

# 10 TECNOLOGIE EMERGENTI 2015

Ogni anno, MIT Technology Review USA seleziona le 10 tecnologie che, secondo la nostra rivista, potrebbero avere importanti ricadute sullo sviluppo futuro nel settore del commercio, in campo medico e più in generale nella società.

L'aspetto originale della lista che proponiamo è che, a differenza di altre riviste e siti Web che si occupano di queste tematiche, noi siamo interessati all'intero spettro delle tecnologie e a come l'innovazione settoriale possa aprire la strada a trasformazioni complessive.

Le nostre previsioni non si sono sempre rivelate esatte, ma anche nell'errore l'idea di fondo era quella giusta. In genere, più che sbagliare abbiamo anticipato troppo i tempi. La ricerca genomica sul cancro, per esempio, che grazie alla divisione in sequenze geniche identifica le mutazioni sottostanti a una malattia per scegliere il farmaco più adatto al singolo caso, era di difficile impiego quando i costi del sequenziamento erano molto elevati. Oggi, con il prezzo sceso drasticamente, si può parlare degli "interventi medici personalizzati" come di una realtà clinica ormai imminente. Ma non è un dramma anticipare i tempi: meglio arrivare prima che tardi.

Quest'anno le 10 tecnologie più innovative hanno un raggio d'azione molto ampio. Per esempio, Tom Simonite descrive l'ambizioso progetto di Google di costruire un anello di palloni aerostatici alimentati dall'energia solare per garantire l'accesso a Internet al 60 per cento del globo. In un altro articolo si parla di organoidi cerebrali, cellule staminali embrionali umane che posseggono determinate caratteristiche del cervello e che possono fare luce su come i neuroni crescono e funzionano. Robert Hof scrive, a proposito del servizio di pagamento mobile Apple Pay, che potrebbe diventare il sistema privilegiato di pagamento mobile, anche se ancora la clientela media non ne è informata.

Non tutte le tecnologie considerate si trovano allo stesso stadio. Alcune sono già utilizzabili; altre preannunciano una innovazione che emergerà tra qualche anno. Ma tutte, per così dire, promettono bene e meritano attenzione. ■ *Jason Pontin*



Immagine: Elliott Earls.

#### **Nano-materiali**

Katherine Bourzac

#### **Dissalazione dell'acqua marina**

David Talbot

#### **Organoidi cerebrali**

Russ Juskalian

#### **Biopsia liquida**

Michael Standaert

#### **Fotosintesi sovralimentata**

Kevin Bullis

#### **DNA in rete**

Antonio Regalado

#### **Automobili comunicanti**

Will Knight

#### **Progetto Loon**

Tom Simonite

#### **Magic Leap**

Rachel Metz

#### **Apple Pay**

Robert D. Hof

## Nano-materiali

Una scienziata del Caltech crea minuscole strutture con un potenziale enorme, che saranno disponibili fra 3-5 anni.

**Katherine Bourzac**

**V**isitare il laboratorio presso il Caltech della scienziata dei materiali Julia Greer è come entrare in un regno in cui le normali regole fisiche degli oggetti non valgono. La Greer progetta e realizza nano-materiali che, per quanti sono abituati a trascorrere le proprie giornate in un mondo in cui materiali quali la ceramica e l'acciaio tendono a essere pesanti, mentre i materiali più leggeri tendono a essere più fragili, si comportano in modi sorprendenti.

Le ceramiche convenzionali sono resistenti, pesanti e (come sanno tutti coloro che hanno lasciato cadere in terra un piatto) fragili. L'anno scorso, però, la Greer ha creato una ceramica basata su una delle sostanze più resistenti e leggere mai realizzate. Non è neppure fragile. In un video realizzato dalla Greer, un cubo di questo materiale sottoposto a una pressione verso il basso trema lievemente per poi crollare. Una volta rimossa la pressione, però, il cubo si rialza «come un soldato ferito», dice la scienziata. «Surreale, vero?». La Greer è solita correre per il campus indossando dei pattini Rollerblade e parlare così in fretta da richiedere la massima concentrazione. Per qualche secondo, nell'osservare questa meravigliosa e sovranaturale nano-struttura, riesce a rallentare un attimo.

Se fosse possibile produrre in grandi quantità materiali come quello sviluppato dalla Greer, questi potrebbero sostituire i materiali compositi e altri materiali che vengono impiegati in un'ampia gamma di applicazioni, perché sarebbero altrettanto resistenti, ma con una frazione del peso. Un'altra possibile applicazione potrebbe portare a un forte aumento della densità energetica delle batterie, cioè della quantità di energia che possono accumulare in determinate dimensioni. Per riuscirci, i ricercatori stanno cercando di sviluppare elettrodi più leggeri rispetto a quelli adoperati oggi, ma anche in grado di accumulare più energia.



Julia Greer nel suo laboratorio del Caltech mentre regge un modello della struttura atomica di un metallo. Fotografia: Anals & Dax.

Ciononostante, materiali promettenti quali il silicio sono soggetti a fratture quando posti sotto sforzo. Un elettrodo realizzato rivestendo un nano-reticolato metallico con del silicio presenterebbe grazie alla sua struttura una elevata resistenza alle fratture.

La chiave per creare questi meravigliosi materiali sta in un arsenale di macchinari specializzati, alcuni dei quali sono stati riconfigurati dalla stessa Greer per adempire alle funzioni da lei ricercate. Questi macchinari permettono di controllare precisamente sulla nano-scala, e lungo superfici estese, la struttura dei materiali.

Tutti i giorni, la Greer scende nel laboratorio seminterrato dove tiene questi strumenti di precisione per isolarli dalle vibrazioni. Una macchina, nascosta dietro due pesanti tende nere, è una specie di stampante 3-D che utilizza lampi di luce laser per costruire lentamente delle intricate strutture polimeriche. Uno studente della Greer riveste quindi il polimero di metalli, ceramiche o altri materiali e ne intaglia i fianchi, potendo così incidere l'interno della struttura. Il risultato è un piccolo blocco di materiale formato da fasci intrecciati in nano-scala, che ricordano i puntoni della Torre Eiffel, anche se le

superfici di ogni puntone hanno uno spessore di appena 10 nano-metri.

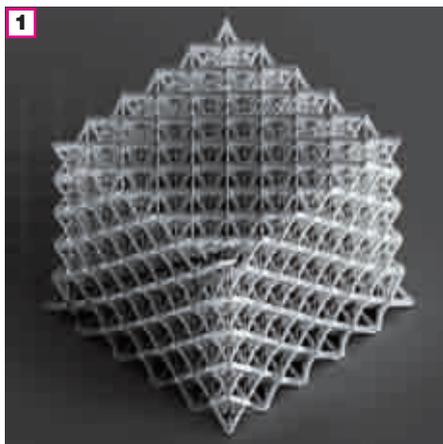
Senza il metodo della Greer, costruire qualcosa del genere sarebbe impossibile. Mi ha mostrato un campione che aveva realizzato in una precedente collaborazione con alcuni ricercatori degli HRL Laboratories di Malibu, in California, i quali stanno producendo materiali con strutture in micro-scala di dimensioni maggiori. Il campione è composto di nichel e ricorda una spugna abrasiva in metallo. Lasciandola cadere sulla mano, ho faticato a percepirla la presenza e questo inganno apparente mi ha lasciato confuso. Questo metallo è letteralmente più leggero di una piuma. Potrebbe portare a isolanti termici ultrasottili: un'applicazione che i colleghi della HRL stanno perseguendo.

Questo nichel ultraleggero promette un controllo architettonico che potrebbe portare a nuovi materiali con strane proprietà, ma testimonia anche quanto lavoro rimane da compiere per implementare i metodi della Greer. Per il momento, la scienziata non è in grado di produrre materiali nano-strutturali in quantità sufficienti a coprire il palmo di una mano.

La Greer è determinata a utilizzare i suoi metodi di nano-costruzione per una varietà di materiali e una lunga lista di collaboratori è interessata alle loro inusuali proprietà.

Le applicazioni possono spaziare dall'emissione della luce all'isolamento termico, per un preciso controllo del flusso di luce e calore. La ricercatrice sta lavorando insieme a due produttori di batterie, che utilizzano le sue nano-strutture per studiare l'elettrochimica, e sta collaborando con alcuni biologi per verificare l'ipotesi che le ceramiche nano-strutturate possano servire da struttura di supporto per la crescita di ossa, come quelle presenti nell'orecchio, la cui degenerazione può provocare sordità.

Nella speranza di rendere possibili applicazioni simili, la ricercatrice sta adoprando per velocizzare il processo di stampa laser ad alta risoluzione. Lo scorso anno, per produrre un campione di ceramica nano-strutturata dello spessore di un foglio di carta e con una superficie di sei millimetri quadrati, la Greer aveva impiegato una settimana. «Per eseguire un esperimento scientifico non occorrono grandi quantità di materiale», spiega. «Ma la domanda è come si possa accrescere la produzione per moltiplicare gli esperimenti». ■



1

1. Il cubo di ceramica, con i lati di circa 50 micrometri, è leggerissimo, grazie alla sua struttura aperta.



2

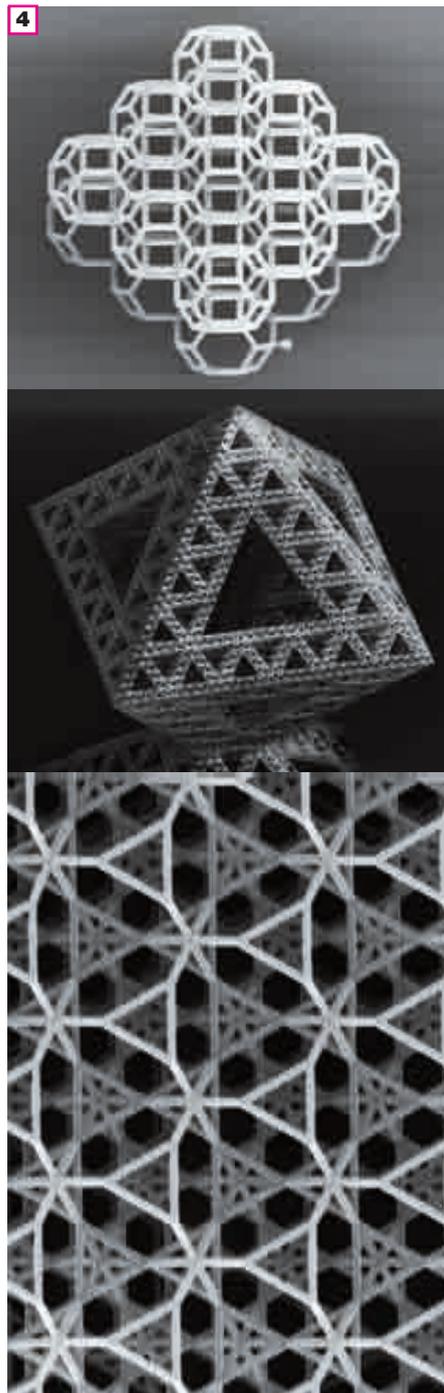
2. Questi dischetti conservano al loro interno i nano-reticoli.



3

3. Il microscopio elettronico ha un braccio che può comprimere e flettere le nano-strutture.

4. Materiali in nano-scala manipolati in modo da presentare proprietà inusuali



4

## Dissalazione dell'acqua marina

La centrale di dissalazione per osmosi inversa più economica e grande al mondo è in funzione in Israele.

David Talbot

**S**u una spiaggia mediterranea 16 chilometri a Sud di Tel Aviv, in Israele, una nuova e imponente struttura industriale ronza incessantemente.

È la più grande e moderna centrale di dissalazione al mondo e fornisce il 20 per cento dell'acqua che viene consumata nelle abitazioni del paese. Realizzata per il governo israeliano dalla Israel Desalination Enterprises, o IDE Technologies, al costo di circa 500 milioni di dollari, utilizza una convenzionale tecnologia di dissalazione conosciuta come osmosi inversa. Grazie a una serie di progressi ingegneristici e materiali, produce acqua pulita dall'acqua marina a un prezzo economico e su una scala senza precedenti. In tutto il mondo, intorno a 700 milioni di persone non hanno accesso a una quantità sufficiente di acqua pulita. Nel giro dei prossimi 10 anni, si prevede che questo numero esplo-

derà fino a raggiungere gli 1,8 miliardi. In molte regioni, l'estrazione di acqua potabile dall'oceano potrebbe costituire il solo modo per incrementarne le riserve.

La nuova centrale israeliana, denominata Sorek, è stata ultimata nel tardo 2013, ma sta cominciando a operare a pieno regime solo ora; produrrà 627 milioni di metri cubi d'acqua al giorno, dimostrando che impianti di dissalazione di tali dimensioni possono diventare pratici.

Di fatto, l'acqua marina desalinizzata è oggi un perno per le risorse idriche d'Israele. Rispetto al 2004, quando il paese faceva interamente affidamento su pioggia e acqua sotterranea, oggi sono in funzione quattro centrali per la dissalazione dell'acqua marina e la centrale Sorek è la più grande.

Gli impianti ammontano al 40 per cento della fornitura d'acqua del paese.

Entro il 2016, quando altre centrali saranno entrate in funzione, si prevede che circa il 50 per cento dell'acqua del paese deriverà dalla dissalazione.

La critica più comune alla tecnologia dell'osmosi inversa è che costa troppo cara.

Il processo utilizza una grande quantità di energia per forzare l'acqua salata contro membrane in polimeri che presentano pori sufficientemente piccoli da lasciare che passi l'acqua e che gli ioni di sale vengano trattenuti.

Eppure, la Sorek riesce a guadagnare dalla vendita della propria acqua

all'Autorità per l'acqua israeliana a 58 centesimi di dollaro americano per metro cubo (1.000 litri, corrispondenti circa alla quantità di acqua consumata da un abitante in una settimana).

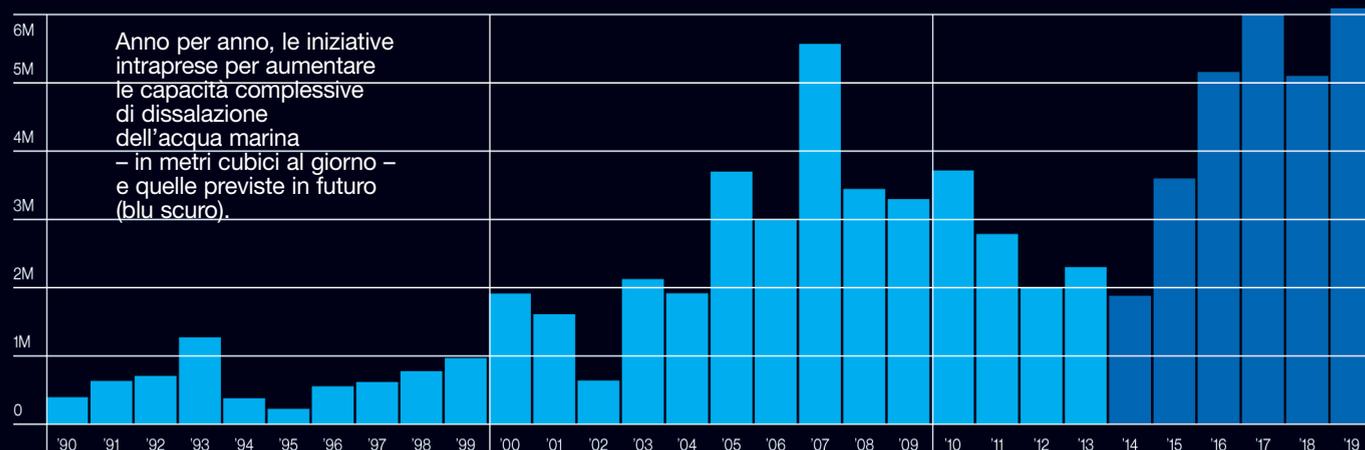
Il prezzo è inferiore a quello che le centrali di dissalazione convenzionali possono permettersi. Oltretutto, il consumo di energia della centrale Sorek è fra i più bassi della categoria.

La centrale incorpora una serie di migliorie ingegneristiche che la rendono più efficiente rispetto ai precedenti impianti di osmosi inversa. È il primo grande impianto di dissalazione a utilizzare tubazioni ad alta pressione del diametro di 40 cm invece che di 20 cm. Di conseguenza, il sistema richiede appena un quarto delle tubazioni e degli hardware, garantendo così un abbattimento dei costi. La centrale vanta inoltre delle pompe e dei sistemi di recupero dell'energia molto efficienti. «Questa è senza dubbio la più economica acqua derivata da acqua marina desalinizzata in tutto il mondo», sostiene Raphael Semiat, un ingegnere chimico ed esperto di dissalazione dell'Israel Institute of Technology, o Technion, di Haifa. «Non dovremo più lottare per l'acqua come in passato».

Australia, Singapore e diversi paesi nel Golfo Persico ricorrono già in maniera rilevante alla dissalazione di acqua marina e anche la California sta cominciando ad abbracciare la tecnologia.

### Nuove tecnologie per la dissalazione dell'acqua marina

Nel mondo si stanno sperimentando numerosi progetti per la dissalazione dell'acqua di mare.



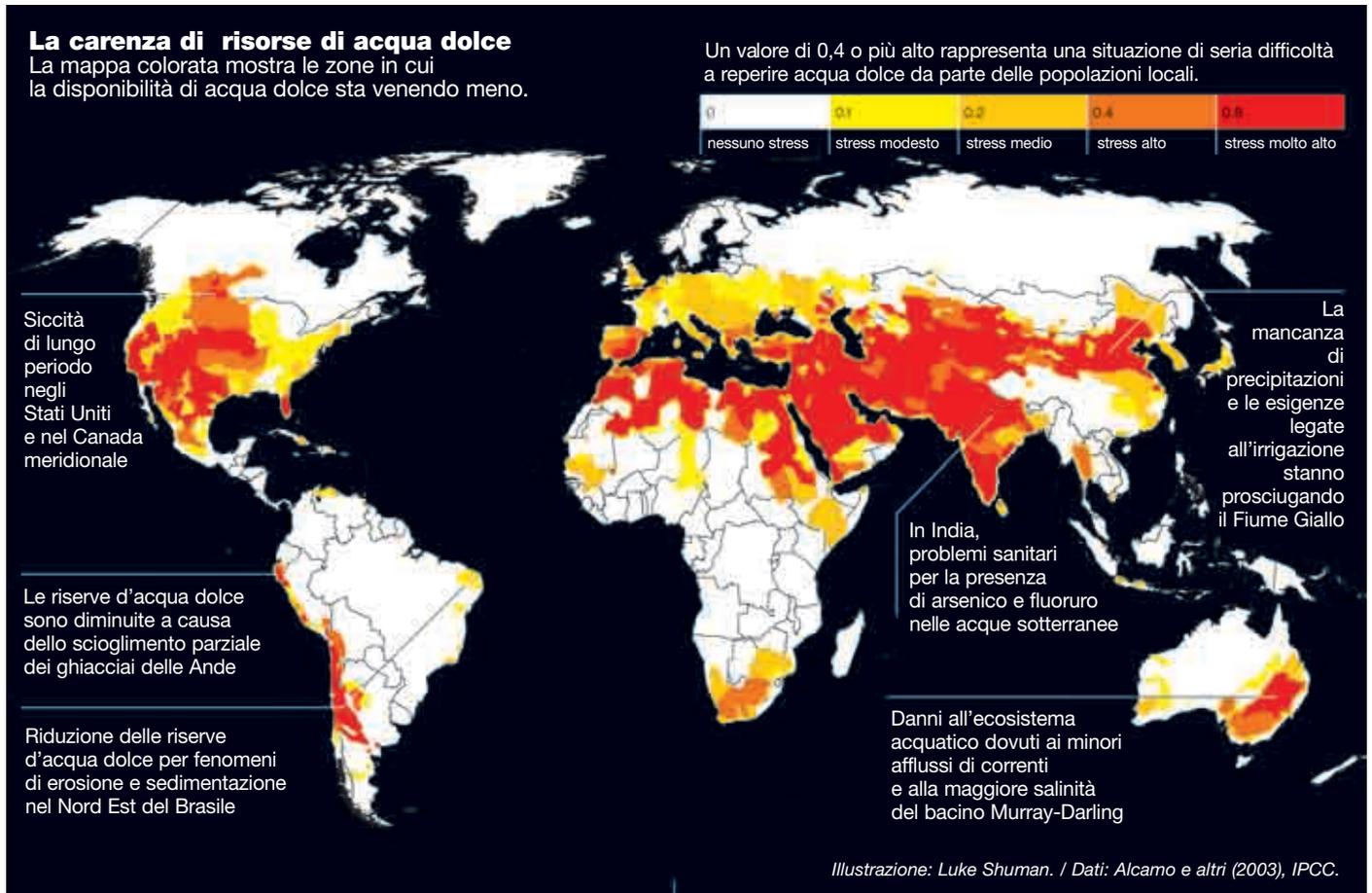
Dati: GWI Desaldata/IDA.

Tecnologie di osmosi inversa in scala ridotta, con un'efficienza energetica e un costo relativamente economico, potrebbero venire ampiamente implementate in regioni con problemi di acqua parti-

colarmente gravi, persino lontane dal mare, dove si potrebbe ricorrere all'acqua salmastra del sottosuolo.

Sono attualmente in via di sviluppo alcune membrane avanzate composte

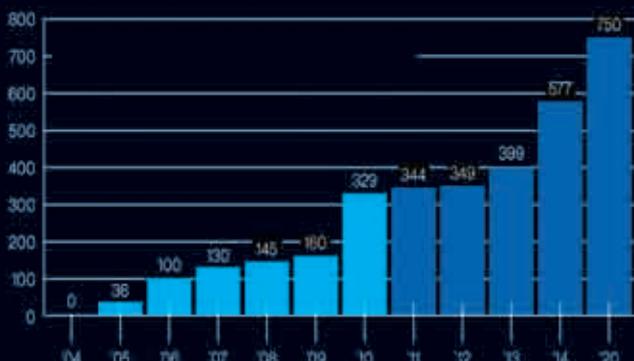
da pellicole di carbonio dello spessore di pochi atomi, che promettono di abbattere ulteriormente i requisiti energetici delle centrali di dissalazione con rendimenti crescenti. ■



### Israele guarda al mare

La dissalazione garantirà il 50 per cento dell'acqua potabile nel paese entro il 2016.

Milioni di metri cubici di acqua dalla dissalazione in Israele, attuali e previsti (blu scuro) in un resoconto del 2010

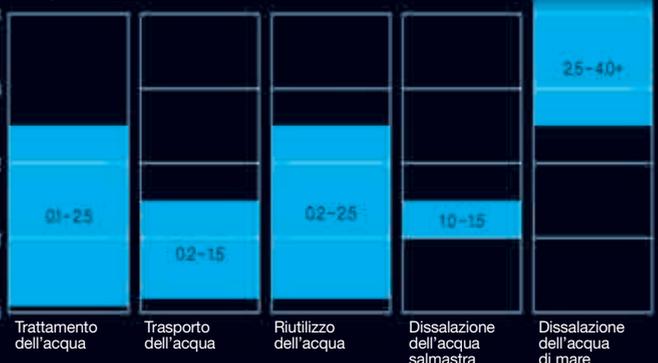


Dati: Israel Water Authority.

### Rifornimenti idrici ed energia: costi ancora sostenuti

In genere, la dissalazione dell'acqua marina impiega ancora più energia dei sistemi alternativi.

Utilizzo di energia in kW/metri cubici



Dati: Nazioni Unite.

## Organoidi cerebrali

Un nuovo metodo escogitato per crescere cellule cerebrali umane potrebbe rivelare i misteri della demenza e di altri disturbi neurologici.

Russ Juskalian

**Q**uando Madeline Lancaster mette una piastrina di plastica trasparente contro luce, circa una dozzina di grumi di tessuto delle dimensioni di piccole perle barocche ondeggiavano all'interno di un liquido color pesca.

Si tratta di organoidi cerebrali, che possiedono alcune caratteristiche del cervello umano nel suo primo trimestre di sviluppo, lobi e corteccia inclusi.

Questi gruppi di tessuto umano non sono propriamente dei “cervelli cresciuti in vitro”, come vorrebbero alcuni, ma aprono una nuova finestra al modo in cui i neuroni crescono e funzionano, potendo cambiare la comprensione di quanto riguarda il cervello, dalle attività cerebrali di base alle cause di schizofrenia e autismo.

Prima di crescere in una delle piastrine della Lancaster, un organoide cerebrale parte da una singola cellula prelevata dalla pelle di un adulto.

Con le giuste sollecitazioni biochimiche, questa cellula può venire trasformata in una cellula staminale indotta pluripotente (il genere che può maturare diverse tipologie di cellule) e quindi in un neurone. È così possibile fare cose che un tempo sarebbero state impossibili.

Gli scienziati possono osservare direttamente in che modo si sviluppano e funzionano le reti di cellule cerebrali umane viventi e come diversi farmaci o modifiche genetiche influiscono su di esse.

Inoltre, siccome questi mini-cervelli possono crescere utilizzando le cellule di una persona specifica, gli organoidi potrebbero fungere da modello accurato per un'ampia gamma di malattie.

Cosa succede, per esempio, nei neuroni derivati direttamente da qualcuno affetto dal morbo di Alzheimer? La pro-



Madeline Lancaster ha scoperto un sistema per crescere i neuroni in piastrina fino a fargli ottenere le caratteristiche di un cervello umano. *Fotografia: Regina Huegli.*

spettiva di trovare risposte a domande simili sta portando società farmaceutiche e ricercatori accademici a ricercare collaborazioni con la Lancaster e Jürgen Knoblich, il cui laboratorio presso l'Institute of Molecular Biotechnology (IMBA) di Vienna, in Austria, è la sede ove la Lancaster ha sviluppato gli organoidi dopo il suo dottorato.

La prima di queste collaborazioni è stata un'investigazione sulla microcefalia, un disordine caratterizzato dalle dimensioni ridotte del cervello, assieme a Andrew Jackson dell'Università di Edimburgo.

Utilizzando alcune cellule derivate da pazienti affetti da microcefalia, il gruppo ha cresciuto in coltura degli organoidi che condividevano alcune caratteristiche del loro cervello.

I ricercatori hanno quindi sostituito una proteina difettosa associata a questo disordine e sono riusciti a crescere organoidi che parevano parzialmente curati.

Secondo la Lancaster, questo sarebbe solo l'inizio. Ricercatori quali Rudolph Jaenisch del MIT e Guo-li Ming della Johns Hopkins stanno cominciando a utilizzare gli organoidi cerebrali per investigare autismo, schizofrenia ed epilessia. A

rendere gli organoidi cerebrali particolarmente utili è il fatto che la loro crescita rispecchia alcuni aspetti dello sviluppo di un cervello umano.

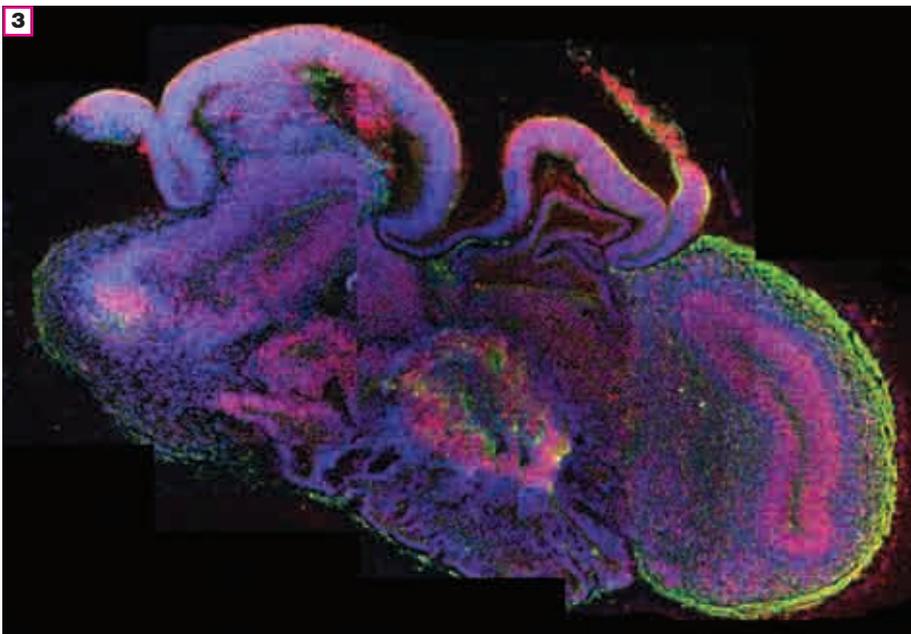
Le cellule, per esempio, si separano, assumono le caratteristiche del cervelletto, si raggruppano in strati e cominciano a ricordare la struttura tridimensionale di un cervello.

Se qualcosa va storto lungo la strada – il che è osservabile durante la crescita degli organoidi – gli scienziati possono ricercare le potenziali cause, i meccanismi e persino i più opportuni trattamenti farmacologici.

Il passo in avanti con la creazione di questi organoidi è lo sviluppo di un progetto secondario.

I neuroni erano già stati fatti crescere su piastrine da altri ricercatori, ma la Lancaster ha cominciato con l'utilizzare un piatto piano per “giocare” con le cellule staminali neurali, che si trasformano in neuroni o in altre cellule del sistema nervoso.

Alle volte, racconta, «ottenevo delle cellule staminali neurali che non rimanevano bidimensionali, ma cadevano dal piatto e formavano grumi tridimensionali e, piuttosto che ignorarli o buttarli via, mi è parso interessante lasciare che conti-



1. Magdalena Renner, una studentessa laureata del laboratorio, esamina alcuni organoidi al microscopio.
2. Un organoide all'interno della capsula.
3. Una parte colorata di organoide vista a distanza ravvicinata.
4. Una varietà di organoidi viene mantenuta in vita all'interno di un incubatore posto su una tavola oscillante.
5. Diapositive con organoidi divisi a fette.

nuassero a crescere». C'era però una sfida importante da risolvere: come fare a nutrire il tessuto al centro dell'organoide senza l'ausilio di un sistema circolatorio.

La soluzione della Lancaster è stata quella di incapsulare ciascun organoide in una matrice conosciuta come coltura cellulare, depositare una dozzina di questi grumi in un bagno nutrizionale e scuotere o ruotare il tutto per garantire il contatto con cibo cellulare. Da che ha pubblicato il suo metodo, la Lancaster ha

portato i tessuti cerebrali a nuovi livelli di complessità, con neuroni in fasi di sviluppo più avanzate.

Il numero di applicazioni possibili aumenta a ogni sviluppo. Ma a interessare maggiormente la Lancaster è la prospettiva che gli organoidi cerebrali possano risolvere i misteri più profondi, in particolare cosa succede nel nostro cervello per distinguerci dagli animali: «Sono principalmente interessata a scoprire cos'è che ci rende umani». ■

## Biopsia liquida

Macchine per il sequenziamento rapido del DNA stanno portando a pratici esami del sangue per stabilire la presenza di malattie tumorali.

**Michael Standaert**

**T**utto quello che riguarda la Cina è grande, incluso il suo problema con il cancro. In alcune delle città più abbienti, quali Pechino, il cancro è ormai considerato il killer più comune. L'inquinamento dell'aria, l'elevato numero di fumatori, e gli ormai noti "villaggi del cancro", che sono emersi a causa dell'inquinamento ambientale, stanno incrementando il tasso di mortalità in tutto il paese.

Il cancro al fegato, in particolare, è quattro volte più diffuso che in Occidente, in parte perché una persona su 14 è portatrice di epatite B ed è quindi a rischio. Di tutte le persone al mondo che muoiono a causa del cancro, il 27 per cento è composto da cinesi.

A dicembre, ho viaggiato in metropolitana da Shenzhen a Hong Kong. Avevo organizzato un incontro con Dennis Lo, un medico che per quasi 20 anni ha lavorato a una tecnica di nome "biopsia liquida", pensata per identificare tempestivamente varie forme di cancro – prima ancora che i sintomi si manifestino – sequenziando il DNA presente in poche gocce di sangue.

Lo si è presentato con indosso un blazer elegante, ricordandomi le occasioni in cui partecipavo alle cene formali presso l'Università di Oxford, dove ha studiato negli anni Ottanta.

È ben conosciuto per essere stato il primo a mostrare come il feto rilasci parte del proprio DNA nel flusso sanguigno della madre.

Questa scoperta, risalente al 1997, ha portato negli ultimi anni a esami più semplici e sicuri per la sindrome di Down. A oggi, oltre un milione di donne incinte ha usufruito di questo test.



Immagine: Javier Jaen.

Oggi, Lo compete con laboratori in tutto il mondo nel tentativo di ripetere questo successo scientifico e commerciale sviluppando screening per il cancro basati su un campione di sangue.

Ciò è possibile perché anche le cellule morte del cancro possono rilasciare DNA nel sangue di una persona. Inizialmente, la quantità è estremamente ridotta e oscurata dal DNA sano in circolo, per cui il rilevamento risulta complesso da effettuare.

Lo sostiene però che sia possibile sviluppare un test annuale del sangue in grado di individuare il cancro in modo da poterlo curare tempestivamente.

In massima parte, le forme di cancro vengono individuate in uno stadio avanzato di propagazione, per cui restano incurabili.

Negli Stati Uniti, il rilevamento precoce è una delle principali note di successo nell'applicazione della tecnologia per l'abbattimento delle morti provocate dalle forme più comuni di cancro.

La metà dei casi in cui il cancro al colon-retto è stato curato, è dovuta a esami quali le colonoscopie.

L'ospedale di Lo è coinvolto in due dei più importanti studi che mirano a dimostrare la possibilità di ricorrere alle analisi del DNA come test di screening.

I ricercatori stanno seguendo un migliaio di pazienti affetti da epatite B per verificare se i test del DNA possono individuare tumori al fegato prima di un esame agli ultrasuoni.

Uno studio ancora più esteso riguarda il carcinoma rino-faringeo, una forma di cancro che parte dalla parte superiore della gola.

In tutto il resto del mondo è raro, ma in Cina gli uomini hanno una probabilità su 60 di contrarlo nel corso della vita.

Questa forma di cancro pare associata al consumo di pesce salato, oltre che alla suscettibilità genetica dei cinesi a venire infettati dal virus Epstein-Barr, il germe che provoca la mononucleosi.

Il ruolo di questo virus, secondo Lo, creerebbe una condizione speciale. Il test da lui sviluppato ricerca il DNA virale facile da individuare, che viene rilasciato nel plasma di una persona dalle cellule morenti del cancro.

Lo studio coinvolge 20mila uomini

sani di mezza età, che sono stati reclutati a Hong Kong, e si trova oggi a metà strada.

Fra i primi 10mila pazienti esaminati, i ricercatori hanno rilevato 17 casi di cancro, di cui 13 al primo stadio, facilmente affrontabile.

Quasi tutti questi soggetti hanno debellato il cancro ricorrendo alla radioterapia.

Tipicamente, quando un paziente si rivolge a un dottore quando i sintomi sono ormai avanzati, come nel caso di una massa nel collo, il tasso di sopravvivenza è inferiore al 70 per cento. «Normalmente, girerebbero per strada ignari della bomba a orologeria che aspetta solo di esplodere, mentre ora siamo riusciti ad avvertirli in tempo», rileva Lo.

Dal suo punto di vista, ogni uomo nel Sud della Cina potrebbe venire esaminato. Un ospedale privato di Hong Kong ha già cominciato ad offrire il test. «Siamo convinti che salverà molte vite», aggiunge Lo.

Il laboratorio di Lo è ormai in corsa tecnologica con gli scienziati di altre istituzioni, fra cui la Johns Hopkins University, per verificare se queste idee possono venire tramutate in un test generico, valido per quasi ogni forma di cancro, non solo quelle che riguardano la presenza di un virus.

L'approccio fa affidamento sulle macchine per il sequenziamento dei geni, che permettono di decodificare rapidamente milioni di frammenti di DNA, trovati nel flusso sanguigno.

I risultati vengono comparati con la mappa di riferimento del genoma umano. I ricercatori identificano quindi gli schemi specifici di un DNA riorganizzato, che sono indicativi di un tumore.

Durante una visita al suo laboratorio, nell'Università Cinese di Hong Kong, Lo mi ha mostrato diverse vecchie macchine per il sequenziamento.

A suo parere, la prossima generazione di macchine, alcune delle quali non saranno più grandi di un telefono cellulare, potrebbero permettere di ridurre il costo dei test per il cancro e renderli più comuni.

Per il momento, il costo del test condotto sulle persone a rischio di contrarre il cancro al fegato è ancora troppo elevato per venire utilizzato normalmente.

Lo sottolinea come anche i test fetali avessero inizialmente dei costi elevati, che però oggi sono scesi fino a 800 dollari. Ciò ha permesso di farne un uso più ricorrente. «La stessa cosa», aggiunge, «dovrebbe succedere con i test per il cancro».

Sulla base delle fondamenta gettate da medici quali Lo, l'interesse commerciale per la biopsia liquida ha recentemente cominciato a crescere rapidamente.

Eric Topol, professore di genomica dello Scripps Research Institute, ha previsto a gennaio che la tecnologia, applicata al cancro e ad altre malattie, diventerà «lo stetoscopio dei prossimi 200 anni».

Jay Flatley, CEO di Illumina, la società di San Diego che produce macchinari per il sequenziamento rapido del DNA, ha detto agli investitori che il mercato per questi test potrebbe valere almeno 40 miliardi di dollari.

Definendo la tecnologia «la più emozionante scoperta» nella diagnostica per il cancro, ha detto che la sua società comincerà a offrire ai suoi ricercatori un kit per effettuare test di biopsia liquida con cui facilitare la ricerca sul cancro.

Oltre allo screening per il cancro, le biopsie liquide potrebbero costituire un sistema per aiutare le persone che già combattono la malattia.

I medici potrebbero selezionare un farmaco in base a una particolare mutazione del DNA, che sprona la propagazione del cancro.

I test per l'identificazione di una mutazione vengono talvolta condotti su tessuti prelevati da un tumore, ma un test non invasivo del sangue potrebbe risultare più appropriato in diversi casi.

Lo mi ha detto che il 40 per cento dei casi di cancro ai polmoni in Cina presenta mutazioni nel gene EGFR, che potrebbero quindi venire affrontate con cure mirate.

Il cancro si presenta in diverse forme e Lo sostiene che sia necessario dimostrare per ciascuna che le biopsie liquide possono salvare delle vite.

Lo ritiene di essere prossimo a raggiungere questo traguardo con il cancro rino-faringeo: «Quando riusciremo a esaminare e pronosticare tipologie diffuse di cancro, la biopsia liquida diventerà un esame comune». ■

## Fotosintesi sovralimentata

Strumenti genetici avanzati, disponibili fra 10-15 anni, potrebbero aiutare ad aumentare la resa dei raccolti e nutrire miliardi di persone.

**Kevin Bullis**

**N**el mese di dicembre, i genetisti hanno annunciato di avere ingegnerizzato piante di riso in grado di eseguire la fotosintesi in maniera più efficiente, in maniera del tutto simile al mais e a diverse erbacce dalla crescita rapida. Il risultato, conseguito da un gruppo di ricercatori nelle Filippine e nel Regno Unito, rimuove un grande ostacolo agli sforzi degli scienziati che mirano a incrementare la produzione di riso e, potenzialmente, di grano. Questo sviluppo giunge in un periodo in cui la resa di questi raccolti, che insieme nutrono circa il 40 per cento del pianeta, è in pericolosa diminuzione, il che rende sempre più difficile rispondere alla crescente domanda di cibo.

Il processo di sovralimentazione, denominato fotosintesi C4, aumenta la crescita delle piante catturando l'anidride carbonica e concentrandola in cellule specializzate nelle foglie. Così facendo, il processo fotosintetico è in grado di operare con una efficienza di gran lunga superiore. È questo il motivo per cui mais e zucchero di canna crescono in maniera tanto produttiva.

Se il riso C4 dovesse diffondersi, nel giro di poche settimane arriverebbe a torreggiare sulle convenzionali piante di riso piantate allo stesso momento. I ricercatori calcolano che l'ingegnerizzazione della fotosintesi C4 nel riso e nel grano potrebbe incrementare la resa per ettaro di circa il 50 per cento. In alternativa, si potrebbe utilizzare molta meno acqua e fertilizzante per produrre la stessa quantità di cibo.

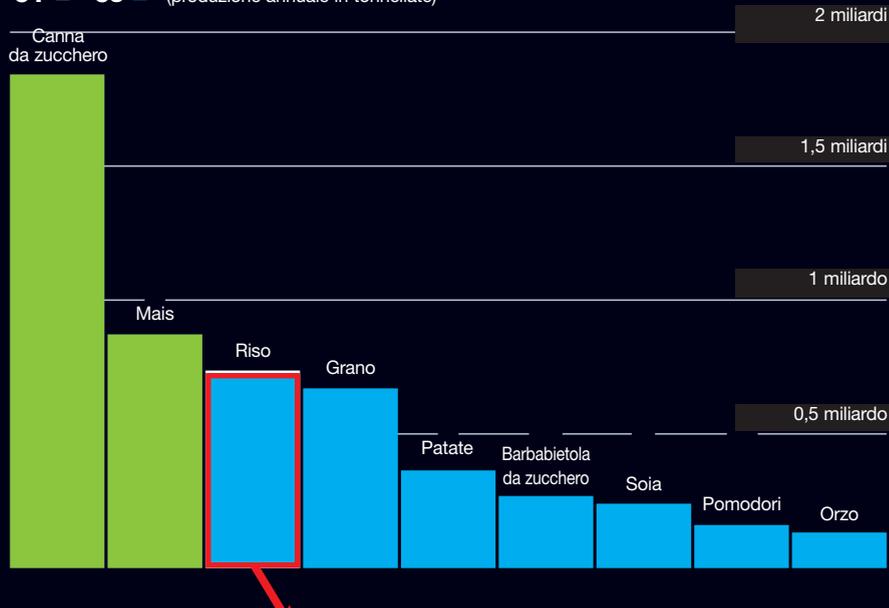
I risultati di dicembre, conseguiti da Paul Quick, dell'International Rice Research Institute (IRRI) nelle Filippine, e Julian Hibberd, professore dell'Università di Cambridge nel Regno Unito, hanno introdotto cinque geni fondamentali per la fotosintesi C4 all'interno di una pianta di

### Nuovo impulso alla fotosintesi

I raccolti più produttivi al mondo sfruttano un sistema di fotosintesi di grande efficacia, conosciuto con il nome di C4 perché il primo passo è la formazione di una molecola a 4 atomi di carbonio. La fotosintesi C3, diffusa in molte specie di piante, all'inizio presenta una molecola a 3 atomi di carbonio.

#### I raccolti più importanti

**C4** ■ **C3** ■ (produzione annuale in tonnellate)



### Carenze di riso

Gli agricoltori non riescono a soddisfare la crescente domanda di riso, l'alimento di base per metà della popolazione mondiale.

#### Il riso fornisce il 19% dell'energia alimentare



#### Raccolti stabili

**1990**

L'ultimo anno in cui il livello medio dei raccolti ha subito un incremento in California

**33%**

Percentuale di aree di produzione del riso con raccolti ormai stabili

### Decrementi previsti nella produzione di riso

(in milioni di tonnellate)

Domanda prevista per il 2050: 1.309



riso e dimostrato che era in grado di catturare anidride carbonica attraverso lo stesso processo che si può riscontrare nelle piante che dispongono già di questa forma sovrallimentata di fotosintesi.

«È la prima volta che vediamo effetti di fotosintesi C4 nel riso, per cui siamo molto emozionati», ha dichiarato Thomas Brutnell, ricercatore del Danforth Plant Science Center di St. Louis. Brutnell fa parte del C4 Rice Consortium gestito dall'IRRI, che è finanziato dalla Bill & Melinda Gates Foundation, ma non è stato direttamente coinvolto nelle più recenti scoperte.

Nonostante le modifiche genetiche, le piante di riso alterate continuano ad affidarsi primariamente alla loro naturale forma di fotosintesi. Per riuscire a completare il passaggio, i ricercatori devono modificarle affinché producano cellule specializzate secondo un preciso allineamento: un insieme di cellule per la cattura dell'anidride carbonica che circonda un altro insieme di cellule che la concentra. È questa, infatti, la caratteristica anatomia a corona che si trova nelle foglie delle piante che ricorrono alla fotosintesi C4. Eppure, gli scienziati non conoscono tutti i geni coinvolti nella produzione di queste cellule e sospettano che potrebbero essere diverse dozzine.

Nuovi metodi di editing del genoma, che permettono agli scienziati di modificare precisamente parti del genoma delle piante, potrebbero aiutare a risolvere questo problema. L'impiego della convenzionale riproduzione per manipolare più di uno o due geni è un "incubo", precisa Brutnell, mentre l'editing del genoma potrebbe consentire di modificare un gran numero di geni con facilità. Secondo Brutnell, «ora abbiamo gli strumenti per perseguire un simile risultato».

Potrebbe volerci un decennio o più prima che anche le più semplici colture modificate raggiungano gli agricoltori. Figuriamoci quindi modifiche complesse quanto la riprogettazione del processo di fotosintesi delle piante. Una volta risolto il puzzle della C4 in piante come il riso, però, il metodo potrà venire esteso per incrementare a dismisura la produttività di diverse altre colture, inclusi il grano, le patate, i pomodori, le mele e la soia. ■

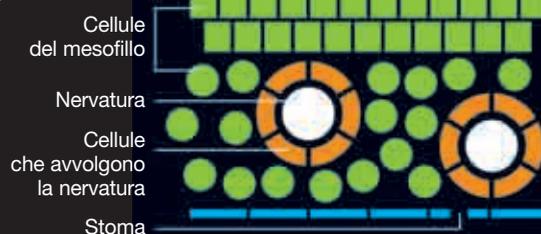
Illustrazione: Luke Shuman.

Grafici, fonti: Food and Agriculture Organization of the United Nations, Cornell University, International Rice Research Institute, Patricio Grassini e altri, Nature Communications, Deepak Ray e altri, Plosone.

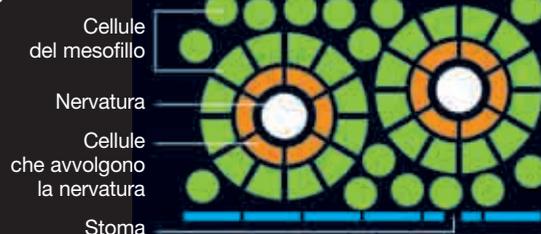
### Concentratori di carbonio

Nelle piante C4 un gruppo di cellule, disposte a corona (immagine in basso), permette di raccogliere l'anidride carbonica. Un anello di cellule del mesofillo (in verde) cattura l'anidride carbonica, che viene convogliata verso un anello interno di cellule che avvolgono la nervatura della pianta (in arancione). La disposizione viene definita anatomia di Kranz, la parola tedesca che indica la corona.

C3



C3



### Maggiore produttività delle coltivazioni

I raccolti di C4 producono molto più cibo con la stessa quantità di acqua di quelli tradizionali. In Cina, le piantagioni di riso C4 possono sfamare il 50 per cento in più di persone per ettaro.

Riso e mais hanno necessità di una determinata quantità di acqua (l'unità è un ettaro ricoperto da un millimetro d'acqua)

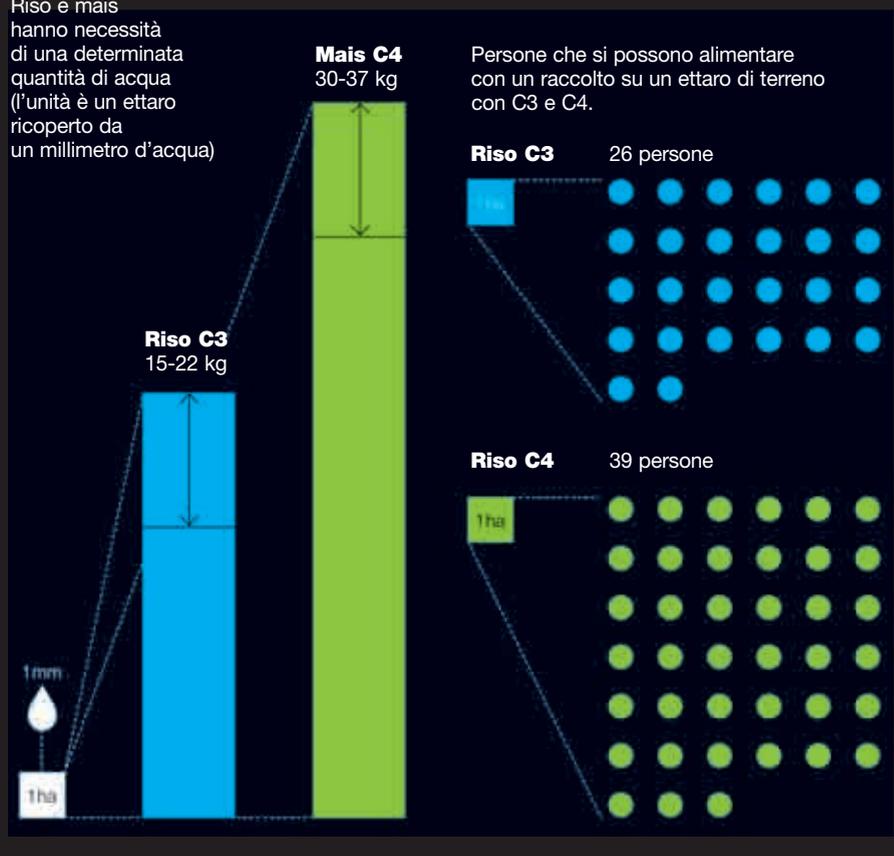
**Mais C4**  
30-37 kg

Persone che si possono alimentare con un raccolto su un ettaro di terreno con C3 e C4.

**Riso C3**  
15-22 kg

**Riso C3** 26 persone

**Riso C4** 39 persone



## DNA in rete

Una rete globale di milioni di genomi potrebbe costituire il prossimo grande passo in avanti per la medicina.

**Antonio Regalado**

**N**oah è un ragazzino di sei anni afflitto da una malattia che non ha ancora un nome. Quest'anno, i medici hanno cominciato a diffondere le sue informazioni genetiche su Internet per vedere se qualcuno nel mondo soffre della sua stessa condizione patologica.

Un riscontro potrebbe fare la differenza. Noah presenta uno sviluppo ritardato, non è in grado di camminare autonomamente, pronuncia solo alcune parole e le sue condizioni stanno peggiorando.

Le risonanze magnetiche mostrano un graduale rimpicciolimento del cervelletto. Il suo DNA è stato analizzato da genetisti del Children's Hospital in Ontario.

Da qualche parte nei milioni di As, Gs, Cs e Ts, dovrebbe trovarsi un errore e magari un indizio per una cura. Tuttavia, a meno che non si trovi un altro ragazzo con gli stessi sintomi e un analogo errore genetico, i medici ancora non sono riusciti a identificare questo errore nei geni di Noah.

A gennaio, alcuni programmatori di Toronto hanno cominciato a testare un sistema per scambiare informazioni genetiche con altri ospedali.

Strutture del genere, che possono trovarsi anche in località quali Miami, Baltimora e Cambridge, nel Regno Unito, trattano anche bambini colpiti dai cosiddetti disordini mendeliani, che sono provocati da una rara mutazione in un singolo gene.

Il sistema, denominato MatchMaker Exchange, rappresenta qualcosa di nuovo: un metodo per automatizzare il confronto del DNA di persone malate in tutto il mondo.

Uno degli scienziati interessati a questo progetto è David Haussler, esperto di bioinformatica dell'Università della California, a Santa Cruz.

Il problema che Haussler sta affrontando è quello della distanza che separa il

sequenziamento del DNA dal nostro più importante strumento di condivisione delle informazioni: Internet. Si tratta di una condizione sfavorevole se consideriamo che oltre 200mila persone hanno già ottenuto il sequenziamento del proprio DNA e che questo numero è destinato a crescere di milioni nei prossimi anni.

La prossima era della medicina dipende dai confronti su larga scala di questi genomi, un compito a cui, secondo Haussler, gli scienziati non sono preparati: «Posso utilizzare la mia carta di credito ovunque nel mondo, ma le informazioni biomediche sono semplicemente introvabili su Internet». In effetti i genomi vengono spesso trasferiti su dischi rigidi e inviati tramite corriere.

Haussler è uno dei fondatori e direttori tecnici della Global Alliance for Genomics and Health, un'organizzazione no profit formata nel 2013, che si può paragonare alla W3C, l'organizzazione votata al corretto funzionamento della rete. Conosciuta anche con il suo acronimo sgraziato, GA4GH, ha raccolto un grande numero di seguaci, fra i quali importanti aziende tecnologiche come Google. I suoi prodotti finora includono protocolli, interfacce di applicazioni per programmazioni (API) e formati file migliorati per trasmettere il DNA in rete. I problemi reali che sta risolvendo non sono però di natura tecnica, ma sociologica: gli scienziati sono riluttanti all'idea di condividere le proprie informazioni genetiche e, per via delle norme sulla privacy, rendere disponibili i genomi personali su Internet è legalmente rischioso.

Crescono però le pressioni per utilizzare questa tecnologia al fine di studiare contemporaneamente diversi genomi e confrontarli con le informazioni genetiche contenute nelle cartelle cliniche.

Gli scienziati ritengono, infatti, che occorrerà mettere ordine in un milione di genomi per riuscire a risolvere casi – come quello di Noah – che potrebbero essere caratterizzati da una singola lettera sbagliata nel DNA, o scoprire alterazioni genetiche dietro malattie comuni che riguardano complesse combinazioni di geni. Al momento, però, nessun centro accademico ha accesso a un registro esteso di informazioni o dispone dei requisiti economici per organizzarlo.

Haussler e altri membri dell'alleanza scommettono che parte della soluzione si trovi in una rete di confronto diretto fra computer, che permetta di unificare dati ampiamente dispersi.

I loro standard, per esempio, permetterebbero a un ricercatore di inviare richieste ad altri ospedali, che potrebbero quindi scegliere quale livello di informazione condividere e con chi. Un controllo simile allevierebbe le preoccupazioni legate alla riservatezza dei dati. Aggiungendo un nuovo livello di complessità, le interfacce API potrebbero anche richiamare i database per eseguire calcoli – come riesaminare i genomi già disponibili – e ottenere risposte imprevedibili.

Ho incontrato Haussler mentre era adagiato su una sdraio nella piscina di un hotel di San Diego. Eravamo entrambi in città per partecipare a uno dei più importanti incontri annuali fra genetisti. In quell'occasione, mi ha detto di essere preoccupato che la genomica stesse allontanandosi dall'approccio "open" che aveva reso il progetto per il genoma tanto potente. Secondo lui, se i dati legati al genoma delle persone venissero resi più facilmente accessibili, la medicina potrebbe beneficiare dello stesso genere di effetto che ha spinto così tante attività commerciali in rete. In alternativa, queste informazioni vitali potrebbero finire accatastate in qualcosa d'impraticabile, come i registri ospedalieri negli Stati Uniti, che per lo più non sono abilitati alla condivisione delle informazioni.

Uno dei motivi per cui sollecitare un'azione rapida è che la quantità di informazioni sul genoma sta aumentando vertiginosamente.

I laboratori più grandi possono ormai sequenziare genomi umani con un grande livello di accuratezza a un ritmo di due persone all'ora (il primo genoma ha richiesto 13 anni). Un calcolo approssimativo suggerisce che quest'anno le apparecchiature per il sequenziamento del DNA potrebbero arrivare a produrre 85 petabyte di dati nel mondo, due volte tanto nel 2019 e via dicendo. Per un confronto dimensionale, si pensi che le copie di tutti i film commercializzati da Netflix occupano 2,6 petabyte di memoria.

«Ecco una domanda tecnica», osserva Adam Berrey, CEO di Curoverse, una

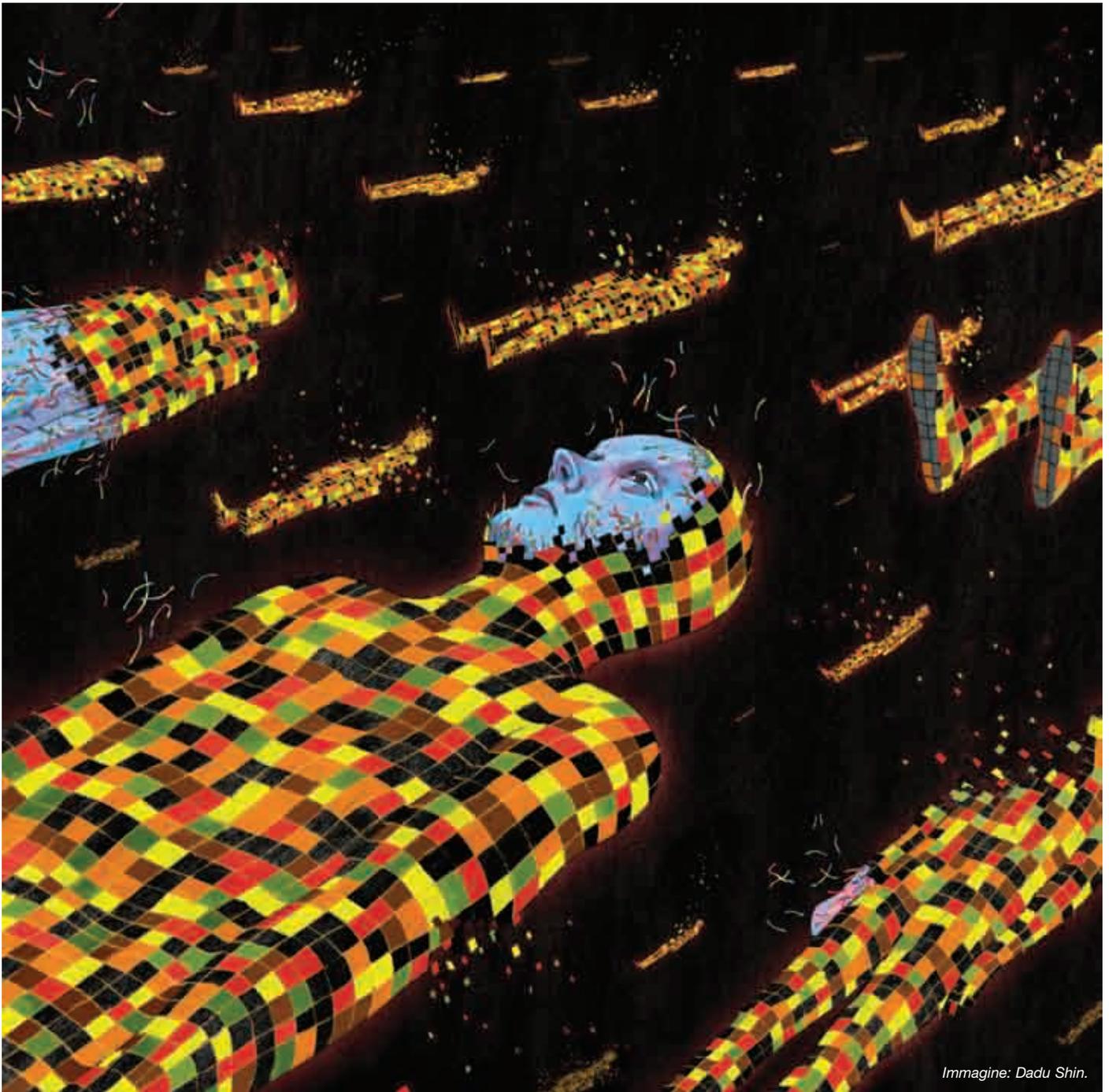


Immagine: Dadu Shin.

start-up di Boston che sta utilizzando gli standard dell'alleanza nello sviluppo del suo software open-source per ospedali. «Ci sono exabyte di dati in tutto il mondo, che nessuno riesce a maneggiare. Come si fa a organizzarli insieme e nello stesso momento? La risposta è che, invece di spostare i dati, si dovrebbero spostare le domande relative. Nessuna industria segue un approccio simile. È un problema

tremendamente complicato, che però è suscettibile di trasformare la vita umana».

Gli scienziati sono ampiamente coinvolti in quello che, di fatto, è un progetto volto alla documentazione di tutte le variazioni in ogni genoma umano e alla identificazione delle conseguenze di queste variazioni.

Gli individui differiscono fra loro per quasi 3 milioni di posizioni del DNA, o

una posizione ogni 1.000 lettere genetiche. La grande parte di queste variazioni non ha rilevanza, ma le restanti spiegano diversi aspetti importanti: i disordini nel battito cardiaco di Noah, per esempio, o una maggiore predisposizione a sviluppare il glaucoma.

Immaginate di contrarre un tumore. Un medico potrebbe ordinare un test del DNA per il vostro tumore, sapendo che

ogni forma cancerosa è stimolata da mutazioni specifiche. Se fosse possibile mettere a fattore comune l'esperienza di chi condivide le particolari mutazioni del vostro tumore, insieme agli effetti dei farmaci assunti e alla durata della vita degli altri pazienti, il vostro medico potrebbe trovare il modo ideale per curarvi.

La contraddizione in cui si trova immersa la genomica è che la grande parte di queste preziose informazioni, per quanto sia già stata raccolta, è inaccessibile. «Il fattore limitante non è la tecnologia», rileva David Shaywitz, responsabile del settore sanitario della DNAnexus, una società di bio-informatica, che conserva numerose raccolte di dati sui geni. «Il problema risiede nella disponibilità delle persone a condividerle».

L'estate scorsa, l'organizzazione di Haussler ha lanciato un semplice motore di ricerca per il DNA, denominato Beacon. Attualmente, Beacon cerca fra 20 database di genomi umani, che sono stati precedentemente resi pubblici e implementati nei protocolli dell'ente no-profit.

Beacon offre esclusivamente risposte positive o negative a una sola tipologia di domanda.

È possibile chiedere, per esempio: «Qualcuno dei genomi raccolti presenta una T nella posizione 1.502.301 del cromosoma 1?». «È davvero la domanda più semplice», sottolinea Haussler. «Nel caso in cui si trovasse qualcosa di nuovo, si cercherebbe di scoprire se si tratta del primo paziente identificato al mondo con una caratteristica simile».

Beacon è già in grado di accedere al DNA di migliaia di persone, fra cui le centinaia di genomi messi on-line da Google.

Uno dei cofondatori della Global Alliance, David Altshuler, è capo ricercatore presso la Vertex Pharmaceuticals ed è stato fino a poco tempo fa il vicecapo del MIT-Harvard Broad Institute, uno dei più grandi centri accademici negli Stati Uniti per il sequenziamento del DNA.

Quando ho incontrato Altshuler nel suo ufficio all'interno del Broad Institute, la sua lavagna era ricoperta di diagrammi che mostravano le eredità genetiche nelle famiglie, oltre alla parola "Napster" scritta a grandi lettere blu: un riferimento al rivoluzionario servizio di condivisione della musica degli anni Novanta.

Altshuler ha le sue ragioni per connettere enormi quantità di informazioni genetiche. In qualità di ricercatore accademico, ha dato la caccia alle cause genetiche di alcune fra le malattie più comuni, quali il diabete.

Il suo lavoro è il risultato di un confronto fra il DNA di persone affette e quello di persone sane, nel tentativo di identificare le differenze basilari.

Dopo avere esaurito così una innumerevole quantità di finanziamenti, i genetisti si sono resi conto che non avrebbero trovato tanto facilmente una risposta, un "gene del diabete", o un "gene della depressione".

Si è scoperto che le malattie più diffuse non sono provocate da un unico difetto genetico. Piuttosto, gli scienziati hanno appreso che la predisposizione delle persone è determinata da una combinazione di centinaia, o persino decine di migliaia di rare variazioni nel codice del DNA.

Questa scoperta ha provocato un gigantesco "male di testa statistico".

Lo scorso luglio, in un rapporto formulato da 300 autori, il Broad Institute ha esaminato i geni di 36.989 persone affette da schizofrenia. Sebbene la schizofrenia sia altamente ereditabile, le 108 variazioni identificate nei geni spiegavano solamente una piccola percentuale di rischio.

Altshuler ritiene che grandi studi sul genoma continuino a costituire un valido sistema per affrontare queste malattie, ma ritiene anche che per riuscirci occorreranno milioni di genomi.

Tirando le somme, la condivisione di dati non consente ancora di affrontare sia le malattie comuni, sia quelle estremamente rare. «Assisteremo a un enorme cambiamento nel modo di fare scienza», dice Arthur Toga, un ricercatore alla guida di un consorzio che studia l'Alzheimer presso la University of Southern California. «Non è possibile ottenere risultati con appena 10mila pazienti. Gli scienziati condivideranno le proprie informazioni perché non potranno farne a meno».

Ovviamente, la privacy è un ostacolo alla condivisione. I dati sul DNA delle persone sono protetti perché permette di identificarle, come una impronta digitale. Alcuni paesi non permettono di esportare le informazioni personali ai fini della ricerca.

Haussler ritiene però che una rete di relazioni personali tra studiosi possa superare alcune di queste preoccupazioni, visto che le informazioni non si muoverebbero e l'accesso potrebbe essere monitorato.

Oltre la metà degli europei e statunitensi si dicono favorevoli all'idea di condividere i propri genomi e alcuni ricercatori ritengono che le forme di consenso dovrebbero essere dinamiche – un po' come i controlli della privacy su Facebook – e permettere liberamente a ognuno di decidere in qualunque momento cosa condividere e cosa proteggere. «I nostri pazienti vogliono essere loro a decidere, ma sembrano preoccupati non tanto per la privacy, quanto per la malattia», sostiene Sharon Terry, responsabile della Genetic Alliance, una grande organizzazione per la difesa dei malati.

Il rischio di sbagliare qualcosa nella condivisione dei dati può mettere in crisi la rivoluzione genomica.

Alcuni ricercatori sostengono di avere già identificato i primi segnali di questa crisi. Kym Boycott, capo del gruppo di ricerca che ha sequenziato il genoma di Noah, racconta come, quando ha iniziato il sequenziamento, nel 2010, il successo sia stato immediato.

Nel corso di due anni, fra il 2011 e il 2013, una rete di genetisti canadesi ha svelato le precise cause molecolari di 146 condizioni patologiche, risolvendo il 55 per cento dei casi rimasti senza una diagnosi.

Sempre secondo Boycott, però, il tasso di successo pare in diminuzione. Ora restano solamente i casi più complicati, come quello di Noah, e le soluzioni si trovano assai meno di quanto sarebbe possibile. «Non abbiamo più due pazienti con gli stessi sintomi. È per questo che abbiamo bisogno di condividere e scambiare le informazioni».

Verso la fine di gennaio, quando ho chiesto se MatchMaker Exchange avesse già portato a qualche specifico riscontro, mi ha spiegato che sarebbero potute occorrere ancora alcune settimane prima che il sistema diventasse pienamente operativo.

Per quanto riguarda Noah, invece, mi ha detto: «Stiamo ancora aspettando di metterlo in sesto. È importante per questo piccolo uomo». ■

## Automobili comunicanti

Una semplice tecnologia wireless, disponibile fra 1-2 anni, promette di rendere più sicura la guida.

**Will Knight|**

**D**ifficilmente Hariharan Krishnan potrebbe venire scambiato per un pilota automobilistico. Con i suoi occhiali dalla montatura sottile e i baffi ordinati, mi ricorda più un insegnante di matematica. Eppure, in una giornata soleggiata di settembre, l'ho visto sfrecciare a bordo di una Cadillac DTS, in maniera apparentemente spregiudicata, attraverso i parcheggi del Centro ricerche della General Motors a Warren, in Michigan.

Mi trovavo sul sedile passeggero quando Krishnan ha girato intorno a un ostacolo e dato gas. In quel momento, una luce sul cruscotto si è accesa, un segnale acustico ci ha allarmato e i nostri sedili hanno cominciato a vibrare furiosamente. Krishnan ha quindi premuto con forza il pedale del freno e ha fermato l'automobile proprio mentre un'altra, la cui presenza era stata mascherata dall'ostacolo, stava incrociando il nostro percorso. «Come può vedere, ero completamente ignaro del pericolo», ha detto con voce calma.

La tecnologia che ci ha avvertiti dell'imminente pericolo, comincerà a fare la sua comparsa nelle automobili in appena un paio d'anni. Denominata comunicazione *car-to-car*, o *vehicle-to-vehicle*, permette alle automobili di trasmettere la propria posizione, la velocità, la direzione dello sterzo, lo stato dei freni e altri dati alle vetture che si trovano entro un raggio di qualche centinaio di metri di distanza. Le altre vetture possono utilizzare queste informazioni per elaborare un'immagine dettagliata di quello che accade attorno a loro, rivelando pericoli che persino i conducenti più vigili e cauti, o i migliori sistemi di sensori, non sarebbero in grado di notare o anticipare.

Diverse automobili dispongono già di strumenti quali radar o sensori a ultrasuoni che rilevano ostacoli o veicoli. La copertura di questi sensori è però limitata a pochi metri di distanza e non permette di vedere oltre gli ostacoli più vicini.



Immagine: Laurent Cilluffo.

La comunicazione *car-to-car* dovrebbe anche avere un impatto maggiore rispetto alle tecnologie di automazione dei veicoli, che vengono tanto decantate in questi ultimi anni. Anche se le automobili autonome potrebbero migliorare la sicurezza stradale, la loro tecnologia continua a essere imperfetta e indimostrata, con sensori e software che vengono debilitati troppo facilmente dalle condizioni atmosferiche, da ostacoli o circostanze impreviste, dalla complessità della guida urbana. Una semplice connessione wireless fra le varie vetture ha maggiori probabilità di avere un impatto maggiore e più immediato sulla sicurezza stradale.

La creazione di una rete *car-to-car* rimane ugualmente una sfida avvincente. I computer a bordo di ciascuna vettura devono elaborare 10 volte al secondo le varie letture condivise, calcolando ogni volta il rischio di collisione imminente. I trasmettitori impiegano una porzione dedicata di spettro wireless congiuntamente con un nuovo standard wireless, l'802.11p, per autenticare ogni messaggio.

All'interno del parcheggio della società, Krishnan mi ha permesso di verificare diversi altri scenari di sicurezza assistiti dal sistema *car-to-car*. Avvicinandosi lentamente a un posteggio occupato da un'altra vettura, un semplice segnale acustico ci ha avvisato dell'ostacolo, mentre, tentando di effettuare un sorpasso rischioso, una spia e una voce di avvertimento ci hanno segnalato il pericolo di "vettura imminente".

Negli Stati Uniti soltanto, ogni anno si verificano più di cinque milioni di incidenti stradali, 30mila dei quali hanno conseguenze fatali. La prospettiva di evitare una quantità simile di incidenti garantirà una spinta

rilevante allo sviluppo della tecnologia di connessione fra le vetture.

Ad appena un'ora di guida a ovest di Warren, il paese di Ann Arbor, nel Michigan, si è impegnato sistematicamente per dimostrare quanto la comunicazione *car-to-car* potrebbe valere. Lì, fra il 2012 e il 2014, la National Highway Traffic Safety Administration e l'Università del Michigan hanno attrezzato quasi 3mila vetture con trasmettitori sperimentali.

Dopo aver studiato le registrazioni delle comunicazioni fra quelle vetture, i ricercatori della NHTSA hanno determinato che, negli Stati Uniti, la tecnologia potrebbe prevenire ogni anno oltre mezzo milione di incidenti e più di mille decessi. Secondo John Maddox, direttore del programma presso il Transportation Research Institute dell'Università del Michigan, la tecnologia è destinata a rivoluzionare il modo in cui guidiamo.

Poco dopo il termine dei test ad Ann Arbor, il Dipartimento dei Trasporti degli Stati Uniti d'America ha annunciato che avrebbe cominciato a delineare alcune norme che potrebbero richiedere l'impiego della comunicazione *car-to-car* nelle nuove vetture. La tecnologia è anche in fase di collaudo in Europa e in Giappone.

Non mancheranno, ovviamente, gli ostacoli da superare. GM si è impegnata a utilizzare la comunicazione *car-to-car* a bordo di un modello Cadillac destinato a uscire nel 2017. Queste prima Cadillac avranno poche vetture con le quali comunicare, il che limiterà la valenza della tecnologia sottostante. Potrebbe volerci un altro decennio prima che le vetture comincino a dialogare in maniera diffusa fra loro. ■

## Progetto Loon

Miliardi di persone potrebbero accedere per la prima volta a Internet grazie a palloni di elio che Google invierà presto in regioni non coperte dalle torri cellulari.

**Tom Simonite**

**S**alendo 170 gradini di legno impolverati arrivo in cima all'Hangar Due del Campo di Aviazione Federale di Moffet vicino a Mountain View, in California. Il vasto capannone è stato costruito nel 1942 per ospitare dirigibili nel corso di una guerra che avrebbe visto gli Stati Uniti diventare una super-potenza tecnologica. Una impalcatura elevata permette di apprezzare al meglio la stranezza di un progetto a cui sta lavorando Google, l'ultima incarnazione del dominio tecnologico americano.

In fondo all'hangar, gli addetti di Google sembrano minuscoli, a confronto con i palloni da 15 metri di diametro che ricordano delle gigantesche zucche bianche. Google ha lanciato in cielo centinaia di palloni come questi. In questo preciso istante, qualche dozzina di palloni sta volando sopra l'emisfero Sud, a un'altezza di circa 20 km, nella stratosfera, una regione due volte più in alto rispetto alle quote di volo degli aeroplani commerciali. Ogni pallone sostiene una gondola ricoperta di dispositivi alimentati da pannelli solari. Questi dispositivi stabiliscono un collegamento radio con la rete di telecomunicazioni a terra e garantiscono una copertura Internet cellulare ad alta velocità per smartphone e altri strumenti. Si tratta del Progetto Loon, un nome scelto per la sua associazione al volo ed alla follia.

Google sostiene che questi palloni siano in grado di offrire un esteso beneficio economico e sociale, consentendo l'accesso a Internet a quel 60 per cento di persone che al mondo ne sono sprovviste. Molti di quei 4,3 miliardi di persone vivono in aree rurali dove le aziende di telecomunicazioni non hanno voluto costruire torri cellulari o altre infrastrutture. Dopo avere lavorato per tre anni e fatto volare palloni per più di tre milioni di chilometri, Google sarebbe quasi pronta a dare il via al Progetto Loon.

I palloni di elio vengono gonfiati fino a raggiungere le dimensioni che assumeranno nella stratosfera. Le camere d'aria al loro interno vengono riempite o svuotate per controllare l'ascesa o la discesa dei palloni.

È curioso che una grande azienda pubblica si impegni a realizzare infrastrutture volte ad aiutare le persone più povere del mondo. Ma Google guarda anche al mercato delle attività on-line supportate da inserzioni pubblicitarie. È difficile trovare nuovi clienti nei mercati on-line in paesi quali gli Stati Uniti. L'accesso di miliardi di persone a Internet fornirebbe un ulteriore incremento di dati personali e di utenti ai quali rivolgere le pubblicità mirate. È per questo motivo che il Progetto Loon non è il solo a competere per un nuovo mercato: nel 2014 Facebook ha acquistato una azienda che produce droni a energia solare per avviare il proprio progetto di un Internet aerotrasportato.

Il progetto di ingegneria sociale su scala mondiale immaginato da Google è molto più avanti. Nei test con alcuni dei principali operatori cellulari, i palloni hanno fornito connessioni ad alta velocità in aree isolate del Brasile, dell'Australia e della Nuova Zelanda. Mike Cassidy, capo del Progetto Loon, sostiene che la tecnologia sia sufficientemente economica e affidabile da permettere a Google di avviare i piani per implementarla. Entro la fine del 2015, la società intende disporre di abbastanza palloni da testare un servizio pressoché continuo nell'emisfero del Sud. Seguirebbe l'implementazione commerciale: Google si aspetta che gli operatori cellulari noleggeranno i palloni per espandere le proprie reti. Il numero di persone che non dispone di un accesso a Internet dovrebbe quindi ridursi rapidamente.

### La rivoluzione dei palloni

«Un innocuo esperimento scientifico». Questo messaggio, assieme a un numero di telefono e la promessa di una lauta ricompensa in caso di restituzione, era appeso ai primi palloni che la società ha cominciato a liberare sulla Central Valley californiana nel 2012 dal laboratorio di Google X. All'interno delle gondole era presente un comune router Wi-Fi modificato. I palloni erano stati costruiti da due sartorie dell'industria della moda e trasportavano strumenti che potevano venire reperiti da un normale ferramenta.

La scatola da 15 chili che viene trasportata da un pallone Loon contiene computer

che consentono agli ingegneri di volo di manovrarlo, oltre alle attrezzature per la connettività Internet a terra.

Il Progetto Loon pare sempre meno un progetto scientifico. Nel 2013, Google ha cominciato a collaborare con un produttore di palloni, la Raven Aerostar, che ha ampliato una fabbrica e aperto una seconda per produrre l'involucro gonfiabile dei palloni. Nel giugno di quell'anno, Google ha rivelato l'esistenza del progetto e descritto i suoi primi test sul campo, in cui i palloni Loon sarebbero serviti principalmente a trasformare un prototipo funzionale, ma grezzo, in una tecnologia che promette oggi di espandere le reti di comunicazione del mondo.

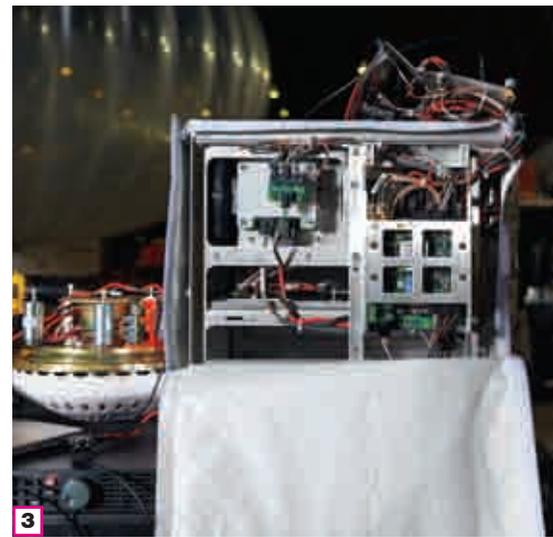
I responsabili del progetto avevano pianificato l'acquisto del proprio spazio nello spettro radio così da permettere ai palloni di cooperare indipendentemente dalle reti wireless esistenti. Il CEO di Google, Larry Page, ha però scartato quell'idea sostenendo invece che i palloni andrebbero affittati agli operatori wireless, i quali potrebbero utilizzare una parte delle frequenze radio che già possiedono per collegare i palloni alle proprie reti. Questa decisione ha permesso a Google di risparmiare miliardi di dollari in concessioni dello spettro radio e trasformato i potenziali rivali in alleati. «Circa una azienda di telecomunicazioni su due vuole collaborare con noi», dice Cassidy.

Google ha anche apportato importanti migliorie al suo vascello stratosferico. Una delle modifiche più significative è stata lo sviluppo di un sistema per pilotare i palloni con precisione lungo migliaia di chilometri senza alcuna forma di propulsione. La stratosfera, che solitamente viene utilizzata esclusivamente da palloni meteorologici e aerei spia, è al sicuro sopra le nuvole, le tempeste e i voli commerciali. È però soggetta a forti venti che talvolta superano i 300 km/h. Per garantire una copertura wireless affidabile è necessario assicurarsi che un pallone si trovi sempre entro 40 km di distanza dall'area interessata. Google ha risolto questo problema di aviazione tramutando in un problema informatico. I venti soffiano da direzioni differenti, a velocità differenti e in strati differenti della stratosfera. I palloni Loon sfruttano queste differenze modificando la propria altitudine.

Un pallone più piccolo al loro interno può venire gonfiato e sgonfiato per modificare l'altitudine e andare a cercare i venti che li porteranno dove Google vuole che vadano.



1



3



4

**1.** I palloni di elio vengono gonfiati fino a raggiungere le dimensioni che assumeranno nella stratosfera. Le camere d'aria al loro interno vengono riempite con aria o svuotate per regolare l'ascesa o la discesa dei palloni.

**2.** Fra le migliori che Google sta testando per i suoi palloni (visibili in questo scatto dalle impalcature): l'impiego di idrogeno, che è più economico dell'elio, e l'installazione di un motore per regolare la posizione dei pannelli solari al fine di seguire il sole durante il giorno.

**3.** La scatola da 15 kg che viene trasportata

da un pallone Loon, contiene computer che consentono agli ingegneri di volo di manovrarlo, oltre alle attrezzature per trasmettere connettività Internet a terra.

**4.** Nell'immagine è visibile un pallone che è stato intenzionalmente fatto scoppiare per esaminarne eventuali difetti.

**5.** I palloni Loon possono venire portati a terra rilasciando l'elio poco alla volta, ma in caso di emergenza possono fare affidamento su un paracadute.

Fotografie: RC Rivera.



2



5

Il sistema è guidato da un software in un *data center* di Google che incorpora le previsioni dei venti fornite dalla National Oceanic and Atmospheric Administration degli Stati Uniti in una simulazione dei flussi nella stratosfera. «L'idea è quella di trovare un sistema per districarsi attraverso i venti», spiega Johan Mathe, un ingegnere software che lavora al sistema di navigazione dei Loon. Una flotta di palloni può così venire coordinata in maniera tale da garantire che una particolare area sia sempre attraversata da un pallone.

La prima versione di questo sistema inviava un nuovo comando al giorno ed era in grado di assicurare, per esempio, che un pallone lanciato in Nuova Zelanda continuasse a sorvolare la terraferma in attesa di venti prevalenti diretti ad Est, grazie ai quali attraversare l'Oceano Pacifico, per poi raggiungere il Cile. Quel sistema, però, poteva solamente portare i palloni a qualche centinaio di chilometri di distanza dal bersaglio fissato. Per i test condotti in Nuova Zelanda e altrove, la società ha dovuto liberare i palloni in prossimità del bersaglio. Nel tardo 2014, Google ha migliorato il sistema di navigazione per impartire comandi ogni 15 minuti. Ora, i palloni possono venire manovrati con una precisione impressionante lungo distanze intercontinentali. All'inizio del 2015, un pallone Loon ha percorso 10mila chilometri e si è avvicinata entro 500 metri dalla torre cellulare desiderata.

Google ha anche dovuto trovare un modo per rendere i palloni più resistenti, così da poterli mantenere in volo più a lungo. Maggiore il tempo che trascorrono nella stratosfera, minore il costo della rete. Ciononostante, le considerazioni sul peso significano che l'involucro di un pallone resta delicato. Realizzato con un polietilene che al tatto ricorda un sacchetto dell'immondizia pesante, il materiale può venire facilmente perforato con la punta delle dita e un semplice granello di sabbia nella fabbrica può provocare un minuscolo foro e provocare la ricaduta a terra del pallone in meno di due settimane.

La prevenzione di queste lesioni è responsabilità di una squadra interna al Progetto Loon che ha passato ostinatamente al setaccio ogni possibile causa ed elaborato misure preventive. Questi ricercatori hanno studiato i palloni recuperati dalla stratosfera, esaminato registrazioni video di altri fatti forzatamente esplodere a terra e sviluppato un "rivelatore di

perdite" attraverso cui identificare minuscoli fori percependo l'elio in uscita. Le scoperte fatte hanno portato a modifiche nel design dell'involucro esterno, a indumenti più morbidi per gli operai che devono camminare sul materiale durante la produzione e a nuovi macchinari per automatizzare alcuni dei processi di produzione. Nel complesso, ci spiega Mahesh Krishnaswamy, responsabile della produzione per il Progetto Loon e precedentemente delle operazioni di produzione di Apple, Google ha introdotto le prime grandi modifiche che l'industria dei palloni aerostatici ha registrato negli ultimi decenni. Questi cambiamenti sono serviti: nell'estate del 2013, i palloni Loon duravano appena otto giorni prima di venire recuperati. Oggi, i palloni durano in media più di 110 giorni, mentre alcuni restano in volo fino a 130 giorni.

Google ha apportato diverse migliorie anche al design della gondola e dei dispositivi elettronici. Restano però ancora diversi problemi da risolvere. La società deve perfezionare le connessioni radio o laser fra palloni, cosicché possano trasmettere i dati lungo una catena aerea e connettere regioni distanti da altre stazioni di terra.

Secondo Cassidy, però, la tecnologia del Progetto Loon è già pronta per mettere alla prova su scala mondiale il servizio Internet stratosferico. Entro quest'anno dovrebbe essere avviato un servizio "quasi continuo" lungo un sottile anello attorno all'emisfero del Sud. Questo anello attraverserà prevalentemente l'oceano, ma richiederà una flotta di oltre 100 palloni Loon attorno al globo, spiega Cassidy: «Forse per il 90 per cento del tempo in quell'anello vi sarà almeno un pallone che permetterà di accedere a Internet».

## Buoni segnali

«È durato appena qualche minuto, ma è stato bellissimo», racconta Silvana Pereira, la preside di una scuola in una regione rurale del Brasile, ripensando all'inusuale lezione di geografia in cui i suoi allievi della Linoca Gayoso Castelo Branco School hanno potuto accedere a Internet grazie ad un pallone Loon di passaggio. Il servizio Internet in quell'area è inesistente, ma in quel particolare giorno la lezione sul Portogallo è stata arricchita da Wikipedia e da mappe on-line.

«Gli alunni erano così coinvolti che i 45 minuti di una normale classe non sono bastati a soddisfare la loro domanda di sapere», precisa Pereira. La sua scuola si trova a circa

100 km da un'area metropolitana con più di un milione di persone, ma la sua regione è troppo povera e scarsamente popolata da interessare gli operatori wireless brasiliani e indurli a investire in infrastrutture Internet. L'obiettivo di Google è cambiare questi mercati con il Progetto Loon. Il controllo di un pallone potrebbe arrivare a costare appena qualche centinaio di dollari al giorno, spiega Cassidy, e ciascuno di essi dovrebbe riuscire a coprire qualche migliaio di connessioni in qualunque momento. La società non ha rivelato quanto stia investendo nell'allestimento di tutto il progetto, né quante persone vi stiano lavorando.

Cassidy è convinto che i suoi palloni sapranno tenere testa all'Internet offerto dai droni (a cui sia Google, sia Facebook stanno lavorando) o dai satelliti (un'idea di Elon Musk, CEO di SpaceX). Questi progetti non sono allo stesso stadio di avanzamento. La costruzione e la gestione dei droni o il lancio di satelliti costano caro. «Per un certo tempo, i palloni avranno un grosso vantaggio di costo», spiega Cassidy. Ciononostante, Google potrebbe giocare anche su altri campi: lo scorso gennaio ha investito 900 milioni di dollari in SpaceX.

La tecnologia non è il solo elemento a tenere 4,3 miliardi di persone off-line. Le norme in India, per esempio, impongono che le società di telecomunicazioni forniscano una copertura alle regioni povere oltre che a quelle ricche, ma stando a Sunil Abraham, direttore esecutivo del Centre for Internet and Society, think tank di Bangalore, il governo non fa rispettare queste regole. Abraham è preoccupato anche per il Progetto Loon e per il modo in cui Google ed altre società Internet occidentali hanno sinora operato nei paesi in via di sviluppo, stringendo accordi con le aziende di telecomunicazioni per rendere l'accesso ai propri siti gratuito, mettendo i competitori locali in una posizione di svantaggio. «Accoglierei chiunque possieda nuove tecnologie», aggiunge, purché i governi prima sistemino i propri regimi regolatori per assicurare a tutti – non solo a Google e soci – i conseguenti benefici.

Chi lavora nel Progetto Loon si dice sicuro che il bene pubblico sarà servito. La voce di Cassidy freme dall'emozione quando ripensa alla gioia negli occhi degli scolari brasiliani durante la lezione di geografia con il supporto di Internet: «Questo è davvero un modo per cambiare il mondo». ■

## Magic Leap

Una start-up sta scommettendo oltre mezzo miliardo di dollari per sorprendere gli utenti con il suo approccio alla riproduzione di immagini 3D.

**Rachel Metz**

**O**vviamente sono consapevole di non trovarmi di fronte un gigantesco mostro blu con quattro braccia e un paio di corna che si dimena freneticamente davanti a me, ma l'impressione è proprio quella.

Sono dietro un banco di lavoro in una stanza a Dania Beach, in Florida, nell'ufficio di una riservata start-up di nome Magic Leap. Sto guardando con gli occhi spalancati attraverso un paio di lenti connesse a un telaio metallico, colmo di circuiti e lenti, che torreggia sopra la mia testa. Si tratta di un prototipo di quella che la società descrive come tecnologia per la realtà cinematografica, in grado di farmi credere che una bestia muscolosa e imbronciata si trovi di fronte a me a circa due metri di distanza dalla mia faccia.

Non è visibile solamente da una distanza predefinita. Sto anche reggendo un controller per videogiochi connesso a una stazione dimostrativa, e con la pressione di un pulsante posso ingrandire o rimpicciolire il mostro, spostarlo a destra o sinistra, avvicinarlo o allontanarlo a piacimento.

Avvicino questa creatura virtuale il più possibile per vedere quanto può sembrare realistico. A circa un metro di distanza, pur avendolo reso tascabile, questo mostro pare vero, con una pelle ruvida, arti muscolosi e un paio di occhi profondi e luccicanti. Allungo la mano per fornirgli una base d'appoggio su cui camminare e sarei pronto a giurare di avvertire un leggero formicolio sul palmo della mano, come se stessi realmente percependo la pressione dei suoi piccoli piedi. Mi viene da sorridere, prima di ricordarmi che si tratta semplicemente di un'immagine 3D sorprendentemente convincente.

Le tecnologie per la realtà virtuale e quella aumentata utilizzate nei film, nelle app per smartphone e nei gadget, tengono a deludere le promesse esagerate a causa di immagini scadenti. Solitamente, la causa risiede nel fatto che le immagini stereoscopiche tridi-



Immagine: Josh Cochran.

mensionali, il metodo più comunemente utilizzato, sono semplicemente un sistema per illudere l'occhio invece di un intervento sul modo naturale di vedere le cose. Si crea un senso di profondità mostrando a ciascun occhio una immagine separata dello stesso oggetto visto da un angolo differente. Siccome questo sistema costringe gli occhi a guardare uno schermo piatto in lontananza e delle immagini che sembrano muoversi di fronte, si può soffrire di nausea ed emicranie.

Recentemente, le immagini stereoscopiche 3D hanno cominciato a migliorare. Il sistema più efficace attualmente disponibile sul mercato è della Oculus VR che Facebook ha acquistato la scorsa primavera per 2 miliardi di dollari; il Gear VR da 199 dollari, che è stato realizzato in collaborazione con

Samsung ed è pensato per gli sviluppatori di software, permette di inserire uno smartphone Samsung all'interno di una cuffia per fruirne meglio di videogame o di video.

A differenza di Oculus, che mira a trasportare in un mondo virtuale per l'intrattenimento, la Magic Leap desidera portare i giochi e il divertimento nel mondo in cui già ci troviamo. Per permettere al suo mostro fantastico di comparire sulla vostra scrivania al fianco di penne reali, Magic Leap ha dovuto escogitare un'alternativa alle immagini stereoscopiche 3D, qualcosa che non disturbasse la normale percezione visiva. In sostanza, ha sviluppato un minuscolo proiettore che proietta una luce sugli occhi, unendosi estremamente bene alla luce che proviene dal mondo reale.



Mentre contemplo vivide immagini di mostri, robot e teste cadaveriche negli uffici della Magic Leap, immagino un futuro in cui potrò effettuare una videochiamata con membri della famiglia che sembrano però trovarsi comodamente seduti nel mio salotto; oppure potrò trovarmi a spasso per New York con una guida turistica virtuale, le facciate degli edifici rivestite di immagini che rivelano l'antico aspetto delle loro strutture; oppure potrò guardare dei film i cui personaggi compaiono di fronte ai miei occhi, permettendo di seguirli mentre la trama si svela. Nessuno sa oggi quale sarà l'applicazione migliore per la tecnologia della Magic Leap. Se saprà rendere la propria tecnologia attraente e pratica, le persone sogneranno certamente applicazioni sorprendenti.

## Dietro la magia

Magic Leap non ha reso noto quando metterà sul mercato un prodotto o quanto costerà, salvo che il prezzo si aggirerà intorno a quello dei dispositivi portatili oggi in commercio. Durante l'intervista il fondatore e CEO Rony Abovitz si è limitato a sorridere e a dirmi: «Non manca molto».

Abovitz era seduto nel suo ufficio, che si trova a due passi dall'aeroporto di Fort Lauderdale-Hollywood. Sulle mensole sono posati diversi giocattoli e i View-Masters, i gadget di plastica che permettono di guardare immagini in 3D. Abovitz, 44 anni, è un uomo grosso e mite. Mi accoglie con indosso delle Nike nere, una maglietta a maniche lunghe e una kippah che copre i capelli ricci che tendono al grigio. È pensieroso e composto: ciò mi sorprende, ripensando all'unica altra

occasione in cui lo avevo visto, nel video di una presentazione a un evento TEDx nel 2012, in Florida. In quel video, due persone erano travestite da creature pelose denominate "Shaggles", mentre Abovitz era salito sul palco vestito da astronauta con una musica rock di sottofondo.

Di giorno, Abovitz è un imprenditore tecnologico con un passato nel campo dell'ingegneria biomedica. In precedenza ha fondato la Mako Surgical, una azienda di Fort Lauderdale che produce un braccio robotico equipaggiato con tecnologia aptica, grazie a cui i chirurghi ortopedici possono provare sensazioni tattili analoghe a quelle di un intervento reale. La società è stata venduta nel 2013 alla società di tecnologia medica, la Stryker, per quasi 1,7 miliardi di dollari. Di notte Abovitz si diverte con la musica rock. Canta e suona la chitarra e il basso in una band rock di nome Sparkydog & Friends. A suo dire, Magic Leap trova origine sia nella chirurgia robotica, sia nella sua vita da musicista.

L'idea di abbinare la realtà virtuale al mondo reale affascinava Abovitz anche alla Mako. Se la tecnologia del braccio robotico poteva dare ai chirurghi la sensazione di toccare le ossa con i propri strumenti, Abovitz avrebbe voluto offrire loro anche la possibilità di vedere le ossa virtuali mentre procedono con l'intervento. Più volte, racconta, ha provato vari schermi 3D, ma non ne ha mai trovato uno che soddisfacesse le sue aspettative: «Erano tutti veramente scadenti. A indossarli veniva il mal di testa e l'esperienza virtuale era tremenda».

Abovitz avrebbe voluto portare gli Sparkydog & Friends in un tour virtuale. Nel video girato dagli U2 nel 1987 per *Where the Streets Have No Name*, la band, accennando a una mossa precedente dei Beatles, aveva improvvisato uno show dal tetto di un negozio di liquori di Los Angeles. Abovitz desiderava che la sua band potesse fare la stessa cosa, ma virtualmente, su mille tetti in contemporanea.

Per questo motivo, circa quattro anni fa cominciò a rimuginare sul problema con John Graham Macnamara, un collega universitario che aveva lasciato il programma di fisica teorica della Caltech. Insieme, sono stati presi dall'idea di mostrare ologrammi in movimento come quelli di *Guerre Stellari*. Gli ologrammi – immagini 3-D che possono venire riguardate da più angoli – sono pro-

dotti attraverso la precisa ricreazione di campi di luce che si formano quando i raggi di luce rimbalzano contro un oggetto. Persino la progettazione di immagini olografiche a bassa risoluzione, però, sarebbe risultata troppo cara e laboriosa. «A un certo punto», ricorda Abovitz, «ho pensato che nessuno schermo avrebbe potuto funzionare».

La mattina seguente, però, si sarebbe svegliato con un'idea: perché preoccuparsi dei complessi passaggi necessari a trasmettere un ologramma in una stanza quando si potrebbe creare un'immagine che solo tu puoi vedere, facendo in modo che risulti naturale per i tuoi occhi e il tuo cervello? «Stiamo spendendo oltre mezzo miliardo di dollari per fare in modo che niente vi accada, fisiologicamente».

La soluzione a cui sono giunti Abovitz, Macnamara e gli altri di Magic Leap viene ancora custodita gelosamente e nessuno è disposto a descriverne il funzionamento, salvo qualche vago termine e un accenno ai possibili competitori. Possiamo però dire che la società ha sviluppato un minuscolo proiettore che fa brillare una luce su una lente trasparente, da cui il percorso viene deviato fino alla retina. Questo fascio di luce si fonde talmente bene con la normale luce proveniente dal mondo reale che, per la corteccia visiva, gli oggetti artificiali risultano pressoché indistinguibili da quelli reali.

Stando a Gordon-Wetzstein, un ricercatore di ingegneria elettrica di Stanford che conduce ricerche sugli schermi e sulle immagini computazionali, se l'azienda riuscirà a sistemare la propria tecnologia in una cuffia portatile, mostrandole vicino agli occhi e assicurandone la costante messa a fuoco, le immagini 3D saranno molto più comode da vedere: «Se riusciranno in quello che si mormora stiano cercando di fare, vedremo qualcosa di davvero sorprendente».

## Dal virtuale al reale

Magic Leap sta lavorando freneticamente per arrivare a questo punto. Dalla realizzazione del primo prototipo nel 2011, ha continuato a ridurre le dimensioni degli apparati tecnologici.

La tecnologia funziona già su un dispositivo più piccolo di quello grezzo che ho potuto provare io. In un'altra dimostrazione, sfruttando un hardware posato in un carrello, ho giocato con un piccolo robot volante che Magic Leap sta realizzando con



1



2



3

1. Un video dell'artista St. Vincent galleggia in uno schermo virtuale nell'area ricreativa del quartier generale della Magic Leap.

2. Un finto robot sembra camminare su una mano reale.

3. Per la dimostrazione di un'app medica o educativa, la testa di un cadavere può venire sezionata una fetta alla volta.

Fotografie: per gentile concessione di Magic Leap.

Meta Workshop, la quale ha creato diversi degli effetti speciali della trilogia *Lo Hobbit*. Il robot è in grado di seguire il mio dito con una precisione sorprendente.

Sulla base di un progetto che ho potuto visionare – un pezzo di hardware realistico, ma non operativo – l'azienda pare intenzionata a montare la sua prima tecnologia su un semplice paio di occhiali da sole connesso a una scatola squadrata da tenere in tasca. Una immagine vagamente simile si trova nella domanda di brevetto che Magic Leap ha presentato lo scorso gennaio. Abovitz conferma che il dispositivo rassomiglierà a un paio di occhiali, ma ho faticato parecchio per farmelo dire.

È evidente che contenere questa tecnologia in una forma tanto piccola non sarà un compito facile. L'hardware dimostrativo più piccolo che ho trovato presso Magic Leap, non è ancora in grado di competere con l'esperienza offerta dalle unità dimostrative più grandi. Include un proiettore, assemblato all'interno di un cavo nero che è più piccolo di un grano di riso e incanala la luce verso una singola lente trasparente. Guardando

attraverso questa lente, riesco a intravedere una versione grezza dello stesso mostro a quattro braccia che avevo osservato in precedenza sul palmo della mano. Oltre a migliorare la risoluzione delle unità più piccole, Magic Leap dovrà comprimere sensori e software, così da permettere di controllare e interagire con le creature virtuali, che a loro volta dovranno incorporare oggetti reali in base alle azioni che compiranno.

È qui che fa la sua comparsa il mezzo miliardo di dollari di investimenti dell'anno scorso. Magic Leap sta assumendo personale a raffica. È in cerca di ingegneri informatici per qualunque cosa, dal puntamento degli occhi al riconoscimento dell'iride, alla branca dell'intelligenza artificiale conosciuta come apprendimento profondo. Le occorrono ingegneri ottici, *game designers* ed altri specialisti che sappiano sognare oggetti virtuali.

Per darvi un esempio della loro immaginazione, ho visto raggi laser e bacchette magiche sparse per i loro uffici. Non a caso, l'azienda ha assunto lo scrittore di fantascienza Neal Stephenson, un racconto del

quale, *Snow Crash*, immaginava nel 1992 un mondo virtuale di nome Metaverso.

L'emozione per una così rapida crescita è palpabile nel colorito quartier generale di Magic Leap, dove la impersonalità degli attrezzi da lavoro è spezzata da sedie gialle e poltrone rosse. I dipendenti descrivono con entusiasmo i giochi, i sensori e i raggi laser a cui stanno lavorando.

Con il massiccio investimento dell'anno scorso, l'interesse per la società è andato crescendo. Secondo Abovitz, «Siamo passati da un "Importa a qualcuno?" a un "Ok, alla gente piace"». Ma ora comincia a sentire il peso di queste aspettative: «Vogliamo sconvolgere il piccolo ragazzino di 11 anni che vive in ciascuno di noi». ■



## Apple Pay

Una intelligente combinazione di tecnologie accelera e mette in sicurezza l'acquisto di beni con un semplice passaggio di cellulare.

**Robert D. Hof**

**Q**uando Apple Pay è stata presentata lo scorso settembre, Osama Bedier non era rimasto particolarmente colpito. Da tempo nell'esecutivo di PayPal e oggi a capo di una start-up di pagamenti di nome Poynt, Bedier ha trascorso più di due anni a gestire il servizio di portafoglio digitale di Google, che permette di utilizzare il proprio telefono per pagare i prodotti alla cassa. Questo sistema utilizzava alcune delle stesse tecnologie implementate da Apple Pay e aveva fallito miserabilmente nel tentativo di prendere piede. Nonostante la promessa avvincente – un sistema di pagamento sicuro e pratico attraverso la pressione di un comando sull'iPhone – vi erano quindi buone ragioni per dubitare che questo Apple Pay ottenesse un risultato differente

Eppure, quando Apple Pay è stato lanciato appena qualche settimana dopo, Bedier si è convertito. Poynt è un nuovo terminale di pagamento, che i negozianti possono utilizzare per accettare pagamenti via Apple Pay, e l'avvento del servizio di Apple ha aiutato a incrementarne vertiginosamente gli ordini. «Ora i commercianti ricevono la visita di clienti che chiedono per quale motivo non possano utilizzare Apple Pay», racconta Bedier dal quartier generale della Poynt a Palo Alto, dove un registratore di cassa di cent'anni fa è esposto a testimonianza della lunga storia delle tecnologie di pagamento.

Originariamente, Bedier si aspettava che Poynt vendesse 20mila terminali nel 2015, ma dopo il lancio di Apple Pay si è dovuto affrettare per trovare un produttore di Taiwan che potesse gestire l'incremento di domanda. «Apple Pay ha dato il via alla corsa per i pagamenti mobili».

L'impulso verso le tecnologie di pagamento mobile stava già crescendo prima

che Apple Pay venisse presentato. Secondo un sondaggio della Federal Reserve Statunitense, rispetto al 6 per cento registrato nel 2012, nel 2013 circa il 17 per cento degli utenti smartphone ha effettuato un pagamento elettronico. Secondo la Forrester Research, invece, i pagamenti mobili negli Stati Uniti sono raddoppiati fino a raggiungere i 3,7 miliardi di dollari nel 2014. Nel frattempo, mentre servizi quali Uber e negozi quali Starbucks permettono ai clienti di pagare tramite app mobile, le transazioni che un tempo ci portavano a tirare fuori i soldi si stanno trasferendo all'interno del cellulare, dove sono più veloci e dovrebbero essere più sicure. È possibile utilizzare i dati delle proprie carte di credito senza mai doverle presentare. «Sappiamo che le persone, dopo avere utilizzato il proprio cellulare per effettuare un pagamento un paio di volte, non tornano più indietro», sottolinea Ed McLaughlin, direttore responsabile di nuove tecnologie di pagamento per MasterCard.

Anche se Apple non ha inventato i pagamenti mobili, ha contribuito significativamente a migliorarli. Nello stesso modo in cui Apple ha semplificato l'utilizzo di un computer, la riproduzione musicale e la comunicazione in movimento, Apple Pay si incentra sull'acquisto di beni e servizi, online e off-line. Ogni innovazione finanziaria dall'invenzione del denaro a quella della carta di credito ha ridotto l'attrito fra gli scambi commerciali e accelerato il ritmo del commercio. Apple Pay fa la stessa cosa: segna la fine della firma, della patente di guida e di altre operazioni che risalgono a metodi di pagamento precedenti. Il sistema è anche più pratico dei servizi mobile che sono arrivati prima. Apple Pay funziona automaticamente quando il telefono viene passato sul terminale di pagamento, senza bisogno di aprire un'app come nel caso di Google Wallet o PayPal. Premendo il pollice sul cellulare è possibile eliminare la necessità di ricorrere a un codice PIN e velocizzare la transazione. Il sistema fonde il mondo fisico e quello virtuale del commercio in un modo che nessun altro sistema ha mai saputo fare prima.

Ciò non significa che la maggior parte delle persone getterà i propri portafogli e si metterà a sventolare il proprio telefono cellulare in ogni negozio. Siamo ancora lontani dall'assistere a una scena simile. I 3,7

miliardi di dollari in pagamenti mobili registrati dai negozi negli Stati Uniti lo scorso anno sono una semplice goccia nel mare dei 4 trilioni di dollari che rappresenta la spesa al dettaglio dei consumatori. Oltre a questi, altri 12 trilioni di dollari sono stati spesi in servizi. Lo stesso Apple Pay deve affrontare un'ondata di sfide, non solo nella forma dei sistemi rivali che vengono offerti da Google, PayPal, rivenditori e operatori wireless. Al momento, solo i possessori di un iPhone 6 possono utilizzare Apple Pay nei negozi e il sistema è solamente disponibile negli Stati Uniti, anche se il 98 per cento dei negozi manca degli appropriati terminali per accettarlo. Per finire, Apple Pay è lungi dal sostituire i pagamenti fisici, in modo particolare le tessere punti dei negozi. L'app di Starbucks, che è una combinazione fra un localizzatore di punti vendita, carta premi e motore di pagamento, continua a essere lo strumento di pagamento mobile più diffuso fra le catene commerciali.

Nonostante tutto, Apple ha azzeccato diversi aspetti, per cui Apple Pay potrebbe veramente rivelarsi una pietra miliare. Nessuna delle tecnologie individuali al suo interno è nuova, ma la portata del controllo che Apple ha sia sul software sia sull'hardware di un iPhone – che supera le capacità di Google con Google Pay persino sui telefoni Android – ha permesso di combinare queste tecnologie in un servizio evidentemente più semplice da utilizzare.

Come risultato, Apple sta ponendo gli standard per l'industria dei pagamenti. I commercianti stavano discutendo se utilizzare il codice a barre o la tecnologia radio della comunicazione in prossimità (NFC) per permettere a un telefono cellulare di inviare le informazioni di pagamento al terminale. La scelta di Apple di implementare la tecnologia NFC all'interno dei propri telefoni significa che molti negozi si sentiranno costretti a richiedere terminali che supportino la comunicazione in prossimità così da massimizzare la propria attrattività per milioni di possessori di iPhone.

Allo stesso tempo, Apple sta portando a un cambio di marcia nella sicurezza dei pagamenti, superando le carte di credito con molteplici livelli di protezione. Il telefono non conserva veri numeri di carte e neppure i commercianti possono vederli, tanto meno conservarli in un database che gli hacker sono soliti saccheggiare. Ogni trans-



Le modalità di pagamento sono cambiate spesso nella storia dell'Occidente, dalle conchiglie alle monete, dalle banconote agli assegni, dalle carte di credito agli attuali cellulari.  
 Immagini: Simon Landrein.

tecnologia NFC. Anche se il processo di aggiornamento richiederà anni, secondo Keith Rabois, già dirigente di PayPal e Square e investitore in diverse start-up di pagamento, Apple Pay potrebbe contribuire a velocizzare la transizione.

Apple Pay ha già preso piede più in fretta di Google Wallet o qualunque altro sistema di pagamento mobile introdotto finora. «I tempi per Apple erano maturi», conclude Jason Buechel, *chief information officer* della Whole Foods Market, dove quasi il 2 per cento delle vendite a metà di gennaio è avvenuto tramite Apple Pay. McDonalds ha rivelato che i pagamenti tramite Apple Pay ammontano già alla metà delle transazioni su telefono cellulare, mentre i pagamenti mobili a Walgreen sono raddoppiati in seguito al debutto di Apple Pay.

Se l'avanzata di Apple Pay proseguirà con il ritmo attuale, Apple ne guadagnerà enormemente, non solo per quello 0,15 per cento di interesse su tutte le transazioni; secondo una stima da parte di Carl Icahn, questa parcella renderebbe ad Apple 2,5 miliardi di dollari nel 2017 anche nel caso in cui il sistema dovesse guadagnarsi uno share del 30 per cento sulle spese via carta di credito e carta di debito. Si tratta di una frazione minuscola se confrontata con le entrate fiscali pari a 183 miliardi di dollari, dichiarate per il 2014. L'impatto maggiore arriverà invece dal consolidamento delle qualità di un iPhone. Una volta abituati a utilizzare Apple Pay ogni giorno, oltre ad altri servizi Apple quali iCloud ed iTunes, difficilmente si riuscirà a trovare una ragione per passare a un Android.

Per l'attenzione che Apple Pay sta ricevendo nei negozi, la più grande opportunità nei prossimi anni si presenterà con la possibilità di agevolare innumerevoli app e servizi. Basti pensare alla rapidità con la quale avviene il pagamento di una corsa su Uber. Secondo Rabois, Apple Pay potrebbe portare questo stesso livello di praticità e semplicità a migliaia di servizi on-demand nel settore dei trasporti, della consegna a domicilio e in molti altri. ■

azione genera un codice unico che può venire utilizzato una sola volta. Il pagamento viene validato attraverso il l'ID Touch, che risponde esclusivamente all'impronta digitale del proprietario. Secondo Avin Arumugam, responsabile dei prodotti di pagamento di prossima generazione presso la JP Morgan Chase, questo livello di protezione è uno dei motivi per cui le banche, che rappresentano il 90 per cento dei pagamenti negli Stati Uniti, supportano Apple Pay.

Soprattutto, il tempismo di Apple è stato impeccabile. Le reti delle carte di credito hanno fissato all'ottobre 2015 il termine ultimo entro cui i commercianti dovranno aggiornare i propri terminali affinché accettino carte di credito dotate di chip di sicurezza incorporato. Scaduto il termine, i commercianti che non avranno aggiornato i propri sistemi, rischieranno di venire citati per frode. La grande parte di questi nuovi terminali supporterà già la