

102 anni che hanno cambiato la scienza

Tommaso Castellani

N'avons-nous pas mieux à faire que
de compter le nombre de coccinelles
qui existent sur notre planète?

HENRI POINCARÉ

Poincaré: uno scienziato d'altri tempi

La scienza è una delle affascinanti imprese portate avanti dal genere umano nel corso dei secoli. Essa ha una sua storia e una sua evoluzione: a partire dalle trasformazioni nel modo di fare scienza che si sono susseguite nell'ultimo turbolento secolo appena concluso, vorremmo proporre una riflessione sulla situazione attuale.

Come spunto per questa riflessione prenderemo alcune affermazioni del matematico francese Henri Poincaré contenute nella sua raccolta di scritti *Science et méthode*, pubblicata nel 1908, una collezione di saggi sul tema della metodologia scientifica. Come è noto, il contributo di Poincaré alla matematica e alla fisica è universalmente riconosciuto di enorme valore. Il lavoro di Poincaré è stato fondamentale per lo sviluppo della topologia e della teoria della relatività; egli ha inoltre senza saperlo gettato le basi per la teoria del caos, con la scoperta delle soluzioni “strane” del problema dei tre corpi.

Oltre alle sue grandi intuizioni matematiche, Poincaré, da vero enciclopedico, si occupa del problema epistemologico, e in particolar modo della riflessione sui fondamenti del metodo scientifico. Filosoficamente, Poincaré abbraccia la visione di Ernst Mach. Riprendendo il pensiero di quest'ultimo, egli scrive che « il ruolo della scienza è quello di realizzare l'economia del pensiero, così come la macchina realizza l'economia dello sforzo¹. » Poincaré precisa che il significato di “economia di pensiero” riguarda per lui prima di tutto la “scelta dei fatti” da studiare, che deve essere incentrata sulla loro semplicità, che significa ripetibilità:

« Come ha detto Mach, questi pazzi [gli uomini di scienza] hanno risparmiato ai loro posteri la fatica di pensare. [...] Si deve dunque pensare per quelli che non amano pensare, e siccome costoro sono in gran numero, bisogna che ciascuno dei nostri pensieri risulti utile il più spesso possibile: per questo motivo una legge sarà tanto più preziosa quanto più sarà generale. Questo ci mostra in che modo dobbiamo effettuare la nostra scelta: i fatti più interessanti sono quelli che possono servire più di una volta, quelli che hanno qualche possibilità di ripetersi. [...] Ma quali sono i fatti che hanno una qualche possibilità di ripetersi? Sono anzitutto i fatti semplici. [...] Ma esistono fatti semplici e, se esistono, come riconoscerli? Chi ci dice che ciò che crediamo semplice non nasconda una spaventosa complessità? Tutto quel che possiamo dire è che dobbiamo preferire i fatti che *sembrano* semplici. [...] I fatti che sembrano semplici, anche se non lo sono, saranno comunque riprodotti più facilmente dal caso. »

È molto interessante notare che la scelta “economica”, secondo Poincaré, produce una conoscenza che risponde a criteri estetici di armonia ed eleganza: egli afferma che “l'eleganza è feconda”: « Come si vede, l'amore del bello ci conduce alle medesime scelte che l'amore dell'utile ». Per questo il matematico francese è contrario alle “lungaggini” e ai lavori matematici che non rispondono a criteri estetici, e non esita a esprimere preoccupazione sia sulla crescente complessità delle dimostrazioni, sia sull'aumento della mole della produzione matematica:

« Temo che, facendosi più lunghe, le nostre dimostrazioni perdano quella armoniosità che, come ho appena spiegato, svolge un ruolo così utile. [...] Sappiamo tutti che la matematica continuerà a svilupparsi; il punto è sapere in quale direzione. Mi si risponderà “in tutte le direzioni”; ed è in parte vero. Ma se ciò fosse del tutto vero, avremmo motivo di allarmarci. Le nostre ricchezze non tarderebbero a diventare d’ingombro, e a furia di accumularsi formerebbero un guazzabuglio tanto impenetrabile quanto lo era per l’ignorante la verità ancora da scoprire. »

A partire da queste affermazioni di Poincaré, che risalgono al 1908, cerchiamo di fare allora una panoramica su come si è evoluta la scienza in questi 102 anni.

Nascita ed evoluzione delle riviste scientifiche

Uno degli aspetti più rivoluzionari della Rivoluzione Scientifica del XVI secolo è il cambiamento di approccio riguardo alla condivisione della conoscenza: rispetto alle arti magiche, il cui principio fondante è la segretezza delle teorie e delle pratiche possedute dagli “iniziati”, la scienza si pone come principio fondante la comunicazione e la condivisione del sapere. La comunicazione tra gli scienziati, che avviene inizialmente per via epistolare, ha ben presto come strumento principale la rivista scientifica. Gli antenati dei giornali scientifici sono gli “atti” che le principali accademie² cominciano a pubblicare intorno alla metà del XVII secolo; il primo giornale scientifico vero e proprio è il famoso *Philosophical Transactions*, che compare nel 1665. Questi primi giornali non sono specializzati e le discipline delle quali trattano sono organizzate con una tassonomia molto diversa dall’attuale. Le riviste specializzate compaiono tra Ottocento e Novecento, inizialmente nel solo campo della medicina, in numero estremamente ridotto: per quanto riguarda la matematica e la fisica, ad esempio, a metà del XIX secolo vengono pubblicati con regolarità una decina di giornali in tutto. Per la selezione degli articoli non esiste ancora il metodo della *peer review*³: in compenso gli articoli su questi giornali sono tutti anonimi, in quanto si ritiene che l’idea scientifica non debba essere in alcun modo legata al suo autore. Ampio spazio, in questi primi giornali, è dedicato alle “dispute” tra scienziati, in particolare alle “dispute di priorità” sulla scelta dei problemi da trattare. Come si vede, la “scelta del problema” cara a Poincaré è un tema attuale da sempre, e sul quale ci soffermeremo ancora più avanti.

Chi è a scrivere su queste riviste? La “comunità scientifica” non esiste ancora come tale: coloro che interagiscono attraverso i primi giornali si riconoscono in una “repubblica delle lettere” fondata sulla condivisione di interessi culturali, perseguiti come attività disinteressata e non remunerata (se non in casi di mecenatismo)⁴. Uno dei principi su cui si fonda questa comunità è l’assoluta non proprietà del bagaglio culturale costruito dai suoi membri, considerato un patrimonio comune da condividere. Negli anni quaranta del Novecento il sociologo Merton⁵ individua quattro “principi fondanti” dell’etica scientifica: l’universalismo, il comunitarismo, il disinteresse e un generale scetticismo. La “repubblica delle lettere” perseguiva pienamente questi quattro principi; lo stesso non si può dire con altrettanta sicurezza della comunità scientifica propriamente detta, che sta nascendo proprio negli anni in cui Merton scrive, in cui come vedremo cominciano a svilupparsi dinamiche differenti.

Seguiamo ancora la storia dell’evoluzione delle riviste scientifiche: subito dopo la seconda guerra mondiale, il numero di riviste esplose; inoltre, alle riviste gestite dagli istituti di ricerca si sostituisce gradualmente il sistema dell’editoria scientifica commerciale, che negli anni Settanta prende il sopravvento, tagliando fuori

tutte le riviste legate a istituzioni di ricerca⁶. Si raggiunge così il paradosso per cui i produttori e i consumatori degli articoli scientifici (gli scienziati) sono completamente nelle mani di intermediari (gli editori commerciali) che traggono immensi profitti per un lavoro estremamente ridotto (si noti che nessun autore riceve compensi dall'editore, che deve solo organizzare e stampare articoli che, da quando le tecnologie informatiche lo permettono, sono perfino già impaginati dagli autori stessi).

Se già nei secoli precedenti erano sorte le prime preoccupazioni per l'eccessiva vastità della letteratura scientifica⁷, nel XX secolo il problema diventa improvvisamente drammatico. Il secolo, iniziato con centomila scienziati e ingegneri, si chiude con oltre sei milioni di ricercatori: il numero di scienziati attualmente in attività supera di gran lunga il numero di scienziati attivi in tutta la storia umana⁸. L'immensa mole di materiale prodotto rischia di sfuggire al controllo dei suoi stessi fruitori: pur se è difficile calcolare la percentuale di articoli che non vengono neppure letti, alcuni studi hanno mostrato come, in diversi casi, percentuali superiori al 50% degli articoli pubblicati non vengano mai più citati in lavori successivi⁹.

L'editoria commerciale e i conflitti di interesse tra i vari attori della "tecnoscienza", in cui si intrecciano scienza, politica, industria, tecnologia e scontri tra poteri, fanno nascere immensi interrogativi sull'uso e sulla condivisione della conoscenza scientifica¹⁰. Alla fine del XX secolo, con la nascita di Internet, si ha l'ultima grande trasformazione nella comunicazione tra gli scienziati¹¹, i cui effetti si sono appena cominciati a studiare.

Tra i tanti interrogativi, ci vorremmo soffermare sull'aumento della mole della produzione scientifica. La crescita esponenziale¹² del numero di pubblicazioni scientifiche ha in effetti un'origine profonda e legata indissolubilmente alla trasformazione della comunità scientifica, ben diversa dalla "società delle lettere" dei secoli precedenti.

Citarsi addosso¹³

Il "diritto d'autore" e il concetto di plagio, sconosciuti al mondo antico, nascono con l'affermarsi della stampa¹⁴: da quel momento la non originalità di un'affermazione va riconosciuta con la prassi della citazione. La citazione è il principale strumento per giudicare il valore della produzione scientifica: la qualità di un articolo scientifico viene valutata dal numero di citazioni che esso riceve in articoli successivi. Allo stesso tempo, il numero di articoli pubblicati è elemento di valutazione del singolo ricercatore e dell'istituto in cui esso opera. In seguito viene introdotto il cosiddetto *impact factor*, un misuratore della qualità di un giornale scientifico in base al numero di citazioni ricevute da articoli pubblicati su di esso (in rapporto al numero totale di articoli pubblicati: un giornale con un numero ridotto di articoli può avere *impact factor* alto se essi sono molto citati). L'*impact factor* viene successivamente usato per valutare le singole pubblicazioni dei ricercatori: una pubblicazione su una rivista ad alto *impact factor* vale più di una pubblicazione su una rivista con *impact factor* basso. Essendo l'*impact factor* basato sulle citazioni, la citazione diventa il principale elemento dell'intero sistema di valutazione della ricerca scientifica, dall'attribuzione dei finanziamenti agli istituti agli scatti di carriera dei singoli ricercatori.

Questo sistema comporta inevitabilmente la nascita di alcune perversioni, prima fra tutte il meccanismo della "autocitazione": sempre più autori citano precedenti articoli scritti da loro stessi¹⁵. Nascono poi « allegre brigate di entusiasti

reciproci citanti¹⁶ » che, citandosi l'uno con l'altro, cercano di acquistare punti nella loro valutazione. Altre patologie del sistema sono la pubblicazione ripetuta dello stesso articolo su riviste diverse, magari “mascherato” per apparire diverso, o lo sforzo per ottenere il massimo numero di pubblicazioni da uno stesso studio, separando in maniera innaturale le diverse parti del lavoro in differenti articoli poco comprensibili ciascuno separatamente. Accade anche che, per misteriosi motivi di carriera e scambio di favori, talvolta un gruppo di autori decida di far mettere su un articolo la firma di colleghi che non hanno effettivamente contribuito, o non farla mettere a chi ha invece ha contribuito.

Tutte queste patologie derivano dalla trasformazione della comunità scientifica. In sostanza, essendo questa diventata un gruppo di persone in *competizione* tra loro, inevitabilmente l'impresa scientifica tende a diventare una corsa a produrre il minimo articolo pubblicabile nel minor tempo possibile sulla rivista con il maggior *impact factor*. Pubblicare tanto e su giornali importanti diventa una *necessità* per tutti i ricercatori: soprattutto per i giovani, che devono affrontare attraverso numerosi concorsi una dura selezione per uscire dal precariato, ma anche nel seguito per chiunque voglia prendere in considerazione l'ipotesi di fare un minimo di carriera.

Al di là delle considerazioni sociologiche, qual è l'influenza di questi meccanismi sui contenuti della scienza? Una prima conseguenza importante è sulla “scelta dei fatti”, ancora una volta al centro della nostra riflessione. Per avere tante citazioni, occorre scegliere un argomento che *sono in tanti a studiare*. Nascono così gli argomenti “di moda”, sui quali in pochi anni si sviluppa una mole immensa di pubblicazioni. Gli argomenti non di moda, invece, tendono a essere trascurati: si parla in questi casi di “conformismo scientifico”¹⁷. La specializzazione sempre più spinta genera comunità autoreferenziali di scienziati che lavorano su argomenti particolarissimi. Se ai tempi di Poincaré scegliere un problema scientifico significava forse ancora fare davvero una scelta a partire dai fenomeni naturali (perfino Popper coltiva ancora l'illusione che lo scienziato si “imbatta in un problema”¹⁸), oggi la scelta del problema a cui dedicarsi è la scelta della comunità nella quale ci si vuole inserire. Inoltre la formazione dello scienziato è sempre più standard, dato che i centri di ricerca hanno interesse a formare buoni “impiegati” che padroneggino tecniche già in uso e producano articoli sugli argomenti di moda (non dimentichiamo che un istituto viene – quasi sempre – valutato in base alla quantità e alla qualità della sua produzione scientifica, qualità che viene misurata attraverso l'*impact factor*). In questo modo non si favorisce la formazione di idee nuove e la ricerca di sintesi tra argomenti diversi, cruciale se non si vuole che lo specialismo eccessivo produca sterili campi di studio autoreferenziali, ma si stimola la produzione di materiale che si accumula senza che si abbia il tempo di costruire alcuna connessione con quanto già esistente.

Allargare il punto di vista

In molti si interrogano su possibili soluzioni a questi problemi, in verità con prospettive forse troppo parziali.

Da una parte i ricercatori si stanno ribellando alla costante pressione della pubblicazione a ogni costo, con tentativi di proposte per modificare il meccanismo della valutazione. Un'idea, di cui si è discusso parecchio in questi ultimi anni, può essere quella di porre un limite massimo al numero di pubblicazioni da prendere in considerazione per i concorsi: in questo modo si incoraggia a puntare alla qualità

piuttosto che alla qualità. Ma se la valutazione della qualità continua a ruotare attorno al meccanismo delle citazioni, il problema si risolve solo molto parzialmente.

Da un altro punto di vista ci si interroga sul problema dell'accesso a una mole di materiale scientifico che rischia di diventare "impenetrabile" – per usare le parole di Poincaré – ai suoi potenziali utenti. Questa è però una questione tecnica "gestionale" di archiviazione, che non va a fondo del problema.

Crediamo sia invece opportuno allargare il punto di vista per poter quantomeno vedere il problema per quello che realmente è. Guardando le cose da una prospettiva più ampia, ci si rende conto che i meccanismi "patologici" della scienza industriale sono comuni a tutte le attività della società industriale, dall'arte al commercio, dalla letteratura alla gastronomia; questi meccanismi comuni vanno analizzati insieme. Riprendendo l'espressione di Mach "economia di pensiero", allargandola al significato generale di "economia", ossia "gestione delle risorse", possiamo cercare di sintetizzare il grande cambiamento di cui siamo testimoni. Agli albori della civiltà, l'uomo ha come obiettivo di soddisfare al meglio i suoi bisogni, perseguito attraverso un costante lavoro. Nella società dei consumi, l'obiettivo è diventato il lavoro (cioè l'arricchimento), perseguito attraverso la costante invenzione di nuovi bisogni da soddisfare. La scienza attuale, che è parte del sistema produttivo della società dei consumi, procede nello stesso modo: per dare lavoro a una comunità, i suoi membri cercano costantemente nuovi problemi da studiare, indipendentemente dalla loro rilevanza (abbiamo per questo parlato di "consumismo della scienza"¹⁹). Lo stesso vale nella letteratura, come ha ben evidenziato ad esempio Umberto Eco²⁰ (i libri si scrivono "per contratto" e vengono pubblicati valutandone la sostenibilità sul mercato), nel cinema, nel teatro, e così via, senza lasciare fuori pressoché alcuna attività umana. Ci sono naturalmente le eccezioni: buoni libri scritti per ispirazione o ottime ricerche scientifiche genuinamente dettate dalla curiosità. Ma la letteratura e la scienza "di massa", proprio perché tali, sono numericamente dominanti sul resto, che resta sconosciuto al di fuori di ristrette *élite* e di cui non rimarrà forse traccia a chi in futuro vorrà studiare la nostra civiltà. Non vogliamo con questo affermare che la massificazione della cultura non abbia avuto anche effetti positivi, ma non si può negare che la valutazione della "qualità" di un prodotto sia al momento del tutto guidata da logiche "commerciali" che un secolo fa non esistevano. E questo vale anche per la produzione scientifica, la cui qualità media, giudicata con i parametri di Poincaré, è in vertiginoso crollo.

La "sovraproduzione" della scienza, per cui i suoi prodotti aumentano esponenzialmente e la loro qualità diminuisce di pari passo, va dunque in parallelo alla sovrapproduzione di tutto il resto: in altre parole, siamo sommersi di mondezze. Una crescita non può essere infinita: per questo ci sarà, *inevitabilmente*, una fermata, cioè una crisi. C'è chi sostiene che l'umanità sia ancora in grado di decidere del proprio destino, e chi invece è convinto che il sistema da essa stessa messo in piedi abbia preso il sopravvento. Da questo dipende che tipo di evento ci aspetta, se una diminuzione controllata della produzione o una violenta crisi: in entrambi i casi sarebbe opportuno giungere a questo momento con le idee più chiare possibile per gestire il *dopo*.

Note e riferimenti bibliografici

¹ Questa e le successive citazioni di Poincaré sono tratte dalla sua raccolta di saggi *Scienza e metodo*, nella traduzione di Claudio Bartocci edita da Einaudi.

² Alcune delle più importanti accademie sono la Royal Society inglese, la Académie des Sciences francese, l'Accademia dei Lincei italiana.

³ La *peer review* consiste nel far valutare l'attendibilità scientifica di un articolo giunto a una rivista ad altri scienziati "alla pari" (*peer*) con l'autore. L'editore pubblicherà l'articolo se riceverà il parere favorevole dei revisori, che restano anonimi. Tutte le riviste scientifiche attuali applicano questo metodo.

⁴ Dibon, P. *Respublica Literarum. Studies in the Classical Tradition*, Kansas 1978.

⁵ Merton, R.K. *The Normative Structure of Science* (1942), in Merton R.K., *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations*, Chicago 1973.

⁶ Figà Talamanca, A. *Uso e abuso delle banche dati nella valutazione delle riviste e della qualità scientifica: un problema di potere in Partecipare la scienza*, Roma 2004.

⁷ Il celebre scienziato britannico Thomas Young aveva scritto nel 1807: "Mentre contempliamo la stupefacente magnitudine della letteratura in ogni dipartimento scientifico esiste una più che buona ragione di apprensione per il fatto che, dalla continua moltiplicazione di nuovi saggi che sono mera ripetizione di altri che sono stati dimenticati, la scienza sarà in breve inghiottita dal suo stesso crescente volume". Young, T. *A course of lectures on natural philosophy and the mechanical arts*, Londra 1807.

⁸ Vickery, B. *The growth of scientific literature 1660-1970* in *The information environment*, Amsterdam 1990.

⁹ Hamilton, D. P. *Publishing by – and for? – the Numbers*, in *Science* n. 250, 1990.

¹⁰ Valente, A. (a cura di) *Trasmissione d'élite o accesso alle conoscenze?*, Milano 2002.

¹¹ Si veda ad esempio il rapporto Oecd *How Ict's affect the science system*, Parigi 1998.

¹² Utilizzando i comuni motori di ricerca di articoli scientifici, si può verificare l'effettivo andamento esponenziale del numero di articoli prodotti nei campi più "di moda", anche su un periodo breve (dai tre ai dieci anni).

¹³ Allen, W. *Citarsi addosso*, Milano 2000.

¹⁴ Ong, W. *Oralità e scrittura*, Bologna 1986.

¹⁵ Hamilton, D. P. op. cit.

¹⁶ Figà Talamanca A., op. cit.

¹⁷ Valente, A. *Gli indici di citazione nel circuito di organizzazione, selezione e comunicazione di conoscenza scientifica*, in *Trasmissione di élite o accesso alle conoscenze?* op. cit.

¹⁸ Popper, K. R. *Scienza e filosofia*, Torino 1969.

¹⁹ Castellani, T. *Un secolo che ha cambiato la scienza*, www.formascienza.org

²⁰ Eco, U. *Apocalittici e integrati*, Milano 1964.