodell, «spesso una buona idea per un nuovo processo produttivo non si traduce in azione, perché manca questo tipo di connessione».

La massima parte delle produzioni avanzate e di altri processi all'avanguardia adottati a Crosspointe sono stati sviluppati e testati presso un analogo centro di ricerca, che si chiama Advanced Manufacturing Research Center e che si trova accanto allo stabilimento di Sheffield, nel Regno Unito. Sodell sta già lavorando con i fornitori residenti presso il centro di ricerca in Virginia, per individuare e velocemente affrontare nuove problematiche relative ai macchinari e qualsiasi altro problema che possa insorgere.

## Industria manifatturiera e ricerca

### Chi finanzia la ricerca e sviluppo negli Stati Uniti



Fonte: The National Association of Manufacturers.

Per comprendere quanto sia importante l'industria manifatturiera è necessario liberarsi di alcuni luoghi comuni. Prima di tutto il peso dell'industria manifatturiera non è più direttamente proporzionale alla quantità di persone impiegate. Dal momento che i programmi software coordinano la massima parte dei processi produttivi e sono eseguiti in larga misura da macchinari automatizzati e da robot, le fabbriche non hanno bisogno di grandi risorse umane.

Secondariamente, l'opinione diffusa negli anni Novanta e negli anni Duemila, che l'innovazione può svilupparsi in un luogo (vedi Silicon Valley), mentre la produzione in un altro (per esempio in Cina), non è in generale sostenibile. Se tutta la produzione ha luogo in Cina, queste connessioni si sviluppano là e di conseguenza anche tutta l'innovazione o, quantomeno, una buona parte avverrà in Cina.

L'industria manifatturiera darà il suo più importante contributo allo sviluppo economico come un incubatore di innovazione: il luogo in cui le nuove idee si traducono in prodotti. Grazie alle avanzate tecnologie produttive, questo luogo in teoria può trovarsi praticamente ovunque. I robot, i programmi software e i sensori funzionano a prescindere dalla lingua parlata intorno. Nella realtà, comunque, le industrie tecnologicamente avanzate si sviluppano meglio all'interno di un ecosistema di operatori e di fornitori esperti. Per questa ragione i distretti produttivi specializzati si sono insediati in molte regioni.

Fra i casi di successo, si può citare il dominio della Cina come produttore dell'elettronica di consumo, il ruolo guida della Germania nella strumentazione di precisione e nella robotica, la potenza degli Stati Uniti nell'industria aerospaziale e automobilistica e in genere nello sviluppo di tecnologie produttive avanzate.

Oggi il presupposto fondamentale per una produzione tecnologicamente avanzata è che fabbriche e fornitori costruiscano delle solide relazioni e condividano le rispettive competenze, afferma Mark Muro, professore associato presso il Brookings Institution.

Il successo della Cina è particolarmente significativo. Oggi sarebbe praticamente impossibile per qualunque altro paese replicare il livello di competenza produttiva raggiunto dalla Cina nell'elettronica o la velocità con cui le sue aziende sono in grado di lanciare nuovi prodotti, afferma Willy Shih, professore presso la Harvard Business School e per lungo tempo dirigente di IBM, Eastman Kodak e di altre aziende multinazionali, che studia le connessioni fra produzione, sviluppo del prodotto e innovazione.

Non è una novità che produzione e innovazione siano legate. Il 70 per cento della spesa in ricerca e sviluppo industriale sostenuta dagli Stati Uniti proviene dal comparto produttivo. Alcuni si sono comunque dimostrati scettici in merito al fatto che l'innovazione necessiti di sapere come si produce.

Apple, per esempio, ha avuto successo con un sistema che prevede la progettazione dei propri prodotti in California, che però vengono assemblati in Cina, ricorrendo a istruzioni digitali di assemblaggio. Questo sistema, stampato sul retro di ogni iPhone, ha incontrato il favore degli investitori che apprezzano non soltanto i prodotti di grande successo della Apple, ma anche la sua struttura leggera e una forza lavoro piuttosto snella. «Non potrebbero tutti fare ciò che ha realizzato Apple?», si chiede Suzanne Berger, professore presso il MIT, che ha partecipato ad un gruppo di ricerca universitaria, che per tre anni ha preso in esame i processi produttivi di centinaia di aziende internazionali e ha pubblicato il libro *Making in America*. «In un certo senso il caso che ha ispirato tutta la nostra indagine, è stato quello di Apple».

Apple non ha partecipato alla rilevazione, ma Berger ha potuto intuire che il caso Apple non ha contorni troppo definiti e che comunque riconosce un legame significativo fra produzione e innovazione. Apple è proprietaria dei macchinari automatizzati delle fabbriche cinesi che producono i suoi prodotti. Berger ha scoperto che molti ingegneri californiani della Apple passano almeno il 50 per cento del loro tempo in Cina, quando vengono lanciati i nuovi prodotti.

Un ingegnere ha spiegato a Berger che era fondamentale stare sul campo in Cina per due ragioni: per capire quali difficoltà sorgessero quando i prodotti prototipati negli Stati Uniti raggiungevano una produzione su vasta scala e «per capire cosa di troppo avessi lasciato sul tavolo e dove mi sarei potuta spingere oltre con la progettazione».

Dopo tre anni di ricerca, Berger è convinta che gli Stati Uniti devono continuare a produrre, se vogliono restare leader nel campo dell'innovazione. Ha trovato conferma di ciò nel fatto che i poli produttivi appartenenti a settori emergenti ad alta tecnologia, come quello solare, eolico e delle batterie, vengono già realizzati fuori dal paese, in aree in cui l'esperienza tecnologica, le competenze produttive e persino i layout degli stabilimenti sono già molto più avanzati.

Rinunciando alla produzione, «perdiamo le competenze della forza lavoro», conclude Shih, professore ad Harvard, «limitando ciò che potremmo fare in futuro». ■

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

## Collaborazione fra uomini e robot

Nelle fabbriche i robot hanno cominciato a lavorare a fianco degli operai, apportando maggiore efficienza e flessibilità.

**Will Knight**

**P**rima o poi, nel giro di due anni, se tutto andrà secondo i programmi, gli operai dello stabilimento BMW di Spartanburg, nel South Carolina, faranno la conoscenza di un insolito collega di lavoro: un braccio robotizzato che si muoverà intorno, passando loro attrezzi e componenti, mentre assemblano le auto di lusso della Casa automobilistica tedesca. Una volta isolati con le protezioni di sicurezza, i robot sono sufficientemente intelligenti per lavorare insieme all'uomo in alcune linee di produzione. Questi robot, subentrando in alcune attività noiose e ripetitive, stanno sostituendo alcuni operai e in molti casi aumentano le competenze dell'uomo, sollevandolo da lavori che richiedono destrezza manuale e ingegno, piuttosto che estrema precisione e forza fisica. Questi robot stanno inoltre contribuendo a una maggiore produttività degli stabilimenti, apportando una nuova flessibilità.

BMW ha introdotto i robot a fianco dell'uomo, nella propria linea di produzione di Spartanburg, nel settembre 2013. I robot, prodotti dall'azienda danese Universal Robots, sono abbastanza leggeri e lenti nei movimenti da non mettere in pericolo chi vi lavora attorno. Lungo la linea di produzione i robot stendono dei fogli protettivi di alluminio sopra le componenti elettroniche, all'interno di una portiera: un'operazione che potrebbe causare agli operai delle patologie da sforzi ripetuti, afferma Richard Morris, vicespagnolo della catena di montaggio, presso lo stabilimento di Spartanburg.

Se da un lato la possibilità di aumentare l'automazione comporterà inevitabilmente la perdita di posti di lavoro, Morris non riesce comunque a immaginare un futuro in cui i robot rimpiazzeranno del tutto l'uomo,

all'interno della catena produttiva di uno stabilimento: «Le idee nascono dalle persone e un robot non sarà mai in grado di sostituirla in questo compito».

Per altro, i robot integrati a fianco dell'uomo nelle linee di produzione di BMW e di altre fabbriche cambieranno la divisione del lavoro fra uomo e macchina. I robot più tradizionali che, per esempio, eseguono la verniciatura delle auto, lavorano con una velocità, una precisione e una potenza incredibili, ma non sono concepiti per lavorare con qualcuno vicino. Il costo relativo all'impostazione e alla programmazione di questi robot ha contribuito a fare sì che una buona parte del lavoro venga ancora eseguita manualmente. I nuovi robot, grazie alla loro capacità di lavorare in sicurezza accanto agli operatori e colleghi umani, consentono invece di automatizzare parti del processo produttivo, su cui sarebbe altrimenti troppo costoso intervenire.

Le vendite del braccio robotizzato della Universal sono costantemente cresciute dal suo lancio sul mercato, nel 2008. Altre aziende, come la Rethink Robotics con sede a Boston, stanno sviluppando sistemi robotici analoghi, progettati per lavorare accanto all'uomo. La Rethink commercializza un robot a due braccia, chiamato Baxter, che non solo è sicuro, ma anche estremamente semplice da programmare; qualunque operaio può insegnargli a eseguire un nuovo lavoro, semplicemente muovendo le proprie braccia.

La futura generazione di robot che lavorerà a fianco dell'uomo, sarà con molta probabilità più veloce e più potente e di gran

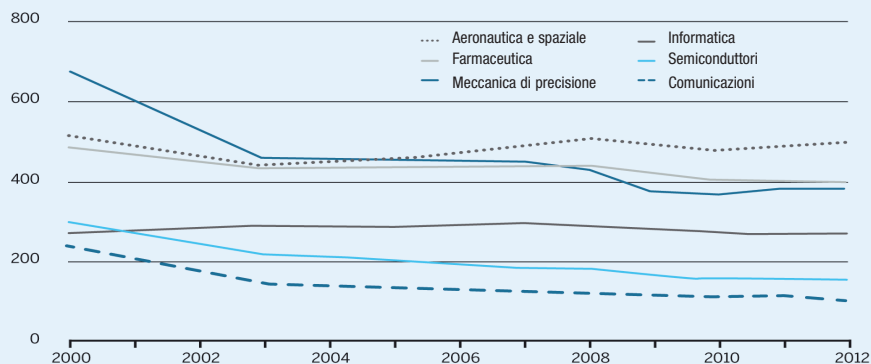
lunga più produttiva, ma necessiterà al contempo di sistemi di sicurezza molto più sofisticati. Questi dispositivi di sicurezza oggi sono accessibili, poiché i sensori necessari per reagire con velocità e destrezza sono diventati economici. In futuro i robot collaboreranno certamente con l'uomo anche in situazioni più complesse.

BMW sta sviluppando la prossima generazione di robot in collaborazione con il laboratorio di ricerca di Julie Shah, professore associato presso il MIT, che studia l'interazione uomo-macchina. Il laboratorio sta lavorando inoltre con i produttori di aerei come Boeing e Embraer. «Se fosse possibile progettare un robot in grado di integrarsi con il lavoro svolto dall'uomo all'interno della fabbrica, che abbia anche un minimo di capacità decisionale e di flessibilità, si renderebbe possibile un nuovo sistema produttivo», afferma Shah.

Presso la ABB, un'azienda svizzera che si occupa di energia e automazione, gli uomini e i robot si scambiano le attività, per apprendere le reciproche attitudini. Shah ha dimostrato che i gruppi operativi composti da uomini e robot possono risultare molto più produttivi delle squadre costituite da soli uomini o da soli robot. Così i robot che oggi vengono impiegati nella linea di produzione dello stabilimento di Spartanburg, potrebbero un giorno venire promossi dalla semplice consegna dei componenti alla spiegazione su come utilizzarli. ■

*Will Knight è responsabile dei servizi di cronaca di MIT Technology Review USA.*

### Il lavoro nelle aziende tecnologiche L'occupazione statunitense nell'industria manifatturiera tecnologica (in migliaia)



Fonte: National Science Foundation/Bureau of Labour Statistics.

# La nuova fabbrica cinese

In Cina, i vantaggi della manodopera tradizionale si associano con quelli dell'automazione.

**Christina Larson**

**C**on i suoi canali medievali e con il suo centro storico scrupolosamente conservato, la città di Suzhou nella Cina orientale poteva essere una tranquilla cittadina di provincia, se paragonata alla vicina Shanghai. Ma nel 1994 i governi di Singapore e quello cinese hanno cominciato a investire nello sviluppo industriale di quella zona e Suzhou si è trasformata rapidamente in una fiorente città manifatturiera.

Flextronics, con sede a Singapore, una delle più grandi aziende produttrici per conto terzi, vi ha costruito delle fabbriche, inizialmente per la produzione di piccole componenti elettroniche. Questi prodotti si prestavano bene alla lavorazione in grandi quantità e ciò li ha resi particolarmente adatti alla manodopera cinese, all'epoca abbondante e poco costosa. Ma a partire dal 2006, i costi della manodopera e i prezzi dei terreni cominciarono ad aumentare.

L'azienda riconvertì le sue due fabbriche di Suzhou per una produzione più complessa, con l'obiettivo di produrre componenti per l'industria aerospaziale, informatica, automobilistica e farmaceutica. Per fare ciò, Flextronics ha investito in automazione e ha perfezionato la formazione dei lavoratori. Oggi, questi prodotti più complessi costituiscono il 72 per cento della produzione di Flextronics presso gli stabilimenti di Suzhou.

Anche il governo cinese ha concentrato gli investimenti nell'industria tecnologicamente avanzata promuovendo le iniziative in campo scientifico e tecnologico. Secondo i dati della National Science Foundation degli Stati Uniti, fra il 2003 e il 2012 le esportazioni cinesi di prodotti altamente specializzati sono salite da oltre 150 miliardi di dollari a più di 600 miliardi di dollari, facendo della

Cina il maggiore esportatore al mondo di questi prodotti. Ernst & Young prevede che entro il 2022 il paese produrrà un terzo dei prodotti elettronici mondiali.

Da una recente visita presso uno dei due stabilimenti di Suzhou di Flextronics, è subito evidente il crescente ricorso all'automazione. Uno schermo LCD a parete mostra lo stato di avanzamento dei vari prodotti, nei controlli di qualità. In passato gli operai contrassegnavano delle piccole caselle su moduli di carta e inserivano i risultati su fogli elettronici nei computer, con perdite di tempo e potenziali errori. Oggi i dati sullo stato d'avanzamento lungo tutta la catena di assemblaggio vengono raccolti automaticamente in tempo reale.

Quando si verifica un impedimento di qualsiasi tipo, da problemi di consegna agli scioperi, un'applicazione mostra ai clienti soluzioni alternative per l'approvvigionamento delle componenti o diretta la produzione verso uno degli altri 30 stabilimenti della società nel continente. Oggi Flextronics offre, oltre ai propri prodotti specializzati, servizi di progettazione e consulenze sui sistemi di miglioramento dei processi produttivi.

Flextronics in alcuni casi ha ampliato la propria produzione di alta gamma, entrando in partnership con alcuni clienti. Circa 4 anni fa, Steven Yang, direttore generale di una fabbrica di Suzhou, ha gestito l'investimento dell'azienda in una società francese che progetta un piccolo robot, impiegato nella ricerca universitaria e potenzialmente nella cura dei bambini affetti da autismo. Partendo dai loro prototipi, Flextronics ha progettato un processo di produzione che in 6 mesi ha consegnato 1.400 robot che si avvalgono della tecnologia del riconoscimento vocale e facciale. James She, direttore operativo della linea di produzione di questo robot, afferma che la produzione è più che raddoppiata nell'ultimo quadrimestre del 2013 e si aspetta un incremento degli ordini, specialmente in Asia, dove l'assistenza sanitaria in famiglia risulta in rapido sviluppo.

Flextronics ha perseguito l'automazione ovunque fosse possibile ridurre il costo del lavoro e il margine di errore. Il sistema di collaudo ottico automatico, per esempio, controlla la conformità dei collegamenti all'interno dei circuiti stampati, prima che vengano

installati su altre macchine, riducendo da 6 a 2 il numero degli operai lungo la catena di controllo. Ma, poiché il ciclo di vita di questo genere di prodotti è sempre più ridotto, non ha sempre senso fare investimenti importanti nella progettazione di robot. Gli esseri umani rimangono ancora i più adattabili. «Il tempo necessario per cambiare una macchina influisce sulla decisione di automatizzare», afferma Es Khor, direttore della progettazione. «Per valutare dove intervenire, pensiamo a specifici processi piuttosto che a specifici prodotti».

La linea dei robot francesi oggi impiega 28 operai, con uniformi da lavoro blu navy, per lo più giovani e provenienti dall'area rurale della Cina. Tutti hanno fatto almeno tre mesi di formazione. Flextronics ha inoltre migliorato le condizioni di lavoro, con l'obiettivo di trattenere una forza lavoro sempre più costosa e altamente qualificata, la cui retribuzione media mensile, al netto delle tasse, è di circa 3.500 Yuan (circa 570 dollari). Il direttore generale dello stabilimento, Yang, sostiene che in questa parte della Cina, il costo del lavoro è aumentato da circa il 2 per cento del costo totale nel 2005 a circa il 4 per cento oggi. Ma è ancora relativamente basso, se paragonato all'incremento, oscillante tra l'80 e l'85 per cento del costo dei materiali.

Per Flextronics l'obiettivo è quello di approfittare del vantaggio di quasi due decenni di esperienza manifatturiera per fare delle proprie fabbriche dei centri dell'innovazione e non semplicemente dei luoghi convenienti dove produrre. ■

*Christina Larson è una collaboratrice di MIT Technology Review USA.*



## Formazione /Innovazione

La connessione tra formazione e innovazione dovrebbe caratterizzare ogni agenzia di socializzazione.

**Intervista con Rosa Grimaldi e Andrea Pontremoli**

**R**osa Grimaldi, Docente di Imprenditorialità nella Scuola di Ingegneria e Scienze Aziendali dell'Università di Bologna, Direttore Scientifico EMTIM della Bologna Business School, e Andrea Pontremoli, CEO di Dallara automobili, Direttore Scientifico EMTIM della Bologna Business School, rispondono alle domande di MIT Technology Review Italia in merito al problema delle competenze e delle scelte professionali.

### Quale ruolo ha la formazione per l'innovazione?

Detto che gli individui sono i motori dei processi innovativi, affinché un'impresa si dimostri innovativa, è importante che i suoi membri diventino attori centrali e protagonisti del cambiamento.

Ciò richiede un atteggiamento mentale di apertura, di condivisione e di sensibilità per la diversità.

Quando tale atteggiamento è condiviso e socializzato all'interno di un'organizzazione, solo allora si parla di creazione di cultura dell'innovazione.

Una leva importante per promuovere la cultura del cambiamento in un sistema aziendale è rappresentata dalla formazione che può agire a due livelli:

- a) valorizzazione delle competenze del singolo individuo;
- b) eternalità e ricadute della formazione individuale sull'intero sistema aziendale.

Da questo punto di vista sicuramente gli individui con ruoli di responsabilità, in quanto più esposti di altri nei processi decisionali, hanno maggiori probabilità di diventare volani di processi innovativi.

La loro formazione diventa quindi un'importante leva per favorire l'innovazione.

### Quale tipo di competenze può favorire questo cambiamento di mentalità?

Le competenze tecniche da sole non bastano. Nei libri di testo s'insegna che l'innovazione nasce da una fase d'invenzione o d'ideazione e da una fase di commercializzazione.

Le competenze tecniche, utili nella fase di concettualizzazione non possono sopperire alle capacità di vendere e di scegliere i giusti canali distributivi, senza opportune risorse complementari che consentano di arrivare con successo al mercato. In realtà, le competenze tecniche non sono sufficienti, da sole, neanche per la fase di concettualizzazione. Anche per ideare una nuova soluzione innovativa con potenzialità di business è importante capire fino dall'inizio cosa sia il valore per il cliente. La definizione di valore, nella sua specificità, guiderà l'intero processo innovativo, a partire dalla definizione concettuale.

Competenze di economia, organizzazione e gestione di un sistema aziendale *latu sensu* sono necessarie per complementare il background tecnico di molti ricercatori e ingegneri che fanno innovazione nelle aziende. Proprio con riferimento a questi profili, sette anni fa abbiamo "inventato" un nuovo percorso di formazione, l'Executive Master in Technology and Innovation Management (EMTIM) presso la Bologna Business School. Il Master, che si rivolge al personale di aziende innovative con una significativa esperienza aziendale nell'area tecnica, intende formare i cosiddetti *T-shaped professionals*, cioè persone caratterizzate da una forte specializzazione tecnica in uno specifico dominio disciplinare (barra verticale della T) e dalla capacità di interagire con altri e diversi domini tecnico-scientifici, di interfacciarsi con altre funzioni aziendali (barra orizzontale della T). Sono questi i profili interdisciplinari che, con una maggiore probabilità, contribuiranno all'innovazione nelle loro aziende.

### Qual è la formula operativa utilizzata in EMTIM?

EMTIM ha come obiettivo fondamentale quello di creare sensibilità rispetto ai temi della diversità, del cambiamento, dell'interdisciplinarietà. Si basa su un approccio interdisciplinare che prevede:

- Erogazione tradizionale di corsi mirati a sviluppare/affinare competenze di tipo



gestionale e organizzativo, attraverso modelli teorici e *best practice*.

- Accesso al network di relazioni della Bologna Business School. La storia ci insegna che la grande parte delle idee innovative in un'azienda arrivano dall'esterno, attraverso la rete dei fornitori, dei clienti, della concorrenza.

- Creazione di momenti d'ispirazione attraverso *master lectures* con personaggi di rilievo internazionale e nazionale (amministratori delegati, imprenditori, attori, filosofi eccetera). Tra i temi sviluppati in questi incontri, il rapporto dell'azienda con il contesto locale e con il territorio, il fallimento come strumento di apprendimento, i cambiamenti socio-culturali, la leadership.

La forza di questa formula risiede nella sua doppia anima: accademica e industriale, per coniugare il rigore scientifico tipico dell'accademia con l'esperienza del mercato di chi l'innovazione la fa tutti i giorni sul campo.

### Qual è il futuro della cultura del cambiamento?

Per favorire la diffusione della cultura del cambiamento, sarebbe opportuno passare dalla banda stretta alla banda larga, parlare a un target di persone più ampio, non solo ai dipendenti di aziende innovative, ma alla società più in generale, perché l'atteggiamento di apertura al cambiamento parte dalla famiglia, dalla scuola e dalla socializzazione primaria e secondaria. In questa prospettiva, anche i media hanno un ruolo importante.

Inoltre, molte iniziative sono pensabili anche per le scuole, dove si potrebbero attivare laboratori che consentano ai ragazzi di toccare con mano le tecnologie, e per le università, con la possibilità di lavorare a stretto contatto con le aziende sul cambiamento tecnologico. ■ (m.o.)



## Provando e riprovando

Un nuovo software CAD acquisisce le informazioni immesse dai designer, quindi fa “evolvere” i progetti autonomamente.

**Gwen Kinkead**

**U**n software in grado di fare “evolvere” i progetti che presentano componenti innovative potrebbe aiutare designer e ingegneri automatizzando una parte del processo creativo.

Nel corso degli ultimi sette anni, Autodesk ha sviluppato il software di design denominato Dreamcatcher. La società californiana produce già software 3D che vengono ampiamente utilizzati in architettura, ingegneria, animazione e in altri settori industriali.

Il Dreamcatcher, però, prevede un approccio innovativo, conosciuto come “design generativo”. Assieme ad altri approcci, il software sfrutta algoritmi che imitano il processo dell'evoluzione per produrre nuovi modelli dopo essere partito da una lista di parametri selezionati dall'utente.

Il Dreamcatcher mostra come persino le industrie creative potrebbero venire cambiate dall'automazione. «I designer temono che questo software possa portargli via il lavoro e dubitano che possa creare bellezza», constata il responsabile della ricerca design dell'Autodesk, Mark Davis.

Il processo evolutivo simulato da Dreamcatcher ha inizio con un insieme di potenziali soluzioni offerte dal software in risposta a un problema presentatogli dall'utente. Il software “alleva” quindi una nuova generazione di soluzioni ricombinando i design migliori, come indicatogli dall'utente, e aggiungendo alcune variazioni casuali. Il software può ripetere questo processo per produrre migliaia di design.

Quando un designer di prodotti o un ingegnere immettono alcuni traguardi progettuali – assieme a parametri quali i materiali, i criteri prestazionali e i limiti di costo – nel Dreamcatcher, i risultati possono dimostrarsi assai diversi rispetto a quelli dei design convenzionali. Chiedendo al software di progettare una sedia, per esempio, si potrebbero ricavare gambe realizzate con un intreccio di telai piuttosto che gambe solide. «Per 30 anni i software di design generativo sono stati relegati ad applicazioni di nicchia», spiega Hod Lipson, un esperto di produzione 3D della Cornell University. «Gli animatori di Hollywood, gli sviluppatori di videogiochi e gli artisti informatici ne hanno tratto effetti elaborati e meravigliosi» e aggiunge che questi software hanno oggi maggiori probabilità di diffondersi perché si adattano alla flessibilità offerta dalla stampa 3D.

I designer dell'Autodesk hanno utilizzato Dreamcatcher per progettare una forcella posteriore – la componente che garantisce la sospensione – interamente in fibra di carbonio, per una motocicletta elettrica super performante, la Ls-218, prodotta dalla Lightning Motorcycles di San Carlos, in California.

Nel software sono stati inseriti i file di una normale forcella che era stata realizzata con versioni precedenti del software CAD. I designer hanno poi aggiunto la larghezza dello pneumatico con le dovute spaziature, le forze a cui sarebbero state sottoposte dal peso del conducente, i materiali disponibili, le forze di vento e gravità, i limiti dimensionali. Dreamcatcher ha così elaborato un design caratterizzato da triangoli cavi intersecati fra loro e rivestiti con fibra di carbonio.

«Attraverso il design generativo potete creare progetti che dal punto di vista di un ingegnere risultano strutturalmente più resistenti», sostiene John Maeda, un importante designer e partner della società di venture capital Kleiner Perkins Caufield & Byers. «Il design generativo è un esuberante campo di ricerca, da cui stanno emergendo molte cose buone».

La Lightning Motorcycles prevede che la forcella progettata tramite Dreamcatcher migliorerà accelerazione, prestazioni in curva e controllo di guida della Ls-218. Se le prestazioni si riveleranno adeguate nei test su strada, le moto con forcella in fibra di carbonio cominceranno a essere distribuite a partire dall'anno prossimo.

Per il momento, il Dreamcatcher è stato utilizzato solamente per realizzare poche altre componenti funzionali, fra cui un supporto per una navicella spaziale e il telaio di una bicicletta. Autodesk spera però che le industrie, dall'architettura alla costruzione, adottino il software generativo una volta posto in vendita. ■

*Gwen Kinkead è un collaboratore di MIT Technology Review USA.*



Tre design di sedie prodotti dal software della Autodesk.

## Si può davvero aspirare CO<sub>2</sub> dall'atmosfera?

Uno scienziato della Columbia University e la sua start-up credono di avere escogitato un piano per salvare la Terra. Ora devono convincere il resto del mondo.

**Eli Kintisch**

Il fisico Peter Eisenberger si aspettava che i colleghi reagissero con scetticismo alla sua idea. Dopotutto, sosteneva di avere inventato una macchina in grado di ripulire l'atmosfera dagli eccessi di anidride carbonica, convertendo il gas in combustibile o permettendo di sequestrarlo nel sottosuolo. Lo scienziato della Columbia University era consapevole che la decisione di chiamare Global Thermostat una start-up di appena due anni non sarebbe stata colta come un esercizio di umiltà.

L'accoglienza nella primavera del 2009 era però stata persino peggiore di quanto avesse immaginato. Per prima cosa, aveva incontrato un comitato speciale allestito dall'American Physical Society al fine di valutare possibili soluzioni per ridurre la quantità di anidride carbonica nell'atmosfera ricorrendo alla cosiddetta *air capture*. Il comitato aveva ascoltato educatamente la sua presentazione, ma non erano seguite domande.

Poche settimane dopo, Eisenberger aveva esposto la sua idea a un gruppo di scienziati, altrettanto scettici, presso il National Energy Technology Laboratory del DOE degli Stati Uniti, in West Virginia, spiegando che la ricerca riguardava delle sostanze chimiche, denominate ammine, che vengono già adoperate per catturare l'anidride carbonica concentrata emessa dalle centrali a combustibili fossili. Secondo lui, questa stessa tecnologia basata sulle ammine avrebbe potuto assolvere compiti ben più ambiziosi, come estrarre anidride carbonica dall'atmosfera, dove la sua concentrazione è pari a 400 parti per milione. Questa misura è 300 volte più diffusa che nelle ciminiere delle centrali elettriche. Eisenberger sosteneva di avere sviluppato un semplice progetto per raggiungere il suo scopo in maniera economica, in parte per merito del modo in cui aveva immaginato di riciclare le ammine. «Non hanno neppure provato ad ascoltarmi», ricorda.

Il giorno seguente, però, un manager del laboratorio lo chiamò tutto emozionato. Gli scienziati del DOE si erano resi conto che i campioni di ammine del laboratorio si erano legati all'anidride carbonica della stanza a temperatura ambiente: un fenomeno che non avevano constatato prima di allora. Ciò significava che l'approccio di Eisenberger era per lo meno "fattibile", stando a Mac Gray, uno dei chimici del laboratorio del DOE.

Cinque anni dopo, la società di Eisenberger ha raccolto fondi per 24 milioni di dollari, costruendo un impianto dimostrativo funzionante e firmando accordi per fornire almeno a un cliente l'anidride carbonica raccolta nell'atmosfera. La prossima sfida sarà quella di dimostrare che la tecnologia potrebbe avere un impatto rivoluzionario sul pianeta, degno del nome della sua società.

La necessità di avere un macchinario con cui aspirare l'anidride carbonica, è evidente. La grande parte delle tecnologie atte a mitigare l'emissione di anidride carbonica funziona solamente nei punti in cui il gas viene emesso in grandi concentrazioni, come nelle centrali elettriche. Macchine in grado di catturare l'aria, però, potrebbero venire installate ovunque sul pianeta e agire su quel 52 per cento di emissioni che sono provocate da fonti distribuite e piccole, quali le automobili, le fabbriche, le abitazioni. Se mai diverrà pratica, per altro, la strategia dell'*air capture* potrebbe ridurre gradualmente la concentrazione di anidride carbonica nell'atmosfera. Con l'accelerare delle emissioni - che oggi crescono del 2 per cento l'anno, ovvero due volte il ritmo registrato nell'ultimo trentennio del XX secolo - gli scienziati hanno cominciato a riconoscere l'urgenza del raggiungimento delle cosiddette "emissioni negative".

La ovvia necessità di questa tecnologia ha motivato diversi altri tentativi di trovare approcci pratici. La Climate Engineering di

Calgary, per esempio, cattura l'anidride carbonica utilizzando una soluzione liquida di soda caustica, una tecnica industriale già consolidata. Una società co-fondata da uno dei pionieri del progetto e collega di Eisenberger, Klaus Lackner, ha lavorato a questo problema per diversi anni, prima di rinunciare nel 2012.

Gli esperti si dicono per lo più scettici. Il fatto che l'anidride carbonica si leghi alle ammine, formando una molecola denominata carbammato, è risaputo. L'anidride carbonica, però, ammonta ad appena una molecola ogni 2.500 molecole d'aria. Ciò significa che, per diventare efficace, un sistema di cattura dell'aria dovrebbe filtrare enormi quantità di aria attraverso le ammine, così da garantire che una quantità sufficiente di anidride carbonica aderisca. Oltretutto, le ammine dovrebbero successivamente venire rigenerate così da essere riutilizzate. Questo processo richiederebbe una grande quantità di energia e risulterebbe quindi molto costoso. È per questo motivo che la cattura dell'aria non è attualmente un approccio economicamente fattibile per mitigare il cambiamento climatico.

### Il costo e il prezzo dell'anidride carbonica

Il personale della Global Thermostat è consapevole delle pesanti economie di scala che gravano su questo progetto, ma continua a dirsi ottimista. Per rendere l'*air capture* vantaggiosa, spiega la co-fondatrice Graciela Chichilnisky, economista e matematica della Columbia University, basterebbe sfruttare la domanda di gas da parte di diversi settori industriali. Esiste già un mercato multimiliardario dell'anidride carbonica, che viene adoperata per rinviare i pozzi petroliferi, produrre bevande gassate e stimolare la crescita delle piante nelle serre commerciali. Storicamente, il gas viene venduto a circa 100 dollari la tonnellata. Eisenberger dice però che il prototipo della sua azienda potrebbe estrarre una tonnellata concentrata del gas a un prezzo inferiore. L'idea consiste nel cominciare a vendere l'anidride carbonica a mercati di nicchia, come quello per il recupero dei pozzi petroliferi, per poi approcciarne altri più grandi, come quello che ricorre a catalizzatori per produrre combustibili attraverso processi alimentati con l'energia solare.

Eisenberger e Chichilnisky erano colleghi nel 2008, quando si sono resi conto di avere interessi complementari: l'energia da una parte e le economie ambientali dall'altra, incluso il lavoro per aiutare a implementare il Protocollo di Kyoto del 1991, il primo patto sull'abbattimento delle emissioni. I paesi si erano impegnati a operare importanti tagli, ricorda la Chichilnisky, ma le realtà politiche ed economiche «non avevano fornito sistema alcuno per porli in atto». I due studiosi hanno così deciso di creare una società per affrontare la sfida delle emissioni e si sono concentrati sull'*air capture*, sviluppata originariamente dagli scienziati nazisti che utilizzavano assorbenti liquidi per rimuovere gli accumuli di anidride carbonica dai sommergibili. Nell'inverno del 2008, Eisenberger si è rinchiuso in una piccola abitazione con grandi finestre volte verso l'oceano, a Mendocino County, in California. Qui, ha studiato la letteratura esistente sulla cattura dell'anidride carbonica e ha preso una decisione fondamentale. Finora, gli scienziati che lavoravano al sequestro di anidride carbonica hanno sempre incentrato la propria ricerca sulle grandi concentrazioni di gas. Eisenberger e la Chichilnisky, invece, si sono concentrati su un altro elemento: la temperatura.

Gli ingegneri avevano già impiegato le ammine per rimuovere CO<sub>2</sub> dai fumi di scarico, le cui temperature all'uscita dalle ciminiere si aggirano intorno a 70°C. La successiva rimozione della CO<sub>2</sub> dalle ammine – la “rigenerazione” delle ammine – richiede solitamente delle reazioni che avvengono a 120°C. Per contrasto, Eisenberger ha calcolato che il suo sistema potrebbe operare intorno agli 85°C, richiedendo così molta meno energia. Questa soluzione ricorrerebbe al vapore che permetterebbe di riscaldare la superficie, permettendo alle ammine di rilasciare la CO<sub>2</sub> da raccogliere per poi spazzarla via dalla superficie.

Il punto di svolta? Necessitando di un minore numero di sistemi per la gestione del calore rispetto a quello previsto nell'impiego di ammine nelle ciminiere delle centrali elettriche, la progettazione di un impianto di *air capture* potrebbe diventare più semplice ed economica. Utilizzando i dati raccolti dal prototipo, il gruppo di Eisenberger stima che, secondo la durata delle superfici di ammine, questo approccio potrebbe costare fra i 15 e i 50 dollari per tonnellata di anidride carbonica catturata.

Se la Global Thermostat riuscirà anche solo ad avvicinarsi ai prezzi stimati, numerosi mercati di nicchia la richiederanno. La start-up ha stabilito una collaborazione con la Algae Systems di Carson City, in Nevada, per la produzione di biocombustibili tramite alghe e anidride carbonica. Nel frattempo, continua a crescere la domanda di anidride carbonica da iniettare nei pozzi esauriti, una tecnica conosciuta come *enhanced oil recovery*. Uno studio stima che entro il 2021 questa applicazione potrebbe arrivare a chiedere fino a 3 miliardi di tonnellate di anidride carbonica l'anno, un valore dieci volte maggiore rispetto al mercato del 2011.

### Una torre rettangolare per cominciare

Era una calda giornata di dicembre quando io ed Eisenberger abbiamo visitato il centro ricerche in cemento della SRI International, nella Silicon Valley. È fra questi edifici dal profilo basso e allungato che gli ingegneri hanno sviluppato il primo ARPAnet, il software Siri di Apple e innumerevoli altre innovazioni. A circa un quarto di miglio dall'ingresso si staglia una torre di ventole e tubi d'acciaio e argento. Questo è l'impianto dimostrativo della Global Thermostat. Eisenberger contempla lo scenario attorno alla torre, che include un alto albero. «Stiamo facendo la stessa cosa che fa quell'albero», commenta, per poi correggersi: «Beh, in realtà lo stiamo facendo molto meglio».

Dopo essersi guadagnato un PhD in fisica ad Harvard nel 1967, Eisenberger ha frequentato i Bell Labs, Princeton e Stanford. Negli anni Ottanta, alla Exxon, ha guidato alcuni lavori sull'energia solare per poi assumere il ruolo di direttore del Lamont-Doherty, il laboratorio di geo-scienze della Columbia University. Qui ha tenuto un seminario sul “sistema Terra/Uomo”. Proprio durante quel seminario, nel 2007, ha sentito il prof. Lackner parlare di *air capture*. Dopo circa un anno di preparazione, Eisenberger e la Chichilnisky si sono rivolti al miliardario Edgar Bronfman Jr che avrebbe reagito alla presentazione di Eisenberger dicendo: «Alle volte, quando qualcosa pare troppo bello per essere vero, è perché lo è veramente». Così, ha investito 18 milioni di dollari che hanno permesso alla società di costruire un impianto dimostrativo nonostante la pressoché totale assenza di supporti federali.



Il CTO e co-fondatore della Global Thermostat, Peter Eisenberger, di fronte alla macchina per catturare l'aria.

La torre rettangolare utilizza le ventole per attirare l'aria verso superfici alternate larghe 3 metri che prendono il nome di contattori. Ogni superficie è composta da 640 cubi ceramici incorporati all'interno dell'assorbente in ammine. La torre innalza un contattore mentre un altro viene abbassato. Questa operazione permette ai cubi di una superficie di raccogliere l'anidride carbonica presente nell'aria mentre l'altra superficie viene liberata dal gas applicandovi del vapore a 85°C. Per il momento, il gas viene semplicemente aspirato, ma a seconda del cliente potrebbe anche essere iniettato nel sottosuolo, trasportato attraverso gasdotti o trasferito in una centrale chimica per applicazioni industriali.

Una delle sfide principali che la società dovrà affrontare è la ruvidezza delle superfici assorbenti in ammine, che tendono a decadere rapidamente quando ossidate. La necessità di sostituire frequentemente il composto potrebbe rendere il processo più caro di quanto previsto da Eisenberger. ■

*Eli Kintisch è un collaboratore di MIT Technology Review USA.*

## Il Sole di Semprius

Una startup che potrebbe vantare una cella solare da record, rischia di andare fuori mercato.

**Kevin Bullis**

Il generatore è una lastra rettangolare delle dimensioni di uno schermo cinematografico. È montato su un palo in acciaio e dotato di un meccanismo che gli consente di restare puntato sul Sole. La lastra è composta di oltre 100 mila piccole lenti e un numero uguale di celle solari ancora più piccole, ciascuna delle dimensioni della punta di una penna a sfera. Questo apparato è parte di uno dei dispositivi di energia solare più efficienti mai realizzati.

Semprius, una start-up con sede a Durham, North Carolina, sostiene che la prossima generazione di questo generatore renderà l'energia solare la fonte più economica per nuove centrali elettriche. Con campi di oltre 1.000 di questi dispositivi si potrebbe produrre energia elettrica a meno di 5 centesimi per kilowattora: meno di quanto possibile oggi con il gas naturale.

La tecnologia ha avuto origine nel laboratorio di John Rogers, professore di chimica, scienza dei materiali e ingegneria presso la University of Illinois. Semprius ha raccolto 45 milioni di dollari da investitori, tra cui Siemens, e ha stabilito un record di efficienza per celle solari, dimostrando che una versione avanzata della sua tecnologia sarebbe in grado di convertire la metà dell'energia del Sole in energia elettrica, circa tre volte di più rispetto alle celle solari convenzionali.

Eppure, malgrado le promesse della sua tecnologia, Semprius ha difficoltà finanziarie. Perché la sua tecnologia risulta economicamente conveniente, deve aumentare la produzione dai 6 megawatt attuali all'anno ad almeno 200 megawatt. La società sta raccogliendo 40 milioni di dollari nella speranza di poterlo fare. Per ora, gli investitori stanno tenendo a galla la società, ma non lo faranno per sempre. Rogers dichiara che a breve scadenza ci sarebbe bisogno di un nuovo investitore. In caso contrario, dovrebbe fermarsi.

«Nel 2007, gli investitori correvano a

mettere soldi in tutto quanto aveva la parola solare nel suo nome», dice Scott Burroughs, Chief Technology Officer di Semprius. «Ora è l'esatto contrario».

Semprius non sta in realtà chiedendo tutti quei soldi. Nel periodo di massimo splendore della "bolla solare", durante il suo sfortunato avvio Solyndra aveva raccolto circa 1 miliardo di dollari in venture capital e un altro mezzo miliardo da parte del governo degli Stati Uniti, sotto forma di un prestito per costruire una grande fabbrica pilota. Poi il fallimento...

A differenza di molte start-up solari precedenti, che hanno scommesso su uno sviluppo del tutto nuovo di processi di produzione, Semprius utilizza per lo più apparecchiature esistenti, alcune delle quali tratte dal settore dei LED. Potrebbe, quindi, crescere semplicemente utilizzando un eccesso di capacità presso gli impianti esistenti di produzione a LED.

La società non sarebbe possibile senza un elemento chiave della nuova tecnologia produttiva, che è molto semplice. Presso lo stabilimento pilota di Semprius a Henderson, North Carolina, il prototipo brevettato della tecnologia si trova all'interno di due dispositivi di vetro, ciascuno non più grande di una fotocopiatrice. Alla base sta l'idea già nota di concentrare la luce del sole sulle celle. Il brevetto di Semprius (una specie di timbro di gomma) consente di realizzare un reticolo di celle solari molto più piccole e sottili di quelle sinora utilizzate nella concentrazione fotovoltaica. In altre parole, è possibile aumentare la quantità di energia raccolta da una cella solare collocando sopra la cella delle lenti per focalizzare la luce. Le versioni esistenti di questa tecnologia potrebbero utilizzare un obiettivo con una superficie di circa 400 centimetri quadrati e concentrare la luce su una cella solare di un centimetro, per un rapporto di concentrazione di 400.

Con il dispositivo di Semprius si possono prelevare e trasferire migliaia di pic-

cole delle solari in una sola volta senza romperle, cambiando completamente le logiche economiche del loro impiego. Le piccole cellule presentano molti vantaggi; poiché richiedono poco materiale, possono venire prodotte con costosi semiconduttori che sono molto più efficienti del silicio. Inoltre dissipano bene il calore e possono operare sotto la luce del sole molto concentrato. Ciò rende possibile un rapporto di concentrazione di 1.600/1 anziché 400/1. Servirebbe quindi meno materiale e una superficie inferiore per generare la stessa quantità di energia di una cella solare tipica.

Questi vantaggi, e l'impegno di alcune lenti intelligenti, hanno permesso a Semprius di raggiungere un record di efficienza di energia solare già nel 2012. Ma Burroughs sostiene che altri progressi compiuti quest'anno, permetterebbero alla società di andare anche oltre. Semprius ha dimostrato un altro vantaggio dei suoi "timbri di gomma": la capacità di impilare in modo rapido e molto preciso celle di differenti semiconduttori uno sull'altro. I ricercatori hanno cercato da tempo di riuscirci, poiché ciò consentirebbe di impiegare materiali semiconduttori specializzati in ogni porzione dello spettro solare. Alcune lunghezze d'onda della luce verrebbero assorbite da un materiale mentre le altre passerebbero ai semiconduttori sottostanti e così via.

L'accatastamento delle cellule non era facile con attrezzature convenzionali di produzione. La tecnologia di Semprius, grazie agli strati estremamente sottili di semiconduttori, rende relativamente facile allineare le celle e collegarle elettricamente. Burroughs prevede che il prossimo anno Semprius sarà in grado di ottimizzare la nuova tecnologia.

Siemens ha acquisito la sua quota in Semprius nel giugno 2011, dopo un esame approfondito della sua tecnologia. Secondo Thomas Mart, responsabile delle attività solari di Siemens, «quello che abbiamo visto è un modo per arrivare a costi della energia elettrica molto bassi».

L'intento di Siemens e Semprius era di lavorare insieme: Semprius per produrre i suoi dispositivi fotovoltaici a concentrazione e Siemens per offrire le proprie competenze nella costruzione di impianti per la produzione di elettricità.

Ma 15 mesi dopo che Siemens aveva investito in Semprius, tutto è crollato. Ingenti investimenti in energia solare convenzionale basata sul silicio, soprattutto in Cina, hanno abbassato i costi di produzione e invaso il mercato con i pannelli solari a basso costo. È quindi diventato quasi impossibile che società con tecnologie alternative come quella dei film solari o delle concentrazioni fotovoltaiche diventino competitive. Dozzine di start-up promettenti sono fallite e il mercato previsto per il fotovoltaico a concentrazione si è ridotto, convincendo Siemens a uscire da questo mercato, ponendo fine alla collaborazione con Semprius, per la quale sono cominciati i tempi duri.

A peggiorare le cose per Semprius, i pannelli solari in silicio convenzionali

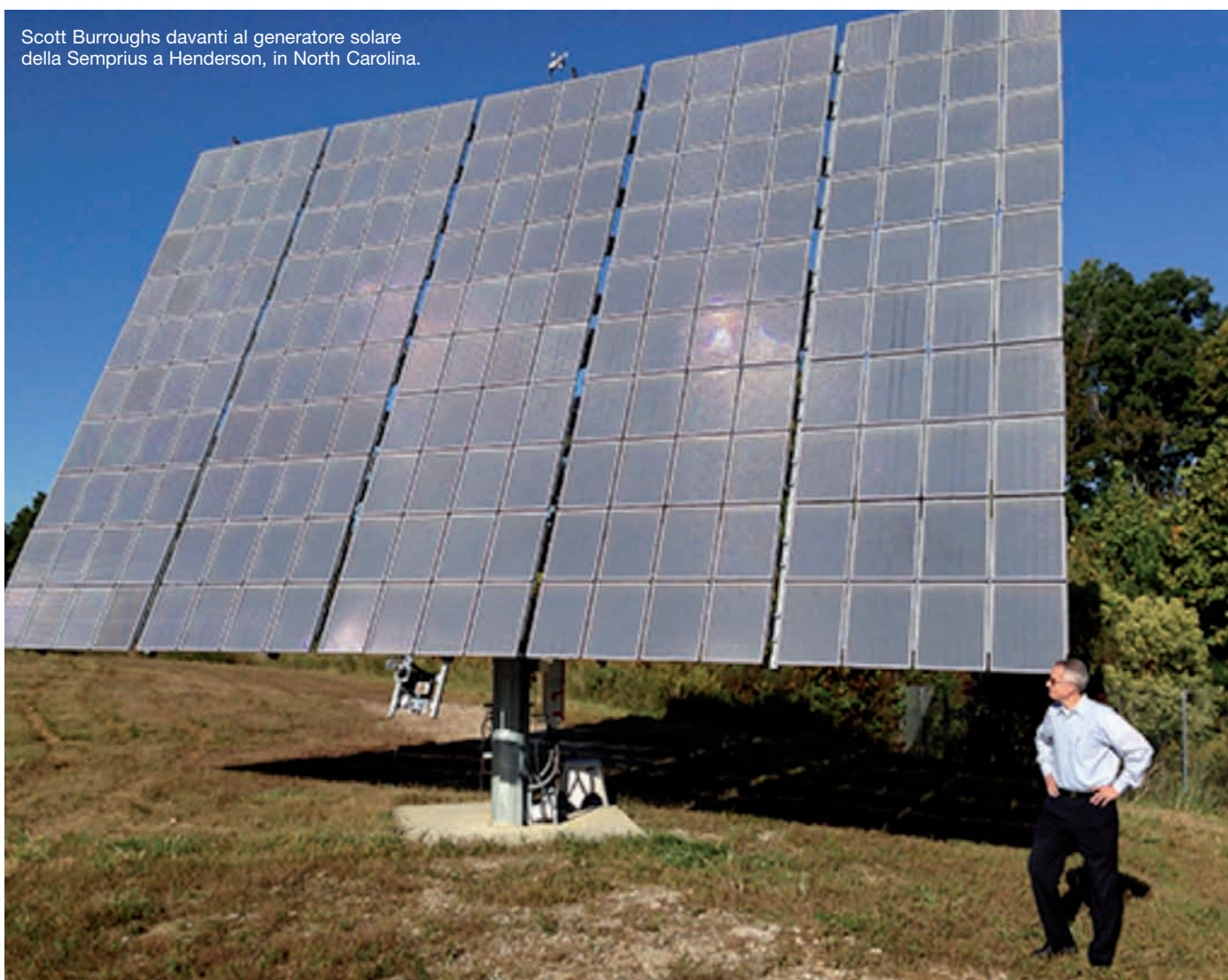
hanno ancora la possibilità di diventare molto più convenienti e più efficienti. Nuovi modi di produrre wafer di silicio, la parte più costosa di una cella solare, potrebbero ridurne i costi alla metà o poco più. Questi progressi potrebbero rendere l'energia solare più conveniente rispetto ai combustibili fossili, anche senza la tecnologia di Semprius. Ma l'energia solare a base di silicio non ha ancora conseguito questi risultati e in ciò risiedono le residue opportunità per Semprius.

L'US Energy Information Administration ha stimato che le nuove centrali solari produrranno energia a poco meno di 15 centesimi per kilowatt-ora, parecchio di più rispetto ai 6,5 centesimi per chilowattora dell'energia tratta dal gas naturale. Quindi, se Semprius avrà presto

la tecnologia per fornire pannelli solari in grado di produrre energia elettrica a circa 5 centesimi per kilowatt-ora, la sua tecnologia potrebbe diventare interessante per chi ha in programma nuove centrali. «Non è necessaria alcuna nuova invenzione, ma solo una buona e solida ingegneria», precisa Burroughs.

Così Semprius continua la sua ricerca di un nuovo investitore per il decollo della sua tecnologia, puntando su aree soleggiate, dove i suoi sistemi funzionano meglio, come l'Arabia Saudita e parti del Messico. Inoltre, a detta di Burroughs, c'è almeno un potenziale investitore in Cina. ■

*Kevin Bullis è responsabile dell'area Energia di MIT Technology Review USA.*



Scott Burroughs davanti al generatore solare della Semprius a Henderson, in North Carolina.

## Il potere delle radici

Primo progetto al mondo ispirato alla morfologia e biologia delle piante, il robot ideato da IIT cresce e si muove come fanno le radici nel terreno.

**A** definirlo nella sua essenza più identificante sono le parole di Barbara Mazzolai, coordinatrice sia del Centro di microbiorobotica dell'IIT, sia del progetto Plantoid: «La nostra ambizione è quella di mettere insieme la biologia con la tecnologia. Studiamo modelli biologici che vogliamo imitare dal punto di vista tecnologico. E per la prima volta sono state le piante a fornire un modello di ispirazione per costruire un robot».

Una sfida splendida e stimolante che ha richiesto di associare alla competenza scientifica anche una grande capacità immaginativa: «Le radici devono risolvere molteplici problemi, un attrito elevato e una rilevante pressione nel terreno per cercarsi un varco. È noto inoltre che l'accrescimento non avviene vicino al tronco, ma nella parte più vicina alla punta delle radici. Producono cellule all'apice radicale e si allungano. L'unica parte che spinge è la punta della radice, così si riduce la pressione necessaria per muoversi. Si forma anche una specie di pellicina intorno alla radice che cresce, all'interno della quale essa scorre, aiutata dal muco. Si forma insomma un ambiente particolare che facilita il movimento».

Per «tradurre» in tecnologia questo movimento è nato il robot di IIT. «Un robot che cresce e modifica la propria massa», spiega Mazzolai. «Interessante è il fatto che le punte hanno capacità sensoriali e rispondono a stimoli fisici (gravità, acqua, luce, temperatura, vibrazioni), ma anche chimici, come la presenza di sostanze nutrienti o inquinanti nel terreno. «Il nostro robot non è passivo. Nelle sue radici è integrato con sensori miniaturizzati, accelerometri triassiali che sentono la gravità, sensori di temperatura e umidità. Ma noi abbiamo sviluppato anche sensori costituiti da materiali morbidi, integrati nella punta, che per esempio percepiscono il tatto e sensori chimici di fosforo, potassio, azoto e acidità». ■

## Questione di pelle

Al Center for Advanced Biomaterials for HealthCare (Cabhc) di Napoli un derma artificiale è stato ottenuto da una cultura di cellule umane.

**C**ostola dell'IIT, il Center for Advanced Biomaterials for HealthCare (Cabhc) di Napoli, diretto da Paolo Netti, si occupa di biomateriali.

Uno dei filoni fondamentali di ricerca riguarda la creazione di derma artificiale, ottenuto a partire da una cultura di cellule umane e attraverso metodi *in vitro* del tutto originali.

Il Cabhc è uno dei pochi laboratori di ricerca al mondo in grado di realizzare tessuti umani tridimensionali *in vitro*, controllandone le caratteristiche e l'estensione durante la crescita.

«Domani questo tessuto realizzato in laboratorio potrebbe diventare fondamentale per il ricupero di ampie zone cutanee distrutte da ustioni o da gravi traumi: basterà semplicemente prelevare una piccola area di cute sana per sviluppare sull'impalcatura la quantità di tessuto necessaria, pronta per essere applicata sulla zona distrutta», spiega Roberto Cingolani, direttore scientifico dell'IIT. «Non va poi sottovalutato il fatto che, oltre alle possibili applicazioni nella medicina rigenerativa, i tessuti sintetici che il Centro riesce a realizzare o che produrrà in futuro potranno venire utilizzati anche all'interno di ricerche tossicologiche, cosmetiche, farmacologiche e «nutraceutiche» (tra le scienze nutrizionali e quelle farmacologiche), riducendo il ricorso alla sperimentazione animale».

Fedeli alla filosofia che ha reso IIT così straordinariamente attivo e conosciuto in tutto il mondo, i ricercatori napoletani stanno pensando alla nascita di una start-up, la SmarTissue, che possa commercializzare tessuti biologici cresciuti *in vitro*, con proprietà analoghe in termini di composizione biologica, biochimica e di caratteristiche meccaniche alla pelle umana. ■

## La scienza al caffè

Dallo scorso ottobre al prossimo giugno, nella pasticceria Marescotti di Cavo, a Genova, si tengono gli incontri di «IIT si racconta».

**R**ealizzata in collaborazione con la Camera di Commercio di Genova e il Gruppo Giovani di Ascom-Confcommercio di Genova, la nuova serie dei caffè scientifici ha preso il via il 2 ottobre. Un progetto, quello di «IIT si racconta», che si iscrive tra le molteplici iniziative promosse dall'Istituto con finalità di divulgazione scientifica, affinché il dialogo attorno ai principali progetti e risultati della ricerca sia aperto a un pubblico sempre più ampio. La modalità di interazione tra ricercatori e cittadini proposta dai caffè scientifici consente, infatti, di valorizzare e rendere comprensibili ai più le scoperte e le innovazioni tecnologiche destinate a migliorare la nostra vita, grazie a un linguaggio semplice e a un contesto informale. Ricordiamo gli incontri del 2015.

### 8 gennaio 2015, ore 18.30

*Biostrutture: capire come siamo fatti e curare le malattie*  
con Gianpiero Garau e Rita Scarpelli

### 5 febbraio 2015, ore 18.30

*Nanofisica e nanotecnologie: i vantaggi della diversità*  
con Francesco De Angelis e Remo Proietti

### 5 marzo 2015, ore 18.30

*Nanoparticelle "termiche" all'assalto dei tumori*  
con Teresa Pellegrino, Markus Barthel e Aidin Lak

### 2 aprile 2015, ore 18.30

*Guardare il cervello sotto una luce diversa*  
con Tommaso Fellin e Serena Bovetti

### 7 maggio 2015, ore 18.30

*Cervello e complessità: dai neuroni alle neuro-tecnologie innovative*  
con Michela Chiappalone e Valentina Pasquale

### 4 giugno 2015 ore 18.30

*Il microscopio 2.0: l'era della microscopia portatile*  
con Alberto Diaspro e Nikon Imaging Center Team

## ERTMS per le reti europee

Tra i primi in Europa, il Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane ha adottato l'European Rail Traffic Management System/European Train Control System (ERTMS/ETCS) di livello 2 sulle nuove linee della rete ad Alta Velocità/Alta Capacità.

**E**RTMS/ETCS è il più evoluto sistema di gestione e controllo della marcia del treno, che monitora istante per istante il viaggio e interviene in automatico in caso di necessità. Il sistema consente ai convogli di diversi Paesi di circolare senza soluzione di continuità su tutte le linee europee, in piena sicurezza grazie all'adozione di funzionalità e tecnologie d'avanguardia basate su un linguaggio comune e gestite con componenti interoperabili a terra e a bordo.

La piattaforma tecnologica definisce le modalità di scambio delle informazioni tra le sale di controllo e i treni, identificando per ogni differente rete nazionale le tecniche di trasmissione da utilizzare e il formato dei messaggi. Le apparecchiature di segnalamento di bordo sono così perfettamente integrabili con i sistemi unificati a livello europeo, nella massima sicurezza. Gli apparati trasmettono costantemente al macchinista tutte le informazioni necessarie per una condotta ottimale, controllando con continuità gli effetti del suo operato durante il viaggio e attivando la frenatura d'urgenza nel caso di velocità superiore a quella massima consentita.

ERTMS/ETCS, oltre alla gestione integrata della circolazione ferroviaria, è altamente affidabile grazie ad apparati di diagnostica predittiva che monitorano costantemente tutti gli impianti e trasmettono in tempo reale i dati elaborati sia al personale di bordo sia alle sale operative e ai centri di manutenzione, in modo tale da gestire ogni possibile anomalia in forma tempestiva e coordinata.

Con l'adozione di questo innovativo sistema, Rete Ferroviaria Italiana (società dell'Infrastruttura del Gruppo FS) ha meritato l'importante premio mondiale Best Paper Award 2006, assegnato al termine del 7° World Congress on Railway Research (WCRR) nell'ambito della sezione Safety e Security, Train Control Technology.

Attualmente il sistema ferroviario italiano ad Alta Velocità/Alta Capacità si sviluppa per circa 1.000 km attraverso buona parte del territorio nazionale. La rete AV/AC collega Torino a Salerno passando per Milano e si amplierà ulteriormente con i due assi trasversali Genova-Milano e Milano-Trieste. Le nuove linee sono state progettate per consentire un traffico promiscuo (da cui la dizione Alta Velocità/Alta Capacità) di treni passeggeri e merci sulle lunghe e medie percorrenze, nella piena integrazione con la rete ferroviaria esistente per il tramite di numerose interconnessioni e, in prospettiva,

con la rete AV europea. Queste caratteristiche progettuali e funzionali consentono la circolazione di un numero di treni quasi doppio rispetto al passato, in condizioni di massima sicurezza. Le linee tradizionali possono così essere dedicate al traffico locale e regionale dei passeggeri e delle merci, con conseguente aumento dell'offerta complessiva di trasporto e miglioramento della mobilità nei nodi urbani e nelle principali aree metropolitane.

Guardando al futuro, tra il 2015 e il 2030 RFI ha in programma l'estensione dell'ETCS su circa 9mila km di linee convenzionali. ■

*(A cura di Bruno Zene, in collaborazione con RFI-Direzione Tecnica-Sistemi di Controllo e Comando e Telecomunicazione)*

*Fotografie: Creatività e Broadcasting – FS Italiane.*



# IL QUBIT DI MICROSOFT

Il colosso fondato da Bill Gates sta puntando le sue carte sul futuro del computer quantistico.

**Tom Simonite**

**N**el 2012, in mezzo a una piccola barra composta di cristalli di semiconduttore, portata a una temperatura inferiore a quella dello spazio, alcuni scienziati olandesi, per un breve periodo in odore di premio Nobel, scoprirono delle particelle. Quelle particelle altro non erano che il fermione di Majorana, come ipotizzato dal fisico sparito nel nulla nel lontano 1937. All'apparenza si trattava di una scoperta del tutto scollegata dai tentativi di vendere software per la produttività industriale o per venire a capo della concorrenza con Amazon nel *cloud computing*. Ma Craig Mundie, il responsabile della tecnologia e della ricerca strategica di Microsoft, era su di giri. L'ermetica scoperta – in parte finanziata da Microsoft – era in realtà cruciale per un progetto che l'azienda stava portando avanti: la costruzione di computer potentissimi per elaborare dati servendosi della fisica quantistica. «É stato un momento decisivo», spiega Mundie, «poiché questa ricerca ci ha confermato che stavamo seguendo la strada giusta».

Microsoft partecipa da oltre un decennio a questo progetto, ma ha cominciato solo ora a parlarne pubblicamente. Se l'operazione avrà successo, il mondo potrebbe cambiare radicalmente. Da quando, nel 1982, il fisico Richard Feynman ha per primo avanzato l'ipotesi del computer quantistico, gli esperti hanno teorizzato che questa macchina potrebbe risolvere problemi la cui soluzione avrebbe richiesto ai computer tradizionali qualche milione di anni o forse ancora di più. Per esempio, il computer quantistico offrirebbe ai ricercatori strumenti più avanzati per progettare nuove medicine o celle solari super-efficienti. Anche l'intelligenza artificiale sarebbe completamente rivoluzionata.

Il progresso verso questo nirvana computazionale è stato lento perché nessuno è riuscito a produrre una versione abba-

stanza affidabile del blocco costitutivo del computer quantistico: il bit quantistico, o qubit, che sfrutta le caratteristiche dei quanti per codificare i dati. I ricercatori universitari e governativi e i laboratori aziendali di IBM e Hewlett-Packard hanno collaborato per raggiungere questo risultato. Solo un piccolo numero di qubit sono stati cablati insieme e gli apparecchi realizzati sono in fase di implementazione. Ma non si è ancora in grado di controllare il substrato fisico dei qubit in modo che possano servire da base per computer multi-uso.

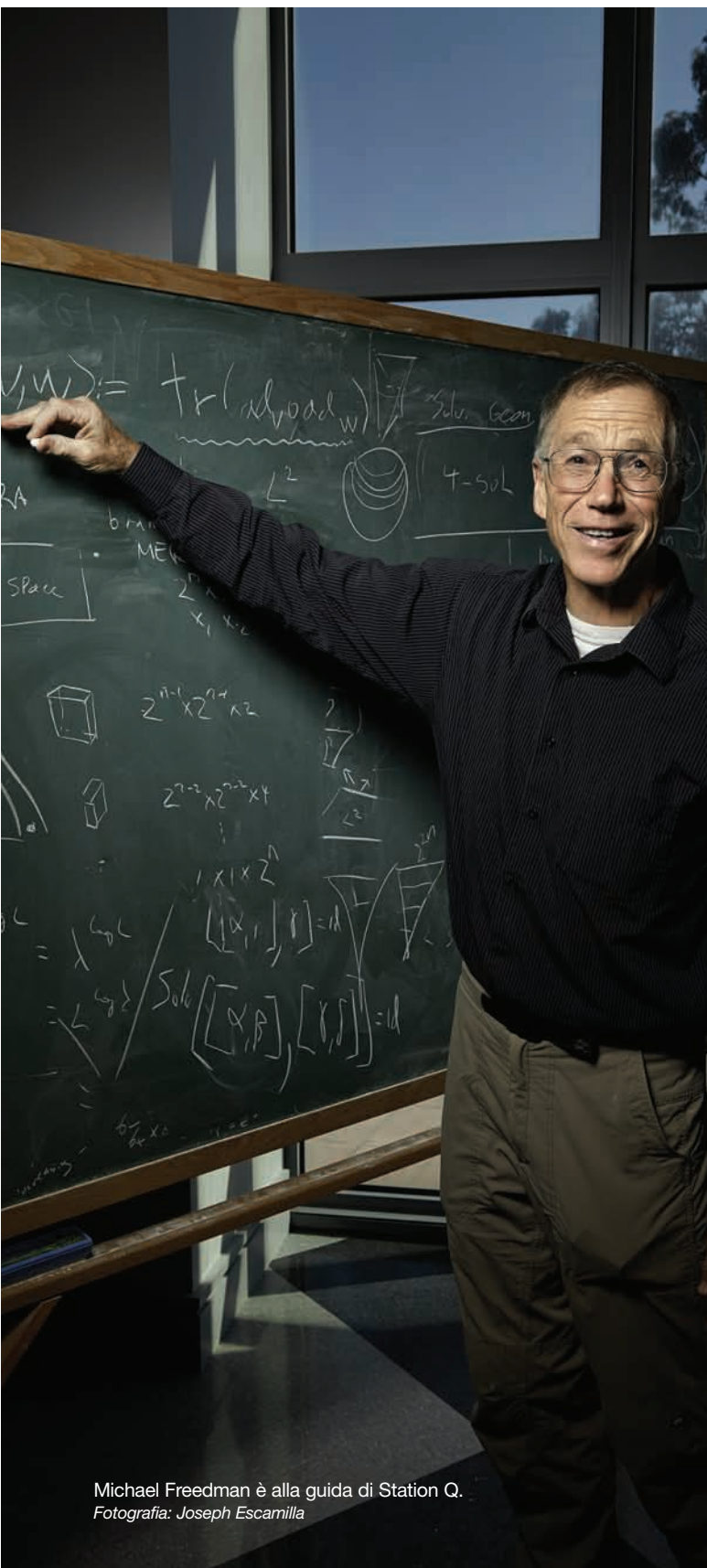
Microsoft non ha ancora prodotto neanche un qubit. Ma l'aspetto paradossale del mondo della fisica quantistica è che l'azienda potrebbe trovarsi più vicina di chiunque altro alla creazione di un computer quantistico.

Microsoft sta sviluppando un nuovo tipo di qubit, conosciuto come qubit topologico, basato fondamentalmente sulla scoperta effettuata in Olanda nel 2012. Ci sono buone ragioni per ritenere che questo prodotto sarà immune dalle "stravaganze" dei qubit già esistenti e si presterà maggiormente alla produzione su scala industriale. «Quello che stiamo facendo ricorda da vicino il percorso per arrivare ai primi transistor», afferma Peter Lee, responsabile della ricerca a Microsoft.

La sua azienda sta anche lavorando al design e al controllo dei circuiti del computer con qubit topologici. I ricercatori di Microsoft che si occupano degli algoritmi dei computer quantistici hanno mostrato che una macchina con un centinaio di qubit potrebbe gestire simulazioni chimiche al di fuori della portata di qualsiasi super-computer attuale.

Nel prossimo anno, o poco più, i laboratori di fisica in collaborazione con Microsoft cominceranno a testare parti essenziali del suo modello di qubit, ispirandosi al programma creato da un





Michael Freedman è alla guida di Station Q.  
 Fotografia: Joseph Escanilla

genio matematico che proviene dall'esterno all'azienda. Se questi test daranno riscontri positivi, un'azienda che si credeva prigioniera del suo passato potrebbe mettere una seria ipoteca su futuri trionfi.

Ancora più strano: un fisico ormai in ombra dei leggendari Bell Labs potrebbe essere in prima fila.

### Un genio matematico

In una sala soleggiata a un centinaio di metri dall'Oceano Pacifico, Michael Freedman, l'ispiratore e il supervisore della tecnologia del progetto di Microsoft, ammette di sentirsi "spaventato" dall'impresa che ha davanti. «Quando si riflette sul computer quantistico, ci si rende conto che noi funzioniamo come una sorta di stupido computer "chimico"», egli dice. Il 63enne Freedman è direttore di Station Q, il gruppo di ricerca di Microsoft che coordina i tentativi di creazione del qubit topologico, e si sposta in continuazione tra una decina di uffici del campus dell'University of California, a Santa Barbara. Magro e abbronzato, le sue scarpe sono ricoperte della sabbia accumulata durante la sua passeggiata sul mare, di ritorno dal pranzo.

Se la sua mente è uno stupido computer chimico, si tratta ugualmente di qualcosa di straordinario. Un prodigio matematico entrato all'University of California, a Berkeley, all'età di 16 anni e laureatosi solo due anni dopo. A 30 anni ha fornito la soluzione della congettura generalizzata di Poincaré per una varietà quadridimensionale, uno dei problemi matematici irrisolti di più lunga data. Freedman lo risolse senza scrivere nulla, ma solo visualizzando la distorsione delle quattro dimensioni nella sua mente: «Avevo immaginato cosa dovevo fare per risolverlo». Quando trasferì la sua "visione" in una dimostrazione scritta di 95 pagine, Freedman ricevette la Fields Medal, il più alto riconoscimento in campo matematico.

Il premio consolidò il suo ruolo prominente in una disciplina come la topologia, che studia le proprietà delle forme che non cambiano anche se sottoposte a distorsione. Una storiella che gira da tempo dice che un esperto di topologia non saprebbe distinguere tra una tazzina da caffè e una ciambella: tutte e due sono superfici con un buco.

Nel 1988, venne coinvolto negli studi di fisica dopo che un collega scoperse un collegamento tra la matematica della teoria dei nodi, una branca della topologia, e una teoria che spiegava alcuni fenomeni quantistici. «Fu un'esperienza indimenticabile», racconta Freedman, che si rese immediatamente conto di come questo collegamento potesse permettere a una macchina governata dalle leggi della fisica quantistica di risolvere problemi troppo complessi per i computer tradizionali. Non sapendo che il concetto di computer quantistico già esisteva, Freedman lo aveva reinventato in piena autonomia.

Si mise allora a lavorare a questa idea e nel 1997 si unì al gruppo di ricerca di matematica teorica di Microsoft. Poco dopo, collaborò con Alexei Kitaev, il fisico teorico russo che aveva dimostrato come un "qubit topologico" da lui creato potesse risultare molto più affidabile dei qubit su cui stavano lavorando altri gruppi. Freedman comprese che si trovava dinanzi a qualcosa che andava oltre le sue conoscenze di ordine fisico e matematico. Nel 2004, si presentò nell'ufficio di Craig Mundie per comunicare di avere sco-

perto un metodo per creare un qubit abbastanza affidabile da produrlo in grandi quantità. «Avevo compiuto un passo in avanti decisivo. Sembrava che ci fossero finalmente le condizioni per partire con la tecnologia», spiega Freedman.

Mundie non si lasciò sfuggire l'occasione. Anche se Microsoft non aveva mai provato a produrre un computer quantistico, era cosciente del formidabile potenziale della tecnologia e delle paludi in cui si erano arenati i tentativi precedenti. «Capii immediatamente che si trattava di un approccio al problema del tutto differente», dice Mundie. «Questi tipi di computer hanno la possibilità di avviare una rivoluzione simile a quella che i normali computer hanno provocato negli ultimi 60 anni». Mundie decise di mettersi subito al lavoro per creare il qubit topologico, affidando a Freedman il timone dell'operazione. «Ero agitato. Nella mia vita non avevo costruito neanche una radio a transistor», confida Freedman.

## Sogni futuri

Per molti aspetti, un computer quantistico non dovrebbe essere molto differente da quelli normali. Entrambi hanno a che fare con bit di dati rappresentati in forma binaria e sono dotati di unità di base che passano da uno stato a un altro. In un computer tradizionale, ogni piccolo transistor su chip può spostarsi da off, per indicare 0, a on, per indicare 1. Ma a causa delle regole "stravaganti" della fisica quantistica, che governano il comportamento della materia e dell'energia a scale estremamente ridotte, i qubit possono diventare particolarmente potenti. Il qubit può entrare in uno stato quantistico, conosciuto come sovrapposizione, in cui rappresenta 0 e 1 allo stesso tempo. Una volta in questo stato, i qubit si collegano tra loro, o meglio si allacciano, in un modo tale che qualsiasi operazione su uno cambia immediatamente anche il destino dell'altro. In virtù della sovrapposizione e dell'allacciamento (il cosiddetto *entanglement*), una sola operazione in un computer quantistico permette di effettuare una serie di calcoli che richiederebbero molte, ma molte più operazioni, nel caso di un numero equivalente di bit ordinari. In sostanza, un computer quantistico è in grado di esplorare in parallelo un numero sconfinato di percorsi computazionali. In alcuni tipi di problemi, i vantaggi di questo tipo di computer rispetto a quelli normali crescono esponenzialmente con l'incremento dai dati da prendere in esame. «La loro potenza continua a lasciarmi a bocca aperta», dice Raymond Laflamme, direttore esecutivo dell'Institute for Quantum Computing all'University of Waterloo, in Ontario. «Cambiano le basi della scienza informatica e il significato stesso del calcolo».

Ma gli stati quantistici "puliti" sono molto fragili e si possono osservare e controllare solo in particolari circostanze escogitate ad arte. Per assicurare una sovrapposizione stabile, il qubit deve venire protetto da disturbi apparentemente insignificanti come le oscillazioni casuali delle particelle sub-atomiche o i deboli campi elettrici delle componenti elettroniche circostanti. Le due tipologie di qubit tecnologicamente più avanzate rappresentano i bit sotto forma di proprietà magnetiche di atomi con carica elettrica unitaria intrappolati in campi magnetici o come un minimo passaggio di corrente all'interno dei circuiti di un metallo superconduttore. Questi qubit possono mantenere le

## Progetti di computer quantistici

Azienda	Tecnologia	Possibili cause di fallimento
IBM	Produce qubit da circuiti metallici superconduttori.	La percentuale di errori dei qubit è troppo elevata per assicurare il normale funzionamento di un computer.
Microsoft	Sta creando un nuovo tipo di "qubit topologico" che in teoria dovrebbe essere più affidabile degli altri.	L'esistenza delle particelle sub-atomiche utilizzate in questi qubit non è ancora provata. Anche se reali, non esiste prova che possano venire controllate.
Alcatel-Lucent	Sulla scia della ricerca di Microsoft, l'azienda sta lavorando a un qubit topologico basato su un diverso materiale.	Come sopra.
D-Wave Systems	Vende computer basati su chip super-conduttori con 512 qubit.	Non è chiaro se i suoi chip sfruttino effetti quantistici. Anche in questo caso, però, il loro design è limitato alla soluzione di un set ristretto di problemi matematici.
Google	Dopo un periodo di sperimentazione con i computer di D-Wave, iniziatosi nel 2009, ha di recente aperto un laboratorio per produrre chip come quelli di D-Wave.	Come sopra. Inoltre, Google sta provando ad adattare la tecnologia a un tipo di qubit diverso da quello di D-Wave.

sovrapposizioni per non più di una frazione di secondo prima di collassare in un processo chiamato decoerenza. Il gruppo più numeroso di qubit sperimentato finora con successo è costituito da soli 7 elementi.

Dal 2009, Google ha iniziato a collaudare una macchina presentata dalla start-up D-Wave Systems come il primo computer quantistico commerciale al mondo e, nel 2013, ha acquistato una versione della macchina con 512 qubit. Ma questi qubit sono cablati in un circuito per uno specifico algoritmo, limitando il numero dei problemi che possono affrontare. Se coronato da successo, questo tentativo potrebbe creare l'equivalente in termini quantistici di un paio di pinze, uno strumento utile solo per alcuni compiti. L'approccio più tradizionale di Microsoft si basa su un computer completamente programmabile, vale a dire l'equivalente dell'intera cassetta degli attrezzi.

Inoltre, alcuni ricercatori indipendenti hanno messo in dubbio che la macchina di D-Wave Systems funzioni effettivamente come un computer quantistico. Google ha di recente avviato un suo laboratorio di hardware per creare e mettere in circolazione una sua versione della tecnologia.



Le ricerche sui computer quantistici di Bob Willett dei Bell Labs sembrano muoversi sulla strada giusta.  
Fotografia: Stephanie Diani.

## A breve termine, i laboratori di fisica finanziati da Microsoft cominceranno a sperimentare un nuovo tipo di qubit tecnologico.

La ricerca di soluzioni al problema della decoerenza e degli errori che provoca nei calcoli è diventato il cruccio dominante di chi si occupa di computer quantistici. Per produrre i qubit su scala industriale, la decoerenza si dovrebbe presentare solo una volta su un milione di operazioni, sostiene Chris Monroe, professore dell'University of Maryland e co-leader di un progetto di computer quantistico finanziato dal Dipartimento della Difesa statunitense e dalla IARPA (Intelligence Advanced Research Projects Activity). Oggi la decoerenza si presenta migliaia di volte, se non di più.

Station Q di Microsoft potrebbe avere una sorte migliore. Gli stati quantistici che hanno avvicinato Freedman allo studio della fisica – verificabili quando gli elettroni sono intrappolati in un piano all'interno di determinati materiali – dovrebbero fornire la stabilità cercata da chi progetta i qubit, perché non rispondono a quasi tutti i disturbi che destabilizzano i normali qubit. Internamente a questi materiali, gli elettroni assumono particolari proprietà a temperature vicine allo zero assoluto, formando i cosiddetti flussi di elettroni. Le proprietà quantistiche collettive dei flussi di elettroni si possono sfruttare per esprimere un bit. L'eleganza del design insieme alla disponibilità di risorse finanziarie, apparecchiature e tecnologie ha indotto alcuni dei più importanti ricercatori di fisica del mondo a collaborare con Microsoft (l'azienda non dice quale parte della spesa di 11 miliardi di dollari annuali di R&S viene dedicata al progetto).

Ma il nodo irrisolto rimane sempre quello del substrato fisico. Per utilizzare le proprietà quantistiche dei flussi di elettroni come bit, i ricercatori dovrebbero manipolare alcune particelle al loro interno, conosciute con il nome di anioni non-abeliani, in modo da farle girare una intorno all'altra. Anche se i fisici sono convinti che gli anioni non-abeliani esistano, nessuno è in grado di dire una parola definitiva su tale esistenza.

Le particelle di Majorana, il tipo di anioni non-abeliani che Station Q e i suoi collaboratori cercano, sono particolarmente sfuggenti. Predette per la prima volta nel 1937 dal fisico italiano Ettore Majorana, poco prima della sua scomparsa avvolta nel mistero, hanno catturato l'attenzione dei fisici per decenni perché possiedono la proprietà unica di coincidere con la propria antiparticella, in modo che se due di loro si incontrano, si annichiliscono l'una con l'altra in un flash di energia.

Nessuno ha avanzato prove concrete della loro esistenza fino al 2012, quando Leo Kouwenhoven della Delft University of Technology, nei Paesi Bassi, con i finanziamenti e l'assistenza di Microsoft, ha annunciato di averle trovate nei nanofili di un materiale superconduttore, l'antimoniuro di indio. Kouwenhoven ha mostrato la loro esistenza collegando un nanofilo a una estremità di un elettrodo superconduttore e un filo normale

all'altra. Si è trattato di una conferma determinante per il progetto di Microsoft. «La scoperta ci ha dato lo slancio per andare avanti su questa strada», spiega Lee di Microsoft. Il gruppo di Kouwenhoven e altri laboratori stanno ora affinando i risultati dell'esperimento per dimostrare che le particelle si possono manipolare. Allo scopo di rendere più rapidi i progressi e creare le condizioni per la produzione su scala industriale, Microsoft ha cominciato a collaborare con le aziende che forniscono nanofili semiconduttori e i sistemi superconduttivi necessari al controllo dei qubit topologici.

A oggi, però, Microsoft non ha ancora il suo qubit. È fondamentale trovare il modo per far girare le particelle di Majorana una intorno all'altra al fine di scrivere gli equivalenti degli 0 e degli 1. Alcuni scienziati dei materiali del Niels Bohr Institute, a Copenhagen, hanno di recente scoperto un modo di produrre nanofili con canali laterali, per permettere a una particella di spostarsi al passaggio dell'altra. Charlie Marcus, un ricercatore del Niels Bohr Institute, che ha collaborato con Microsoft dall'inizio, è oggi impegnato a costruire un sistema funzionante con i nuovi fili. «Mi sento di affermare che avremo tanto da fare negli anni a venire», afferma Marcus.

Un eventuale successo dimostrerebbe la validità del progetto dei qubit di Microsoft e porrebbe fine ai recenti dubbi sulla veridicità della scoperta della particella di Majorana da parte di Kouwenhoven, nel 2012. Ma John Preskill, un professore di fisica teorica al Caltech, dice che il qubit topologico rimane poco più di una suggestiva teoria: «L'idea in sé è di grande valore, ma dopo qualche anno di seri tentativi non si è visto ancora nulla».

## Sul fronte della concorrenza

Ai Bell Labs nel New Jersey, Bob Willett dice invece di avere in mano qualcosa di concreto. Il suo sguardo si dirige verso un cristallo rettangolare di un nero opaco, grande come l'unghia di un dito, che ai lati presenta dei fili saldati a mano e sulla superficie delle linee a zig zag di alluminio. Nel mezzo del chip, in un'area di non più di un micrometro, Willett dice di avere scoperto alcuni anioni non-abeliani. Se è nel giusto, Willett è più avanti di chiunque altro stia lavorando con Microsoft. Nei suoi piccoli laboratori, carichi di incombenze, Willett sta per «dare alla luce» quello che potrebbe essere il primo qubit topologico al mondo. «Stiamo nella fase di transizione dalla scienza alla tecnologia», dice. Il suo ambiente di lavoro è pieno di richiami storici. Lungo il corridoio che porta ai suoi laboratori, appena oltrepassato un busto gigante di Alexander Graham Bell, si trova una vetrinetta con dentro il primo transistor, prodotto in questa sede nel 1947.

L'apparecchio di Willett è una versione di un progetto che Microsoft ha di fatto abbandonato. Prima del tentativo attuale, Freedman e i suoi collaboratori avevano ritenuto che fosse possibile produrre un qubit topologico utilizzando cristalli di arseniuro di gallio ultra-puri per intrappolare gli elettroni.

Ma in quattro anni di esperimenti i laboratori di fisica che collaboravano con Microsoft non hanno trovato traccia degli anioni non-abeliani. Willett si era occupato per anni di tematiche simili e, dopo la lettura di un saggio di Freedman sul progetto, decise di scendere in campo a sua volta. In alcune pubblicazioni comparse tra il 2009 e il 2013, Willett sostenne di avere

trovato queste particelle nei suoi apparecchi basati sui cristalli. Se un cristallo viene raffreddato con l'elio liquido a meno di un 1 Kelvin (corrispondente a  $-272,15$  °C) e sottoposto a un campo magnetico, al centro si forma un flusso di elettroni.

Willett si serve di elettrodi per indirizzare le particelle verso le zone periferiche; se si tratta di anioni non-abeliani che girano intorno ai loro omologhi al centro, si dovrebbe modificare lo stato topologico dell'intero flusso di elettroni. Willett ha pubblicato i risultati di diversi esperimenti in cui afferma di avere riscontrato quegli oscillamenti, che gli scienziati hanno previsto, nella corrente di flusso di queste particelle. Willett sta organizzando un nuovo esperimento, non molto diverso dal precedente, per generare un qubit. Si tratta anche in questo caso di due circuiti affiancati nello stesso cristallo, con elettrodi aggiuntivi collegati al flusso di elettroni che possono decodificare ed estrarre gli stati quantistici che rappresentano gli 0 e gli 1.

Willett spera che questo apparecchio spazzerà via lo scetticismo intorno ai suoi risultati, che nessuno è stato finora in grado di replicare. Charlie Marcus, il collaboratore di Microsoft, dice che Willett «ha colto dei segnali che noi non abbiamo visto». Willett controbatte che Marcus e altri hanno costruito degli apparecchi troppo grandi e utilizzato cristalli con proprietà troppe diverse tra loro. Inoltre, sostiene anche di averne avuto conferma di recente esaminando alcuni apparecchi costruiti seguendo le indicazioni degli altri ricercatori: «Avendo lavorato con i materiali da loro utilizzati, ho capito perché non sono riusciti ad andare avanti».

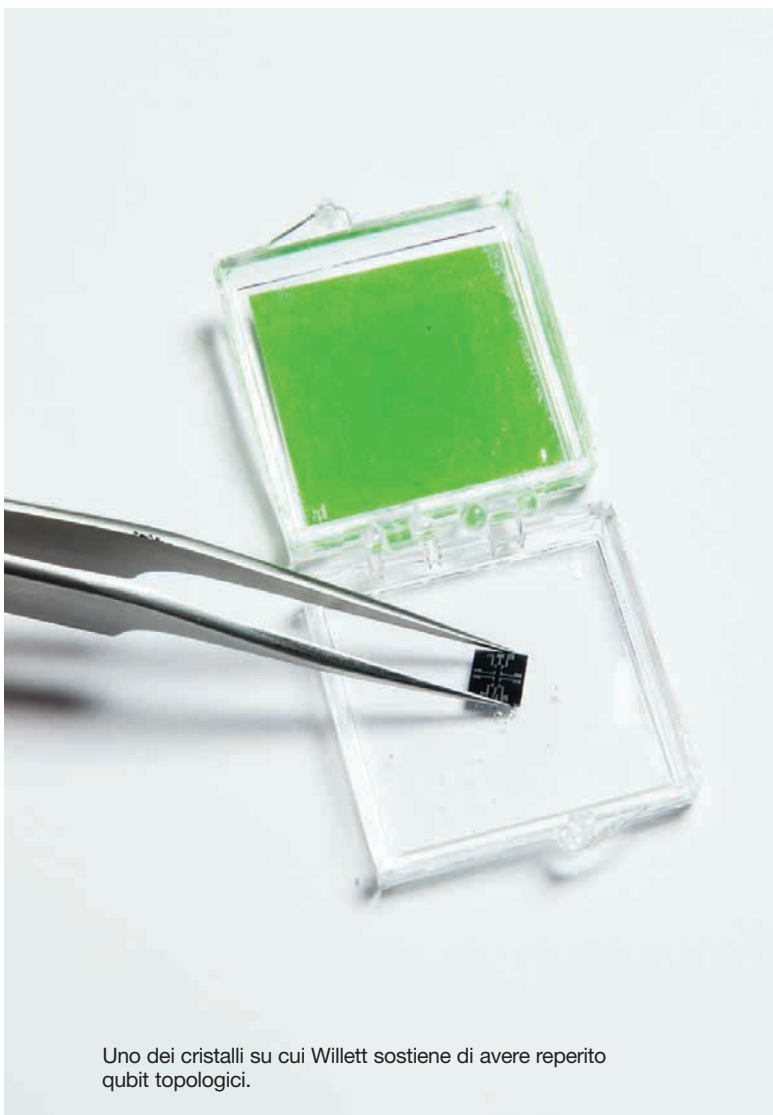
I Bell Labs, ora di proprietà della azienda di telecomunicazioni francese Alcatel-Lucent, sono più piccoli e con meno risorse di quando AT&T, l'azienda che deteneva il monopolio della telefonia americana, permetteva a molti ricercatori di agire in piena autonomia.

Quest'anno un'intera area dei laboratori è stata demolita e in molte stanze regna il disordine e l'incuria. Ma, con meno personale che circola nei laboratori, è più facile avere accesso alle apparecchiature, afferma Willett. Alcatel ha iniziato a investire di più sul suo progetto.

Willett era solito collaborare con soli tre fisici, ma di recente è stato affiancato anche da matematici ed esperti di ottica. I dirigenti dei Bell Labs hanno mostrato grande interesse a capire quali tipi di problemi si possono risolvere con un modesto numero di qubit. «C'è una consapevolezza crescente dell'importanza della ricerca», dice Willett, il quale si presenta più come un collega accademico dei ricercatori di Microsoft che come un concorrente aziendale.

A conferma di ciò, ha partecipato al convegno biennale dei collaboratori di Microsoft e di altri autorevoli fisici, che si tiene a Santa Barbara. Ma la presenza di Microsoft si è fatta sentire sempre di più nei recenti convegni, dice Willett, che aggiunge di avere sentito una certa «freddezza» nei suoi confronti, in quanto appartenente a un'altra azienda.

Certo, sarà molto più che freddezza, se Willett batterà Microsoft sui tempi, dimostrando la validità del suo progetto. Per Microsoft, inaugurare la stagione dei computer quantistici sarebbe sorprendente, ma per i decaduti Bell Labs, di proprietà di un'azienda che non si occupa di computer, sarebbe sbalorditivo.



Uno dei cristalli su cui Willett sostiene di avere reperito qubit topologici.

### Il codice quantistico

Nel verdeggianti campus di Redmond, a Washington, migliaia di esperti di software sono impegnati a correggere i bug e ad aggiungere nuove caratteristiche a Windows e Microsoft Office. I visitatori si scattano delle fotografie nel museo aziendale accanto a un ritratto a grandezza naturale di Bill Gates, risalente al 1978. Nell'edificio principale dedicato alla ricerca, Krysta Svore guida un gruppo di una decina di persone che stanno lavorando a un software per un computer che potrebbe non venire mai alla luce.

Il gruppo, che sta prefigurando quanto la prima generazione di computer quantistici potrebbe realizzare, è stato creato perché, anche se potenti, i computer quantistici non possono risolvere tutti i problemi. Solo un modesto numero di algoritmi quantistici sono stati sviluppati in modo così dettagliato da adattarsi facilmente all'hardware. «I computer quantistici mostrano potenzialità senza precedenti, ma dobbiamo capire bene quali sono i punti di forza», dice Svore.

## Secondo Peter Lee di Microsoft, esiste davvero la possibilità di fare qualcosa che getterà le fondamenta di una nuova economia.

Nessun computer quantistico sarà alla nostra portata, perché i qubit adottano un sistema di super-raffreddamento (a meno che non si prendano in considerazione qubit del tutto diversi). Il loro impiego sarà principalmente nei centri dati o a sostegno del sistema di servizi di Internet o per risolvere problemi che consentano di migliorare le altre tecnologie.

Un'idea promettente è quella di utilizzare i computer quantistici per le simulazioni chimiche di grande complessità o per tematiche di fondo legate alla salute o all'energia.

Un computer quantistico potrebbe replicare la realtà così minuziosamente da rimpiazzare anni di lavoro nei laboratori, spiega Svore. Oggi, secondo il Department of Energy, circa un terzo del tempo dei supercomputer viene dedicato alle simulazioni chimiche o a tematiche inerenti la scienza dei materiali.

Il gruppo di Svore ha sviluppato un algoritmo che permetterebbe anche a una prima generazione di computer quantistici di affrontare, in poche ore o addirittura minuti, problemi di enorme complessità, come la sperimentazione di un catalizzatore per rimuovere l'anidride carbonica dall'atmosfera. «È una delle possibili applicazioni vincenti dei computer quantistici», conclude Svore. Ma ce ne sono innumerevoli altre.

Il gruppo di Svore ha già in parte dimostrato che i computer quantistici si possono sfruttare per l'apprendimento automatico, una tecnologia sempre più centrale nei piani di Microsoft e dei suoi concorrenti.

I recenti progressi nei settori del riconoscimento vocale e delle immagini hanno favorito lo sviluppo di nuove ricerche sull'intelligenza artificiale. Ma in questo campo ci si affida ancora a cluster di migliaia di computer che lavorano insieme e i risultati concreti appaiono ancora lontani dal venire.

Si capisce bene, quindi, di quali vantaggi, senza precedenti nella storia della tecnologia, potrà godere l'azienda che per prima produrrà un computer quantistico. «Crediamo di avere le carte in regola per fare qualcosa che potrebbe favorire l'avvento di una economia radicalmente diversa», afferma Peter Lee di Microsoft.

Come è ovvio aspettarsi, Lee e tutti quelli che lavorano al software quantistico dicono di essere fiduciosi. Ma con tutto quello che c'è ancora da fare, la meta finale sembra lontana nel tempo. È come se la tecnologia del qubit sia in una sovrapposizione tra il cambiamento del mondo e l'avvitamento in una serie di oscure ricerche. L'imponderabile è il destino di chi lavora a questa tecnologia. Ma con una prospettiva così esaltante di fronte a loro, nessuno potrà mai avere il coraggio di biasimarli. ■

*Tom Simonite è redattore capo di MIT Technology Review USA.*

## A tu per tu

Sui social network anonimi, anche se a volte le persone si lasciano andare a commenti offensivi, gli aspetti positivi sopravanzano senza dubbio quelli negativi.

Rachel Metz

«**V**oglio andarmene da Google», così diceva il messaggio sul mio iPhone. «È una noia mortale». Inviato da un utente anonimo di San Francisco al “confessionale” di Secret, un’applicazione per iPhone ora disponibile anche su Android, il messaggio ha in poco tempo raccolto 78 commenti che spaziano da «Vuol dire che devi lavorare a un progetto diverso» a «Ho abbandonato Google ed è stata una delle migliori decisioni della mia vita». Una delle risposte dell’utente è stata: «Sono lì da lungo tempo. Tanti incarichi differenti. L’azienda non valorizza l’iniziativa personale e le promozioni procedono a rilento».

Molti di noi sono spesso on-line per aggiornare i profili su Facebook, caricare foto su Instagram o twittare. Ma è difficile che si dica veramente quello che si pensa, perché tutti sanno quale è la nostra vera identità e, in molti casi, non si può correre il rischio di ritrovarsi in situazioni delicate. Chi si è lamentato su Secret della sua condizione di lavoro a Google non avrebbe utilizzato le stesse parole se fosse comparso il suo vero nome, al di là del valore terapeutico del suo sfogo.

Per questa ragione le applicazioni sociali anonime come Whisper e Secret svolgono una funzione positiva. È vero che l’anonimato e l’auto-mascheramento hanno sempre fatto parte del Web, dalle prime chat-room ai giornali, dai blog alle inquietanti bacheche del sito 4chan.

È vero che i commentatori hanno sfruttato l’anonimato per dire cose che non avrebbero mai avuto il coraggio di dire in faccia ad altri. Ma, oggi, la combinazione di anonimato, semplicità di un’applicazione mirata e confidenza con lo schermo di uno smartphone alimentano il desiderio di condividere i propri pensieri più profondi con gli altri utenti, con reciproca soddisfazione. Più utilizzo queste applicazioni, più il palmo della mia mano prende le sembianze di un con-

fessionale. Senza curarmi di chi disturba occasionalmente, mi lascio andare al flusso dei commenti e abbandono la naturale ritrosia. Anche se le persone che leggono i miei messaggi non mi conoscono, le mie parole trasudano sincerità ed empatia.

### A cena con uno sconosciuto

Con Whisper, comunicare è semplice: si digita una qualsiasi frase e l’applicazione suggerisce una fotografia da unire al messaggio, in realtà spesso una che ha a poco a che fare con l’argomento trattato. I post degli altri utenti appaiono sotto forma di diverse righe di testo in grassetto e un’immagine, a volte di difficile leggibilità. Avventurarsi su Whisper è un po’ come aprire le pagine dei diari di sconosciuti, solo che in questo caso si è spinti a rispondere.

I post sono visibili a chiunque utilizzi l’applicazione e in massima parte sono francamente spiazzanti. Qualche giorno fa ne ho visti alcuni che suonavano così: «Ho appena scoperto che il mio fidanzato era una donna»; «Mio figlio è più grande del mio fidanzato»; «Mi veniva da piangere quando ho visto mia figlia di due anni fingere di prendere le mie medicine per essere come la sua mamma. Fottuto diabete!». Gli utenti rispondono cordialmente a ogni tipo di post, che si tratti di chi confessa di piangere per motivi futili, come la mancanza del latte nel frigorifero, o di chi si lamenta per non venire accettato a causa della sua omosessualità.

Comunque, preferisco Secret, che ha una struttura più semplice e ha preso piede in fretta soprattutto in una nicchia precisa: il regno del gossip aziendale. L’applicazione ha due schede. Una mostra i “segreti” degli amici e degli amici degli amici, anche se non si può sapere chi siano in realtà queste persone. L’applicazione, infatti, collega l’utente alla rete sociale prendendo in considerazione i suoi contatti telefonici e cercando quelli



Illustrazione: Maximilian Bode.

che stanno su Secret. Sull’altra scheda si possono conoscere i pensieri privati di persone che vivono nelle vicinanze e i messaggi che Secret ha deciso di mostrare per ragioni non spiegate.

Si possono commentare solo i post di amici o di amici degli amici e, in alcuni casi, quelli in arrivo da chi vive nello stesso quartiere. Si crea così un senso di appartenenza comunitaria. Invece di mostrare gli *usernames*, Secret attribuisce a ogni autore del messaggio un’icona, che può andare da un bicchiere di vino a un tipo di gelato o a un mucchio di escrementi.

Con meno alternative, Secret appare un luogo più “familiare” di Whisper e di più facile utilizzo. Quando, a febbraio, ho scaricato Secret, l’applicazione era diffusa quasi esclusivamente nel mondo delle start-up, ma il fenomeno è venuto via via scemando e prendendo una piega del tutto diversa. Il mio feed di Secret è stato inondato di post su amore, sesso, lavoro e rapporti personali del tipo: «Credo di essere troppo incentrato su di me per avere una storia d’amore. Infatti non ne ho mai avuta una e ormai ho superato la trentina da qualche tempo». La recente aggiunta di sistemi di consultazione si è tradotta in una estenuante serie di domande con risposte di sì o no. La mia rete include molti utenti di Silicon Valley e ciò comporta che mi trovi dinanzi a

domande come: «Entrereste in una rete sociale proposta da Yahoo?». Non mancano i messaggi seri. Una persona affetta da depressione ha detto di avere infine accettato l'idea di andare da un terapeuta e di curarsi. È incoraggiante vedere che nel messaggio si richiedeva il supporto del gruppo per quanto intrapreso.

Ero così bene disposto nei confronti di Secret, specialmente dopo avere sentito che alcuni utenti lo stavano utilizzando per organizzare delle cene con degli sconosciuti, che decisi di verificare se le sensazioni positive trasmesse dall'applicazione si potessero tradurre nella vita reale. Invitai chiunque appartenesse alla mia rete sociale a incontrarmi dopo il lavoro a un cocktail bar di Soma, un quartiere di San Francisco. I consensi fioccarono. Molti mi assicurarono che sarebbero venuti e altri spergiurarono che avrebbero fatto di tutto per arrivare in tempo.

Giunsi al bar felice di incontrare i miei nuovi amici. Ma dopo avere bevuto in totale solitudine per un'ora e mezza, si avvicinò solo una persona. Non ero arrabbiato con nessuno, perché non sapevo con chi mi sarei dovuto arrabbiare.

Ma l'anonimato può riservare anche delle belle sorprese. L'unica mia compagna mi disse che il suo vero nome era Taleen Alexander. Mi confidò che aveva avuto una giornata difficile e che le piaceva l'idea di conversare con qualcuno non conosciuto. Scoprimmo di avere molte cose in comune. Eravamo cresciuti entrambi nella Bay Area e andavamo alla stessa università (UC Berkeley), in cui abbiamo conseguito la specializzazione nella stessa disciplina (English). La particolarità della situazione e la consapevolezza che probabilmente non ci saremmo più rivisti, resero la serata rilassante e piacevolissima.

### Il punto debole

Uno dei problemi di cui si parla spesso in relazione a queste applicazioni è la presenza di commenti offensivi e di attacchi personali immotivati. A dire il vero non mi sembra un fenomeno pervasivo, anche se non può venire definito neanche episodico e posso capire perché i genitori siano preoccupati nel sapere che i loro figli adolescenti si collegano a queste reti che favoriscono l'interazione anonima. È



### Whisper

**Pro**  
I post si possono selezionare, tra le tante alternative, per argomento trattato o per luogo di provenienza.

**Contro**  
Si può avere la sensazione che siano confidenze di bassa lega, con grafiche approssimative e fotografie banali. Molti post invitano a fare sesso.

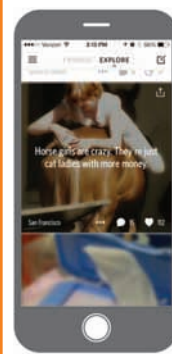
**Frase esemplare**  
«Ho dato da bere a mio fratello minore e ai suoi amici delle birre analcoliche. Vederli "ubriachi" è stato uno spettacolo assolutamente esilarante».

molto più facile fare lo sbruffone quando non si deve rivelare la propria identità.

Ciò detto, non credo che Secret e Whisper debbano sentirsi responsabili di quanto accade ai loro seguaci minorenni, anche se sono apprezzabili i loro tentativi di tenere la situazione sotto controllo. Secret esorta a «essere gentili» e permette agli utenti di cancellare i commenti indesiderati ai loro post. Ho anche riscontrato la presenza di una serie di promemoria che invitano a «contribuire alla sicurezza della comunità» evitando di inviare post che non rispettino le regole di Secret.

Quando ho provato a pubblicare un post con l'immagine della cantante Ariana Grande, è comparso un avviso in cui mi si chiedeva se ci fosse qualche riferimento personale e mi si ricordava che i messaggi «diffamatori, offensivi o meschini» contravvenivano allo spirito di Secret e potevano venire cancellati. Il sistema di «allarme», però, deve essere messo a punto perché ho ricevuto lo stesso avviso quando ho postato una fotografia delle dolci e burrose mandorle Marcona.

Su Whisper, non si trovano inviti pressanti agli utenti, ma è più facile mettere fuori gioco chi disturba. Un'icona in cima ai post permette di occultare il post o di segnalare l'inaffidabilità dell'utente. Whisper si affida sia al software, sia agli



### Secret

**Pro**  
Permette di connettersi, in forma anonima, alle persone della stessa rete sociale invece che a utenti di tutto sconosciuti.

**Contro**  
La varietà dei post è limitata e non si può fare una ricerca per argomento.

**Frase esemplare**  
«Quanti tizi bianchi sul palco del TechCrunch Disrupt (un convegno di IT). Se fossi uno di quei tizi bianchi, mi sarei indignato».

utenti per eliminare i messaggi inappropriati e ricorda che non permetterà di inserire i veri nomi delle persone nei post. In effetti, inavvertitamente ne ho pubblicato uno che è stato immediatamente cancellato la mattina successiva.

Questa politica di controllo sembra funzionare. Whisper dice che commenti e post negativi sono scesi a percentuali a una sola cifra, come ho avuto modo di riscontrare anche io.

Ma la presenza occasionale di qualche commento spiacevole non fa perdere di valore alla massa schiacciante di post sinceri, profondi, autolesionistici, confusi, in cerca di conforto. Quello che diciamo in rete si conserva nel tempo, diventa permanente, a differenza della vita reale in cui dobbiamo continuamente rimodulare quanto diciamo sul lavoro, in amore, con gli amici. Applicazioni come Whisper e Secret permettono di sfogarsi o condividere i nostri pensieri privati prima (o invece) di farlo di persona. Lasciarsi andare in questi spazi digitali può farci incontrare qualche provocatore, ma in generale ci fa sentire in contatto con gli altri e ci fa godere di un senso di libertà e benessere. ■

*Rachel Metz è redattrice per il Web e i social media di MIT Technology Review USA.*

## Misteriosamente Bitcoin

Qual è la vera identità di Satoshi Nakamoto? Quale ruolo svolge nel nuovo sistema di pagamento Gavin Andresen? Quali traguardi potrà conseguire la moneta virtuale?

Tom Simonite

In primavera, i giornalisti hanno incontrato Dorian Nakamoto, dinanzi alla sua casa a Temple City, in California. Il 64enne, all'apparenza stanco e disorientato, era stato indicato da "Newsweek" come la persona che aveva ideato Bitcoin. Come altri precedenti tentativi di capire chi si cela dietro lo pseudonimo dell'inventore, Satoshi Nakamoto, anche questo non ha avuto esito positivo. Allo stesso tempo, il vero protagonista del successo della moneta virtuale, che ha raggiunto il valore di 7,7 miliardi di dollari, si stava godendo il panorama all'altro lato della nazione, ad Amherst, in Massachusetts.

Questa persona è Gavin Andresen, un 48enne dall'aspetto mite, scelto come successore dal vero Satoshi Nakamoto, chiunque egli o ella sia, alla fine del 2010. Andresen, nella sua funzione di responsabile del software, si è occupato della manutenzione del codice open source che definisce le regole base di Bitcoin e fornisce il programma necessario al funzionamento del sistema. La combinazione del sostegno di Nakamoto e dell'assidua applicazione di Andresen al codice di Bitcoin hanno conferito a quest'ultimo un ruolo di primo piano nel mondo della moneta digitale. La CIA e i legislatori di Washington si sono rivolti a lui per farsi spiegare i meccanismi di circolazione dei Bitcoin ed è stato Andresen a fondare nel 2013 la Bitcoin Foundation, un'associazione senza scopo di lucro che svolge le funzioni di autorità centrale nella rete di pagamento con il nuovo tipo di denaro.

Alcuni convinti sostenitori di Bitcoin prevedono che con le transazioni a basso costo rese possibili dalla moneta virtuale, i consumatori americani potranno liberarsi delle pastoie burocratiche della Federal Reserve e le nazioni più povere potranno prosperare. Altri entusiasti supporter del sistema virtuale hanno l'aria di rappresentanti di commercio che snocciolano i diver-

si motivi per cui dovrete "comprare" il loro prodotto. Al contrario, Andresen sembra inseguire la soddisfazione personale, senza eccesso alcuno, come traspare dalla definizione che dà di sé: «Un *geek* interessato agli aspetti pratici delle cose».

Inoltre, Andresen ha avuto e mantiene più influenza di chiunque altro sul codice che determina il funzionamento di Bitcoin e in questo ultimo periodo anche sulla sua sopravvivenza. Come Andresen sfrutterà il suo potere, determinerà non solo il destino di Bitcoin, ma anche le sorti delle altre monete virtuali. Mentre le origini di Bitcoin sono avvolte nel mistero, si sa molto di più su Andresen e il suo passato. Andresen, alla nascita Gavin Bell, ha lavorato per sette anni come programmatore a Silicon Graphics, subito dopo il conseguimento della laurea in informatica a Princeton, nel 1988. Successivamente, ha collaborato con numerose start-up, passando dal software di progettazione 3D ai game on-line per fare sì che persone vedenti e non vedenti possano giocare insieme. Infine, nel 2010, è "incappato" in Bitcoin.

Allora, la moneta virtuale era senza valore e di non facile utilizzo. Ma Andresen intravide le potenzialità del design di Nakamoto e di una moneta al di fuori del controllo governativo. Invece di venire coniato da una banca centrale, i bitcoin vengono "estratti" da utenti dotati di un software per la soluzione di puzzle matematici. I bitcoin nuovi di zecca sono il premio, ma il meccanismo di estrazione, che serve anche a verificare le transazioni, viene sfruttato per dimezzarli periodicamente affinché il numero complessivo di bitcoin non superi mai i 21 milioni.

Nel 2010, Andresen ha creato un sito Web chiamato Bitcoin Faucet, che offriva gratuitamente cinque bitcoin a ogni visitatore (il valore del bitcoin era allora di pochi centesimi di dollaro, rispetto ai 600 dollari attuali; Andresen ridusse la quantità di



Illustrazione: Tomi Um

bitcoin circolanti a causa della crescita di valore e chiuse successivamente il sito nel 2012). Nel frattempo aveva cominciato a spedire proposte di modifiche del codice a Nakamoto. Il fondatore di Bitcoin apprezzò il lavoro di Andresen al punto da lasciare solo il suo indirizzo e-mail sulla homepage del progetto. Andresen fece la sua comparsa ufficiale in un post del 2010 sul forum di Bitcoin. Da allora ha lavorato a tempo pieno alla moneta virtuale e, nel 2013, la Bitcoin Foundation gli ha versato come pagamento 209.648 bitcoin.

La sua irresistibile ascesa ha alimentato le ricorrenti voci che Andresen e Nakamoto siano la stessa persona e che abbia abbandonato lo pseudonimo quando la moneta ha iniziato ad avere successo. Andresen ha sempre negato con decisione: «Io non sono Satoshi Nakamoto. Non l'ho mai incontrato. Ho solo avuto un serrato scambio di e-mail con lui». Se le sue sono bugie, Andresen è un imbroglione di grande classe. In centinaia di post sui forum, nei messaggi e-mail e nelle linee di codice, il suo stile è sempre stato distinto da quello di Nakamoto. Non si sa bene quanti bitcoin Andresen possieda, ma, secondo le sue dichiarazioni, abbastanza da potersi tranquillamente ritirare a vita privata.



Quando iniziò la sua collaborazione con Nakamoto, Andresen si impegnò a portare avanti il progetto, affidandosi alla sua esperienza organizzativa per produrre software. Venne creato un gruppo di cinque programmatori, con a capo Andresen. Solo loro avevano il potere di cambiare il codice di Bitcoin e di accettare le proposte degli altri utenti.

Il prezzo dei bitcoin è salito anno dopo anno grazie al lavoro del gruppo di Andresen, che ha elaborato il software necessario a rendere possibile questo risultato. Il gruppo ha garantito alti livelli di sicurezza e di affidabilità del software, migliorando allo stesso tempo la qualità dell'interfaccia utente.

Un compito per nulla semplice, perché il tipo di software lasciato da Nakamoto non era adatto a realizzare un prodotto vincente, sostiene Mike Hearn, ingegnere informatico proveniente da Google, che ha contribuito alla scrittura del codice. «Nakamoto ha creato Bitcoin per dimostrare che la sua idea poteva funzionare, ma non lo ha progettato per diventare un prodotto sostenibile nel lungo periodo», spiega Hearn.

Questo lavoro è stato prevalentemente svolto da Andresen e Wladimir van der Laan, il programmatore di Amsterdam prescelto da Andresen come responsabile

del codice. Alla fine dell'opera di riscrittura, era rimasto in vita meno di un terzo del codice inizialmente scritto da Nakamoto. «È stato senza dubbio un ottimo programmatore, ma a volte "stravagante"», dice Andresen.

Il numero di persone che lavorano al software di Bitcoin rimane limitato, ma i problemi sono aumentati in modo esponenziale. Quando il valore della moneta digitale era arrivato a circa 8 miliardi di dollari, l'utenza si è allargata dai primi entusiasti sostenitori agli investitori di Wall Street e Silicon Valley. I legislatori e le autorità regolatrici hanno espresso giudizi positivi su Bitcoin e si sono impegnati a definire una cornice legale.

Il rischio di falle nella sicurezza è una preoccupazione costante per Andresen. Sorride quando racconta di come, nel 2010, qualcuno abbia riferito a Nakamoto di un bug che permetteva di spendere i bitcoin degli altri utenti: «Satoshi si limitò a cambiare il codice e a dire a tutti di adottare il nuovo codice senza chiedersi perché».

Ma anche se molti bug del software attuale hanno una pericolosità limitata, non è escluso che quel problema si presenti di nuovo. «Per questa ragione dico sempre che Bitcoin è in fase sperimentale e non si devono investire i risparmi di una vita», spiega Andresen.

Sfortunatamente, la migliore difesa contro le falle della sicurezza, vale a dire avere persone che passano in rassegna il codice di altri utenti, è di difficile adozione da parte di Bitcoin.

I volontari non pagati preferiscono scrivere il proprio codice più che vagliare accuratamente quello degli altri. Il valore attuale della moneta digitale è determinato quasi esclusivamente dalla speculazione, quindi qualsiasi indizio di vulnerabilità del sistema può provocare una caduta verticale.

Allo stesso tempo, Andresen sta fronteggiando un serio problema strutturale ereditato da Nakamoto.

La rete di Bitcoin non è in grado di processare più di sette transazioni al secondo, un volume trascurabile per una tecnologia con ambizioni globali. Ancora oggi su Bitcoin viene eseguita una sola transazione al secondo. Visa ne esegue 480 al secondo e può arrivare fino a

47mila. «Sono preoccupato da questa situazione e spero che il dibattito in corso nella comunità di Bitcoin porti a qualche risultato concreto», afferma Andresen.

La sua soluzione è di incrementare le dimensioni dei "blocchi" di transazioni che vengono confermati dalla rete di *miners* (server e nodi anonimi gestiti da individui altrettanto anonimi) ogni 10 minuti.

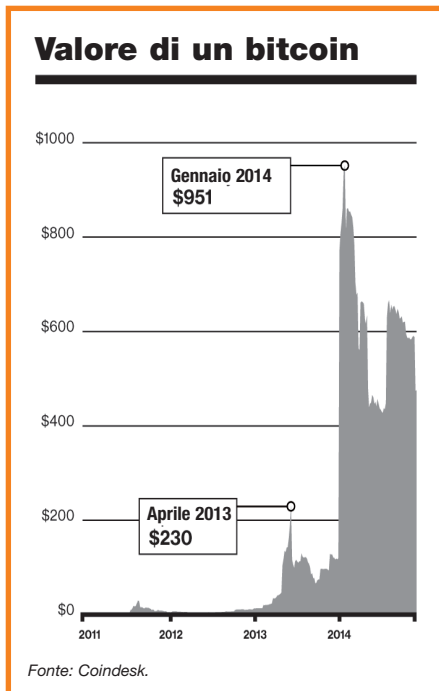
Non tutti concordano con questa proposta perché ritengono che si verrebbe a creare un eccesso di centralizzazione. Andresen si appoggia agli scritti di Satoshi per dare forza alla sua tesi: «Se si leggono con attenzione le sue parole, Satoshi intendeva il sistema come una rete di transazioni giornaliera aperta a tutti».

In un modo o nell'altro, alla fine si farà quello che vuole Andresen. Ma egli ribadisce che il gruppo fondamentale di programmatori ascolterà sempre le opinioni degli altri prima di qualsiasi intervento sul codice. «Ogni ritocco dovrà essere concordato», spiega Andresen e ricorda che il software è open source e chiunque sia in disaccordo può crearne una sua versione.

Ma gli altri sviluppatori e utenti hanno poco interesse a mettere in discussione lo *status quo* e Andersen gioca su questo. In definitiva, il valore di una moneta virtuale si poggia sull'accettazione condivisa. Nel caso di Bitcoin, la fiducia è legata non solo al codice di Nakamoto, ma a chi lo utilizza.

Andresen ha una spiegazione alternativa in merito alle ragioni per cui non ci saranno grandi cambiamenti nel modo di funzionare di Bitcoin. Dopo che il problema delle transazioni verrà risolto, il compito di "sorvegliare" il codice sarà affidato a chi si occupa della manutenzione e non ai responsabili della programmazione, sostiene Andresen anticipando la sua intenzione di dedicare sempre meno tempo al funzionamento del sistema per dedicarne sempre di più allo studio della economia delle monete virtuali e dei saggi accademici inerenti l'argomento. «Sono molto ottimista sul futuro e spero che nei prossimi dieci anni si andrà oltre Bitcoin», conclude Andresen. ■

Tom Simonite è redattore capo di MIT Technology Review USA.



## Una persona dai mille volti

Il nuovo gruppo di ricerca nella Intelligenza Artificiale di Facebook ha raggiunto con DeepFace un importante traguardo nei software di elaborazione del volto.

Tom Simonite

**A**lla domanda se due foto di volti sconosciuti mostrano la stessa persona, un essere umano risponderà esattamente il 97,53 per cento delle volte. Un nuovo software sviluppato dai ricercatori di Facebook può rispondere con un'accuratezza del 97,25 per cento alla stessa domanda, indipendentemente dalle variazioni nella luce o dal fatto che la persona nella foto sia rivolta verso la macchina fotografica.

Si tratta di un importante passo avanti rispetto ai precedenti software di riconoscimento facciale, e dimostra la capacità di un nuovo approccio all'Intelligenza Artificiale conosciuto come apprendimento profondo, sul quale Facebook e i suoi concorrenti hanno scommesso pesantemente dall'anno scorso. Questo campo dell'Intelligenza Artificiale comporta un software che utilizza reti neurali simulate per imparare a riconoscere degli schemi in una grande quantità di dati.

«Un miglioramento simile non è comune», rileva Yaniv Taigman, un membro del gruppo di ricerca sulla IA di Facebook, creato lo scorso anno per capire come l'apprendimento profondo potrebbe aiutare l'azienda «Siamo molto vicini alle prestazioni umane», aggiunge Taigman, che sottolinea come la percentuale di errore sia stata ridotta di più di un quarto rispetto a software precedenti che svolgevano lo stesso compito.

Il nuovo software di Facebook, conosciuto come DeepFace, esegue quello che i ricercatori definiscono una verifica facciale (la verifica che due immagini mostrino lo stesso viso), non un riconoscimento facciale (associare un nome a un volto). Taigman sostiene però che alcune delle tecniche utilizzate nel processo di riconoscimento facciale potrebbero venire applicate a questo sistema e migliorare la precisione di Facebook.

Tuttavia, per il momento, DeepFace rimane solamente un progetto di ricerca. Qualche tempo fa Facebook ha pubblicato un documento di ricerca sul progetto, e i ricercatori hanno presentato il lavoro nel corso della IEEE Conference on Computer

Vision and Pattern Recognition a giugno. «Stiamo pubblicando i nostri risultati per ottenere un feedback dalla comunità di ricerca», spiega Taigman, che ha sviluppato DeepFace insieme ai colleghi di Facebook, Ming Yang e Marc'Aurelio Ranzato, in collaborazione con Lior Wolf, professore presso l'Università di Tal Aviv.

DeepFace elabora le immagini dei volti in due fasi. Per prima cosa corregge l'angolo di un viso in modo che la persona nella foto si trovi di fronte, utilizzando un modello tridimensionale base di una persona che guarda in avanti. Successivamente, il *deep learning* entra in gioco come una rete neurale simulata per riorientare il viso. Se DeepFace elabora descrizioni abbastanza simili da due immagini differenti, conclude che queste devono mostrare lo stesso viso.

La prestazioni del nuovo software sono messe alla prova con un gruppo standard di dati che i ricercatori utilizzano per determinare le capacità dei software di

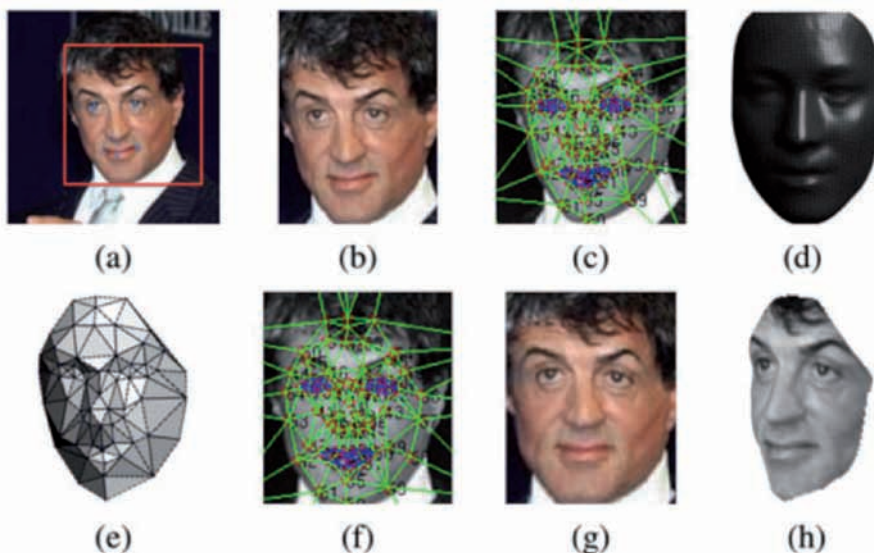
riconoscimento facciale, impiegati anche per misurare la capacità delle persone di riconoscere i volti.

Neeraj Kumar, un ricercatore dell'Università di Washington che ha lavorato sulla verifica e il riconoscimento facciale, spiega che i risultati di Facebook mostrano come il reperimento di dati sufficienti per alimentare una vasta rete neurale possa portare a significativi miglioramenti nei software di apprendimento automatico. «Sono pronto a scommettere che gran parte dei benefici derivino da ciò che l'apprendimento profondo generalmente fornisce: la capacità di influenzare una grande quantità di dati esterni in un modello di capacità di apprendimento molto più alto».

La componente di apprendimento profondo del DeepFace consiste di nove strati di semplici neuroni simulati con oltre 120 milioni di connessioni tra loro. Per allenare questa rete, i ricercatori di Facebook hanno estrapolato una piccola fetta di dati dalla riserva di immagini degli utenti: quattro milioni di foto di volti appartenenti a quasi 4mila persone. Secondo Kumar, «disponendo di molti dati in questo formato, si potrà allestire con successo un modello ad alta capacità». ■

Tom Simonite è redattore capo di MIT Technology Review USA.

DeepFace utilizza un modello 3D per ruotare virtualmente i volti affinché siano rivolti verso la telecamera. L'immagine (a) mostra lo scatto originale mentre l'immagine (g) mostra la versione finale corretta.



# L'influenza di Wikipedia

Gli epidemiologi vorrebbero prevedere le malattie come i meteorologi prevedono le piogge e sostengono che il modo in cui le persone navigano su Wikipedia potrebbe consentirlo.

The Physics arXiv Blog

Lo scorso anno, in questo periodo, il Centers for Disease Control and Prevention di Atlanta ha lanciato un concorso al fine di identificare il metodo migliore per prevedere le caratteristiche della stagione influenzale 2013-2014 utilizzando i dati raccolti da Internet. Kyle Hickmann e alcuni colleghi del Los Alamos National Laboratories in New Mexico, hanno rivelato i risultati del loro modello, che ha utilizzato in tempo reale i dati ricavati da Wikipedia per stimare le verità di base dei dati raccolti dal CDC, che emergono dopo circa due settimane.

I ricercatori sostengono che il loro modello ha la capacità di cambiare le previsioni sull'influenza, trasformando una specie di magia nera in una scienza moderna attendibile quanto le previsioni del tempo.

Ogni anno negli Stati Uniti muoiono tra le 3mila e le 49mila persone a causa di complicazioni legate all'influenza, per cui una previsione accurata può avere un impatto significativo sul modo in cui la società si prepara all'epidemia. Attualmente, il metodo utilizzato per monitorare lo scoppio dell'influenza è alquanto antiquato. Ci si affida a un sistema volontario in cui gli operatori della sanità pubblica riportano la percentuale di pazienti colpiti da sindromi simil-influenzali che vengono visitati ogni settimana; questa percentuale tiene conto delle persone con una temperatura superiore ai 38 gradi, tosse e nessun'altra ipotesi di malattia che non sia influenza. I numeri riflettono l'incidenza dell'influenza in ogni istante, ma la precisione è decisamente limitata. Non si tiene conto, per esempio, delle persone colpite dalla malattia che non seguono alcuna cura, o delle persone con sintomi simili a quelli dell'influenza, ma che in realtà non ne sono affetti.

C'è un altro problema importante. Il network che riporta i dati è relativamente lento e impiega circa due settimane per filtrare i numeri attraverso il sistema, per cui i dati risultano sempre vecchi di settimane. Per questo motivo il CDC è interessato a trovare

nuovi metodi per monitorare la diffusione dell'influenza in tempo reale. Google, in particolare, ha utilizzato il numero di ricerche sull'influenza e i sintomi simil-influenzali per prevedere la malattia in varie parti del mondo. Questo approccio ha avuto un notevole successo, ma anche alcune carenze che lasciano perplessi. Un problema, per altro, è che Google non rende i suoi dati liberamente disponibili e in questo genere di ricerca una tale mancanza di trasparenza può creare problemi.

Così, Hickmann e il suo gruppo si sono rivolti a Wikipedia. La loro idea è che la variazione nel numero di persone che accedono agli articoli riguardanti l'influenza sia un indicatore della diffusione della malattia. E siccome Wikipedia rende i suoi dati liberamente disponibili a ogni interessato, la fonte risulta assolutamente trasparente e, probabilmente, rimarrà disponibile per il prossimo futuro. Hickman ha utilizzato i dati ricavati da articoli sull'influenza, risalenti agli

anni precedenti, per preparare un algoritmo di apprendimento automatico che individui il collegamento con i dati di malattie simil-influenzali raccolti dal CDC. Successivamente, ha utilizzato l'algoritmo per prevedere in tempo reale i livelli della malattia durante la stagione influenzale.

I risultati costituiscono una buona base di dati, che il CDC rende disponibile dopo due settimane. «Gli accessi agli articoli di Wikipedia si sono rivelati altamente correlati agli archivi storici delle malattie simil-influenzali e permettono una previsione accurata dei dati alcune settimane prima che vengano resi disponibili», precisa Hickmann. Tuttavia, resta una precisazione da fare. Le previsioni sottovalutano in modo significativo la coda del periodo influenzale. Probabilmente, ciò succede perché le persone non sono solite tornare sugli articoli di Wikipedia che riguardano l'influenza se sono stati colpiti da un altro ceppo influenzale, che è una delle cause delle malattie stagionali.

Ciò nonostante, il lavoro costituisce un importante passo verso un sistema di previsione dettagliato e attendibile quanto le previsioni del tempo. Una caratteristica valida del metodo è che mostra quando il modello devia dai dati di base. Ciò permette di modificarlo in tempo reale e tenere conto di queste differenze, proprio come le previsioni del tempo. ■



## TILab: mezzo secolo d'innovazione nelle telecomunicazioni

Il 3 dicembre si è celebrato, con un convegno nella sede di Torino, a cui hanno partecipato esponenti aziendali, ricercatori, studiosi, operatori dell'informazione, il cinquantesimo anniversario di CSELT/TILab.

La storia del più importante centro di ricerca italiano nel campo delle telecomunicazioni ha avuto inizio nel 1964 con la costituzione del Centro Studi e Laboratori Telecomunicazioni/CSELT dell'allora Gruppo STET, che dopo essere confluito in Telecom Italia ha assunto la denominazione di TILab, la cui attività si concentra oggi su innovazione, controllo e ingegneria dell'intera rete fissa e mobile di Telecom Italia.

Attualmente TILab vanta più di 12mila mq di laboratori, tra Torino, Roma, Trento e Napoli, Milano, e più di 3mila brevetti depositati, grazie a cui Telecom Italia è la quinta Telco World Wide e la prima in Europa per numero di brevetti sul mobile.

Dal 1998 al 2001 prima CSELT e poi TILab hanno intrattenuto una stretta e proficua collaborazione editoriale con il MIT e con l'edizione italiana di Technology Review. Da questa collaborazione sono scaturite in quegli anni alcune rilevanti iniziative, tra cui si possono ricordare, perché ancora di rilevante interesse informativo e formativo, il convegno intitolato *Le metamorfosi della comunicazione*, pubblicato nel fascicolo di settembre/ottobre 1998, e il convegno intitolato *Oltre Internet*, pubblicato nel fascicolo di gennaio/febbraio 2000.

Inoltre, per ricordare questo anniversario con un contributo che concerne direttamente la nostra rivista, tra i numerosi riscontri redazionali delle attività di CSELT/TILab, resta di particolare interesse un articolo nel fascicolo di luglio/agosto 2000 di MIT Technology Review Italia, in cui Leonardo Chiariglione, allora responsabile Tecnologie e Servizi multimediali di CSELT, ricordava il suo lavoro pionieristico per la creazione nei primi anni Novanta dello standard MPEG-1, che ha consentito la memorizzazione di video e audio digitali compressi su compact disk, cioè la tecnologia da cui è nato MP3, usato da milioni di appassionati di musica per com-

primere i file musicali e farli culturalmente, con il rispetto degli altri.

Con riferimento ai rischi di pirateria musicale e alle tecnologie di protezione che si stavano mettendo a punto, scriveva l'ing. Chiariglione che «quando il contenuto non può più essere indiscriminatamente copiato, esso recupera il suo valore perduto. E invece di essere causa della sua perdita di valore, Internet diventa il luogo dove il contenuto è valorizzato, in quanto ognuno può mettere in mostra le proprie opere in una forma protetta e riceverne un compenso».

Come dire, in una più ampia accezione, del tutto valida ancora oggi, che anche in Rete il rispetto di sé stessi deve coniugarsi, tecnologicamente e culturalmente con quel rispetto degli altri, su cui anche in questo fascicolo si soffermano alcuni autorevoli interventi in cui le problematiche della etichetta si coniugano responsabilmente con quelli dell'etica. ■ (g.p.j.)



## Una storia densa di futuro

A colloquio con Sandro Dionisi, direttore di TILab.

**Massimiliano Cannata**



**«Essere stati è la condizione per essere». Questa affermazione, utilizzata dal grande storico francese Fernand Braudel nel costruire un meraviglioso affresco della storia europea, tematizza il giusto rapporto che deve intercorrere tra tradizione e innovazione. Nell'esperienza di TILab il rapporto tra memoria e futuro come va coniugato?**

Partirei da alcune precise coordinate storiche. Il 5 dicembre del 1964 nacque a Torino quello che allora, quando gli acronimi erano ancora rigorosamente esplicitati in italiano, si chiamava CSELT (Centro Studi e Laboratori Telecomunicazioni) e oggi si chiama TILab. Erano anni in cui lo Stato aveva dato una forte accelerazione ad alcune realtà produttive ritenute strategiche, un periodo sicuramente effervescente in cui si era compreso che le attività basate su tecnologie nuove e in forte evoluzione dovevano venire alimentate finanziando le attività di ricerca e sviluppo. È dunque nella specificità di quel contesto che il Gruppo STET decise di dar vita a CSELT, aprendo una pagina decisiva non solo per il destino della ricerca nel settore delle TLC, ma più in generale per il progresso del Sistema Italia.

**Veniamo alla sua esperienza. Cosa vuol dire guidare TILab in questa fase storica, in cui stimoli, arretratezze e contraddizioni, fatalmente si mescolano, in un'Italia che deve cercare di scuotersi in fretta da una crisi così grave?**

Significa piena disponibilità ad accettare nuove sfide. Cinquant'anni fa ci muovevamo in un ambiente caratterizzato dal monopolio, in un contesto dominato da player diversi per struttura e profilo. Oggi il mercato è fortemente competitivo, abbiamo di fronte uno scenario che richiede soluzioni sempre nuove. Le innovazioni vengono spesso da mercati adiacenti a quello delle telecomunicazioni e ciò vuole dire che non basta operare sulle conoscenze acquisite, ma bisogna allargare il perimetro di intervento e di analisi. Peraltro a fronte della generale riduzione dei fondi destinati alla R&S, diventa decisivo far leva sulle capacità di *execution* delle idee migliori per portare avanti progetti all'avanguardia.

**«Sono convinto che il vero patrimonio di questi laboratori sia prima di tutto quello umano, rappresentato dalle conoscenze accumulate dai nostri ricercatori».**

**ri». Queste parole di Luigi Bonavoglia, che ha guidato i primi passi del Centro di ricerca, rimangono di sorprendente attualità. Quali sono oggi i punti di forza e le competenze distintive su cui TILab è pronta a scommettere?**

I profili che cerchiamo sono sia quelli che devono operare nelle aree dello sviluppo tecnologico, che per intenderci consideriamo di carattere lineare, sia quelli relativi a soluzioni, per così dire, più *disruptive* o non lineari e che portano competenze non tradizionali per le reti di telecomunicazioni. Per innovazioni lineari mi riferisco, per esempio, alla implementazione della tecnologia LTE Advanced (Long Term Evolution) che rappresenta il passo successivo in termini evolutivi del 4G. Per le innovazioni di tipo non lineare bisogna invece considerare nuovi skill, come per esempio la figura del *data scientist*, profilo particolarmente utile per l'universo dei Big Data. Allo stesso modo il processo di virtualizzazione della rete, che porta verso soluzioni sempre meno legate alle applicazioni hardware, richiederà una commistione molto forte tra chi opera nell'ambito del network e chi si muove nell'ambito IT.

**I rapporti con le Università e in particolare con i Politecnici sono un vostro tradizionale punto di eccellenza. In che modo state operando su questo delicato terreno?**

Al di là del rapporto con il Politecnico di Torino, da sempre per noi fucina di talenti, abbiamo avviato con altre Università e con diversi centri di ricerca, anche internazionali, collaborazioni che hanno delle precise finalità strategiche. Con la Scuola Sant'Anna di Pisa, in particolare, stiamo lavorando su un progetto che riguarda la frontiera delle cosiddette Smart City. Il *recruiting* avviene anche attraverso il canale dell'apprendistato, che consente di introdurre nel mondo lavorativo laureandi, sollecitati a dimostrare di essere pronti a integrarsi in un'organizzazione produttiva. Inoltre con il contributo di TILab sono stati attivati diversi dottorati di ricerca e sono in corso iniziative che stanno coinvolgendo tanti giovani, di cui un altro esempio è dato dai JOL (Joint Open Lab), centri d'innovazione che Telecom Italia ha aperto in cinque Università.

**Internet delle cose, software sofisticati, flessibilità a misura di cliente, sostenibi-**

**lità: dove ci porteranno i nuovi protocolli di rete?**

L'Internet delle cose è sicuramente uno degli elementi più interessanti dello sviluppo delle TLC, che imprimerà una trasformazione del nostro modo di vivere. Se pensiamo che solo qualche anno fa usavamo il PC come una calcolatrice evoluta o come una semplice macchina da scrivere, possiamo comprendere quanto tempo è passato. Nessuno oggi penserebbe a un PC o a un tablet se non collegati in rete. Lo stesso ragionamento vale per quanto riguarda gli oggetti che utilizziamo: la rete sarà pervasiva.

**Pensa che le nuove dinamiche sempre più spinte sulla virtualizzazione delle applicazioni e dei servizi, ovvero di quello che si chiama cloud computing, costringeranno a cambiamenti di gestione e fruizione delle reti?**

Il cloud viene oggi prevalentemente utilizzato per i servizi alle aziende ed è un veicolo importante che consente di dare alle imprese in *real time* capacità elaborative e di acquisizione dei dati, risorse che sono molto costose per l'universo IT. Anche il cloud sta entrando all'interno delle nostre funzioni di rete, che si stanno progressivamente virtualizzando. Ciò consentirà, agendo sul software, di costruire un modello di rete più programmabile, più agile e anche più adattabile sulla base delle offerte e dei servizi che si vogliono realizzare, oltre che più sostenibile. Saremo quindi in grado di progettare la rete "su misura".

**Quali connotazioni assumerà in Italia il fenomeno delle Smart City?**

Dialogare con sensori che consentono di controllare vari elementi di rete nella dimensione urbana, dai lampioni intelligenti alle risorse idriche, ai consumi del gas e della energia, sarà una rivoluzione che sperimenteremo in tempi brevi. Si apre uno scenario stimolante su cui TILab sta lavorando con diversi partner industriali e accademici. Abbiamo molti progetti in campo anche in ottica "Horizon 2020", che sono in fase di ottimizzazione e di pre-lancio commerciale. Finiremo per trasformare non solo le pareti di casa, ma anche le nostre stesse città in ambienti intelligenti, che sarà di una straordinaria piacevolezza frequentare. ■

*Massiliano Cannata è giornalista free-lance, collaboratore di MIT Technology Review Italia.*

## L'azzardo di Shannon

Claude Shannon ha trasformato l'“informazione” da una vaga idea in un concetto rigoroso e matematicamente definito, con grandi sviluppi nell'ingegneria delle telecomunicazioni. Meno note sono le applicazioni in mondi quali scommesse e azzardo, economia e Borsa.

Angelo Luvison

L'informatico Simon Garfinkel in un articolo dedicato ai Google Glass su MIT Technology Review Italia (n. 4/2014, pp. 42-45) ricorda *en passant* che «il primo vero computer “indossabile” fu una macchinetta controllabile con un pedale, che due matematici, Edward Thorp e Claude Shannon, si erano costruiti per vincere alla roulette».

A beneficio dei lettori, sembra utile riprendere e approfondire quella vicenda, risalente ai primi anni Sessanta, che peraltro è continuata nel tempo e sembra avere avuto follow-up non indifferenti in settori affini ai giochi d'azzardo (per esempio, negli investimenti finanziari), tuttora perduranti.

La teoria dell'informazione – “creata” da Claude E. Shannon negli anni Quaranta del secolo scorso – costituisce un *corpus* scientifico-tecnico fondamentale, che ha dato luogo a innumerevoli applicazioni nelle telecomunicazioni e nell'informatica, rappresentando una sorta di “rivoluzione copernicana” o di cambiamento di paradigma, secondo l'accezione di Thomas Kuhn.

Meno note, benché sufficientemente documentate, sono le sue applicazioni al campo dell'azzardo, quali giochi, scommesse e investimenti in Borsa, che alcuni dei protagonisti di queste vicende hanno praticato, ma che, nella letteratura scientifica ufficiale, sono state mantenute parzialmente sotto traccia. Per esempio, nella raccolta *Claude Elwood Shannon: Collected Papers* (1993) se ne parla solo nell'ampia intervista rilasciata da Shannon alla rivista “Omni” nel 1987 e lì riprodotta.

Il quadro, quindi, non sarebbe completo se non si considerassero anche gli aspetti che hanno caratterizzato ricerche e applicazioni di alcuni protagonisti della teoria dell'informazione, oltre a Shannon stesso: John L. Kelly, Jr., Elwyn Berlekamp, Thomas M. Cover, ai quali occorre aggiungere il

matematico Edward O. Thorp. Per esempio, Thorp e Shannon nel 1956 realizzarono nel garage di Shannon il primo *wearable computer* (si noti che il significato di *wearable* – portatile, indossabile – è diverso da “portatile”), per predire i risultati della roulette in termini probabilistici.

Kelly, stimato ricercatore dei Bell Telephone Laboratories dell'AT&T Corporation e pioniere nell'elaborazione del segnale vocale, cercò di pubblicare sul “Bell System Technical Journal” un articolo inizialmente giudicato imbarazzante, se non sconveniente. Con il titolo proposto di *Information theory and gambling*, il lavoro trattava, infatti, di come massimizzare la probabilità di vincere alle corse ippiche e sportive. Dopo la revisione di Shannon, l'articolo fu pubblicato nel 1956 con il più asettico titolo di *A new interpretation of information rate*.

A molti esperti del settore divenne rapidamente chiaro che investitori e analisti potevano usare il criterio di Kelly per studiare l'andamento dei mercati azionari e ottimizzare un portafoglio di titoli. Fra questi Shannon e, soprattutto, Thorp e Berlekamp hanno fruito di ritorni economici significativi dai loro investimenti finanziari. Molte di queste vicende sono documentate nell'affascinante *Fortune's Formula: The Untold Story of the Scientific Betting System That Beat the Casinos and Wall Street* (Hill & Wang, 2006) del giornalista William Poundstone, a cui si rinvia per una narrazione più aneddotica e circostanziale.

### Computer contro roulette a Las Vegas

Shannon è stato inventore prolifico e poliedrico; il garage della sua casa era zeppo di congegni e apparati elettronici, elettrici, meccanici, da lui stesso realizzati. Oltre ad avere concepito la teoria dell'informazione e dato avvio alla crittografia contemporanea,

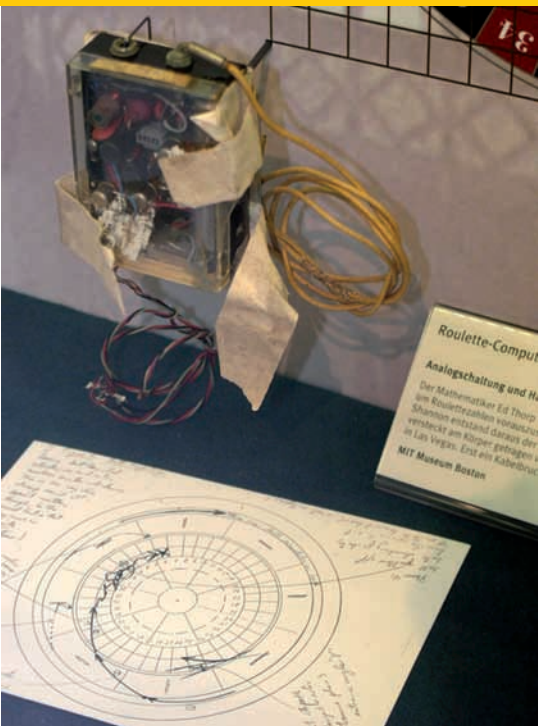
ha aperto la strada alla progettazione dei circuiti logici, si è occupato di elaboratori in generale e ha scritto un articolo anticipatorio sul computer che gioca a scacchi.

Thorp incontrò Shannon al MIT nel 1959 per discutere il metodo del conteggio delle carte nel blackjack, ma la conversazione rapidamente volse su altri giochi e in particolare sulla roulette. Shannon restò affascinato e stimolato dall'argomento. Thorp e Shannon effettuarono l'analisi di una roulette professionale, acquistata a Reno per 1.500 dollari, sviluppando una tecnica per cercare di prevedere il momento in cui la pallina lanciata dal croupier sarebbe caduta in una delle buche dello statore. Una roulette, infatti, non è mai perfettamente equilibrata e livellata; inoltre, il risultato può dipendere dalle modalità di lancio da parte del croupier.

L'idea di base era di realizzare un modello matematico del sistema dinamico rotore-pallina: misurandone velocità e posizione, si sarebbero potuti stimare la traiettoria della pallina e, quindi, il presumibile punto di arrivo della stessa.

Dal novembre 1960 fino al giugno 1961, progettaron e costruirono il primo computer analogico “portabile” o “indossabile” (*wearable*), dalle dimensioni di un pacchetto di sigarette, che poteva stare in una tasca. Il dispositivo, contenente dodici transistor, riceveva dati da (micro) interruttori azionati dalle scarpe, mentre un interruttore iniziava il computer e un altro sincronizzava i tempi della pallina e del rotore della roulette. Le previsioni del computer erano riprodotte via radio, tramite una scala di otto note musicali, all'auricolare in miniatura nascosto nell'orecchio del collaboratore. La nota in cui si fermava individuava uno degli otto segmenti (gli “ottanti”) dove la pallina avrebbe avuto la maggiore probabilità di finire. Thorp e Shannon stimarono che, con il sistema degli ottanti e un modesto grado di imperfezione della roulette, avrebbero avuto un vantaggio del 44 per cento rispetto al banco.

Il computer fu messo alla prova a Las Vegas nell'estate del 1961. Il viaggio dal punto di vista della verifica di fattibilità funzionale del sistema fu un successo, anche se parziale, dal momento che i fili dell'auricolare si rompevano di frequente, richiedendo noiose riparazioni. Questa esperienza fu



mantenuta segreta fino al 1966 quando Thorp ne parlò nel suo libro *Beat the Dealer*.

La fine della storia è che nel 1985 lo Stato del Nevada approvò come misura d'emergenza una legge sul blackjack e sui dispositivi di roulette. La legge proibiva l'uso o il possesso di qualsivoglia dispositivo per predire risultati, analizzare probabilità di avvenimenti per giocare o scommettere, nonché tenere traccia delle carte uscite. Thorp si rammaricò con ironia che «i discendenti del primo computer portatile erano così potenti da essere messi fuorilegge».

### La formula della fortuna

Fin dagli anni Cinquanta, Thorp si era accorto che nel blackjack (chiamato anche "Ventuno" o "21") il vantaggio del banco cambiava in relazione alle carte già distribuite. Tenere a mente le carte poteva trasformare il vantaggio del mazziniere (il *dealer*) in un margine modesto, ma positivo per il giocatore. Su consiglio di Shannon, Thorp associò la formula, o criterio, di Kelly alla gestione strategica di tale vantaggio.

Benché l'impostazione matematica sia probabilmente frutto della reale collaborazione fra Kelly e Shannon, l'articolo prima citato sull'argomento è firmato solamente dal primo. Una versione preliminare, che citava esplicitamente scommesse ippiche e informazioni riservate,

era stata rifiutata dalla direzione di AT&T, proprietaria dei Bell Labs, comprensibilmente restia a pubblicizzare il fatto che gli allibratori rappresentassero una porzione non trascurabile dei clienti della sua rete telefonica. Shannon si ritagliò il ruolo di anonimo revisore interno e aiutò Kelly a preparare una versione del lavoro dal lessico più neutro.

Qual è la formulazione base della teoria? Si supponga di avere l'occasione di investire nella prospettiva o di raddoppiare a ogni giocata la posta o di perdere la quota scommessa. Si assuma, inoltre, che la probabilità dell'evento favorevole sia  $p$ , che il capitale iniziale sia  $W_0$  e che si possa ripetere l'investimento più volte. Quanto si dovrebbe investire ogni volta?

Per esempio, in una partita di blackjack un giocatore capace di tenere mentalmente traccia delle carte uscite e quindi di ciò che rimane del mazzo può avere, in media, circa un 50,75 per cento di sorte benigna di vincere una mano, cioè  $p = 0,5075$ . La scelta strategica riguarda la posta da puntare ogni volta in questo scenario favorevole.

Kelly, seguendo l'impostazione di Shannon per quantificare l'entropia dell'informazione, definì che, nel caso del blackjack e se  $p = 0,5075$ , il giocatore dovrebbe scommettere l'1,5 per cento del capitale totale ogni mano. I professionisti del gioco effettivamente utilizzano questa regola o varianti di essa. Benché esponenziale, la crescita del capitale è, tuttavia, molto lenta e per raddoppiare il capitale iniziale occorrono quasi 6.500 mani. Il metodo ha avuto seguaci in studenti e professori di teoria dell'informazione, sollecitati dalla speranza di rapidi e sicuri guadagni. Si veda, per esempio, la storia romanzata *Blackjack Club* di Ben Mezrich riguardante sei studenti del MIT che vinsero, legalmente, in diversi casinò. Da questa ricostruzione è stato tratto anche il film *21*, con l'attore Kevin Spacey nel ruolo di Mickey Rosa, docente ispiratore e leader del gruppetto.

### Economisti finanziari ortodossi versus eretici

Il vantaggio delle possibilità offerte dal criterio di Kelly è utilizzabile in numerose situazioni. Thorp, dopo avere coniato la locuzione "formula della fortuna" (*for-*

*tune's formula*), ha sviluppato una strategia propria per vincere al blackjack, poi applicata agli investimenti finanziari. Per qualche anno ha continuato a occuparsi del blackjack e fino a oggi – professionalmente e con molto successo – di investimenti in Borsa.

Shannon, nella già citata intervista a "Omni", aggiunge di avere fatto ricerche sulla teoria delle azioni e del mercato azionario, purtroppo mai pubblicate, in particolare, le *lecture notes*, frutto di un suo seminario tenuto al MIT, nei primi anni Sessanta. Shannon attribuisce l'esito positivo dei suoi investimenti azionari tanto agli strumenti matematici quanto ai buoni consigli di amici, ma ammette che il capitale umano e i prodotti e servizi in cui si investe hanno un ruolo ancora più importante.

Tuttavia, nonostante anni di successi anche a Wall Street, la formula di Kelly è stata bollata come "una fallacia" da celebri accademici nordamericani, tra i quali Paul Samuelson. Accademici e operatori finanziari utilizzano prevalentemente l'approccio della media-varianza (media per valutare i ritorni finanziari e varianza per stimare il rischio) basato sull'ipotesi dell'efficienza del mercato che, per altro, ha subito ricorrenti batoste negli ultimi 15-20 anni.

Il fatto è che i lavori basati sul criterio di Kelly hanno dato origine a un *corpus* di articoli pubblicati in riviste scientifiche di prestigio, ma riguardanti discipline quali statistica, matematica, telecomunicazioni. La reazione degli economisti ortodossi potrebbe perciò essere attribuita alla sindrome del *not invented here*, cioè alla scarsa abitudine ad accettare pratiche interdisciplinari. Tuttavia, in uno scenario in cui molti settori di business – compreso quello economico-finanziario – sono sempre più caratterizzati da grandi moli di dati non strutturati (i *big data*), non sarebbe strano se *skill* di questo tipo diventassero parte integrante del pacchetto di competenze che le aziende high tech richiedono a chi è assunto per svolgere nuovi qualificati lavori in *data science* e *analytics*. ■

*Angelo Luvison collabora a riviste tecnico-scientifiche su temi di innovazione e formazione per l'ICT.*

# CINA E OGM

I grandi investimenti in ricerca scientifica e le sue stesse dimensioni garantiranno alla Cina un ruolo dominante nel futuro del cibo geneticamente modificato, malgrado alcune resistenze interne.

**David Talbot**

**È** un afoso weekend di luglio nella Pechino densa di smog e i portoni della Città proibita sono affollati da decine di migliaia di turisti madidi di sudore. Pochi di loro sono disposti ad affrontare la camminata che li porterebbe nella parte Est della città e al più tranquillo Museo della Agricoltura cinese, dove una serie di sobri, formali edifici si ergono in mezzo a lussureggianti stagni circondati da piante di loto in piena fioritura rosa. Il sito, annesso alla sede del Ministero dell'Agricoltura, promette di «mettere a parte il visitatore dell'emozionante storia agricola della Cina», ma dalla presentazione ufficiale manca del tutto una descrizione dei materiali esposti.

Non meno di novemila anni fa gli antichi abitanti della Cina furono i primi a coltivare il riso, sviluppando elaborati sistemi di irrigazione. Oggi per la Cina (e per metà del mondo) il riso è la coltivazione più importante. Circa 2.500 anni fa, i cinesi inventarono anche i primi aratri in ferro ad alta efficienza: venivano chiamati *kuan* e la loro forma incurvata, a V, era molto efficace per dissodare il terreno più compatto. Alle innovazioni millenarie si aggiungono quelle sviluppate nel secolo scorso. Una delle esposizioni celebra Yuan Longping, venerato “padre del riso ibrido”. Negli anni Sessanta del Novecento Yuan ipotizzò che, se fosse riuscito a ottenere piantine di riso sterile per linea maschile, ossia non in grado di autoimpollinarsi, avrebbe potuto dare vita a varietà ibride di riso con maggiore affidabilità e rapidità. Generalmente parlando, un ibrido vegetale risulta più vigoroso e produttivo delle varietà genitrici. In seguito riuscì a ottenere tali piantine e insieme ad altri ricercatori escogitò un procedimento per generare, anno dopo anno, ibridi sempre più produttivi, rivoluzionando il settore della produzione risiera.



L'esposizione, tuttavia, non parla dell'enorme sofferenza causata dai disastri dell'agricoltura cinese. Yuan stesso sopravvisse al “Grande balzo in avanti” promosso da Mao Zedong nel quadriennio 1958-1961, che scatenò il collasso della produzione e distribuzione alimentare vietando l'agricoltura privata in favore delle grandi fattorie collettive. Ci furono almeno 45 milioni di morti, una grande parte dei quali per mancanza di cibo. Il museo evita inoltre di menzionare il prodotto più dibattuto di tutta la moderna agro-tecnologia: gli organismi geneticamente modificati, meglio noti come OGM. Viene citata la “pistola genica” degli anni Novanta, che utilizzava gas compresso per iniettare particelle rivestite di DNA all'interno delle singole cellule vegetali per creare i primi ibridi transgenici. Inoltre, l'esposizione di uno stelo ricorda il grande caso di successo di questo approccio: il cotone Bt, varietà resistente ai parassiti, usata nelle piantagioni cinesi per una quindicina d'anni, con un significativo aumento della produzione e una concomitante riduzione dei pesticidi. La pianta, che incorpora il DNA estratto da un batterio del suolo dannoso per gli insetti, costituisce il 90 per cento del cotone raccolto e secondo alcune stime genera un miliardo di dollari di vantaggio economico agli agricoltori. Eppure il racconto sembra fermarsi a più di dieci anni fa.

Il Partito Comunista al governo in Cina si trova di fronte a una crescente ondata di opposizione popolare agli OGM. Come in ogni altra nazione, in Cina c'è una varietà di opinioni sulla salubrità dell'alimentazione a base di ingredienti geneticamente ingegnerizzati. Ultimamente però i cinesi hanno vissuto una serie di grossi scandali sulla sicurezza alimentare, tra cui il disastro del 2008,





Caixia Gao (a destra) e la ricercatrice Fanyun Lin operano sul fronte avanzato di reingegnerizzazione del riso. *Illustrazione: Seth Armstrong.*

quando sei neonati rimasero uccisi e 54 mila finirono in ospedale a causa del latte contaminato da melamina, e la scoperta, due anni dopo, che alcuni lotti di olio per cuocere venduto ai consumatori erano stati recuperati dagli scarichi e con tutta probabilità contenevano sostanze cancerogene. Con queste notizie sullo sfondo, le rivendicazioni di una piccola minoranza rumorosa anti-OGM, poco plausibili in circostanze normali (una di queste vorrebbe che l'olio di soia geneticamente modificato sia associato a una elevata incidenza di tumori), guadagnano sempre più terreno sui social media, preferiti da molti cinesi come fonte informativa rispetto ai media ufficiali. La stampa e i social media cinesi si erano infiammati quando, nel 2012, Greenpeace rese noto un inquietante rapporto relativo a un progetto di ricerca che prevedeva la somministrazione ai bambini del cosiddetto "riso dorato", ingegnerizzato per produrre beta-carotene e compensare la carenza infantile di vitamina A. Era emerso che ai genitori non veniva detto che il riso era geneticamente modificato, per cui tre dei ricercatori coinvolti furono poi licenziati.

Recenti sondaggi informali sui social media cinesi indicano che una forte maggioranza di persone ritiene dannosi gli OGM e anche le indagini su basi scientifiche indicano la presenza di una significativa opposizione. Uno studio accademico effettuato quest'anno ha evidenziato che circa un terzo dei rispondenti si oppone agli OGM in generale e un altro 39 per cento si dice

preoccupato di questi organismi, con una netta differenza rispetto ai primi studi di matrice governativa. Davanti alla crescente quantità di mais e soia modificati importati in Cina, per lo più come mangime animale, ma anche per la trasformazione in sostanze alimentari come l'olio, si diffonde attraverso i social media la percezione secondo cui gli americani stanno cercando di avvelenare i consumatori cinesi, o almeno di rifilare loro gli OGM di cui gli stessi non vogliono cibarsi, sebbene la maggiore parte del cibo trattato che gli americani consumano, contenga ingredienti geneticamente modificati.

Un generale dell'esercito cinese ha stabilito qualche mese fa che non deve essere consentita la somministrazione di cibo contenente ingredienti OGM, fosse anche una goccia d'olio, ai militari in servizio. Tanto che, almeno per il momento, le autorità si sono trattenute dall'approvare nuovi ibridi OGM nelle coltivazioni destinate all'alimentazione. Oggi nessun cibo modificato, se si eccettua una varietà di papaya virus-resistente, viene coltivato in Cina, nemmeno per l'alimentazione del bestiame. Il Ministero dell'Agricoltura ha rilasciato l'ultima autorizzazione importante ormai cinque anni fa, certificando la sicurezza di un riso resistente ai parassiti sviluppato in Cina e di una varietà di mais contenente fosforo in forma più digeribile per i maiali, con conseguente maggiore crescita e una riduzione dei livelli di inquinanti prodotti. Ma non ne ha mai autorizzato esplicitamente la semina. I certificati di conformità sono scaduti ad agosto. Una recente dichiarazione a favore degli OGM da parte di un anziano Yuan Lingping in persona non ha contribuito granché a cambiare questa politica o gli orientamenti della opinione pubblica. Ji-kun Huang, direttore del Centro per le politiche agricole cinesi, afferma che «la tecnologia c'è, ma politicamente la questione è delicata. La commercializzazione è ancora di là da venire. Il riso è un alimento primario e i consumatori sono seriamente preoccupati».

A dispetto di tutte queste incertezze, tuttavia, la ricerca sugli ibridi OGM non si ferma. Secondo un censimento pubblicato su "Nature Biotechnology", se ne occupano 378 gruppi cinesi di ricerca, con diverse migliaia di scienziati. Nel 2020, la spesa complessiva stanziata dal governo sugli OGM raggiungerà i 4 miliardi di dollari. I ricercatori si servono delle più recenti tecnologie di trattamento, basandosi sull'analisi genomica rapida di migliaia di varietà di ibridi per accelerare il ritmo delle loro scoperte.

Per quanto preoccupati della possibilità di suscitare reazioni da parte del pubblico, i leader cinesi sono consci del fatto che la loro nazione avrà bisogno di molto più cibo e per coltivarlo l'agricoltura dovrà servirsi di metodi nuovi. La Cina ormai conta più di 1,3 miliardi di abitanti e questa cifra è destinata a aumentare fino a 1,4 miliardi entro il 2030. Contemporaneamente, l'impennata dei ritmi di cambiamento climatico peserà come una crescente minaccia sugli agricoltori, portando con sé siccità più marcate, inondazioni più frequenti e ondate di calore ancora più roventi. Se la produttività dei raccolti in Cina tra gli anni Sessanta e Novanta è triplicata grazie alle varietà ibride e a una notevole dose di pesticidi, i progressi sono andati persi in misura significativa da quindici anni a questa parte. Da allora, la curva di produttività è rimasta piatta. Tanto per complicare ulteriormente la situazione, il rapido tasso di industrializzazione erode le superfici di terreno arabile. Infine, la popo-

lazione non sta semplicemente aumentando, ma diventa anche più benestante e ciò mette sotto pressione i raccolti. Le sole importazioni di mais dovrebbero impennarsi dagli attuali 5 milioni di tonnellate alle 20 tonnellate e oltre previste tra dieci anni. Il grosso di questo mais servirà per dare da mangiare al bestiame diretto verso i macelli di tutta la Cina.

La Cina, quindi, sta accumulando un arsenale di varietà geneticamente modificate da utilizzare in futuro, considerandole alla stregua di una misura protettiva nei confronti della propria sicurezza di lungo termine. Anzi, secondo Scott Rozelle, sinologo ed esperto di sicurezza alimentare presso il Freeman Spogli Institute for International Studies della Stanford University, oggi la Cina è il maggiore investitore pubblico in genomica e alterazione genetica delle piante. «Né gli americani né le grandi multinazionali stanno investendo granché nelle biotecnologie vegetali», afferma Rozelle. «Soltanto la Cina continua a investire massicciamente». Per quanto sinora non abbiano messo in pratica le nuove tecnologie, «continuano a investire un sacco di soldi, mettendoli da parte per i giorni di pioggia, o per quelli privi di pioggia. Quando quei giorni arriveranno, avranno a disposizione più tecnologie OGM di tutti gli altri».

Le autorità mantengono livelli di prezzo del cibo molto bassi attraverso investimenti in opere irrigue e sussidi ai coltivatori, mentre le scorte di carne sono almeno in parte sostenute dalle importazioni di mais e soia. La Cina è diventata importatrice netta di alimenti nel 2008 e quattro anni dopo era diventata il primo importatore al mondo; oggi circa il 5 per cento delle sue necessità alimentari sono coperte dalle importazioni. Ciò rende determinante la posizione cinese in materia di OGM per l'intero mercato globale.

Nel frattempo, il crescente ricorso alle importazioni spinge la Cina ad agire a più ampio raggio e ciò aiuta a sostenere la ricerca interna nel campo degli OGM. Le importazioni, sono «una questione molto importante per la sicurezza alimentare», afferma Dafang Huang, direttore scientifico dell'Istituto per le ricerche biotecnologiche dell'Accademia cinese di scienze agricole a Pechino, che sta collaborando con numerose iniziative a livello di sequenziamento dei genomi vegetali. «Credo che i dirigenti politici siano molto preoccupati. Dobbiamo servirci delle nuove tecnologie. Dobbiamo creare nuovi OGM».

## La reingegnerizzazione del riso

Esuberante e sempre pronta a incantevoli risate, Caixia Gao incarna tutto l'ottimismo e l'energia della ricerca sugli OGM in Cina. Con addosso una T-shirt grigia e la scritta *Just do it* in grandi caratteri rosa, ci conduce in un tour delle serre annesse al Primo laboratorio statale per l'ingegnerizzazione della cellula e del cromosoma vegetale dell'Istituto di genetica e biologia evolutiva, integrato nell'Accademia delle Scienze di Pechino. Gao è una specialista di livello mondiale nelle tecnologie di riscrittura genetica, incluse quelle conosciute con gli acronimi TALENs e CRISPR. Le prime "pistole" a geni funzionavano come fucili a pallini: non erano in grado di controllare con precisione il punto in cui veniva inserito il nuovo DNA all'interno delle cellule vegetali. I metodi più recenti, al contrario, prevedono l'inserimento di molecole in grado di ritagliare specifiche sequenze di DNA. In questo modo risulta possibile cancellare o

## Dopo la carestia

La Cina ha dato un pionieristico contributo all'ibridazione del riso e oggi il suo governo è tra i primi investitori in ricerca e sviluppo di OGM vegetali.



Fotografia: Keystone-France via Getty Images.

**1958:** Il "Grande Balzo in avanti" vieta la produzione alimentare privata e crea le grandi comuni agricole, provocando una carestia di massa nell'arco dei successivi quattro anni.

**1973:** L'agronomo cinese Yuan Longping crea e riproduce un riso ibrido ad alto rendimento, determinando un drastico aumento della produttività.

**1985:** La Cina avvia la costituzione di trenta laboratori biotecnologici nazionali. Oggi quasi quattrocento istituzioni accademiche o statali lavorano sulle piante biotech.

**1992:** La Cina è la prima nazione al mondo a coltivare una pianta OGM commerciale: una varietà di tabacco virus-resistente.

**1997:** I coltivatori cinesi piantano per la prima volta del cotone resistente agli insetti.

**2008:** La Cina diventa importatrice netta di derrate alimentari. Attualmente è il maggiore importatore di cibo del mondo.

**2009:** Il governo rilascia cinque certificazioni sulla sicurezza di varietà di riso resistenti agli insetti e di mais OGM più digeribile per il maiale, ma non ha mai autorizzato la semina.

**2014:** Utilizzando nuove tecnologie di riscrittura dei geni, i ricercatori cinesi sviluppano un frumento resistente alle malattie del grano.

aggiungere un singolo gene in un punto qualsiasi del genoma, andando a modificare solo alcuni nucleotidi. Dato che questi nuovi strumenti possono effettuare le loro modifiche senza affidarsi a geni estratti da altre specie, tipo i batteri del suolo, possono dare una prima risposta alle obiezioni che vengono mosse all'impiego di ibridi transgenici.

Gao opera sul fronte avanzato della reingegnerizzazione genetica del riso. Percorrendo a grandi passi l'umida serra zeppa di vassoi di coltivazione con le piantine di riso (all'interno l'aria sembra più pulita, anche se rispetto allo smog che c'è fuori, qualunque ambiente sembrerebbe più salubre), spiega che ciascuna ha avuto uno o più geni rimossi grazie ai nuovi sistemi di riscrittura. Su uno degli scaffali le piante crescono più diritte; in questo modo a parità di superficie se ne possono coltivare di più. Su un altro ne indica una che ha un profumo più gradevole. Caratteristiche del genere potrebbero indurre il mercato ad accettare più facilmente ibridi reingegnerizzati, per esempio ai fini di una maggiore resistenza alle malattie. Finalmente arriviamo a un vassoio le cui piantine di riso raggiungono la metà dell'altezza di quelle circostanti. Un formato così ridotto è stato ottenuto rimuovendo un singolo gene; malgrado tutte le implicazioni non siano ancora chiare, la speranza è che l'energia a disposizione della pianta si traduca un po' meno nello sviluppo del fogliame e un po' più nella produzione di semi edibili.

Le piante curate da Gao fanno parte di una iniziativa intrapresa a livello nazionale. Nel 2002, gli scienziati cinesi furono tra i primi a estrarre la sequenza del genoma del riso; quest'anno hanno rilasciato le sequenze di tremila varietà nell'ambito di una costante cooperazione con l'International Rice Research Institute (IRRI) delle Filippine e con il Beijing Genomics Institute (BGI) di Pechino, finalizzata allo sviluppo di un ibrido chiamato GSR, o "super-riso verde". Il BGI si è servito di tecnologie di sequenziazione rapide per effettuare il sistematico confronto di tremila ceppi. Lo scopo è d'identificare i geni che possono influenzare la produttività, il sapore, la resistenza a parassiti e erbicidi, la tolleranza a siccità, salinità e immersione. Insieme agli strumenti per la riscrittura dei geni, questa mole di conoscenze segnala che ci stiamo avvicinando a un'epoca di forte accelerazione e maggiore precisione nello sviluppo di OGM.

Gao e i suoi colleghi stanno portando avanti studi altrettanto sistematici sulle altre principali piante alimentari: mais, frumento e soia. Recentemente hanno realizzato una varietà di frumento resistente nei confronti della malattia specifica seconda per diffusione, il cosiddetto "mal bianco". Nei dintorni di Pechino, dietro una fila di edifici industriali, una serie di appezzamenti sperimentali erano fitti di varietà ottenute sia con tradizionali tecniche di ibridazione, sia con l'aiuto delle tecnologie OGM. Queste ultime includevano alcune piante di soia da cui è possibile ricavare una maggior quantità di olio, e un riso capace di evitare l'appassimento delle foglie.

Esperimenti sono in corso su larga scala in tutto il Paese, ma le informazioni di pubblico dominio sono piuttosto scarse. A due o tre ore da Pechino, precisa Dafang Huang, è stata recentemente portata a termine la mietitura di un certo numero di campi di prova coltivati a grano. Altre istituzioni cinesi stanno perseguendo analoghe ricerche sul mais resistente alla siccità. Ma gli scienziati avvertono l'esigenza di mantenere la riserva-

tezza sui luoghi in cui avvengono questi esperimenti e hanno buoni motivi per preoccuparsi. Tre anni fa gli attivisti australiani di Greenpeace hanno distrutto un campo di grano geneticamente modificato; lo scorso anno, nelle Filippine, altri attivisti hanno devastato un appezzamento pilota di "riso dorato". Gao e Huang temono che episodi simili possano verificarsi anche in Cina. Huang presume che queste piantagioni siano piuttosto diffuse e produttive: «Posso immaginare che parecchi test sul campo siano attualmente in corso in diverse aree. La ricerca di base è molto aperta, ma per quanto riguarda i test sul campo le informazioni sono top secret».

A volte i ricercatori si domandano se i frutti del loro lavoro vedranno mai la luce. «Possiamo fare le nostre ricerche, disponiamo di fondi sufficienti, ma non so se gli scienziati cinesi siano davvero in grado di avere successo», sostiene Gao. Presso il Laboratorio nazionale per l'ottimizzazione genetica delle piante dell'Agrouniversità Huazhong, nella città di Wuhan, Qifa Zhang, direttore del laboratorio, è particolarmente impegnato sul fronte del super-riso. Ha anche contribuito a sviluppare una varietà resistente agli insetti di riso Bt, la cui commercializzazione è stata vietata ed è molto reticente quando il discorso tocca gli OGM: «Il fatto di essere stato citato erroneamente in analoghe interviste mi ha fatto più male che bene e preferisco non parlare».

### Dai laboratori al mercato

All'inizio dell'anno, la Cina ha reso noto un regolamento che sottolineava la necessità di allineare maggiormente la ricerca di base, di assoluta eccellenza, con una moderna industria delle sementi. Lo scopo è di consolidare le migliaia di aziende cinesi produttrici, stabilendo un collegamento tra la ricerca fondamentale e la produzione di semi. Un motivo in più per la visita presso il Da Bei Nong Group, colosso dei mangimi e delle sementi, che rappresenta oggi l'azienda agroindustriale più rappresentativa sul mercato cinese. La meta della visita avrebbe dovuto riguardare il Centro ricerche biotecnologiche di Pechino, diretto da Lu Yuping, ex responsabile della divisione ricerche del gruppo elvetico Syngenta nella stessa città. Tra i progetti del gruppo DBN spiccano i semi di soia ad alta tolleranza di erbicidi nonché una varietà di mais dalla duplice, o come si dice in gergo "accatastata", resistenza sia agli erbicidi, sia agli insetti.

La magistratura ha però mandato all'aria il programma. All'inizio dello scorso luglio, una corte federale di Des Moines, Iowa, ha formalmente accusato Mo Yun, moglie del miliardario che presiede il Da Bei Nong Group, di associazione a delinquere per violazione di segreto industriale, per la precisione quello relativo a una preziosa varietà di mais proveniente da coltivazioni sperimentali gestiti negli stati dello Iowa e dell'Illinois da aziende come DuPont Pioneer, Monsanto e LG Seeds. L'inchiesta contro la Yun seguiva quella che alla fine del 2013 aveva coinvolto altri sei dipendenti della società cinese o di sue sussidiarie. Uno era accusato di avere attraversato il confine tra il Vermont e il Canada, con diversi contenitori di mais occultati sotto i sedili; altri erano accusati di avere riempito di mais trafugato alcuni sacchetti a chiusura ermetica cercando di farli recapitare dall'Illinois a Hong Kong attraverso FedEx. Secondo

la procura distrettuale, il danno complessivo subito da Pioneer e Monsanto ammontava a mezzo miliardo di dollari.

Malgrado tutto questo pasticcio, un Lu particolarmente circospetto e di basso profilo ha sportivamente accettato una intervista, anche se ha rifiutato ogni commento sulla vicenda giudiziaria, affermando che le accuse non riguardano la divisione di cui è responsabile. Ha però dichiarato che il Centro biotech del gruppo DBN utilizza tecnologie di riscrittura genica per creare riso sterile per linea maschile, nella speranza di accelerare le ricerche in cui Yuan era stato pioniere, continuando le indagini nel campo della tolleranza all'azione degli erbicidi per mais e soia. Lu ha enfatizzato il lavoro della sua azienda nella produzione di varietà proprietarie, anche per affrontare le epidemie di insetti dannosi che colpiscono soprattutto la Cina: «Alcune di queste malattie sono specifiche della Cina e la nostra sfida è proprio quella d'individuare nuovi ritrovati», spiega Lu.

Se le accuse vanno a inserirsi nella più ampia narrativa del presunto spionaggio industriale commissionato dalla Cina, sarebbe errato presupporre che queste manovre illegali, se davvero ci sono state, siano ricorrenti nelle strategie cinesi in materia di OGM. Rubando dei semi si potrebbero forse evitare almeno due anni di lavoro di ibridizzazione, ma considerata l'entità del supporto fornito dallo Stato alle attività di ricerca, non si vede perché l'R&S del gruppo DBN debba essere meno produttivo di quello di una multinazionale delle sementi. Lo dice Carl Pray, economista della Rutgers University, che è un attento osservatore del settore agricolo cinese: «Il gruppo DBN sta portando avanti ricerche di alto livello e, anche se non possono venire comparate con quelle in corso presso Monsanto, DuPont o Syngenta, possono certamente risultare molto efficaci per la Cina».

Le aziende cinesi beneficerebbero anche di altri vantaggi strutturali e economici. L'esempio del cotone Bt è molto istruttivo. Tornando al 1997, Monsanto introduceva in Cina il proprio cotone insetto-resistente poco prima che Biocentury Transgene, una start-up parzialmente controllata dall'Accademia cinese di Scienze Agricole, iniziasse la commercializzazione di una sua varietà di cotone Bt, a metà del prezzo. Nel giro di poco tempo ha superato la Monsanto e oggi le sue sementi controllano il mercato cinese del cotone. Non è difficile immaginare che la Cina sia in grado di replicare questo successo con il mais, la soia e altre piante. La Cina ha imposto restrizioni sulle ricerche svolte dalle grandi multinazionali, lasciando il mercato alle aziende locali che inoltre, restando le loro ricerche circoscritte al consumo interno cinese, non dovranno preoccuparsi dei regolamenti in vigore nella Unione Europea, o altrove.

Eppure, anche le start-up più promettenti, sostenute dal governo, evitano di premere troppo sul pedale dell'acceleratore quando si tratta di OGM. Qualche anno fa, Xing Wang Deng è rientrato a Pechino per avviare un laboratorio della Peking University nel quadro del Programma dei Mille talenti, che mira a riportare in patria gli esperti cinesi emigrati all'estero. Nativo di una provincia rurale dello Hunan, Deng aveva conseguito un PhD presso l'Università di California a Berkeley e gestiva un proprio laboratorio a Yale, dove aveva condotto una serie di fondamentali studi sulla risposta delle piante alla stimolazione luminosa. Avendo maturato una profonda esperienza nell'iden-

tificare le funzioni svolte dai geni delle piante, Deng si trova in una posizione ottimale per condurre ricerche che utilizzano strumenti genetici di nuova generazione, estremamente precisi, per apportare sottili modifiche al genoma delle varietà vegetali. Tuttavia, nonostante che, nel campus della Peking University fervessero i lavori per nuovi laboratori e a pochi chilometri di distanza fossero già dislocati quelli destinati alla start-up da lui fondata, Frontier Laboratories, Deng non intende annoverare OGM nel catalogo dei suoi primi prodotti. Per ora si limita a cercare di produrre ibridi di riso e grano attraverso mutazioni chimicamente indotte o con tecniche di biologia molecolare che consistono nell'individuare una serie di marcatori genetici a supporto di tecniche di ibridazione convenzionale. Sta anche cercando di aumentare la resistenza delle piante agli erbicidi senza aggiungere geni prelevati dai batteri del terreno. Il raffinato balletto che Deng conduce per evitare l'etichetta OGM è un segno dell'attuale clima sociale e politico: «Non sembra che le autorità abbiano particolare fretta. Probabilmente devono affrontare questioni più spinose, almeno sinché il fabbisogno di OGM non giunga a un più impellente livello di crisi».

Ma la crisi arriverà. Il governo cinese, che vuole evitare di suscitare l'ira dei consumatori poco inclini agli OGM, potrebbe trovarsi ad affrontare la reazione ancora più estesa ed esasperata degli agricoltori, o dei cittadini che non possono reperire cibo a sufficienza. L'aumento delle temperature e il calo delle precipitazioni potrebbero decurtare i volumi della produzione di riso, grano e mais addirittura del 13 per cento nei prossimi 35 anni secondo una analisi effettuata dagli scienziati del Centro per le ricerche climatiche della Peking University. Anche un eventuale andamento piatto nella produzione avrebbe conseguenze catastrofiche a fronte del possibile aumento della popolazione e della domanda. «Se i funzionari di governo dovessero avere per le mani una autentica calamità agricola, dovranno decidersi in favore degli OGM», conclude Dafang Huang.

Anche se la Cina dovesse riuscire a incrementare la produttività attraverso pratiche più convenzionali, come probabilmente è in grado di fare, Rozelle e altri osservatori prevedono che prima o poi il mais OGM verrà approvato. In effetti, la richiesta di mangimi a base di granturco diventerà troppo pressante e utilizzare una pianta ai fini dell'alimentazione animale è assai meno controverso che destinarla al consumo umano. Nessuno può dire quando o in che misura la Cina deciderà di dispiegare il proprio arsenale di ibridi OGM per nutrire i propri abitanti. Ma pochi dubitano che a un certo punto, quando i costi aumenteranno e le scorte si assottiglieranno, le autorità diranno che la Cina deve seminare quanto ha sviluppato nei suoi laboratori. Quando accadrà, data l'estrema centralizzazione dell'economia cinese, è lecito attendersi che l'adozione della tecnologia da parte di coltivatori e famiglie sarà molto rapida. E nei decenni a venire, se una delle innumerevoli varietà OGM che oggi germogliano nei laboratori di Gao e dei suoi colleghi dovesse risultare determinante nell'affrontare una crisi ambientale, quella varietà potrebbe trovare posto nei futuri musei dell'agricoltura in Cina. ■

*David Talbot è caporedattore di MIT Technology Review USA.*

## La scommessa cinese

Una nuova tecnologia e grandi iniziative di ricerca nei raccolti geneticamente modificati forniranno alla Cina un magazzino alimentare per un futuro più popoloso.

David Talbot

**C**ome farà la Cina a trovare cibo a sufficienza per la sua popolazione? Oltre 1,3 miliardi di persone vivono nella nazione più popolosa del mondo e altri 100 milioni si aggiungeranno entro il 2030. La Cina è già una grande importatrice di cibo e le persone stanno consumando più carne, accrescendo le pretese su terreni adibiti alla coltivazione. Nel frattempo, il cambiamento climatico potrebbe abbattere la resa di raccolti fondamentali – riso, grano, mais – del 13 per cento nel giro dei prossimi 35 anni. Consapevole di questi trend, il governo cinese investe più di qualunque altro paese nella ricerca di raccolti geneticamente modificati, ricercando varietà che offrano una maggiore resa oltre a una maggiore resistenza a malattie, siccità e caldo. I primi risultati si possono vedere nelle centinaia di laboratori biotech per le piante. ■



Grazie all'editing del genoma, questo grano di una serra di Pechino vanta una particolare resistenza all'oidio, una grave malattia dei raccolti.

*In basso.* In un appezzamento di prova per piante di soia transgeniche, situato nella periferia di Pechino, Fanyun Lin (a sinistra), direttrice del sito, contempla il raccolto in compagnia di Caixia Gao, una delle principali ricercatrici dello State Key Laboratory of Plant Cell and Chromosome Engineering.

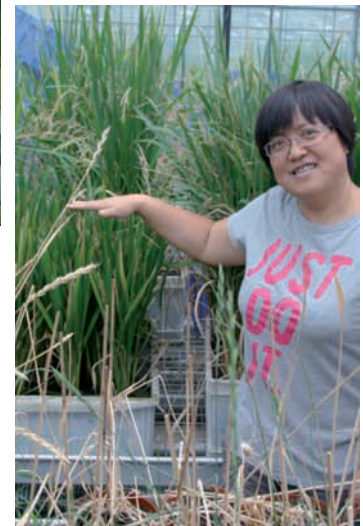


*A sinistra.* Presso un laboratorio governativo di Pechino, un tecnico pulisce delle spighe di grano in preparazione della rimozione dei semi e del loro trattamento genomico.

*A destra.* In una camera di coltura dei tessuti, la ricercatrice Bing Wang lavora su piantine di Arabidopsis, un'erba che cresce rapidamente e viene comunemente utilizzata come organismo modello per valutare gli effetti della temperatura sulla crescita, in vista della sopportazione ai picchi di calore che sono previsti per il futuro.



Questa pianta di soia è stata modificata geneticamente nel tentativo di produrre olio di soia di maggiore qualità e in maggior quantità.



Caixia Gao mostra un ceppo di riso al quale sono stati rimossi dei geni per farlo crescere meno rispetto a un ceppo normale, visibile a sinistra e a destra.

Gao sta investigando se questi ceppi ristretti concentrano più risorse nella produzione di semi – il cibo – piuttosto che nella crescita delle foglie.



File di piantine di riso cresciute all'interno di tubi di vetro attendono la rimozione dei loro protoplasti, ovvero il materiale vivente nelle cellule: il primo passo verso gli esperimenti di modifica del genoma volti all'ottenimento di tratti quali la resistenza alle malattie o la resa elevata.

## OGM: le due corna del dilemma

L'editing genomico potrà dare nuovo slancio alla prospettiva di animali geneticamente modificati?

Antonio Regalado

**Q**uattro anni fa, Scott Fahrenkrug vide un servizio di ABC News sulla decornazione delle mucche da latte, un intervento doloroso per gli animali, giustificato da motivi di sicurezza. Il video, di scarsa qualità e ripreso di nascosto, mostrava una mucca Holstein bianca e nera che si lamentava e cercava di divincolarsi dalla presa di un bracciante che cauterizzava l'abbozzo corneale con un ferro rovente.

Fahrenkrug, un esperto di genetica molecolare allora all'University of Minnesota, pensò di avere trovato una soluzione al problema. Avrebbe creato delle mucche senza corna, raggiungendo allo stesso tempo tre obiettivi: risparmiare il denaro degli allevatori, eliminare una delle pratiche più crudeli dell'industria lattiero-casearia, favorire lo sviluppo dell'ingegneria genetica.

La tecnologia con cui Fahrenkrug pensava di ottenere questo risultato si chiama editing genomico: un sistema nuovo, rapido e preciso per alterare il DNA, sviluppato nei laboratori biotecnologici. I ricercatori lo hanno adottato per modificare i geni di topi, pesci, scimmie e per curare malattie umane come l'HIV.

Con gli animali, l'editing genomico offre alcune straordinarie possibilità. Tramite la sua startup, Recombinetics, con sede a St. Paul, in Minnesota, Fahrenkrug pensa di creare mucche da latte selezionate, con tratti normalmente assenti in una razza, ma presenti in altre, come l'assenza di corna o la resistenza a particolari malattie. Questa "selezione molecolare" dovrebbe sviluppare caratteristiche naturali in tempi molto più rapidi, rivoluzionando tutto il settore dell'allevamento. Le aziende potrebbero "brevettare" questi animali come stanno già facendo con il mais o la soia. Gli imprenditori sono pronti a sfidare la FDA statunitense, che non ha mai concesso il via libera all'introduzione di animali OGM nella catena alimentare. Essi sostengono che l'editing genomico non dovrebbe essere soggetto a

regolamentazione se utilizzato per modificare delle caratteristiche già presenti in una specie. «Si tratta di geni preesistenti in animali che fanno parte della nostra alimentazione quotidiana», dice Fahrenkrug.

La tecnologia è ancora in fase sperimentale e non coinvolge in alcun modo la catena alimentare. Ma alcune grandi allevatori stanno iniziando a investire. «Si potrebbe aprire uno spazio per un dialogo più costruttivo e per l'approvazione di leggi meno rigide sugli OGM», sostiene Jonathan Lightner, responsabile di R&S per l'azienda britannica Genus, il più importante allevatore mondiale di maiali e bovini, che ha finanziato alcuni dei laboratori di ricerca di Recombinetics. «Non stiamo parlando di pesci "scintillanti", ma di una mucca a cui non si debbano tagliare le corna».

Finora, gli esperimenti di animali clonati sono stati un completo fallimento. Dopo i primi topi geneticamente modificati apparsi negli anni Settanta, sono stati eseguiti tentativi con diversi animali: pecore che forniscono lana di qualità superiore grazie al gene di un topo, capre dalle cui mammelle si ottiene seta di ragnò e salmoni che si riproducono due volte più rapidamente di quelli normali. Ma gli animali transgenici, vale a dire quelli che incorporano geni di altre specie, non hanno mai oltrepassato la soglia delle fattorie sperimentali. Le mucche destinate a non avere corna non verrebbero modificate con il DNA di altre specie animali, ma con una variante bovina. Chi ha investito in questa tecnologia spera che si trovi una scorciatoia legale. Le disposizioni della FDA sugli animali geneticamente modificati, emanate nel 2009, non prendevano in considerazione l'editing genomico e, secondo Fahrenkrug, non riguarderebbero questa tecnologia.

Interrogata da MIT Technology Review, la FDA riconosce che le sue regole «erano riferite alle tecnologie di quel periodo», ma si riserva il diritto di intervenire anche sul-



l'editing genomico. «Stiamo valutando il giusto approccio legale ai prodotti di questa tecnologia, ma non abbiamo ancora raggiunto una decisione condivisa», spiega la portavoce dell'agenzia Theresa Eisenman.

Per produrre mucche da latte senza corna, dice Fahrenkrug, si è ispirato alla sequenza genetica naturale della razza bovina Angus, una specie non dotata di corna. Seguendo questa ricetta, Fahrenkrug ha sfruttato un metodo di editing genomico chiamato TALENs per inserire la striscia del DNA modificato nelle cellule epiteliali di un toro Holstein dotato di corna. Complessivamente, ha cancellato 10 lettere del DNA e, al loro posto, ne ha aggiunte 212. Alcune di queste cellule, con la tecnologia di clonazione, sono state mutate in embrioni e sono state impiantate in un branco di madri surrogate. Fahrenkrug prevede la nascita dei primi vitelli senza corna entro poche settimane, ma si rifiuta di rivelare dove saranno tenuti, per paura di sabotaggi da parte degli animalisti o degli attivisti anti-OGM.

Qualsiasi manipolazione della catena alimentare crea malumori, ma Fahrenkrug spera che la prospettiva di vedere mucche che nascono in modo naturale senza corna sposti l'opinione pubblica dalla sua parte. Chi lotta per i diritti degli animali odia gli OGM, ma odia ancora di più la decornazione. Gli allevatori la utilizzano solo perché costretti. Douglas Keeth, uno dei finanziatori di Recombinetics, racconta che la sua bisnonna è stata incornata a morte da una mucca da latte. «Da giovane lavoravo in una fattoria dove si asportavano le corna delle mucche con strumenti meccanici. Alla fine era un bagno di sangue. Uno spettacolo sicuramente da non mostrare in TV», ricorda Keeth.

La maggior parte dei bovini Holstein sono dotati di corna. Secondo i dati della Holstein Association americana, i 30 tori Holstein con il rating più elevato hanno le corna. Il seme di questi tori selezionati,

## «Le potenzialità dell'ingegneria genetica negli animali non sono state ancora sperimentate a livelli significativi».

apprezzati per la loro capacità di mettere al mondo una prole in grado di produrre quantità eccezionali di latte, viene congelato e spedito in tutto il mondo. Dopo oltre un secolo di allevamento selettivo, una mucca da latte produce in media 23mila libbre di latte all'anno (in confronto alle circa 5mila di una mucca normale).

È difficile fare emergere nuovi tratti caratteristici della specie con il semplice accoppiamento, in quanto l'incrocio tra una razza che produce molto latte, come la Holstein, e una razza normale diluirebbe la capacità produttiva della prole, sostiene Lightner, la cui azienda lo scorso anno ha prodotto 177 milioni di dollari di seme congelato di toro. Per generare un nuovo "campione" di produzione di latte sarebbero necessarie diverse generazioni di incroci.

L'editing genomico, invece, è rapido e preciso. Lo scorso anno, in collaborazione con il Roslin Institute e la Texas A&M University, Fahrenkrug ha creato facilmente

esemplari della razza brasiliana Nelore dotati di una massa muscolare accresciuta. Per ottenere questo risultato, ha aggiunto agli embrioni dei bovini Nelore una mutazione per ottenere una muscolatura simile a quella delle cosiddette super mucche, il soprannome dato alla razza Blu Belga, che non si è mai vista prima in mucche slanciate come le Nelore.

Lightner dice che queste "imprese" hanno convinto Genus a finanziare la ricerca sull'editing genomico. «Non avevamo capito fino in fondo le opportunità dell'ingegneria genetica nel mondo animale, ma questa nuova tecnologia che permette di trasferire tratti fisici, cambia completamente il panorama», spiega Lightner.

Le idee di Fahrenkrug hanno trovato consensi anche tra gli allevatori di mucche da latte. La tecnologia «è decisamente interessante», sostiene Tom Lawlor, responsabile di R&S della Holstein Association americana. Ma aggiunge anche che i produttori di latte si muovono con circospezione dinanzi all'ingegneria genetica. «La tecnologia appare senza dubbio promettente, ma vorremmo introdurla a piccoli passi per non spaventare i consumatori. Se alimentiamo le loro preoccupazioni, siamo finiti, perché il latte deve restare il prodotto "sano" per eccellenza», afferma Lawlor.

A gennaio, Fahrenkrug ha depositato una richiesta di brevetto per qualsiasi

## «Potrebbero prendere il seme del mio toro, farne un editing genetico, brevettarlo, e lasciare noi allevatori senza nulla in mano».

intervento su animali inteso a manipolare i geni per rimuovere le loro corna. L'eventualità di brevetti sui bovini ha allarmato alcuni agricoltori, già messi a dura prova dalle vicende legate ai brevetti sulle sementi. «Prenderanno il seme del mio toro, lo modificheranno geneticamente, lo breveteranno e noi agricoltori saremo completamente tagliati fuori», dice Roy MacGregor, che alleva bovini senza corna a Peterborough, in Ontario. «Non dovrebbe essere permesso».

Gli attivisti anti-OGM non dovrebbero neanche guardare troppo lontano per trovare motivi di critica dell'editing genomico. Alcuni esperimenti che Fahrenkrug vuole portare avanti, appaiono discutibili, come gli interventi intesi a impedire ai bovini di raggiungere la maturità sessuale. Ciò potrebbe avere come conseguenza un più rapido ingrassamento e una macellazione anticipata nel tempo. Permetterebbe inoltre alle aziende di editing genomico di vendere gli animali senza il rischio di «una strategia di riproduzione incontrollata degli animali da parte degli acquirenti», come specificato da un'altra richiesta di brevetto presentata da Recombinetics.

È possibile, anzi probabile, che la prudenza dei legislatori, gli attivisti e le difficoltà in ambito commerciale tengano lontani, per anni o per sempre, dagli scaffali dei supermercati i prodotti legati agli animali geneticamente manipolati. Ma ciò non rallenterà l'avanzata della tecnologia di editing genomico. «Le persone mi dicono: "Se puoi cambiare le cose, allora fallo"», conclude Fahrenkrug. «Il genoma è informazione. E con l'editing genomico stiamo parlando di tecnologia dell'informazione. Prima potevamo solo leggere il genoma, ora possiamo anche riscriverlo». ■

*Antonio Regalado  
è responsabile dell'area Affari  
di MIT Technology Review USA.*



Fotografia: per gentile concessione di Recombinetics.

## Il silenziamento genetico

Dopo oltre un decennio di delusioni, nuovi e potenti farmaci basati su un'idea vincitrice del Premio Nobel stanno finalmente avvicinandosi al mercato.

**Kevin Bullis**

**N**el 1998, alcuni ricercatori della Carnegie Institution e dell'Università del Massachusetts hanno scoperto qualcosa di incredibile riguardo il modo in cui le cellule stabiliscono quali proteine produrre. Alcune tipologie di RNA – che è lo strumento del DNA per creare proteine – sono in grado di “spegnere” specifici geni. La scoperta, denominata RNA Interference (RNAi), suggeriva un metodo per disattivare la produzione di qualunque proteina nel corpo, incluse quelle associate a malattie che non potevano venire intaccate dai normali farmaci. Questa scoperta era così promettente che i suoi scopritori vinsero il Premio Nobel appena otto anni dopo.

Prendendo spunto da questa scoperta, un altro gruppo di ricerca ha fondato nel 2002 a Cambridge, nel Massachusetts, la società Alnylam, con lo scopo di utilizzare la RNAi per eliminare le proteine malevoli. Nessuno, tuttavia, sapeva come realizzare un farmaco che potesse attivare la RNAi. Adesso, però, la Alnylam sta conducendo test clinici avanzati per richiedere la commercializzazione del farmaco. Questo potrebbe essere solo l'inizio. Attualmente, la Alnylam sta lavorando a più di 11 farmaci, inclusi alcuni per l'emofilia, l'epatite B e persino il colesterolo elevato, e sta conducendo tre test su pazienti umani. «Il mondo sta tornando a credere che le terapie basate sulla RNAi possano veramente cambiare le cose», dice Robert Langer, professore del MIT e consulente della Alnylam.

La Alnylam è partita con grandi speranze. I suoi fondatori, fra cui spicca il Premio Nobel e biologo del MIT, Philip Sharp, avevano risolto una delle principali sfide delle terapie tramite RNAi. Al momento della scoperta, il processo prevedeva la introduzione in alcune cellule di un tipo di RNA a doppio filamento. Questo processo aveva dato risultati positivi nei vermi e nei moscerini della frutta. Il sistema immunitario dei mammiferi, però, reagiva violentemente, provocando la morte

delle cellule. I fondatori della Alnylam scoprirono in seguito che filamenti più corti, sconosciuti come siRNA, riescono a penetrare nelle cellule dei mammiferi senza scatenare una reazione immunitaria.

Restava da risolvere un altro grande problema. Occorreva che l'RNA passasse attraverso la membrana cellulare protettiva e venisse incorporato nel meccanismo molecolare che regola le proteine. La Alnylam si è concentrata su due opzioni. La prima consisteva nell'incorporare l'RNA in bolle di nano-particelle lipidiche, realizzate con gli stessi materiali che formano le membrane delle cellule. La seconda consisteva nell'attaccare all'RNA una molecola che le cellule sono solite ingerire.

Entrambi gli approcci funzionavano, almeno in parte. I ricercatori sono riusciti a bloccare la produzione di proteine in cavia da laboratorio. Il perfezionamento del sistema di somministrazione ha però rappresentato un altro problema. La somministrazione dell'RNA attraverso il flusso sanguigno, come avviene per i normali farmaci, risultava particolarmente complessa. In laboratorio, la Alnylam stava facendo passi avanti. I ricercatori avevano identificato una parte delle nano-particelle lipidiche che impedivano di rilasciare il carico di RNA nel punto giusto delle cellule. Come spiega Rachel Meyers, vicepresidente della ricerca di Alnylam, «quella fu una vera scoperta». Le nuove nano-particelle permisero di migliorare la potenza del farmaco di cento volte e la sua sicurezza di cinque volte, permettendo di avanzare fino ai test clinici per il trattamento della FAP.

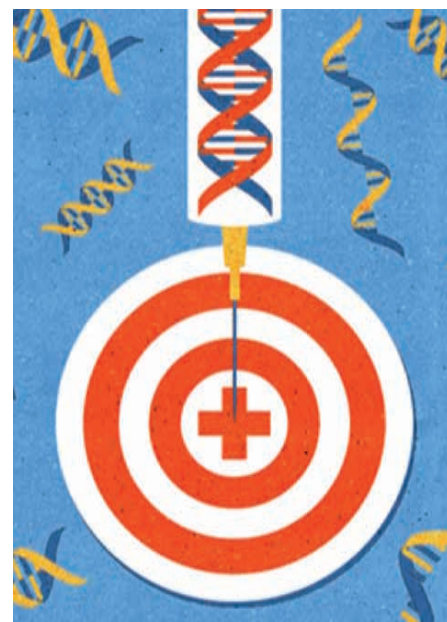
Il meccanismo di trasporto e rilascio della nano-particella restava però costoso e richiedeva visite frequenti in ospedale. La Alnylam ha quindi perseguito il secondo approccio di somministrazione: l'adesione di molecole che inducano le cellule a ingerire l'RNA. I ricercatori hanno scoperto la giusta esca in una

particolare molecola di zucchero, con la possibilità di venire somministrata con una semplice iniezione.

Anche altrove si ricercano nuove soluzioni terapeutiche. In un laboratorio di sei piani nel campus del MIT, il ricercatore James Dahlman indica alcune centinaia di fiale, ciascuna delle quali contiene una forma di nano-particella che Dahlman ha sintetizzato pazientemente. Dahlman non lavora per la Alnylam, ma da tempo ricerca un meccanismo di somministrazione, che permetta di espandere enormemente la portata della RNAi. Dahlman accenna a una fiala mancante: «Quello ha funzionato. È il materiale miracoloso».

Dahlman e i suoi colleghi del MIT in due articoli hanno pubblicato i risultati di una serie di studi che dimostravano quanto le nuove nano-particelle siano efficaci nel somministrare RNAi alle cellule dei vasi sanguigni, che sono associate a un'ampia gamma di malattie. Per esempio, il trattamento del cancro è un'area in cui i particolari vantaggi della RNAi dovrebbero affermarsi. La chemioterapia convenzionale non colpisce solamente le cellule tumorali, ma anche i tessuti sani. La RNAi, al contrario, può colpire solamente le proteine che si trovano nelle cellule tumorali.

Ricerche come questa sono lontane dal giungere al termine, ma se manterranno questo ritmo, i farmaci attualmente in fase di test clinico potrebbero rappresentare solo una piccola parte dei benefici legati alla scoperta della RNAi. ■





# Per la diagnosi precoce dei tumori

L'inventore di un rivoluzionario test del DNA per identificare la sindrome di Down sostiene che la stessa tecnologia potrebbe venire utilizzata nella rilevazione del cancro.

**Antonio Regalado**

**U**no scienziato di Hong Kong, che ha inventato un semplice esame del sangue per mostrare alle donne in gravidanza se i loro bambini soffrono di sindrome di Down, sta ora testando una tecnologia simile per il cancro. Yuk-Ming Dennis Lo sostiene che il costo del suo esame, partendo da un semplice prelievo di sangue, potrebbe non superare i 1.000 dollari. Questo test studia il DNA rilasciato nel flusso sanguigno da cellule tumorali morte.

L'idea è di creare un test di *screening* a basso costo, che si potrebbe effettuare annualmente in uno studio medico, per individuare un tumore nella sua fase più precoce, quando è più facilmente curabile. «Ci sono voluti 13 anni per sviluppare i test prenatali, ma il percorso era inesplorato», ricorda Lo. «Per il cancro ci vorrà un tempo più breve». I test prenatali cercano il DNA fetale presente nel sangue di una donna incinta per decodificarne eventuali eccessi o carenze cromosomiche, vale a dire le alterazioni che sono responsabili di malformazioni e patologie alla nascita.

Sia Lo, sia gli scienziati della Johns Hopkins hanno recentemente impiegato una tecnica quasi identica a quella dei test prenatali per eseguire la scansione del sangue di una persona alla ricerca di geni duplicati, mancanti, o disordinati, che sono una caratteristica delle cellule tumorali.

Ma la tecnica dei test è molto costosa. Il DNA del cancro è spesso presente in piccole quantità, se si trova in una fase iniziale e può rappresentare solo lo 0,01 per cento dei frammenti di DNA in un campione di sangue. Ciò significa che gli scienziati finiscono sarebbero costretti a decodificare 9.999 frammenti di DNA normale per ogni tratto di DNA del cancro che dovessero riscontrare. Il risultato è la realizzazione di una fotografia approssimativa del genoma e l'impiego di macchinari di

sequenziamento che possono costare anche 10mila dollari o più per ogni caso.

«È fattibile, ma molto costoso», dice Andrea Marziali, direttore scientifico di Boreal Genomics, una start-up che sviluppa test del cancro. «Si deve trovare, quindi, un compromesso tra l'ampiezza della ricerca e il suo costo».

Lo dice di avere ora sviluppato un modo diverso per sequenziare il DNA, che potrebbe tagliare il costo del test di circa il 90 per cento. Il nuovo metodo va alla ricerca di cambiamenti nella metilazione, la modificazione chimica di DNA, che controlla l'attività del gene. I geni di cellule tumorali perdono per lo più i segni della metilazione, una caratteristica che secondo Lo può venire individuata in modo affidabile utilizzando meno il sequenziamento.

Altri scienziati ritengono che l'approccio di Lo non sia ancora molto preciso e che potrebbe diagnosticare come affette da cancro molte persone sane. Victor Velculescu, uno scienziato del genoma presso la Johns

Hopkins, conferma che i falsi positivi sono un problema per molti test di screening: «Anche se l'approccio utilizzato da Lo è un'ottima applicazione di questa nuova tecnologia, si troverebbe ad affrontare lo stesso problema».

Lo sta mettendo alla prova la sua tecnica a Hong Kong seguendo 20mila persone a rischio di cancro come parte di uno studio da 4 milioni di dollari, messi a disposizione dal governo di Hong Kong. Molti sono infettati dal virus dell'epatite B, che può causare il cancro al fegato e riguarda circa il 10 per cento della popolazione cinese. Attualmente, residenti di Hong Kong con epatite B vengono seguiti con esami ecografici, che possono anche rilevare i tumori abbastanza precocemente. Lo spera di determinare se un esame del sangue del DNA possa rappresentare una scelta migliore. La grande parte degli scienziati ritengono che il percorso di un test per il cancro di largo impiego non è ancora chiaro, ma la tecnologia si sta evolvendo così rapidamente da consentire fondate speranze. «Per rendere questi test disponibili a chiunque voglia sottoporvisi in un ambulatorio medico, potrebbero essere necessari anche più di 20 anni, ma quel giorno arriverà certamente», conclude Marziali.

Lo ha concesso in licenza i suoi brevetti del test prenatale a una società californiana, la Sequenom, che ha lanciato un test di gravidanza nel 2011, ma non ha ancora deciso come commercializzare il test per il cancro. ■



## Telepatia

«Telepatia è quando tu non bussi alla porta, ma io apro lo stesso»: lo diceva Eduardo De Filippo in *Natale a Casa Cupiello*. In effetti, succede spesso di percepire subliminalmente qualcosa di cui, a livello conscio, non ci si rende conto. Può darsi che abbia aperto la porta perché ho percepito qualche leggerissimo movimento, o perché a quell'ora qualcuno è solito rientrare, o semplicemente perché una porta è fatta per aprirsi. Insomma, per parlare di telepatia si deve eliminare ogni ipotesi di giudizio implicito o di coincidenza. L'interesse degli studi di cui qui si parla risiede nella convinzione che si debba eliminare anche ogni ipotesi metafisica o paragnostica, come si diceva alla fine dell'Ottocento, quando il termine venne coniato dallo psicologo inglese Frederic William Henry Myers. Al contrario, il termine telepatia tende a recuperare la sua matrice etimologica, secondo cui si provano le stesse sensazioni da lontano, perché di sensazioni appunto si tratta: sensazioni che non passano soltanto dai sensi al cervello, ma anche da un cervello all'altro, perché gli impulsi elettrici del primo cervello vengono registrati e inviati al secondo cervello mediante la rete di Internet. Per altro, proprio una simile possibilità consente di rimuovere, oltre a ogni ipotesi spiritualista, anche le concomitanti ipotesi materialistiche di alcuni neuroscienziati che pensano al pensiero come una serie di tracciati encefalografici e di neuroimaging. In realtà, gli studiosi hanno potuto trasferire da un cervello all'altro non più che stimoli grezzi: non certo rappresentazioni del mondo né tantomeno emozioni o volizioni. Anzi, proprio la complessità funzionale di queste ultime, in termini di quantità d'informazione e di tempi di trasmissione, sembra circoscrivere il campo della telepatia a non più della avvertenza che qualcuno sta pensando. (g.p.j.)

## Cervello, computer, computer, cervello

Gli scienziati hanno stabilito una comunicazione a distanza tra due cervelli umani, ma per ora si tratta soltanto della trasmissione di segnali elettrici.

Mark Harris

Quest'anno, due gruppi di ricerca hanno unito insieme alcune tecnologie già note per scambiare informazioni direttamente tra cervelli umani. In questi esperimenti, condotti negli Stati Uniti e in Europa, per la prima volta due persone si sarebbero trasmesse delle informazioni senza che nessuna delle due parlasse o muovesse un muscolo. Per ora, comunque, la tecnologia della "telepatia" è così rudimentale che è improbabile possa avere qualche ricaduta pratica.

In un articolo pubblicato a novembre sulla rivista "PLOS One", neuroscienziati e ingegneri informatici della University of Washington, a Seattle, hanno descritto una interfaccia cervello-a-cervello, da loro costruita, che ha permesso a due persone di giocare insieme a un semplice videogioco. All'inizio di quest'anno, una società di Barcellona di nome Starlab ha descritto la trasmissione di parole brevi come "ciao", sotto forma di cifre binarie, tra i cervelli di individui che si trovavano in continenti diversi.

Entrambi gli studi hanno utilizzato una configurazione simile: il mittente del messaggio indossava un casco EEG (elettroencefalografo) che registrava i segnali elettrici generati dalla sua corteccia cerebrale mentre pensava di muovere le mani o i piedi. Questi segnali venivano quindi inviati via Internet a un computer che li traduceva in impulsi elettrici che venivano rilasciati nel cervello di un ricevente attraverso una bobina magnetica. Nel caso della Starlab, il ricevente percepiva un lampo di luce, mentre nel caso della University of Washington, l'impulso magnetico causava uno scatto del polso su un *touchpad* che faceva lanciare un razzo in un videogioco.

Né la registrazione EEG, né questo tipo di stimolazione cerebrale (chiamata stimolazione magnetica transcranica, o TMS) sono tecnologie nuove. L'aspetto

innovativo è che siano state combinate per compiere una semplice comunicazione. Per ora la tecnologia rimane estremamente limitata. L'esperimento non ha trasmesso emozioni, pensieri o idee. Piuttosto, i ricercatori hanno utilizzato essenzialmente dei cervelli umani come relé per trasmettere semplici segnali tra due computer. Le informazioni, inoltre, sono state trasmesse a una velocità estremamente bassa. Le norme di sicurezza, infatti, limitano l'utilizzo dei dispositivi TMS a un singolo impulso ogni 20 secondi, ma anche senza questa restrizione una persona, indossando un casco EEG, può trasmettere pochi bit di informazione ogni minuto, poiché per cambiare in modo deliberato la forma delle onde cerebrali è necessaria una concentrazione intenzionale.

I ricercatori vogliono scoprire modi più veloci e precisi per trasmettere l'informazione. Andreas Stocco, uno dei ricercatori della University of Washington, precisa che al suo gruppo è stato assegnato 1 milione di dollari dalla fondazione WM Keck per aggiornare la propria attrezzatura ed effettuare esperimenti con diverse modalità di scambio mentale di informazioni.

Stocco spiega che un uso importante della tecnologia potrebbe essere quello di aiutare gli scienziati a testare le proprie idee sui modi in cui i neuroni rappresentano le informazioni, specialmente quando si tratta di concetti astratti. «Questa interfaccia può venire vista in due modi diversi», spiega Stocco. «Potrebbe essere solo un bellissimo giocattolo che abbiamo sviluppato perché è futuristico e perché costituisce un'impresa ingegneristica che però non produce vera scienza; oppure potrebbe essere visto come il sistema fondamentale che in futuro permetterà di verificare in che modo il cervello codifica le informazioni». ■

*Nasce il francobollo  
più buono che ci sia!*



**filatelia**

[www.poste.it](http://www.poste.it)

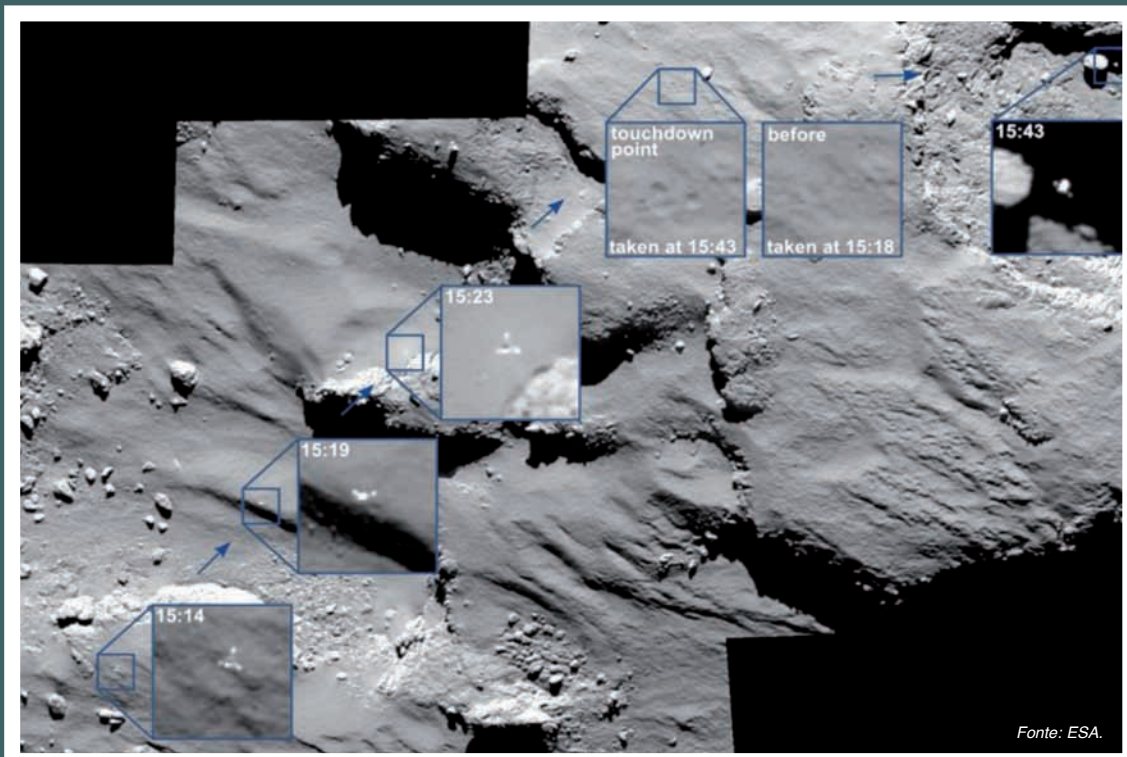
Numero gratuito 803 160

CON IL NUOVO FRANCOBOLLO DELLA SERIE TEMATICA  
"LE ECCELLENZE DEL SISTEMA PRODUTTIVO ITALIANO",  
CELEBRIAMO IL 50° ANNIVERSARIO DI NUTELLA.

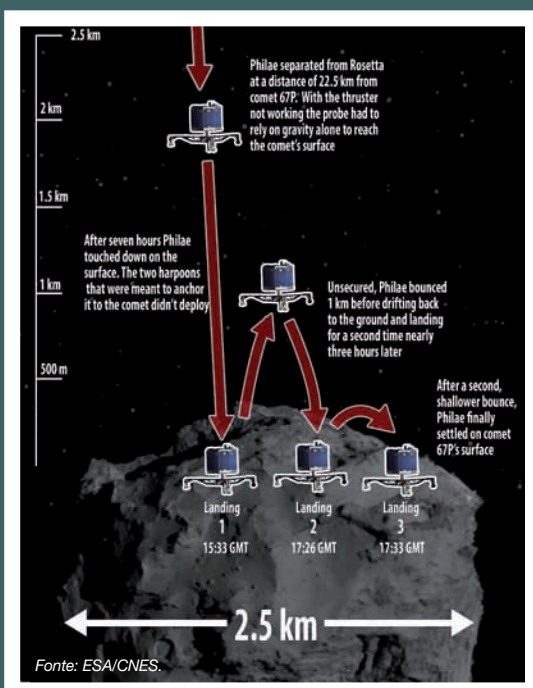
LO TROVI NEGLI UFFICI POSTALI ABILITATI E NEGLI SPAZI FILATELIA.



**Posteitaliane**



Fonte: ESA.



Tante sono le immagini incredibili della straordinaria impresa di Rosetta e di Philae. Molte immagini abbiamo già pubblicato nei fascicoli scorsi, ma una ci sembra più straordinaria delle altre, perché documenta un momento drammatico e imprevedibile: quello in cui Philae ha “rimbalzato” sulla superficie della cometa 67P. In realtà non si tratta di una unica immagine, ma di un mosaico di immagini riprese da Rosetta in un periodo di 30 minuti, dalle 15.14 alle 15.43 GMT. Dopo un primo rimbalzo, la seconda discesa è durata quasi due ore, quando, alle 17.25, si è verificato un nuovo breve rimbalzo, fino al contatto definitivo delle 17.32. La bassissima gravità e la natura del suolo hanno così trasformato un racconto epico in un'avventura all'ultimo respiro.