

Capitolo primo

Reinventare la scoperta

Tim Gowers non è il solito blogger. È un matematico della Cambridge University e ha ricevuto il piú alto riconoscimento nella sua materia, la medaglia Fields, che spesso viene definita il premio Nobel dei matematici. Il suo blog è una fucina di idee e intuizioni matematiche.

Nel gennaio del 2009 Gowers decise di usare il suo blog per svolgere un esperimento sociale molto insolito. Scelse un importante problema matematico complesso e ancora irrisolto, un problema che, disse, gli sarebbe «tanto piaciuto risolvere». Ma invece di aggredire il problema da solo, o con un gruppo sparuto di colleghi, decise di affrontarlo «all'aperto», usando il blog per postare idee e progressi. La cosa piú importante, però, è che Gowers invitò pubblicamente i suoi lettori a dargli una mano. Chiunque avrebbe potuto seguire l'esperimento e, nel caso gli fosse venuta un'idea, avrebbe potuto esporla nella sezione del blog dedicata ai commenti. Gowers sperava che molte teste sarebbero state piú efficaci di una, e che si sarebbero stimolate a vicenda grazie alle rispettive conoscenze e prospettive: insieme avrebbero risolto senza fatica quel difficile problema matematico. Diede anche un nome all'esperimento: il Polymath Project¹.

Il Polymath Project non partí esattamente in quarta. Sette ore dopo che Gowers aveva aperto il suo blog di discussione matematica, ancora non c'era un solo commento. Poi un matematico di nome Jozsef Solymosi, della University of British Columbia, postò un commento per suggerire una variante sul problema di Gowers, una variante che era piú semplice, ma che secondo Solymosi avrebbe potuto gettare un po' di luce sul problema originale. Quindici minuti piú tardi un professore di liceo dell'Arizona, Jason Dyer, intervenne con un pensiero tutto suo. E dopo altri tre minuti il matematico dell'Ucla Terence

Tao – anche lui medaglia Fields come Gowers – aggiunse un commento. Dopodiché i commenti presero a fioccare: nei successivi trentasette giorni ventisette persone scrissero ottocento commenti matematici, per un totale di oltre 170 000 parole. Leggendo quei commenti vedrete che le idee furono proposte, perfezionate e scartate a incredibile velocità. Vedrete insigni matematici commettere errori, imboccare la strada sbagliata, sporcarsi le mani con i dettagli piú banali, sempre alla ricerca di una soluzione. E, grazie a quelle false partenze e false piste, assisterete al graduale formarsi di una consapevolezza. Gowers disse che tra il Polymath Project e la normale ricerca vi era lo stesso rapporto esistente fra «il guidare un'auto e spingerla». Ad appena trentasette giorni dall'inizio del progetto Gowers annunciò di essere sicuro che i polymath avevano risolto non solo il problema originale, ma anche un problema piú difficile di cui il suo era un caso speciale². Disse che erano state «le sei settimane piú entusiasmanti della mia vita di matematico»³. Restava ancora da fare un bel lavoro di pulizia, ma il nocciolo del problema era stato risolto (per i particolari del problema di Gowers si rimanda all'*Appendice*. Se volete semplicemente proseguire nella lettura, potete tranquillamente glissare su tali particolari).

I polymath non se ne stanno con le mani in mano. Dopo il primo progetto di Gowers sono stati proposti quasi una dozzina di Polymath Project o simil-Polymath Project, alcuni dei quali affrontavano problemi anche piú ambiziosi di quello originariamente proposto da Gowers. Vi hanno partecipato oltre cento scienziati e matematici: tra gli uomini di scienza sta davvero iniziando la collaborazione di massa. Molti dei progetti sono stati, come il primo, un grande successo, e hanno fatto progredire la nostra conoscenza della matematica. Altri sono stati dei successi minori, che non hanno raggiunto l'obiettivo (talvolta estremamente ambizioso) che si erano prefissi. In ogni caso, questa matematica ultracollaborativa è un nuovo, potente modo di affrontare i problemi matematici piú ostici.

Perché la collaborazione di massa online si rivela cosí utile per risolvere problemi matematici? La spiegazione – almeno in parte – è che anche i migliori matematici possono imparare tantissimo dagli altri, da persone con conoscenze complemen-

tari alle loro, e magari si ritrovano a prendere in considerazione idee che puntano in direzioni a cui da soli non avrebbero mai pensato. Gli strumenti online creano un luogo pubblico in cui questo scambio è possibile, una memoria di lavoro a breve termine dove le idee possono essere migliorate in fretta da più cervelli. Tali strumenti ci consentono di ampliare la conversazione creativa, e collegamenti che di solito capiterebbero per casuale serendipità⁴ avvengono invece normalmente, come se nulla fosse. Questo accelera il processo di problem-solving ed espande la gamma di problemi risolvibili dalla mente umana.

Il Polymath Project è solo un episodio di una storia molto più grande, la storia di come gli strumenti online stiano trasformando il modo in cui gli scienziati fanno le loro scoperte. Si tratta di *strumenti cognitivi*, che amplificano attivamente la nostra intelligenza collettiva⁵, rendendoci più intelligenti e quindi più bravi a risolvere i problemi scientifici più complessi. Per capire l'importanza di questa trasformazione pensate al XVII secolo e agli albori della scienza moderna, quell'epoca di grandi scoperte come le lune di Giove osservate da Galileo o le leggi della gravitazione formulate da Newton. La più grande eredità di Galileo, Newton e dei loro contemporanei non consiste in quelle scoperte in sé e per sé, per quanto straordinarie esse siano; è il metodo stesso della scoperta scientifica, un modo per capire il funzionamento della natura. All'inizio del Seicento ci voleva un genio fuori dal comune per compiere anche il più piccolo progresso scientifico; grazie a quei primi scienziati, che svilupparono il metodo della scoperta scientifica, alla fine del secolo tali progressi erano ormai all'ordine del giorno, il probabile esito di qualsiasi indagine scientifica adeguata. Quel che prima esigeva il genio diventò semplice routine, e la scienza fiorì.

Questi miglioramenti metodologici sono più importanti delle singole scoperte. Ampliano la portata della mente umana, fino a comprendere nuovi ambiti della natura. Oggi gli strumenti online offrono una nuova opportunità di migliorare il modo in cui vengono fatte le scoperte, un'opportunità su una scala mai vista dalla nascita della scienza moderna. Credo che il processo della scienza – come si fanno le scoperte – cambierà di più nei prossimi vent'anni di quanto non abbia fatto negli ultimi trecento⁶.

Il Polymath Project illustra solo un aspetto di questo cambiamento, e riguarda il modo in cui gli scienziati lavorano insieme per creare conoscenza. Un secondo aspetto di tale mutamento è la radicale espansione della capacità degli scienziati di trovare un significato nella conoscenza. Pensate per esempio agli studi che spesso vengono riportati dai giornali, riassunti nella notizia che «i geni vattelapesca sono i responsabili della malattia pincopallino». Questi studi sono possibili grazie alla mappa genetica degli esseri umani, un lavoro degli ultimi vent'anni. La parte piú famosa di quella mappa è il genoma umano, che gli scienziati hanno completato nel 2003. Meno nota, ma forse persino piú importante, è la HapMap (abbreviazione di «haplotype map», mappa degli aplotipi), completata nel 2007, che descrive come e dove esseri umani diversi *differiscono* nel loro codice genetico. Tali variazioni genetiche determinano in buona misura la nostra diversa predisposizione a certe malattie, e la HapMap indica dove esse possono verificarsi: non è solo la mappa genetica di un singolo individuo, ma dell'intera specie umana.

Questa mappa genetica umana è il frutto del lavoro combinato di tanti, tantissimi biologi di tutto il mondo. Ogni volta che ottenevano nuovi dati genetici in laboratorio, li caricavano su service centralizzati come GenBank, lo stupefacente deposito di informazioni genetiche gestito dal National Center for Biotechnology Information degli Stati Uniti⁷. GenBank integra tutte le informazioni genetiche in un unico database online pubblicamente accessibile, un archivio del lavoro di migliaia di biologi. Sono cosí tante informazioni che sarebbe pressoché impossibile analizzarle a mano. Per fortuna chiunque può scaricare liberamente la mappa genetica, e poi analizzarla tramite algoritmi, magari scoprendo verità insospettate sul genoma umano. Se vi va, potete andare sul sito di GenBank in questo preciso istante e dare un'occhiata alle informazioni genetiche. Questo è di fatto quel che rende possibili gli studi che associano certi geni a certe malattie. I ricercatori che svolgono quegli studi individuano prima di tutto un ampio gruppo di persone affette da una certa malattia e un gruppo di controllo sano, e poi usano la mappa genetica umana per scovare delle correlazioni tra l'incidenza della malattia e le differenze genetiche tra i due gruppi.

Questo metodo viene usato in tutta la scienza. Gli scienziati stanno collaborando online per creare un enorme database sul web che mappa la struttura dell'universo, il clima del pianeta, gli oceani, le lingue umane, addirittura tutte le forme di vita. Stiamo creando collettivamente una mappa del mondo intero, integrando il lavoro di centinaia di migliaia di scienziati. Con queste mappe integrate chiunque può usare degli algoritmi per scoprire connessioni di cui non si era mai sospettata l'esistenza. Più avanti vedremo alcuni esempi, dai nuovi sistemi per rilevare le epidemie influenzali alla scoperta di coppie di buchi neri supermassicci che orbitano uno attorno all'altro. Un pezzo alla volta, stiamo accatastando tutto il sapere del mondo in un unico, gigantesco edificio, che è troppo vasto per essere compreso da un individuo che lavori da solo; ma i nuovi strumenti computerizzati possono aiutarci a trovare in quell'edificio un significato nascosto.

Se il Polymath Project rappresenta un cambiamento nel modo in cui gli scienziati collaborano per creare conoscenza, e GenBank e gli studi genetici illustrano un cambiamento nel modo in cui gli scienziati trovano un significato nel sapere, un terzo grande cambiamento oggi in atto riguarda la relazione tra scienza e società. Pensate per esempio al sito web Galaxy Zoo, che ha reclutato più di duecentomila volontari online per aiutare gli astronomi a classificare le immagini delle galassie. I volontari guardano le fotografie e rispondono ad alcune domande, come «È una galassia ellittica o a spirale?» e «Se è a spirale, i suoi bracci ruotano in senso orario o antiorario?» Queste immagini sono state scattate automaticamente da un telescopio elettronico e non sono mai state viste prima da occhio umano. Potete pensare a Galaxy Zoo come a un censimento cosmologico, il più grande mai intrapreso, che finora ha prodotto più di centocinquanta milioni di classificazioni di galassie.

Questi astronomi volontari che partecipano a Galaxy Zoo stanno facendo scoperte stupefacenti. Di recente hanno scoperto per esempio una classe di galassie del tutto nuova, le *green pea* – così chiamate perché in effetti somigliano a dei piselli verdi –, dove le stelle si stanno formando più in fretta che in quasi tutto il resto dell'universo. Hanno scoperto quel che si ritiene essere il primo «specchio» di un quasar, una nube di gas dal diametro

di decine di migliaia di anni luce che brilla luminosa perché il gas è scaldato dalla luce di un quasar vicino. In soli tre anni il lavoro dei volontari di Galaxy Zoo si è tradotto in ventidue paper scientifici, e molti altri sono in cantiere.

Galaxy Zoo è solo uno dei tanti progetti online di *citizen science* che reclutano volontari, molti dei quali privi di una formazione scientifica, perché contribuiscano a risolvere problemi legati alla ricerca scientifica. Vedremo altri esempi che appartengono ad ambiti scientifici diversi, dai volontari che usano i videogiochi per prevedere la forma delle molecole proteiche a quelli che aiutano i paleontologi a comprendere l'evoluzione dei dinosauri. Sono progetti seri, in cui grandi gruppi di volontari con scarsa preparazione scientifica riescono ad affrontare problemi scientifici che sono fuori dalla portata di piccoli gruppi di professionisti. Un team di professionisti non può fare quel che fa Galaxy Zoo; neanche lavorando a tempo pieno riuscirebbe a classificare centinaia di migliaia di galassie (o anche più). Si potrebbe obiettare che forse potrebbe farcela con l'aiuto dei computer; il fatto è, però, che i volontari umani classificano le galassie con maggiore precisione anche dei migliori programmi informatici. Dunque i volontari di progetti come Galaxy Zoo stanno aumentando il numero e il tipo di problemi scientifici che è possibile risolvere, e nel farlo stanno cambiando sia «chi» può essere uno scienziato sia «cosa» significhi esserlo. Quanto si può sfumare la linea che separa professionisti e appassionati? Un giorno il premio Nobel sarà assegnato a enormi collaborazioni dominate da dilettanti?

La *citizen science* fa parte di un più ampio cambiamento nella relazione tra scienza e società. Galaxy Zoo e i progetti analoghi sono chiari esempi di istituzioni che stanno creando nuovi ponti tra la comunità scientifica e il resto della società. Vedremo che gli strumenti online permettono la creazione di nuove istituzioni di collegamento, come l'editoria open access, che offre al pubblico un accesso diretto ai risultati della scienza, e il blogging scientifico, che sta contribuendo a creare una comunità scientifica più aperta e più trasparente. In quali altri modi possiamo creare un ponte tra la scienza e il resto della società? E quale sarà, nel lungo periodo, l'impatto di queste nuove istituzioni di collegamento?

È senz'altro una storia ottimistica, che parla di possibilità, di nuovi strumenti in grado di cambiare il mondo, ma non mancano i problemi, e cioè gli ostacoli che impediscono agli scienziati di sfruttare appieno gli strumenti online. Per capire tali ostacoli, pensiamo agli studi che associano certi geni a certe malattie e a cui ho accennato poco sopra: nel raccontare di GenBank, ho sorvolato su un dettaglio cruciale e alquanto enigmatico: prima di tutto, *perché* i biologi condividono i loro dati? A pensarci bene, si tratta di una scelta davvero strana: se siete biologi professionisti, è nel vostro interesse mantenere i vostri risultati segreti il più a lungo possibile. Perché allora metterli online prima ancora di pubblicare un paper o registrare un brevetto? Nel mondo scientifico le offerte di lavoro e le promozioni spesso dipendono proprio dalle pubblicazioni e, in certi campi, dai brevetti. Divulgare pubblicamente i dati genetici non giova alla carriera, anzi potrebbe addirittura danneggiarla, perché i vostri concorrenti potrebbero trarre vantaggio dai vostri risultati.

Anche per questi motivi, dopo la sua nascita nel 1982 GenBank impiegò qualche tempo a decollare. Molti biologi erano ben contenti di poter accedere ai dati altrui presenti in GenBank, però erano restii a inserire i propri. Ma nel tempo questo atteggiamento è mutato. Il cambiamento è dovuto in parte a una conferenza tenutasi alle Bermuda nel 1996, a cui parteciparono molti dei più importanti biologi del mondo, compresi alcuni dei responsabili del Progetto Genoma Umano, un'impresa finanziata dal governo⁸. Tra i partecipanti c'era Craig Venter, che più tardi avrebbe guidato un'iniziativa privata volta a sequenziare il genoma umano. Anche se molti dei convenuti non erano disposti a fare unilateralmente la prima mossa e mettere a disposizione i loro progressi prima di una pubblicazione, tutti quanti avevano ben chiaro che la scienza nel suo insieme avrebbe tratto un enorme beneficio se la libera condivisione dei dati fosse diventata una pratica comune. Così discussero dell'argomento per giorni interi, e alla fine giunsero a un accordo – oggi noto come l'Accordo delle Bermuda – in base al quale tutti i dati genetici umani sarebbero stati immediatamente condivisi online. L'accordo non rimase lettera morta. I biologi riuniti in quella sala esercitavano un'influenza tale da convincere importanti enti per il finanziamento scientifi-

co a fare della condivisione dei dati (il cosiddetto *data sharing*) un requisito essenziale per lavorare sul genoma umano. Gli scienziati che si fossero rifiutati di condividere i loro dati non avrebbero ricevuto alcun finanziamento per la loro ricerca. Ciò cambiò le regole del gioco, e l'immediata condivisione dei dati genetici diventò una consuetudine diffusa. L'Accordo delle Bermuda fece breccia anche nei vertici della politica: il 14 marzo 2000 il presidente americano Bill Clinton e il primo ministro britannico Tony Blair rilasciarono una dichiarazione congiunta in cui elogiavano i principi contenuti nell'accordo e invitavano gli scienziati di ogni parte del mondo a adottarne di analoghi. È grazie all'Accordo delle Bermuda e a successive intese di quel tipo se il genoma umano e la HapMap sono a disposizione di tutti⁹.

È una bella storia, ma ha un seguito meno felice. L'Accordo delle Bermuda riguardava in origine solo i dati genetici umani e successivamente sono stati fatti svariati tentativi di estendere lo spirito dell'accordo¹⁰, affinché fosse condiviso un maggior numero di dati genetici. Nel 2010, per esempio, ancora non c'era un'intesa internazionale per condividere le informazioni sul virus dell'influenza¹¹. Le diverse parti in causa sono impantanate in discussioni e liti. Per darvi un'idea di quanti scienziati stiano pensando alla condivisione di dati genetici non-umani, sappiate che di recente uno scienziato mi ha detto di «avere tra le mani il genoma» di un'intera specie (!) da più di un anno. In assenza di un incentivo alla condivisione, e considerati i tanti motivi per cui non farlo, gli scienziati si tengono stretti i loro dati. E così si sta creando un divario tra la nostra comprensione di forme di vita come quella umana, i cui dati genetici sono quasi tutti disponibili online, e forme di vita come il virus dell'influenza, di cui rimangono inaccessibili alcuni dati importanti.

Questa storia fa sembrare gli scienziati coinvolti avidi e distruttivi. In fin dei conti, la loro ricerca non è forse finanziata dal denaro dei contribuenti? Gli scienziati non dovrebbero rendere disponibili i loro risultati il più presto possibile? C'è un fondo di verità in queste obiezioni, ma la situazione è complessa. Tanto per cominciare, è bene capire a quale pressione è sottoposto un giovane scienziato ambizioso: nella rara eventualità che in una qualche università di prestigio si crei un posto a tempo indeter-

minato, i candidati possono essere centinaia, e tutti con specializzazioni di prim'ordine. La competizione per questi incarichi è talmente spietata che tra i giovani scienziati è normale lavorare ottanta e più ore alla settimana, il maggior numero possibile delle quali viene dedicato all'unica cosa in grado di fargli avere il posto, ovvero accumulare un numero impressionante di articoli scientifici. Quelle pubblicazioni porteranno sovvenzioni per la ricerca e le lettere di raccomandazione necessarie a trovare un buon impiego. Una volta ottenuto un incarico stabile il ritmo rallenta, ma per garantirsi dei finanziamenti costanti ci vuole comunque una forte etica del lavoro. Il risultato è che malgrado molti scienziati ammettano di voler condividere i loro dati prima ancora di eventuali pubblicazioni, temono comunque che ciò darebbe ai loro concorrenti un ingiusto vantaggio. Quei concorrenti potrebbero servirsi dei loro dati per pubblicare per primi i propri risultati o, peggio, rubare i risultati altrui e presentarli come propri. È pratico condividere i dati solo se si è tutti protetti da un accordo collettivo come quello delle Bermuda.

Gli scienziati hanno opposto resistenza anche nei confronti di altri progetti online. Pensate a Wikipedia. Wikipedia ha una dichiarazione d'intenti che scalda il cuore di qualsiasi scienziato: «Immaginate un mondo in cui ognuno possa avere libero accesso a tutto il patrimonio della conoscenza umana. Questo è il nostro scopo». Forse penserete che Wikipedia sia il frutto di scienziati ansiosi di condividere tutto il sapere del mondo; be', non è così. In realtà è stata inventata da Jimmy «Jimbo» Wales, all'epoca cofondatore di una società online specializzata per lo più in siti «per adulti», e da Larry Sanger, un filosofo che aveva lasciato l'accademia per lavorare con Wales. All'inizio la partecipazione degli scienziati fu alquanto misera, e questo nonostante il fatto che chiunque possa scrivere Wikipedia (che infatti è redatta per intero dai suoi utenti). Insomma, c'era questo progetto incredibilmente esaltante, a cui poteva partecipare chiunque, che stava crescendo in fretta e che era l'espressione di valori scientifici fondamentali, eppure gli scienziati non si erano messi in fila per collaborare. Il problema è lo stesso dei dati genetici: perché uno scienziato dovrebbe dedicare del tempo a Wikipedia quando potrebbe fare qualcosa di più rispettabile

agli occhi dei suoi colleghi, come scrivere un paper? È questo il genere di attività che porta lavori, finanziamenti e promozioni. Non importa se contribuire a Wikipedia potrebbe essere un'attività intrinsecamente più preziosa. All'inizio collaborare a Wikipedia era considerato dagli scienziati una perdita di tempo, una frivolezza, che non c'entrava nulla con la scienza seria. Mi fa piacere poter dire che con gli anni questo atteggiamento è cambiato, e oggi il successo di Wikipedia ha in una certa misura legittimato la collaborazione degli scienziati. Ma non è strano che questa moderna biblioteca di Alessandria sia nata fuori dai confini dell'accademia?

E qui c'è un enigma. Gli scienziati hanno contribuito a creare internet e la rete mondiale; hanno accolto con entusiasmo strumenti online come la posta elettronica e sperimentato per primi progetti sorprendenti come il Polymath Project e Galaxy Zoo. Allora come mai hanno adottato con riluttanza strumenti come GenBank e Wikipedia? La ragione è che, malgrado il loro aspetto rivoluzionario, i progetti come il Polymath Project, Galaxy Zoo e altre iniziative analoghe sono intrinsecamente conservatori: in definitiva sono progetti al servizio di un fine convenzionale, quello di scrivere paper scientifici. Quel conservatorismo li aiuta ad attrarre collaboratori disposti a usare mezzi non convenzionali come i blog per raggiungere con maggior efficacia un fine convenzionale (scrivere un paper scientifico). Ma quando l'obiettivo non consiste solo nella pubblicazione di un paper – come nel caso di GenBank, Wikipedia e molti altri strumenti – gli scienziati non hanno una motivazione diretta a dare il loro contributo. Ed è un problema, perché alcune delle migliori idee per ottimizzare il metodo di lavoro degli scienziati implicano l'abbandono del paper quale obiettivo finale della ricerca scientifica. Il rischio è di perdere delle opportunità che, quanto a impatto potenziale, farebbero impallidire GenBank e Wikipedia. In questo libro scaveremo nella storia e nella cultura della scienza per capire come si sia giunti a questa strana situazione, in cui gli scienziati spesso sono restii a condividere le loro idee e i loro dati, anche a costo di rallentare il cammino della scienza. La buona notizia è che troveremo dei punti chiave in cui, grazie ai piccoli cambiamenti di oggi, gli scienziati di

domani sfrutteranno appieno gli strumenti online, incrementando enormemente la nostra capacità di fare scoperte scientifiche.

Le rivoluzioni a volte sono contraddistinte da un evento spettacolare, come la presa della Bastiglia o la firma della Dichiarazione di indipendenza americana, ma spesso quelle più importanti non sono annunciate con squilli di tromba. Avvengono in silenzio, troppo lentamente per fare notizia, ma abbastanza in fretta da finire prima che ve ne accorgiate, se non state attenti. Il cambiamento descritto in questo libro appartiene alla seconda categoria: non si tratta di un singolo evento, né di una trasformazione repentina; è una rivoluzione lenta, che negli anni ha acquisito velocità. È un cambiamento che molti scienziati non hanno colto o hanno sottovalutato, così assorbiti dal loro lavoro specialistico da non rendersi conto di quanto sia vasto l'impatto dei nuovi strumenti cognitivi; sono come surfisti troppo concentrati a fissare la schiuma delle onde per accorgersi che la marea si sta alzando. Ma non lasciatevi ingannare dalla natura lenta e silenziosa dei mutamenti attuali. Siamo nel mezzo di un grande cambiamento, che trasformerà il modo in cui si costruisce il sapere. Immaginate di essere vissuti nel XVII secolo, all'alba della scienza moderna: la maggior parte della gente non aveva idea della grande trasformazione in atto; ma anche se non eravate degli scienziati, anche se non avevate il minimo contatto con la scienza, non vi sarebbe piaciuto essere almeno informati della straordinaria trasformazione che avrebbe cambiato per sempre il nostro modo di capire il mondo? Oggi si sta verificando un cambiamento della stessa portata: stiamo reinventando la scoperta.

Ho scritto questo libro perché credo che questa reinvenzione della scoperta sia uno dei grandi cambiamenti del nostro tempo. Tra cent'anni, quando gli storici si guarderanno indietro, tracceranno una linea di demarcazione tra due ere scientifiche: la scienza pre-rete e la scienza collaborativa in rete. Stiamo vivendo nell'epoca di transizione verso la seconda era scientifica¹². Ma sarà una transizione tutt'altro che morbida, e c'è la possibilità che fallisca o che non realizzi appieno il suo potenziale: ho scritto questo libro anche per far capire a quante più persone possibili l'opportunità che abbiamo davanti, per far comprendere che un approccio più aperto alla scienza non è solo una bella

idea, ma dev'essere messa in pratica dai nostri scienziati e dalle nostre istituzioni scientifiche.

Questo cambiamento è importante. Migliorare il modo di fare scienza significa accelerare la velocità di tutta la scoperta scientifica. Significa trovare più in fretta una cura per il cancro, risolvere il problema del cambiamento climatico o mandare l'umanità in modo permanente nello spazio. Significa avere una comprensione fondamentale della condizione umana, del funzionamento dell'universo e della sua composizione. Significa fare scoperte che ancora neppure ci sognamo. Nei prossimi anni abbiamo la meravigliosa possibilità di cambiare e migliorare il modo in cui si fa scienza. Questo libro racconta la storia di questo cambiamento, cosa significhi per noi e cosa dobbiamo fare per realizzarlo.

¹ Gowers propose il Polymath Project in un post del suo blog: W. T. Gowers, *Is massively collaborative mathematics possible?*, 2009, <http://gowers.wordpress.com/2009/01/27/is-massively-collaborative-mathematics-possible/>. Per maggiori informazioni sul Polymath Project si veda W. T. Gowers e M. Nielsen, *Massively collaborative mathematics*, in «Nature», vol. CDLXI (2009).

² W. T. Gowers, *Problem solved (probably)*, in blog di Gowers, 2009, <http://gowers.wordpress.com/2009/03/10/problem-solved-probably/>.

³ Id., <http://gowers.wordpress.com/2009/02/01/questions-of-procedure/#comment-1701>, blog di Gowers, 2009.

⁴ Secondo il dizionario Garzanti della lingua italiana, per serendipità si intende «lo scoprire qualcosa di inatteso e importante che non ha nulla a che vedere con quanto ci si proponeva di trovare o con i presupposti teorici sui quali ci si basava; l'attitudine a fare scoperte fortunate e impreviste» [N. d. T.].

⁵ L'espressione «intelligenza collettiva» è stata coniata dal filosofo Pierre Lévy. P. Lévy, *L'intelligenza collettiva: per un'antropologia del cyberspazio*, Feltrinelli, Milano 1996 [ed. or. *L'intelligence collective. Pour une anthropologie du cyberspace*, La Découverte, Paris 1994]. Un recente e stimolante tentativo di misurare l'intelligenza collettiva e correlarla alle qualità dei partecipanti al gruppo è descritto in A. Williams Woolley, Ch. F. Chabris, A. Pentland, N. Hashmi e Th. W. Malone, *Evidence for a collective intelligence factor in the performance of human groups*, in «Science», 330 (6004), 29 ottobre 2010, pp. 686-88.

⁶ Ritroviamo un'affermazione analoga in K. Kelly, *Speculations on the future of science*, in *Edge: The Third Culture*, 2006, http://www.edge.org/3rd_culture/kelly06/kelly06_index.html (si veda anche Id., *What Technology Wants*, Viking, New York 2010): «Nella scienza dei prossimi cinquant'anni vi saranno più cambiamenti che negli ultimi quattrocento anni». Vi è una certa sovrapposizione tra il mio ragionamento e quello di Kelly, dato che entrambi, per esempio, mettiamo in grande risalto l'importanza della collaborazione e della raccolta di dati su larga scala. Vi sono però anche differenze sostanziali: Kelly enfatizza per esempio cambiamenti come gli esperimenti a triplo cieco e un incremento negli scopi stessi della scienza, mentre è mia opinione che tali elementi avranno un ruolo relativamente secondario nel cambiamento e che i tre ambiti seguenti saranno quelli di maggiore impatto:

- 1) l'intelligenza collettiva, i dati come forza motrice della ricerca scientifica e il modo in cui essi muteranno le modalità stesse della ricerca; 2) il diverso rapporto tra scienza e società; 3) la difficile creazione di una cultura scientifica piú aperta.
- ⁷ GenBank è all'indirizzo <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>. Il genoma umano è disponibile su <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/projects/genome/assembly/grc/human/index.shtml>, e la mappa degli aptotipi è disponibile su <http://hapmap.ncbi.nlm.nih.gov>.
- ⁸ Un resoconto di prima mano dell'incontro delle Bermuda, compresa una descrizione dell'accordo omonimo, si trova in J. Sulston, *Heritage of humanity*, in «Le Monde diplomatique» (edizione inglese), dicembre 2002. La dichiarazione congiunta di Clinton e Blair sulla condivisione dei dati genetici non cita esplicitamente l'Accordo delle Bermuda, ma i principi adottati sono sostanzialmente gli stessi. La dichiarazione si trova all'indirizzo <http://clinton4.nara.gov/WH/EOP/OSTP/html/00314.html>.
- ⁹ Ho usato l'Accordo delle Bermuda come esempio di intesa collettiva che incoraggia la condivisione dei dati. In realtà la quantità di dati genetici depositati nella GenBank è grosso modo raddoppiata ogni diciotto mesi dalla creazione di questo archivio elettronico, e la tendenza non sembra essere stata granché accelerata dall'Accordo delle Bermuda. Potreste chiedervi se l'accordo rivesta tutta questa importanza per la condivisione dei dati. Naturalmente l'aumento della condivisione dei dati è dovuto in parte alla migliore tecnologia per il sequenziamento, ma anche al forte desiderio della comunità dei biologi di una condivisione piú libera dei dati. L'Accordo delle Bermuda è solo una delle manifestazioni di quel desiderio, anche se forse la piú visibile.
- ¹⁰ Sull'estensione delle clausole previste dall'Accordo delle Bermuda si veda in particolare il Fort Lauderdale Agreement, in Wellcome Trust, *Sharing data from large-scale biological research project: A system of tripartite responsibility*, 2003, <http://www.wellcome.ac.uk/Abautus/Publications/Reports/Biomedical-science/WTD003208.htm>.
- ¹¹ Sulla condivisione dei dati sull'influenza si vedano per esempio *Dreams of flu data*, in «Nature», vol. CDXL (2006), pp. 255-56; sull'influenza aviaria rimando a P. Bogner, I. Capua, D. J. Lipman, N. J. Cox *et al.*, *A global initiative on sharing avian flu data*, *ivi*, 442 (2006), p. 981; sulla pandemia dell'influenza suina si veda altresí D. Butler, *Flu database row escalates*, nel blog *The Great Beyond*, 14 settembre 2009, http://blogs.nature.com/news/thegreatbeyond/2009/09/flu_database_row_escalates.html.
- ¹² Un'idea analoga è stata avanzata dal famoso esperto di database Jim Gray in *eScience: a transformed scientific method*, in T. Hey, S. Tansley e K. Tolle (a cura di), *The Fourth Paradigm: Data-Intensive Scientific Discovery*, Microsoft Research, 2009, <http://research.microsoft.com/en-us/collaboration/fourthparadigm/>, ma tutto il volume è interessante. Nel suo saggio Gray sostiene che oggi stiamo entrando in quello che ha definito il «quarto paradigma» della scoperta scientifica, che si basa su una scienza *data-intensive* (che produce una grande quantità di dati) in cui i computer ci aiutano a trovare un significato in quella mole di informazioni. Secondo Gray, questo quarto paradigma della scienza è un'estensione del primo (cioè l'osservazione empirica), del secondo (la creazione di modelli per spiegare le osservazioni) e del terzo (l'uso di simulazioni per comprendere fenomeni complessi). È vero che la scienza *data-intensive* è importante, e ne parleremo nel sesto capitolo, ma Gray ha una concezione del cambiamento oggi in atto nella scienza che è troppo ristretta. La scienza non consiste solo nel trovare un significato nei dati; riguarda anche il modo in cui gli scienziati collaborano per costruire la conoscenza e come la comunità scientifica si rapporta alla società nel suo insieme. Gli strumenti online stanno trasformando anche questi aspetti della scienza. Inoltre tutti questi cambiamenti si riflettono l'uno sull'altro e si rafforzano a vicenda. Quindi, per esempio, per capire davvero l'impatto di una scienza fortemente basata sui dati, dobbiamo capire come cambia il metodo di lavoro degli scienziati. Il quarto paradigma di Gray è solo uno dei cambiamenti operati dalla scienza collaborativa.