

# Chi ha paura dei supermatematici?

*Matematica, intelligenza artificiale e il mestiere del matematico*

*«Il mio stipendio a fine mese»*

*Risposta di un collega, alla fine di un seminario, alla domanda sulle applicazioni dei suoi risultati.*

Non è affatto chiaro dove ci porteranno gli sviluppi di questi mesi. Mi sembra però utile separare due domande che in queste settimane vengono continuamente sovrapposte: che cosa succederà alla matematica e che cosa succederà ai matematici. Non sono affatto la stessa domanda. Anzi, ho l'impressione che una parte della confusione e anche di certe reazioni emotivamente molto forti nasca proprio dal non distinguerle.

Una premessa, per non mescolare piani diversi. Non entrero' qui nelle recenti accuse di plagio o di appropriazione formulate a proposito di alcuni risultati ottenuti con l'IA, in particolare nel caso di Navier-Stokes. Per il ragionamento che segue darò per scontato che i risultati siano stati ottenuti, verificati e attribuiti in modo corretto. Se così non fosse, il problema sarebbe diverso da quello che mi interessa discutere qui.

La sensazione, almeno per chi in questi mesi ha provato seriamente a lavorare in matematica con i modelli più potenti di OpenAI e Anthropic, è che nella comunità siano entrati due nuovi giocatori. O, per usare una formula un po' provocatoria, due nuovi matematici. Forse addirittura due supermatematici. Mettendo per un momento tra parentesi il fatto che siano umani oppure no, ciò che conta è il tipo di lavoro che riescono a fare: risolvere problemi, suggerire idee, combinare strumenti lontani, trovare errori, produrre dimostrazioni, insistere per ore su strade diverse. Su una parte crescente dei problemi le loro capacità sono già impressionanti e, in alcuni casi, sembrano competere con quelle dei migliori matematici umani, anche quando questi lavorano in gruppo. Non credo abbia molto senso stabilire, in generale, chi sia «più bravo» fra un grande matematico umano e una di queste macchine. Ci sono problemi sui quali una macchina è formidabile, altri sui quali è ancora fragile e altri ancora nei quali un matematico esperto riconosce in pochi minuti che la macchina sta girando a vuoto. Il punto, per me, è un altro. La soglia è stata superata abbastanza da rendere plausibile uno scenario che fino a pochissimo tempo fa sembrava fantascienza: avere sulla scrivania un collaboratore matematico che, in certi compiti, è più bravo di noi e che soprattutto continua a migliorare.

Questa cosa, di per sé, non mi sembra affatto negativa per la matematica. Anche prima esistevano i supermatematici. Terence Tao è enormemente più bravo di me e di moltissimi altri matematici, eppure la presenza di Terence Tao non ha decretato la fine della matematica per tutti gli altri. La matematica è sempre stata un ecosistema con differenze di talento gigantesche. Si lavora accanto a persone molto più forti di noi, si impara da loro, si pongono problemi diversi, si trovano nicchie, si collabora, si insegna. Non vedo perché la semplice comparsa di un soggetto più capace debba implicare, da sola, la fine dell'attività degli altri.

Il caso di Tao è, tra l'altro, particolarmente curioso. Fra i grandi matematici è stato uno degli entusiasti della prima ora dell'IA, non nel senso di un'adesione acritica, ma certamente uno dei più precoci nel prenderla sul serio come strumento di ricerca, nell'usarla e nel sostenere che la pratica matematica avrebbe dovuto adattarsi. Per questo mi colpisce il tono molto più inquieto dei suoi interventi recenti. Non è diventato affatto anti-IA e continua a usarla; ma nel settembre 2026 è stato fra i primi firmatari della dichiarazione «A Severe Misalignment of AI in Mathematics», molto critica verso il modo in cui le aziende stanno usando la soluzione di problemi matematici come misura del progresso dei loro sistemi. A leggere le sue prese di posizione delle ultime settimane, si avverte a tratti una profonda inquietudine, non tanto per la capacità matematica delle macchine quanto per la velocità con cui questa capacità può modificare valori, pratiche e istituzioni della comunità. È un cambiamento di tono interessante proprio perché viene da qualcuno che aveva accolto molto presto e molto favorevolmente queste tecnologie.

Accanto a Tao mi viene in mente Perelman, per ragioni quasi opposte. Se si cerca un simbolo, Perelman è forse l'ultimo grande matematico famoso «senza IA»: non letteralmente l'ultimo autore di un grande

risultato ottenuto senza questi strumenti, naturalmente, ma una delle ultime figure iconiche di un mondo nel quale un'impresa come la soluzione della congettura di Poincaré poteva ancora presentarsi, almeno nell'immaginario, come il lavoro «eroico» di un singolo matematico, pur muovendo dai precedenti e fondamentali risultati di Hamilton. Ed è significativo che proprio Perelman fosse durissimo con le dinamiche sociali della comunità matematica. Rifiutò la medaglia Fields e poi il premio Clay; spiegò di sentirsi estraneo alla comunità matematica organizzata e di non dividerne decisioni e valori. Nelle rare dichiarazioni pubbliche criticò il conformismo e la tolleranza verso comportamenti che riteneva scorretti. Tali critiche erano rivolte al sistema del prestigio, del riconoscimento e, in fondo, del potere interno alla comunità. Prima ancora dell'attuale rivoluzione tecnologica, uno dei più grandi matematici del nostro tempo aveva già separato in modo radicale la matematica dalle «istituzioni che la governano». La differenza, naturalmente, è che Tao e Perelman sono eccezioni umane, mentre un sistema artificiale può essere replicato, aggiornato e messo a lavorare in parallelo. È questa scala, oltre alla capacità, a rendere del tutto nuovo e imprevedibile il passaggio. Se domani comparissero altri sistemi ancora più forti, di aziende diverse o sviluppati in ambienti accademici o governativi, potremmo avere una pluralità di supermatematici artificiali con stili e punti di forza differenti e ciascun matematico umano potrebbe usarli come collaboratori. Il fatto che qualcuno, umano o artificiale, sia più bravo di me non rende automaticamente inutile quello che faccio, mentre che quel qualcuno possa essere moltiplicato per mille cambia molto più seriamente il quadro.

C'è inoltre un altro punto che forse diventerà importante. Ogni matematico è, in proporzioni diverse, un problem solver e un costruttore di strutture, concetti e teorie. Le percentuali cambiano enormemente da persona a persona. Riemann è forse l'esempio più immediato del secondo estremo: introdusse nuovi oggetti e punti di vista che rivoluzionarono intere parti della matematica e ne crearono di nuove. Erdős, semplificando altrettanto brutalmente, rappresenta meglio l'altro polo: una vita fatta di problemi, congetture, lemmi, soluzioni, collaborazioni, con un talento quasi inesauribile nel vedere che cosa valesse la pena attaccare e come attaccarlo. Naturalmente nessuno dei due è davvero riducibile a una sola categoria: ogni matematico porta con sé una miscela diversa delle due componenti. Per ora l'intelligenza artificiale mi sembra collocarsi quasi interamente dal lato del problem solving. Le si fa una domanda, o la si interroga su un problema abbastanza ben delimitato, e lei prova strade, combina tecniche, controlla casi, cerca una dimostrazione. In questo senso può già essere straordinariamente forte. Mi pare invece molto meno chiaro quanto sappia fare l'altro mestiere: decidere che il linguaggio esistente è quello sbagliato, inventare una struttura nuova, costruire una teoria che non serve soltanto a chiudere un problema ma cambia il modo in cui ne formuliamo molti altri. Oggi direi, un po' schematicamente, che l'IA è quasi al cento per cento problem solver. Ma non vedo alcuna ragione per trasformare questa fotografia del presente in una previsione sul futuro. Se anche questa seconda capacità dovesse emergere, il cambiamento sarebbe ancora più profondo di quello che stiamo osservando adesso.

Farò un'osservazione quasi banale: se la matematica va avanti, in qualunque forma, è difficile considerarlo un fatto negativo per la matematica in sé. Se vengono dimostrati nuovi teoremi, risolti problemi aperti, costruite nuove strutture, trovate connessioni che non avevamo visto, la conoscenza matematica cresce. Che il soggetto che produce il passo decisivo abbia un cervello biologico oppure una rete neurale non cambia il contenuto del risultato. Un teorema vero non diventa meno vero perché è stato trovato da una macchina. Da secoli, in forme molto diverse, sovrani, stati, università e società hanno ritenuto utile sostenere e finanziare persone che producono matematica. Eulero fu chiamato a Berlino da Federico II di Prussia nel 1741 come «matematico di corte»<sup>1</sup>. Ciò è stato fatto perché si è compresa l'utilità della matematica per tutte le altre scienze e per lo sviluppo di nuova tecnologia, sebbene non sappiamo quasi mai in anticipo quale matematica servirà. C'è una buffa quasi-eccezione a questo quadro che ho sempre trovato divertente, anche se sembra essere soprattutto cinematografica. Nel finale di *Z - L'orgia del potere* di Costa-Gavras, girato mentre la dittatura dei colonnelli era al potere in Grecia, la voce narrante elenca le cose proibite dal regime e fra queste compare la «matematica moderna». Sarebbe un controesempio perfetto alla fiducia dei governi nella

---

<sup>1</sup> Che cosa faceva esattamente il «matematico di corte»? Nel caso di Eulero la risposta è: un po' di tutto. Faceva ricerca, dirigeva la sezione matematica dell'Accademia e veniva consultato anche su questioni scientifiche, tecniche e pratiche.

matematica, se fosse vero<sup>2</sup>. A Eulero è legato anche un aneddoto molto famoso, probabilmente falso, che viene qui spontaneo ricordare, visto il tema. Durante il soggiorno di Denis Diderot alla corte di Caterina II, il filosofo avrebbe diffuso con una certa allegria le sue idee materialiste e irreligiose. Secondo il racconto reso celebre nell'Ottocento da Augustus De Morgan, gli sarebbe stato annunciato che Eulero possedeva una dimostrazione matematica dell'esistenza di Dio. Davanti alla corte Eulero si sarebbe avvicinato a Diderot e, con la massima serietà, avrebbe detto: «Monsieur,  $(a + b^n)/n = x$ , donc Dieu existe; répondez!». Diderot, intimidito dalla formula, sarebbe rimasto senza parole fra le risate dei presenti. Come storia è quasi certamente troppo bella per essere vera: Diderot conosceva la matematica e aveva scritto anche degli articoli. Il punto della scena è l'autorità di una formula che l'interlocutore non è in grado, o non si sente in grado, di giudicare. Non è difficile capire perché mi venga in mente oggi. Se una macchina molto più forte di noi ci restituisce una risposta, magari accompagnata da un certificato formale di migliaia di pagine o da una derivazione che nessun essere umano leggerà per intero, il problema non sarà soltanto sapere se quella risposta è corretta. Sarà capire quale rapporto vogliamo avere con una verità matematica che possiamo certificare senza possederla davvero nel senso umano del termine.

Qui si arriva a una domanda che mi interessa molto: a che cosa serve una dimostrazione? Per un matematico la domanda sembra quasi assurda. La matematica non è una collezione di risposte sì o no; è fatta di dimostrazioni, strutture, spiegazioni, connessioni, modi di pensare. Ma alle scienze applicate interessa davvero tutto questo nello stesso modo? Un fisico, un ingegnere, un chimico o un biologo vuole sapere se una conclusione segue dal modello, in quali ipotesi, con quale errore e con quali limiti. La dimostrazione può essere utilissima, ma non è necessariamente il suo obiettivo primario. Immaginiamo allora uno scenario estremo, che non è la situazione attuale: una macchina sufficientemente affidabile da essere trattata, per moltissimi scopi, come una scatola nera. Le diamo un modello e le chiediamo: questa conclusione è vera? Questo regime è stabile? Questo funzionale ha un minimo? Questa procedura converge? Esiste una stima con queste dipendenze? La macchina risponde, magari producendo anche un certificato formalmente verificabile. Per moltissime applicazioni potrebbe bastare. La dimostrazione leggibile da un essere umano diventerebbe un secondo livello: la chiediamo quando vogliamo capire perché la risposta è quella, non soltanto per sapere se è corretta. Naturalmente oggi la parola «infallibile» sarebbe fuori luogo. I modelli sbagliano e proprio in matematica possono sbagliare in modo molto convincente. Ma il punto concettuale resta. Se la certificazione della correttezza venisse separata dalla comprensione umana, una funzione storica della dimostrazione potrebbe essere delegata. Non tutta, però: una prova fa almeno tre cose diverse. Certifica che un'affermazione è vera, spiega perché è vera e, nei casi migliori, genera altra matematica. Introduce un metodo, mostra quale ipotesi conta davvero, suggerisce generalizzazioni, mette in luce una struttura. È probabile che la prima funzione venga completamente automatizzata molto prima delle altre due.

In quel caso potremmo arrivare ad avere teoremi veri la cui dimostrazione completa è troppo lunga, troppo tecnica o semplicemente troppo aliena per essere interessante da leggere. Il matematico potrebbe allora chiedere alla macchina non «dimostramelo», ma «fammi capire perché è vero». Sono due richieste diverse, che finora abbiamo quasi sempre sovrapposto. E forse una parte del mestiere del matematico si sposterà proprio lì: non più soltanto produrre la prova, ma estrarne la spiegazione, riconoscere che cosa c'è di nuovo, trasformare una soluzione in teoria. Questo porta a un'altra possibilità: una parte del nostro lavoro potrebbe diventare mediazione fra le scienze applicate e le macchine che risolvono i problemi matematici. Il lavoro sarebbe capire che cosa uno scienziato stia davvero chiedendo, trasformarlo in una domanda matematica sensata, scegliere il livello di astrazione giusto, controllare le ipotesi, interrogare l'IA, interpretare la risposta, spiegare quali parti sono robuste e quali dipendono dal modello. In altre parole, un matematico potrebbe essere meno il risolutore finale e più il mediatore concettuale. Non mi sembra affatto un ruolo minore. In molti casi è già la parte più difficile del nostro lavoro: formulare il problema giusto è spesso più importante che risolvere il problema sbagliato in modo impeccabile. Comunque, non mi farei troppe illusioni neppure qui. Nulla garantisce che un'IA capace di fare matematica non impari anche a parlare perfettamente con un biologo o con un ingegnere, a ricostruire il modello implicito, a scegliere le ipotesi e a spiegare il risultato

<sup>2</sup> Come fatto storico non regge: gli studi sulla scuola greca di quegli anni mostrano anzi che proprio sotto la giunta la riforma delle cosiddette «matematiche moderne» fu estesa alla scuola secondaria. L'immagine resta efficace per il film, ma questa eccezione sembra dunque falsa.

meglio di noi. Il ruolo di interprete può essere una fase della transizione, non una promessa eterna di sopravvivenza professionale.

È proprio qui che, secondo me, bisogna tornare alla distinzione iniziale. Per la matematica, conta il risultato. Per i matematici conta anche chi lo ha ottenuto. È inevitabile: le comunità umane devono decidere chi assumere, chi promuovere, chi ascoltare, a chi affidare risorse. In accademia il riconoscimento scientifico si trasforma anche in potere istituzionale. La reputazione conta nei concorsi, negli inviti, nelle commissioni, nelle riviste, nella distribuzione dei finanziamenti. Non c'è niente di particolarmente strano in questo: qualunque comunità deve organizzarsi. Ma la comparsa dell'IA tocca esattamente il meccanismo con cui abbiamo attribuito quel riconoscimento. Per molto tempo, con tutti i suoi difetti, il sistema ha funzionato sulla base di una correlazione abbastanza forte fra produzione scientifica individuale e capacità matematica personale. Una persona scrive lavori; i lavori vengono valutati; alcune riviste acquistano reputazione; quella reputazione ricade sugli autori; gli autori ottengono posti, finanziamenti, premi, inviti, influenza. Nessun matematico serio confonde davvero il nome della rivista con la qualità di un teorema, ma in pratica il nome della rivista, la quantità e la qualità dei risultati, le lettere e la reputazione del gruppo sono stati usati come segnali della qualità della persona.

L'intelligenza artificiale può spezzare proprio questa correlazione e pone anzitutto un problema di attribuzione del merito. Se una parte sostanziale di un risultato è stata ottenuta con l'aiuto di una macchina, quanto del risultato attribuiamo al matematico che firma il lavoro? Se ottengo in poche ore una dimostrazione che da solo non avrei trovato in sei mesi, che cosa dice davvero il mio articolo sulla mia capacità matematica? Quanto del risultato va attribuito a me e quanto alla macchina? Conta l'abilità nell'usare il modello, la scelta del problema, la capacità di aver formulato la domanda giusta, di saper riconoscere fra molte risposte quella corretta, di controllare e comprendere la dimostrazione? Ma quanto conta ciascuna di queste cose? Non vedo una risposta semplice e soprattutto non credo che basti aggiungere una dichiarazione standard del tipo «è stato usato un sistema di IA per...». Sarebbe una forma di trasparenza utile, ma non trasformerebbe il contributo intellettuale individuale in una quantità misurabile. E forse proprio qui comincia a incrinarsi uno dei meccanismi più tradizionali della comunità matematica: usare i risultati prodotti come indicazione, più o meno attendibile, della capacità di chi li ha prodotti.

Da qui nasce quello che mi sembra il problema più concreto e urgente: il reclutamento. Se due candidati presentano lavori di qualità comparabile e una parte sostanziale del lavoro intellettuale è stata svolta con strumenti artificiali, come li confrontiamo? Anche i premi potrebbero cambiare significato, o perfino essere aboliti del tutto, e il sistema delle riviste potrebbe entrare in crisi almeno nella funzione che oggi svolge come dispositivo indiretto di valutazione delle persone. Se produrre un risultato matematico diventa molto meno costoso, il semplice conteggio dei risultati, anche raffinato dalla reputazione della sede, dice sempre meno su chi li presenta. Forse dovremo tornare a forme di valutazione che assomigliano più a una conversazione matematica che alla bibliometria: capire che cosa una persona sa vedere, quali domande sa formulare, se sa distinguere un'idea profonda da una soluzione tecnicamente corretta ma sterile, se sa spiegare un risultato, modificarlo, portarlo altrove. Anche questo, però, è più facile da dire che da fare. Un colloquio misura alcune capacità e ne perde altre; chi parla bene non è necessariamente chi pensa meglio; chi esita davanti a una commissione può essere un ricercatore eccellente. Non c'era un sistema perfetto prima e non ne comparirà uno perfetto adesso.

C'è inoltre il problema dell'accesso agli strumenti, che impatta direttamente su quello del reclutamento. Non basta dire che due candidati hanno entrambi «usato l'IA»: conta ovviamente anche quale sistema hanno potuto usare, con quali limiti e con quanta libertà di tentare. Oggi strumenti molto potenti sono accessibili anche a un singolo ricercatore con una spesa relativamente modesta. Se resterà così, l'IA potrebbe perfino ridurre alcune disuguaglianze. Se invece, per ottenere risultati davvero importanti, servirà una potenza di calcolo che un individuo o un normale dipartimento non possono permettersi, ne nasceranno di nuove. In quel caso il risultato scientifico rifletterà sempre più anche la potenza dell'infrastruttura: non conteranno soltanto le idee e la capacità dei ricercatori, ma anche le risorse economiche e computazionali a loro disposizione. Non so quale delle due tendenze prevarrà, ma per la valutazione delle persone la differenza è enorme. Un giovane che può fare cento volte più tentativi di un altro non sta semplicemente facendo la stessa

ricerca con uno strumento un po' migliore. Sarebbe assurdo penalizzarlo perché ha saputo usare bene strumenti avanzati; sarebbe altrettanto assurdo fingere che gli strumenti non contino. Anche per questo il prodotto finale, da solo, rischia di dirci sempre meno sulla persona che lo presenta.

È anche per questo che alcune reazioni attuali mi sembrano comprensibili, anche se non mi convincono. Le richieste di una «matematica senza IA», i divieti, le tentazioni di costruire zone artificialmente protette hanno una logica: cercano di conservare un terreno sul quale la prestazione individuale torni a essere leggibile. Ma la ricerca non è un esperimento controllato che si possa isolare dal resto del mondo. Un articolo nasce in mesi o anni, fra letture, seminari, email, calcoli, idee altrui e tentativi falliti. Non vedo come si potrebbe certificare seriamente che nessun passaggio abbia ricevuto assistenza artificiale. Francamente, non sono nemmeno sicuro che sarebbe desiderabile farlo.

Il problema diventa più delicato quando si parla della matematica cosiddetta «inutile». Per molto tempo abbiamo accettato una specie di scatola nera chiamata comunità matematica. La società finanziava la ricerca senza pretendere che ogni singolo progetto avesse un'applicazione visibile. L'idea era: lasciate lavorare i matematici; produrranno strumenti, teorie e strutture e una parte di tutto questo, spesso in modi imprevedibili, diventerà utile altrove. Questa fiducia ha permesso la sopravvivenza e la crescita di enormi zone di matematica apparentemente lontane dalle applicazioni. Hardy è l'esempio quasi troppo perfetto. Difendeva con orgoglio la matematica «reale» proprio in quanto sostanzialmente inutile e considerava la teoria dei numeri uno degli esempi più puri di questa inutilità. La storia successiva, dalla crittografia in poi, ha mostrato quanto si sbagliasse e quanto sia pericoloso stabilire in anticipo che cosa non servirà mai. Questo non dimostra che ogni teoria astratta troverà un'applicazione. Dimostra qualcosa di più modesto e forse più importante: siamo molto scarsi nel prevedere in anticipo quali parti della matematica diventeranno utili.

Ed è qui che torna la frase del mio collega che ho messo in apertura, di cui non farò il nome. Alla fine di un seminario molto astratto qualcuno gli chiese quali fossero le applicazioni del suo lavoro. Rispose serenamente: «Il mio stipendio a fine mese». La battuta funziona perché è sfacciatamente onesta e perché tocca un punto vero. Non tutta la matematica è stata prodotta con una giustificazione esterna immediata e non per questo è stata priva di valore. Una parte è esistita perché qualcuno la trovava interessante e una comunità ha deciso che valesse la pena lasciargli il tempo di pensarci.

Che cosa succede se, in futuro, le scienze applicate possono interrogare direttamente macchine matematiche potentissime? È possibile che aumenti la pressione verso la matematica richiesta da problemi esterni alla disciplina. In tale scenario, se serve una struttura nuova, la macchina la costruisce; se serve un teorema, lo cerca o lo inventa. A quel punto potrebbe diventare politicamente più difficile giustificare intere comunità umane che sviluppano teorie di cui nessuno, fuori da quelle comunità, vede l'uso immediato. Non è però l'unico scenario possibile. Potrebbe accadere esattamente il contrario: se produrre ed esplorare matematica diventa più economico, potremmo permetterci molta più matematica apparentemente inutile, non molta meno. E c'è un'obiezione ancora più semplice a un sistema che finanziasse soltanto la domanda applicativa del presente: le macchine stesse lavorano dentro un patrimonio concettuale enorme, costruito in buona parte senza sapere a che cosa sarebbe servito. Una macchina eccezionale nel risolvere problemi formulati potrebbe avere bisogno proprio di quella ricchezza di concetti, esempi, teorie e linguaggi nati per curiosità. Smettere di coltivarla potrebbe impoverire anche la matematica applicata del futuro.

In fondo, la questione è culturale e politica prima ancora che tecnica. Per secoli il patto implicito è stato più o meno questo: diamo a un certo numero di persone il tempo di pensare, senza chiedere continuamente un'applicazione immediata, perché nel complesso crediamo che ne verrà fuori qualcosa di utile o comunque di valore. La figura del matematico di corte è una versione antica dello stesso patto. Il sovrano ogni tanto gli chiede una fontana, un canale, una traiettoria d'artiglieria; per il resto lo lascia fare matematica. La domanda è se quel patto sopravviverà quando il matematico di corte potrà essere una macchina disponibile ventiquattr'ore su ventiquattro, che non chiede una cattedra e non vuole un premio.

Sulla didattica, almeno per ora, l'impatto dell'IA mi sembra meno problematico. Insegnare non significa soltanto trasferire informazione. C'è una componente di presenza, di relazione, di empatia e di intuizione sullo studente che hai davanti. Significa anche capire quando una persona non ha capito ma non vuole dirlo,

quando serve cambiare esempio, quando insistere e quando fermarsi. È possibile che anche questa parte venga progressivamente imitata dalle macchine; non vedo motivo di dichiararla per principio inaccessibile, ma oggi l'elemento umano continua ad avere un peso reale. C'è anche un punto molto semplice che rischiamo di dimenticare quando identifichiamo troppo in fretta il valore di un matematico con la forza della sua ricerca: si può essere ricercatori modesti e ottimi insegnanti. Un matematico che non produce risultati eccezionali può avere un valore enorme nel formare studenti, trasmettere idee e far capire bene la matematica. Anche questo fa parte del mestiere e non è affatto una funzione secondaria. Cambierà però probabilmente ciò che insegniamo e il modo in cui lo insegniamo. Non avrebbe senso formare studenti fingendo che questi nuovi strumenti non esistano. Dovremo insegnare matematica e, insieme, insegnare a usare bene le IA, come del resto abbiamo sempre insegnato agli studenti a scrivere in LaTeX e a usare MathSciNet, per esempio — cose che forse, almeno in parte, non serviranno più. Bisognerà insegnare come porre una domanda, come diffidare di una risposta troppo liscia, come chiedere controesempi, come verificare un argomento, come distinguere un'idea da una sequenza di passaggi formalmente plausibili. Forse una parte della didattica diventerà molto più orale. Se un esercizio scritto può essere risolto istantaneamente da una macchina, diventa più interessante chiedere allo studente di spiegare che cosa succede, reagire a una variante, correggere un errore introdotto apposta, dire perché una certa ipotesi serve. Non sarebbe necessariamente un male.

C'è poi un valore della formazione matematica che sopravvive anche se una parte crescente della produzione di risultati viene delegata alle macchine. Studiare matematica allena al ragionamento razionale e astratto, a distinguere ipotesi e conclusioni, a costruire modelli, a riconoscere strutture e a non accontentarsi di una risposta plausibile. È anche per questo che molti matematici trovano lavoro molto al di fuori della ricerca matematica, dell'università o degli istituti di ricerca: in ambiti scientifici, tecnologici, finanziari, industriali o più in generale in attività in cui contano capacità di modellizzazione e di pensiero astratto. Se cambierà il mestiere del ricercatore matematico, non è affatto detto che perda valore questa funzione formativa della matematica.

Tutto questo aiuta anche a capire perché il dibattito sia così acceso. La matematica ama rappresentarsi come la più impersonale delle scienze. I teoremi non dipendono da chi li dimostra: o sono veri o sono falsi. Ma i matematici vivono dentro istituzioni, carriere, amicizie, rivalità, scuole, premi, riviste, seminari. Costruiamo una parte della nostra identità intorno alla capacità di capire e produrre matematica. Vedere comparire una macchina che può fare in pochi minuti qualcosa su cui una persona ha costruito vent'anni di competenza non è psicologicamente neutro: può essere emotivamente drammatico. Proprio la più astratta delle scienze si mostra senza veli nella sua realtà profondamente umana e sociale. Per questo non liquiderei tutte le paure come isteria. Alcune sono razionali e toccano problemi veri: lavoro, accesso agli strumenti, reclutamento, potere, finanziamento della ricerca pura. Ma non trasformerei neppure queste paure in un *de profundis* per la matematica. La matematica potrebbe stare benissimo, forse meglio che mai, mentre i matematici attraversano una crisi seria di identità e di istituzioni. Le due cose possono avvenire contemporaneamente.

C'è infine una variabile che potrebbe decidere molto più di quanto oggi immaginiamo: quanto costerà davvero usare i sistemi più potenti. E qui distinguerei almeno tre livelli. C'è il costo personale: se un matematico può avere, con un normale abbonamento, un collaboratore artificiale straordinario, la trasformazione sarà rapida e capillare. C'è il costo dipartimentale: se per attaccare seriamente un problema servono migliaia di agenti, giorni di calcolo o strumenti speciali, allora l'IA assomiglia più a un'infrastruttura che a un abbonamento e non tutti i gruppi potranno usarla nello stesso modo. E c'è infine il costo sociale: energia, hardware, investimenti pubblici o privati, impatto ambientale e, inevitabilmente, risorse che non vengono spese altrove. Una tecnologia può essere capace di fare una cosa e tuttavia non essere economicamente sensato usarla per ogni problema. Questi tre scenari portano a futuri molto diversi. Se la potenza di calcolo di punta diventa economica, ogni matematico potrebbe lavorare quotidianamente con uno o più supercollaboratori artificiali e la trasformazione investirebbe rapidamente tutta la disciplina. Se resta costosa, la matematica potrebbe invece dipendere sempre di più da accessi selettivi, priorità, consorzi e differenze fra dipartimenti o paesi. Se poi il costo sociale fosse molto alto, entrerebbe inevitabilmente una scelta collettiva: non soltanto «possiamo farlo?», ma «su quali problemi vale la pena spendere queste

risorse?». Per questo, oltre a domandarci quanto saranno intelligenti le IA fra cinque anni, dovremmo forse domandarci quanto costerà metterle davvero al lavoro.

Non so come si evolveranno il mestiere, il reclutamento, le riviste, i premi, l'autorialità, la didattica. Non so nemmeno quanto a lungo resterà sensata la distinzione fra «matematica fatta dall'uomo» e «matematica fatta dalla macchina», perché è probabile che una parte crescente della matematica reale diventi una produzione ibrida. Il problema interessante sarà allora capire che cosa, dentro quell'ibrido, vogliamo continuare a chiamare attività matematica umana, e perché. Forse continueremo a dimostrare teoremi semplicemente perché ci piace farlo, perché capire un argomento, trovare una prova elegante o riuscire a spiegarla a qualcun altro sono attività che hanno un valore anche quando la risposta è già disponibile. Forse la dimensione estetica, culturale e perfino ludica della matematica diventerà più esplicita proprio se verrà meno una parte delle ragioni professionali per farla. Forse scopriremo che capire una dimostrazione è un'attività diversa dal possedere la risposta. Oppure il cambiamento sarà più radicale di quanto oggi riusciamo a immaginare. Gli scacchi e il Go offrono, al massimo, un precedente molto parziale: le macchine hanno superato da tempo i migliori esseri umani senza rendere privo di senso il gioco umano. L'analogia con la matematica ha limiti evidenti e non vorrei spingerla oltre, ma ricorda almeno che la superiorità tecnica di una macchina non decide da sola il valore di un'attività umana.

Per ora mi sembra prematuro difenderci vietando gli strumenti o fingendo che non esistano. Mi sembra anche prematuro celebrare la fine di un mestiere che non sappiamo ancora come si trasformerà. La domanda più interessante non è come conservare intatto il sistema che avevamo né come battere le macchine al loro stesso gioco. È capire quale matematica, quali matematici e quale comunità matematica vogliamo costruire ora che, per usare le parole della presentazione del saggio *Machina Sapiens* di Nello Cristianini, «perhaps we are no longer alone».

Al momento, forse conviene accontentarsi della prudenza di Turing, che nel 1950 chiudeva il suo articolo sulle macchine pensanti scrivendo: «We can only see a short distance ahead, but we can see plenty there that needs to be done». Non vediamo molto lontano, ma c'è già parecchio da fare. Anche per i matematici.

25 Settembre 2026

Carlo Mantegazza

#### Riferimenti e fonti

Eulero a Berlino: Leonhard Euler fu chiamato a Berlino da Federico II nel 1741 e lavorò presso l'Accademia delle Scienze, occupandosi anche di questioni pratiche e istituzionali oltre che di ricerca.

Eulero e Diderot: la versione più nota dell'aneddoto della «dimostrazione algebrica» dell'esistenza di Dio compare in Augustus De Morgan, *A Budget of Paradoxes*, vol. II, sulla scorta di un racconto di Dieudonné Thiébaud. Dirk J. Struik, *A Concise History of Mathematics*, 3a ed. riv., Dover, 1967, p. 129, lo considera un esempio di cattiva aneddotica storica e ricorda che Diderot conosceva la matematica.

Terence Tao e l'IA in matematica: T. Tao, *Mathematics in the age of AI*, conferenza pubblica all'ICM 2026 e arXiv:2608.16753; si veda anche *A Severe Misalignment of AI in Mathematics*, 11 settembre 2026, di cui Tao è stato uno dei 25 firmatari iniziali. Già dal 2023 Tao sosteneva pubblicamente che gli strumenti di IA avrebbero trasformato profondamente la pratica matematica.

Perelman e la comunità matematica: il resoconto ufficiale dell'ICM 2006 nelle Notices of the AMS riferisce che Perelman si sentiva isolato dalla comunità matematica e non riteneva che i propri valori vi fossero rappresentati; S. Nasar e D. Gruber, *Manifold Destiny*, The New Yorker, 28 agosto 2006, riportano le sue critiche al conformismo e agli standard etici della comunità. Nel 2010, rifiutando il premio Clay, Perelman indicò inoltre il proprio disaccordo con la comunità matematica organizzata e con le sue decisioni.

Hardy: G. H. Hardy, *A Mathematician's Apology*, Cambridge University Press, 1940, per la difesa della matematica pura e il tema della sua apparente inutilità.

La «matematica moderna» nella Grecia dei colonnelli: la formula compare nell'enumerazione finale del film *Z - L'orgia del potere* (Costa-Gavras, 1969). Non corrisponde però a un divieto generale della «matematica moderna»: Dionysios Baltzis, in «Hands off Euclid!»: *The Ambiguous Reception of the «Modern Mathematics» Reform in Greece* (2023), pp. 547-552, mostra che sotto la giunta la riforma fu anzi estesa alla scuola secondaria.

Cristianini: N. Cristianini, *Machina Sapiens. L'algoritmo che ci ha rubato il segreto della conoscenza*, il Mulino, 2024; per la formula «Perhaps we are no longer alone», si veda la presentazione editoriale del volume sul sito del Mulino.

Turing: A. M. Turing, *Computing Machinery and Intelligence*, *Mind*, 59 (1950), n. 236, pp. 433-460, in particolare p. 460; DOI: 10.1093/mind/LIX.236.433.

