

# Gli errori della scienza

The Economist, Regno Unito. Foto di C.J. Burton

Scienziati spinti a pubblicare qualunque cosa per ottenere fondi. Riviste che privilegiano le scoperte eclatanti. Studi inaccurati e poche verifiche. La ricerca scientifica ha cambiato il mondo, adesso deve cambiare se stessa

**A**lla base della scienza c'è un'idea semplice: "Fidati, ma controlla". I risultati dovrebbero sempre essere soggetti a una verifica sperimentale. Quest'idea semplice ma potentissima ha prodotto un numero enorme di scoperte. Da quando è nata, nel seicento, la scienza moderna ha cambiato il mondo in modo radicale e lo ha reso decisamente migliore. Ma il successo può generare anche auto-compiacimento. Oggi gli scienziati si fidano troppo e non verificano abbastanza, a danno di tutta la scienza e dell'umanità.

Troppe scoperte sono il risultato di esperimenti poco accurati o di analisi inadeguate. Chiunque investa nelle biotecnologie sa già che metà degli studi pubblicati non sono ripetibili. Ma questa potrebbe essere una stima ottimistica. Nel 2012 i ricercatori dell'azienda biotecnologica Amgen hanno scoperto che erano in grado di replicare solo sei dei loro 53 studi oncologici "fondamentali". Un'équipe della casa farmaceutica Bayer è riuscita a ripetere solo un quarto di 67 esperimenti altrettanto importanti. Un noto informatico lamenta il fatto che tre quarti degli articoli pubblicati nel suo settore sono fesserie. Tra il 2000 e il 2010, circa ottantamila pazienti hanno partecipato a test clinici basati su studi che poi sono stati ritrattati a causa di errori o di procedure inappropriate.

Anche quando non mette in pericolo delle vite umane, una ricerca sbagliata è

uno spreco di denaro e di impegno di alcune delle migliori menti del mondo. È difficile quantificare i costi in termini di opportunità mancate, ma probabilmente sono altissimi e rischiano di aumentare ulteriormente. Uno dei motivi di questa situazione è la concorrenza tra gli scienziati. Negli anni cinquanta, quando decollò grazie ai successi conseguiti durante la seconda guerra mondiale, la ricerca accademica moderna era ancora un passatempo per pochi. Il mondo scientifico comprendeva in tutto poche centinaia di migliaia di persone. Ma da quando, secondo le ultime stime, i ricercatori sono diventati sei o sette milioni, gli scienziati hanno perso il gusto dell'autoregolamentazione e del controllo di qualità.

L'obbligo di "pubblicare a qualunque costo" ormai governa tutta la vita accademica. La concorrenza per gli incarichi è all'ultimo sangue. Nel 2012 negli Stati Uniti lo stipendio di un professore a tempo pieno era in media di 135mila dollari all'anno, più alto di quello di un giudice. Ogni anno sei ricercatori freschi di dottorato si contendono ogni posto disponibile nelle università. Oggi la verifica (la riproduzione dei risultati ottenuti da altri) serve poco a fare carriera. E senza verifica, i risultati discutibili continuano a portare gli altri fuori strada.

Il carrierismo spinge anche a esagerare i risultati e a scegliere quelli che fanno comodo. Per mantenere il proprio carattere esclusivo, le riviste specializzate più importanti rifiutano più del 90 per cento dei

lavori che ricevono. Quelle con più probabilità di finire sulle loro pagine sono quelle più singolari. Quindi c'è poco da meravigliarsi se un ricercatore su tre sa di un collega che ha reso più interessante un articolo escludendo dai risultati i dati scomodi, perché "sentiva che era giusto così". E dato che nel mondo più di un'équipe di ricerca si occupa dello stesso problema, aumenta la probabilità che qualcuno scami in buona fede il rumore statistico per il segnale di una vera scoperta. Queste correlazioni fasulle sono spesso riportate dalle riviste ansiose di pubblicare notizie eclatanti. Se riguardano il vino, la demenza senile o i videogiochi per i bambini, possono anche finire sulla prima pagina dei giornali.

I tentativi falliti di provare un'ipotesi, invece, sono offerti raramente alle riviste, e meno che mai accettati. Oggi i "risultati negativi" rappresentano solo il 14 per cento degli articoli pubblicati, rispetto al 30 per cento degli anni novanta. Eppure per la scienza sapere cos'è falso è importante quanto sapere cos'è vero. La mancata pubblicazione dei fallimenti significa che i ricercatori continuano a sprecare fatica e denaro per percorrere vicoli ciechi che altri hanno già esplorato.

Neanche il tanto decantato metodo della revisione paritaria (*peer review*) è efficace come sembra. Una famosa rivista medica ha sottoposto alcuni studi al giudizio di altri esperti del settore, scoprendo che molti di loro non si erano accorti di alcuni errori inseriti volutamente negli articoli,

neanche dopo essere stati avvertiti che si trattava di un test. Tutto questo non è una base solida per un'attività che cerca delle verità sul mondo in cui viviamo. Cosa si può fare per consolidarla? Tutte le discipline dovrebbero seguire l'esempio di quelle che hanno deciso di essere più rigorose. Il punto di partenza potrebbe essere imparare a usare meglio le statistiche, soprattutto nei sempre più numerosi settori che setacciano enormi quantità di dati. I genetisti lo hanno fatto, riducendo un fiume di risultati capziosi sulla sequenza del genoma in un rivolo di dati significativi.

In teoria i protocolli di ricerca dovrebbero essere registrati in anticipo e controllabili online. Questo frenerebbe la tentazione di modificare la struttura dell'esperimento a metà strada, per far apparire i risultati più significativi di quanto non siano in realtà (una procedura simile è già prevista per i test clinici sui medicinali, ma non sempre è rispettata). Quando è possibile, dovrebbe anche essere permesso ad altri ricercatori di accedere ai dati e verificarli.

### Lavori non interessanti

Le riviste più avvedute stanno già diventando meno riluttanti a pubblicare articoli noiosi. Alcune agenzie governative che finanziano la ricerca - come i National Institutes of Health statunitensi, che sborsano circa trenta miliardi di dollari all'anno - stanno studiando come incoraggiare la ripetizione degli esperimenti. E sempre più scienziati, soprattutto giovani, sanno usare la statistica. Ma queste tendenze devono essere incoraggiate. Le riviste dovrebbero dedicare spazio anche ai lavori "non particolarmente interessanti", e i finanziatori dovrebbero usare un po' dei loro fondi per pagarli.

La revisione paritaria dovrebbe essere più rigorosa, forse addirittura abbandonata in favore di una valutazione sotto forma di commenti dopo la pubblicazione. Da qualche anno questo sistema funziona bene nel campo della fisica e della matematica. I politici, infine, dovrebbero assicurarsi che le istituzioni che ricevono fondi pubblici rispettino le regole.

Anche se a volte suscita qualche perplessità, la scienza gode ancora di enorme rispetto. Ma questo privilegio si fonda sulla sua capacità di avere quasi sempre ragione e di correggersi quando sbaglia. E l'universo non è certo a corto di misteri con cui tenere impegnate generazioni di scienziati. Le false piste tracciate da ricerche mediocri sono un imperdonabile ostacolo alla conoscenza. ♦ *bt*

# Il sistema si è inceppato

## The Economist, Regno Unito

La scienza si basa sull'idea che gli stessi esperimenti diano gli stessi risultati. Ma è sempre più raro che gli studi siano replicati con successo

“C” è un disastro in vista”, ha scritto lo psicologo Daniel Kahneman in una lettera aperta del 2012. Il suo

avvertimento riguardava la ricerca sul *priming*, l'effetto psicologico secondo cui l'esposizione a uno stimolo influenza la risposta agli stimoli successivi. Gli studi sul *priming* fanno pensare che le nostre decisioni possano essere condizionate da azioni apparentemente irrilevanti o da eventi che sono avvenuti poco prima di compiere una scelta. Negli ultimi dieci anni c'è stato un boom di ricerche in questo campo e alcune scoperte sono già uscite dai laboratori per diventare strumenti a disposizione di chi vuole “manipolare” le persone. Kahneman e un numero sempre più grande di psicologi temono che molti studi sul *priming* abbiano premesse poco fondate. Negli ultimi anni vari ricercatori hanno cercato di ripetere gli esperimenti più noti ma nella maggior parte dei casi non ci sono riusciti. Nell'aprile del 2013, per esempio, un articolo pubblicato sulla rivista Plos One riferiva che nove diversi esperimenti non erano riusciti a riprodurre i risultati di un celebre studio del 1998, secondo il quale chi pensa a un professore prima di sottoporsi a un test d'intelligenza ottiene un punteggio più alto di chi pensa a un tifoso di calcio.

L'idea che gli stessi esperimenti diano sempre gli stessi risultati, a prescindere da chi li conduce, è uno dei fondamenti dell'oggettività della scienza. Se la ripetizione di un esperimento non porta agli stessi risultati, significa che c'è qualcosa di sba-

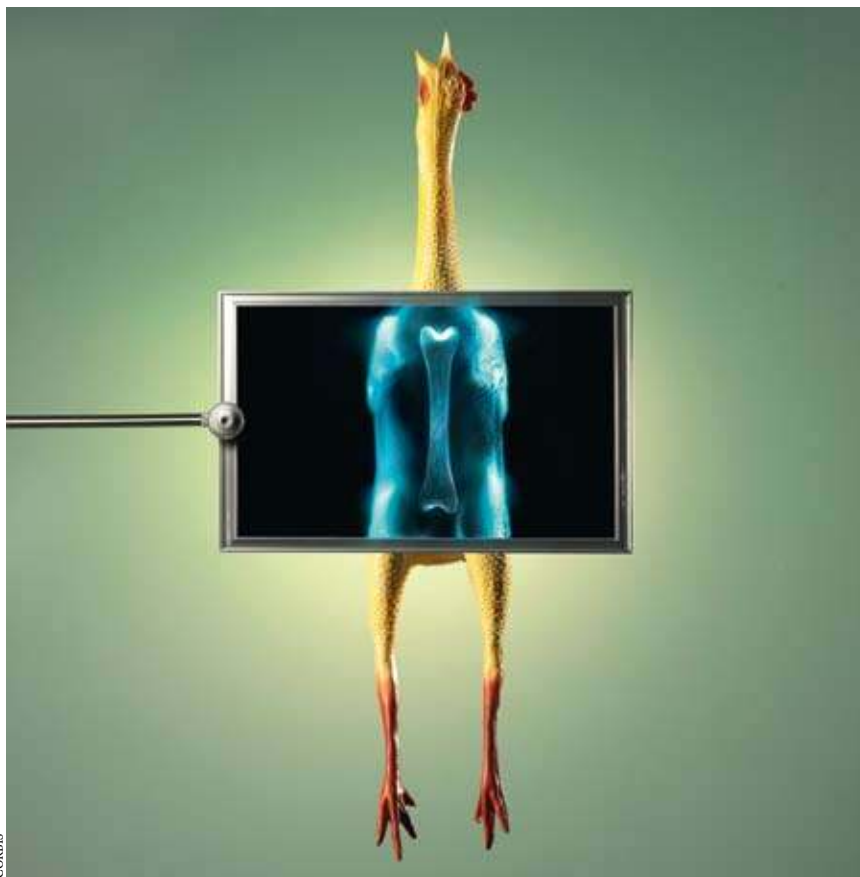
gliato nello studio o nel modo in cui è stato replicato.

Si potrebbe pensare che la polemica sul *priming* sia un caso isolato e che riguardi solo la psicologia. Ma il problema della non riproducibilità degli studi è più ampio. Gli scienziati della Amgen, un'azienda biotecnologica statunitense, hanno cercato di replicare 53 studi che consideravano fondamentali nel campo dell'oncologia, spesso collaborando con i ricercatori dello studio originale per essere sicuri di usare le stesse tecniche. Secondo un articolo pubblicato nel 2012 su Nature, sono riusciti a ottenere gli stessi risultati in sei casi su 53. Pochi mesi prima Florian Prinz e i colleghi della casa farmaceutica tedesca Bayer avevano scritto su Nature Reviews Drug Discovery di essere riusciti a riprodurre i risultati di appena un quarto di 67 studi molto importanti.

Nel 2012 i paesi dell'Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economici (Ocse) hanno speso 59 miliardi di dollari per la ricerca biomedica, quasi il doppio rispetto al 2000. I governi giustificano la decisione di spendere tanti soldi con il fatto che gli studi scientifici forniti dalle istituzioni pubbliche costituiscono la base delle ricerche delle aziende private. Ma se le aziende non si possono fidare degli studi accademici, questa giustificazione non è più valida.

I ricercatori universitari ammettono di fare degli errori. Ma, allo stesso tempo, sostengono che i loro sbagli saranno corretti quando altri scienziati cercheranno di proseguire il loro lavoro. Tuttavia, il fatto che si pubblichino più risultati sbagliati di quelli che in seguito saranno rettificati o ritrattati fa nascere seri dubbi sulla capacità di correggersi del mondo scientifico.

Questo problema nasce da vari fattori. Gli errori statistici sono molto diffusi. Gli esperti incaricati di rileggere e controllare gli articoli (*peer reviewing*) prima della pubblicazione su una rivista scientifica sono molto meno bravi a trovare gli errori di



CORBIS

quanto loro stessi o altri vorrebbero credere. La pressione sul posto di lavoro, la competitività e l'ambizione spingono gli scienziati a pubblicare troppo presto i loro lavori. E il fatto che gli avanzamenti di carriera siano collegati al numero di pubblicazioni su riviste scientifiche contribuisce ad aggravare questa situazione.

### Un livello significativo

La statistica, per quanto difficile da digerire, rimane una scienza molto importante. Gli scienziati dividono gli errori in due tipi. L'errore di primo tipo è pensare che qualcosa sia vero quando non lo è (falso positivo). L'errore di secondo tipo è pensare che qualcosa non sia vero quando in realtà lo è (falso negativo). Quando vogliono verificare un'ipotesi, gli scienziati svolgono un controllo statistico per vedere quanto è probabile che i dati che sembrano confermarla siano emersi per caso. Se la probabilità di questa conclusione falsamente positiva è inferiore al 5 per cento, le prove a favore dell'ipotesi sono "statisticamente significative". Quindi per gli scienziati il fatto che un risultato su 20 possa essere un falso positivo è accettabile.

Nel 2005 John Ioannidis, un epidemiologo dell'università di Stanford, ha fatto di-

scutere con un articolo in cui dimostrava perché, in base alla logica statistica, l'idea che solo un esperimento su venti produca un falso positivo è estremamente ottimistica. Secondo Ioannidis "la maggior parte dei risultati delle ricerche pubblicate sono probabilmente falsi".

Ioannidis basa le sue conclusioni sul fatto che di solito quando si valuta la significatività statistica non si tiene conto di tre fattori: la "potenza statistica" dello studio (cioè la sua capacità di evitare falsi negativi), l'improbabilità dell'ipotesi che si sta cercando di verificare e la tendenza a pubblicare articoli in cui si afferma di aver scoperto qualcosa di nuovo.

Uno studio è statisticamente potente quando è in grado di individuare un fenomeno anche se i suoi effetti sui dati sono minimi. In generale i grandi studi - quelli che ripetono l'esperimento più volte e usano un campione ampio - sono più potenti dal punto di vista statistico. Una potenza di 0,8 significa che, su dieci ipotesi corrette sottoposte a verifica, solo due saranno escluse perché i loro effetti non si riflettono sui dati, ed è generalmente la potenza accettata come sufficiente nella maggior parte dei casi. Ma questo traguardo non è sempre raggiunto anche perché i grandi studi

sono più costosi. Da una ricerca condotta da Ioannidis è emerso che negli studi sulle neuroscienze la potenza statistica è generalmente 0,21.

L'improbabilità determina quanto un risultato può essere sorprendente. Di solito gli scienziati sperano di trovare risultati inattesi e per questo cercano di verificare ipotesi spesso altamente improbabili. Ioannidis sostiene che nella sua disciplina, l'epidemiologia, ci si può aspettare che solo un'ipotesi su dieci si riveli corretta. In ambiti di ricerca come la genomica, che vagliano grandi quantità di dati sui geni e sulle proteine per vedere se esistono correlazioni interessanti, anche solo un'ipotesi su mille può dimostrarsi corretta. Tenendo presente tutto questo, immaginate che su mille ipotesi sottoposte a verifica solo cento siano corrette. Gli studi di potenza 0,8 ne scoprirebbero 80, e se ne lascerebbero sfuggire 20 a causa dei falsi negativi. Delle 900 ipotesi sbagliate, il 5 per cento - cioè 45 - sembrerebbe corretto a causa dei falsi positivi. Se aggiungiamo questi falsi positivi agli 80 veri positivi avremo 125 risultati positivi, un terzo dei quali è fasullo. Se la potenza statistica scende da 0,8 a 0,4 (il che è realistico in molti campi) avremmo 45 falsi positivi e solo 40 veri positivi. Quindi più della metà dei risultati positivi sarebbero sbagliati.

I risultati negativi di uno studio sono molto più affidabili. Nel caso di una potenza pari a 0,8 ci saranno 875 risultati negativi, di cui solo 20 saranno falsi, garantendo un'accuratezza superiore al 97 per cento. Ma i ricercatori e le riviste di settore non sono molto interessati ai risultati negativi. Preferiscono enfatizzare quelli positivi, più soggetti a errori. A seconda delle discipline i risultati negativi rappresentano dal 10 al 30 per cento di tutto il materiale pubblicato. Questa tendenza è in aumento. Uno studio condotto su 4.600 articoli di varie aree scientifiche condotto da Daniele Fanelli, dell'università di Edimburgo, ha dimostrato che dal 1990 al 2007 la percentuale di studi che ha dato risultati negativi è scesa dal 30 al 14 per cento.

Gli statistici hanno dei metodi per risolvere questi problemi. Ma non tutti gli scienziati sono statistici. Victoria Stodden, docente di statistica a Stanford, sostiene che la comprensione della statistica da parte degli scienziati non è andata di pari passo con lo sviluppo di complesse tecniche matematiche per elaborare i dati. Alcuni scienziati usano tecniche inappropriate solo perché sono quelle che conoscono meglio. Altri si basano sui risultati dei software che usano anche se non li ca-

piscono. Questo conferma l'ipotesi che molte ricerche scientifiche sono progettate o eseguite male, o entrambe le cose. I revisori (*peer reviewers*) di riviste come Nature riferiscono ai redattori la loro opinione sia sulla novità e l'importanza di un articolo sia sui suoi punti deboli. Ma alcune nuove riviste, come Plos One, sono volutamente meno selettive. Queste riviste "a soglia minima", che esistono solo online, cercano di pubblicare il maggior numero di articoli scientifici, invece di scegliere i migliori. Perciò chiedono ai revisori di verificare solo la correttezza metodologica degli studi. Nonostante ciò, quasi metà degli articoli proposti a Plos One viene rifiutata perché non supera questo esame basilare.

Le insidie messe in evidenza da Stodden aumentano quando nella ricerca si usano enormi quantità di dati. Per esempio, nella fisica delle particelle i dati sono dell'ordine dei petabyte (un milione di miliardi di byte). Di solito la fisica delle particelle rispetta criteri metodologici rigidi e considera accettabile un tasso di falsi positivi di uno su 3,5 milioni (la deviazione standard "cinque sigma"). Ma puntare su un unico punto di merito, come la significatività statistica, non basta. Lo ha dimostrato la vicenda dei pentaquark. I quark (un tipo di particelle elementari) sono visibili solo due o tre alla volta, ma a metà degli anni duemila diversi laboratori trovarono strane combinazioni di cinque quark. Gli studi superavano il test del "cinque sigma" ma gli esperimenti non erano abbastanza "ciechi" perché gli analisti sapevano benissimo da dove venivano i dati. Quando un esperimento non è cieco, aumenta il rischio che i ricercatori vedano quello che vogliono vedere. In seguito quando sono stati cercati nel modo giusto i pentaquark, che prima erano onnipresenti, sono scomparsi. Altre discipline che fanno molto affidamento sui dati corrono rischi simili. A seconda dell'impostazione di uno studio aumenta la probabilità di rilevare uno schema ricorrente che non esiste.

Un problema simile è stato riscontrato in uno studio del 2010 pubblicato sulla rivista statunitense Science. Dall'articolo sembrava che fossero state scoperte varianti genetiche fortemente associate alla longevità. Altri genetisti avevano subito notato che i campioni prelevati dai centenari sui quali si basavano i risultati erano stati trattati in modo diverso da quelli del gruppo di controllo più giovane. L'articolo è stato ritrattato un anno dopo, quando i suoi autori hanno riconosciuto di aver commesso "errori tecnici" e di aver usato "un protocollo inadeguato per il controllo di qualità". Negli

ultimi dieci anni il numero delle ritrattazioni è aumentato di dieci volte, ma equivale solo allo 0,2 per cento degli articoli pubblicati ogni anno dalle riviste accademiche. Saggi che contengono errori spesso continuano a circolare.

### Colpa dei revisori

Considerato che quasi tutti sono stati rivisti da esperti, è difficile accettare l'idea che negli studi pubblicati siano sfuggiti tanti errori. Si pensa che il controllo da parte di persone disinteressate - che lo fanno per obbligo professionale e non per denaro - renda la letteratura scientifica affidabile. In realtà, questo metodo non funziona per scoprire alcuni tipi di errori.

Il biologo e giornalista scientifico John Bohannon ha sottoposto a 304 riviste che sostengono di sottoporre gli articoli a revisione paritaria uno studio sugli effetti di una sostanza chimica derivata dai licheni sulle cellule cancerogene, firmandolo con un pseudonimo. Una decisione insolita, ma anche l'articolo lo era: era completamente inventato e pieno di errori evidenti nella progettazione, nell'analisi e nell'interpretazione dei risultati. Pur avendo ricevuto questo lavoro disastroso da un ricercatore fittizio di un'università inventata, 157 riviste hanno accettato di pubblicarlo.

Nel 1998 Fiona Godlee, direttrice del British Medical Journal (Bmj), mandò un articolo che conteneva volutamente otto errori di progettazione, analisi e interpretazione a più di duecento esperti che collaboravano con la rivista. Nessuno di loro individuò tutti e otto gli errori. In media ne ri-

scontrarono due, e alcuni non ne notarono nessuno. Non solo non vedono quello che dovrebbero, ma i revisori non cercano neanche di controllare alcune cose. Di solito non riesaminano tutti i dati, ma si accontentano di vedere se l'analisi dell'autore è impostata correttamente.

Dopo l'incompetenza la seconda causa di risultati sbagliati è l'intenzione di imbrogliare, anche se è difficile individuarla con certezza. Fanelli ha esaminato 21 sondaggi (nelle scienze biomediche, nell'ingegneria civile, nella chimica e nell'economia) condotti in ambito accademico tra il 1987 e il 2008. Solo il 2 per cento degli intervistati ha ammesso di aver falsificato i dati, mentre il 28 per cento sosteneva di conoscere colleghi che usavano metodi discutibili.

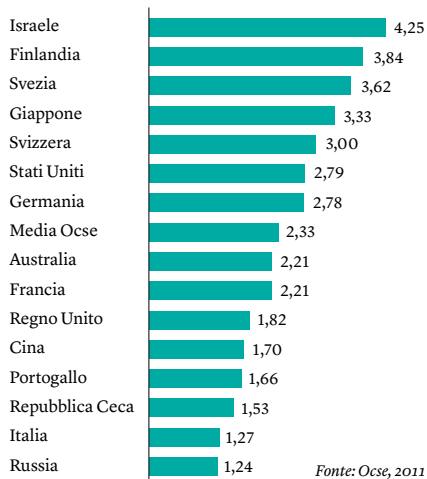
I difetti della revisione paritaria sarebbero meno importanti se il meccanismo di autocorrezione della scienza - la replica degli esperimenti - funzionasse bene. A volte gli autori delle correzioni finiscono sulle prime pagine dei giornali, come Thomas Herndon, il ricercatore dell'università del Massachusetts che, cercando di replicare i risultati sul rapporto tra crescita e austerità ottenuti dagli economisti Carmen Reinhart e Kenneth Rogoff, ha scoperto che il loro articolo conteneva vari errori. Tuttavia questi episodi sono rari perché replicare un esperimento è difficile e non porta riconoscimenti. Le riviste, in cerca di novità, spesso non sono interessate a queste verifiche. La maggior parte dei ricercatori universitari preferisce lavorare su qualcosa che gli permetta di fare carriera. Questo vale soprattutto per i più giovani, consapevoli del fatto che dedicarsi al tentativo di replicare un esperimento può essere visto come una sfida all'autorità.

Esistono anche modi per ostacolare la ripetizione di un esperimento. Per riprodurre una ricerca spesso è necessario poter accedere ai metodi e ai dati originali. Da uno studio uscito a settembre su PeerJ è emerso che in più di metà degli articoli di biomedicina pubblicati su 84 riviste non erano citati gli strumenti (come i reagenti chimici) necessari per riprodurre i risultati. Una recente indagine di Ioannidis ha dimostrato che solo 143 dei 351 articoli scelti a caso usciti sulle cinquanta principali riviste scientifiche del mondo mettevano a disposizione i dati richiesti. Poi ci sono i dati delle ricerche non pubblicate. Da uno studio del 2012 del Bmj è emerso che meno della metà dei risultati dei test clinici finanziati dai National Institutes of Health statunitensi erano stati pubblicati su una rivista accademica entro trenta mesi dal loro completamento. Un

## Da sapere

### La spesa per la ricerca

Spese in ricerca e sviluppo in percentuale del pil, paesi selezionati







CORBIS

terzo non era stato ancora pubblicato dopo 51 mesi. Solo il 22 per cento delle équipes aveva pubblicato una sintesi dello studio entro un anno, come richiesto esplicitamente dagli Institutes.

Ripetere i test clinici è costoso. Perciò chiunque voglia occuparsi dello stesso problema deve poter accedere ai dati già raccolti. Concentrandosi su un sottoinsieme di dati, i ricercatori possono, più o meno consapevolmente, trovare la risposta che cercano. Ben Goldacre, medico e scrittore britannico, ha lanciato una campagna per denunciare le case farmaceutiche che non mettono a disposizione tutti i dati dei loro test. Forse la sua iniziativa sta funzionando: a febbraio del 2013 la casa farmaceutica britannica GlaxoSmithKline si è impegnata a pubblicare tutti i dati dei suoi test.

Harry Collins, un sociologo della scienza dell'università di Cardiff, ha sollevato un altro problema alla base della replicabilità degli esperimenti. Anche quando la parte di un articolo dedicata alla descrizione dei metodi è completa (e spesso non lo è), un esperimento implica sempre l'uso di "conoscenze tacite", cioè competenze e capacità di improvvisazione che possono essere trasmesse solo con l'esempio. Quindi se una replica non riesce, può anche darsi che sia

perché a chi l'ha tentata sono sfuggite certe sfumature del protocollo. Collins parla di "regresso dello sperimentatore": si può dire di aver veramente replicato un esperimento solo se si ottengono gli stessi risultati dell'originale, il che rende inutile la ripetizione. Per evitare questo, e riconoscere che la replica ha applicato "la stessa procedura" anche se ha ottenuto risultati diversi, è necessario ammettere il ruolo che svolgono le conoscenze tacite e la capacità di giudizio in un esperimento.

Alcune organizzazioni stanno cercando di incoraggiare le ripetizioni degli esperimenti. Plos One e Science Exchange, un servizio che mette in contatto ricercatori e laboratori, hanno lanciato un programma chiamato Reproducibility initiative, attraverso cui gli scienziati che studiano gli organismi viventi possono chiedere, dietro pagamento, la convalida del loro lavoro a un laboratorio indipendente. Il 16 ottobre 2013 hanno annunciato di aver ricevuto una donazione di 1,3 milioni di dollari dalla fondazione di Laura e John Arnold (due miliardari statunitensi) per esaminare i cinquanta articoli sul cancro più influenti pubblicati tra il 2010 e il 2012.

A maggio la rivista Nature e altre pubblicazioni collegate hanno introdotto una lista

di controllo in 18 punti per gli autori. Lo scopo è garantire che tutte le informazioni tecniche e statistiche fondamentali per la riproducibilità dell'esperimento o che potrebbero influire sui risultati siano pubblicate. La sezione metodologica degli articoli è pubblicata online in forma più estesa per aggiungere dettagli.

## Il ruolo dei finanziatori

In psicologia sembra che le cose stiano procedendo più rapidamente. A marzo lo psicologo Brian Nosek ha inaugurato il Centre for open science, un laboratorio indipendente per favorire la riproduzione degli esperimenti, grazie a un finanziamento della fondazione Arnold di 5,3 milioni di dollari.

Chi finanzia la ricerca, però, non ha sempre l'obiettivo di migliorare la scienza. Secondo Helga Nowotny, presidente dell'European research council, "molto probabilmente le proposte di replicare uno studio" sarebbero respinte perché alla sua agenzia interessano soprattutto le nuove ricerche. James Ulvestad, che dirige la divisione scienze astronomiche della National science foundation statunitense, dichiara che "gli studi che cercano di riprodurre risultati già ottenuti non sono tra le priorità" delle commissioni che decidono l'assegnazione dei fondi.

Il 5 marzo 2013 in una testimonianza davanti al congresso degli Stati Uniti, il direttore di Science, Bruce Alberts, ha illustrato quello che bisognerebbe fare per aumentare la credibilità della scienza. Le riviste dovrebbero imporre criteri più rigidi. Liste di controllo come quella introdotta da Nature dovrebbero essere adottate da tutte le pubblicazioni. I giovani scienziati dovrebbero padroneggiare le tecniche di cui hanno bisogno, comprese quelle statistiche. I ricercatori dovrebbero essere giudicati sulla base della qualità, e non della quantità, del loro lavoro. Le agenzie che finanziano le ricerche dovrebbero incoraggiare la ripetizione degli esperimenti e riconoscere la validità di studi seri, anche se non hanno prodotto risultati pubblicabili. Le informazioni sugli insuccessi dovrebbero essere comprese nelle pubblicazioni originali. E gli scienziati, ha concluso Alberts, "dovrebbero includere nel loro sistema di valori l'idea che se continuano a lavorare senza aver ammesso i propri errori danneggiano seriamente la loro reputazione scientifica invece di difenderla". Tutto questo non sarà facile. Ma se la scienza vuole essere degna della fiducia che molti hanno in lei, potrebbe essere necessario. ♦ *bt*