

Un algoritmo per la democrazia

In molti paesi si sorteggiano assemblee di cittadini per esaminare scelte importanti, e criteri matematici ne garantiscono una composizione equa

di Ariel Procaccia

Illustrazione di Montse Galbany



Ariel Procaccia è titolare della cattedra di informatica Gordon McKay presso la Harvard University. È un esperto di algoritmi e intelligenza artificiale e si interessa in particolare di questioni di rilevanza sociale.



Nel 1983 l'ottavo emendamento alla Costituzione irlandese sancì il divieto di aborto che vigeva nel paese già da oltre un secolo. Con il nuovo millennio, però, l'opinione pubblica sull'argomento era cambiata e nel 2016 era ormai chiaro che non si poteva più evitare un serio dibattito sul tema. Ma anche i politici relativamente progressisti si tenevano lontani dalla controversia, per non rischiare di alienare gli elettori.

Chi sarebbe stato abbastanza affidabile e persuasivo da superare quell'*impasse*?

La risposta è: un gruppo di persone qualsiasi. Sul serio. Il Parlamento irlandese ha convocato un'assemblea di cittadini composta da 99 membri scelti a caso. Il processo di selezione era fatto in modo da assicurare che la composizione del gruppo fosse rappresentativa della popolazione irlandese per quanto riguardava caratteristiche quali età, genere e distribuzione geografica. Per diversi mesi, nel corso del 2016 e del 2017, l'assemblea ha ascoltato le opinioni degli esperti e ha discusso approfonditamente sulla legalizzazione dell'aborto. La raccomandazione a cui è giunta, che aveva il sostegno di una maggioranza significativa dei membri, era di permettere l'aborto in tutte le circostanze, con limiti legati a quanto fosse avanzata la gravidanza. Queste conclusioni hanno preparato il terreno per il referendum del 2018, in cui il 66 per cento dei votanti irlandesi ha deciso di abrogare l'ottavo emendamento, permettendo così la legalizzazione dell'aborto. Solo pochi anni prima un risultato simile sarebbe stato inimmaginabile.

Quell'assemblea di cittadini irlandesi è solo un esempio di un fenomeno diffuso. Negli ultimi anni in tutto il mondo sono stati istituiti centinaia di gruppi del genere, formati da membri scelti a caso tra la popolazione interessata, che ricevevano il tempo e le informazioni necessari per deliberare. Assemblee di cittadini hanno stabilito le vie per ridurre le emissioni di anidride carbonica in Francia, Germania, Regno Unito, nello Stato di Washington e altrove. Un'assemblea canadese ha cercato metodi per mitigare i discorsi d'odio e le *fake news*; una in Australia ha raccomandato percorsi etici per l'uso dell'*editing* genomico sugli esseri umani; e un'altra in Oregon ha individuato le politiche da attuare per la ripresa dopo la pandemia di COVID. Tutte insieme, queste assemblee hanno dimostrato una notevole capacità di fare emergere la volontà popolare e costruire un consenso nell'opinione pubblica.

Non sorprende che le assemblee di cittadini siano così efficaci. Avete mai notato come i politici diventino all'improvviso capaci di prendere decisioni ferme non appena decidono di non ricandidarsi? Un'assemblea di cittadini assomiglia un po' a un consesso legislativo i cui membri hanno stretto un patto che impedisce loro di candidarsi per un altro mandato. I partecipanti, scelti a caso, non sono soggetti a intrighi di partito o a interessi esterni; sono liberi di dire quello che pensano e di votare secondo coscienza.

In più, a differenza degli organismi elettivi, queste assemblee sono selezionate per rispecchiare la popolazione, una proprietà che i teorici della politica chiamano rappresentanza descrittiva. Per esempio, di solito un'assemblea di cittadini conta un numero pressoché uguale di uomini e donne (alcune si assicurano anche la partecipazione di persone non binarie), mentre nel 2021 la media mondiale di seggi occupati da donne nei parlamenti nazionali si è assestata al 26 per cento; una proporzione nettamente superiore al 12 per cento del 1997, ma ancora lontana dall'equilibrio di genere. È proprio la rappresentanza descrittiva a legittimare l'assemblea: sembra che i cittadini trovino più accettabili le decisioni prese da persone come loro.

Per quanto attraente sia la rappresentanza descrittiva, ci sono ostacoli pratici che rendono difficile metterla in pratica aderendo al principio della selezione casuale. Il superamento di questi ostacoli è un problema che mi appassiona da anni. Con strumenti matematici e informatici, i miei collaboratori e io abbiamo sviluppato un algoritmo per la selezione delle assemblee di cittadini, che oggi è usato da molti di coloro che organizzano questi gruppi in tutto il mondo. La storia del nostro algoritmo offre uno sguardo sul futuro della democrazia, e ha radici che affondano nel lontano passato.

La dea della fortuna

Le assemblee di cittadini sono l'ultima incarnazione di un'idea chiamata sorteggio, cioè la scelta casuale dei rappresentanti, un'idea che risale all'Atene classica. Nel V secolo a.C. questa città-stato, la cui dea protettrice era Atena, abbracciò l'idea del sorteggio a tal punto che si può quasi dire che di fatto fosse governata da Tiche, la dea della fortuna: era scelta a sorte, fra i cittadini che si erano offerti volontari, la stragrande maggioranza dei funzionari pubblici; fra questi, gran parte dei magistrati che formavano il ramo esecutivo, migliaia di giurati e l'intera *Bulé* dei 500, un organo deliberante con un'ampia gamma di responsabilità.

Il rispetto degli Ateniesi per il sorteggio è evidente nel modo ingegnoso in cui era progettato il *kleroterion*, lo strumento usato per scegliere a sorte i giurati. Si tratta di una lastra di pietra con una griglia di fessure disposte in dieci colonne verticali, che corrispondono alle dieci tribù ateniesi. I cittadini che desideravano candidarsi come giurati presentavano il loro contrassegno (un gettone in bronzo che riportava informazioni identificative) a un

Il sorteggio della democrazia

1 Ciascun volontario riceve un gettone con dei segni che lo identificano in modo univoco. I gettoni sono inseriti nello strumento in modo che tutti i gettoni di una data tribù vadano nella rispettiva colonna, in ordine casuale. Alcune tribù possono avere più volontari di altre.

2 Il numero totale di biglie corrisponde al numero di gettoni presenti nella colonna con meno gettoni, in questo caso sette. Immaginiamo che serva una giuria di 30 persone, in cui le dieci tribù siano rappresentate alla pari. In questo caso ci saranno tre biglie dorate ($3 \times 10 = 30$). Tutte le biglie sono mescolate e versate in un imbuto.

Gli antichi ateniesi usavano un kleroterion, una lastra di pietra con una griglia di fessure, per selezionare i giurati da un gruppo di volontari in modo che nella giuria fossero rappresentate equamente tutte le dieci tribù. Un sistema basato sul sorteggio permetteva di scegliere i giurati a caso la mattina stessa del processo, riducendo al minimo il rischio di corruzione.

3 Il meccanismo rivela le biglie a una a una e ciascuna di esse determina il destino di una riga, iniziando dall'alto. Se appare una biglia dorata, i dieci volontari i cui gettoni si trovano in quella riga entrano a far parte della giuria. Se appare una biglia bianca, i volontari di quella riga sono congedati.

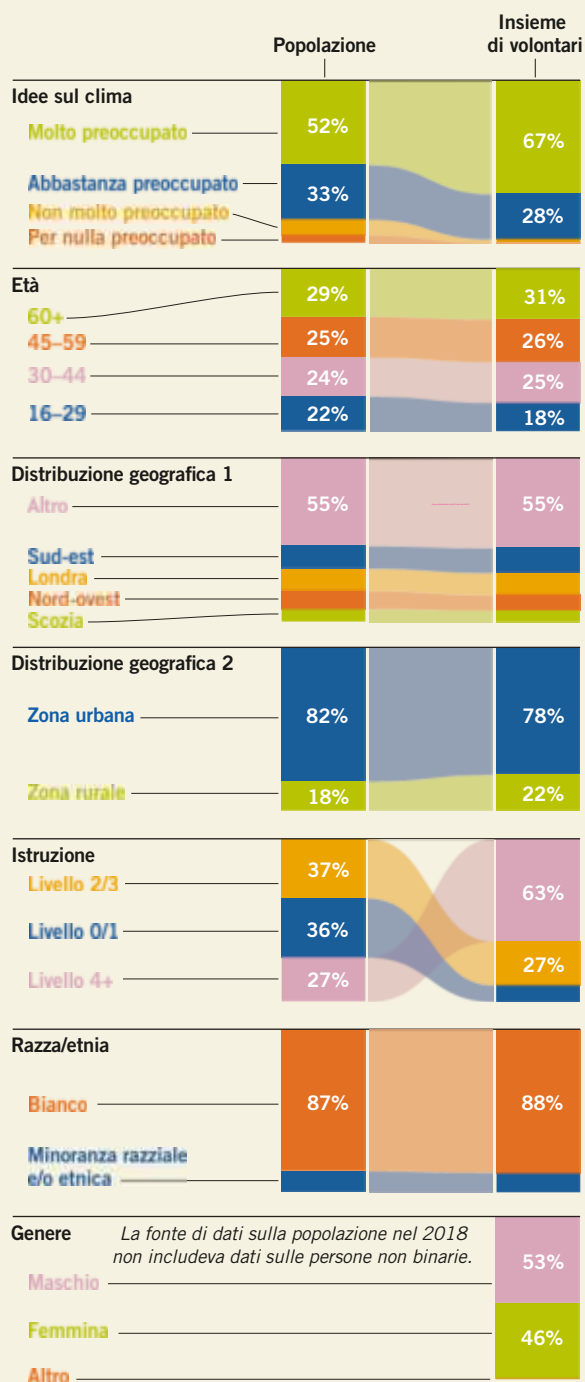
In questo caso la prima biglia è dorata, perciò i dieci volontari della prima riga entrano a far parte della giuria.

In questo esempio, dato che tra le biglie ce ne sono tre dorate, la procedura porterà a scegliere 30 giurati, tre per ciascuna tribù. La probabilità che ciascun volontario ha di essere selezionato è pari a 3 diviso il numero totale di volontari di quella tribù.

- Non selezionati
- Non selezionati
- Non selezionati
- Non selezionati

Un pool di volontari non rappresentativo

Un'assemblea di cittadini deve essere rappresentativa della popolazione, ma di solito i suoi membri sono scelti entro un insieme di volontari che non lo è. I 1727 volontari per la Climate Assembly U.K. differivano dalla popolazione generale soprattutto per quanto riguarda il livello di istruzione e le idee sul clima.



magistrato, che inseriva i gettoni di ciascuna tribù nelle fessure della colonna corrispondente. Lo stesso magistrato, usando un imbuto, versava biglie di due colori diversi (per esempio bianche e dorate) in un cilindro, dove finivano allineate in ordine casuale.

Poi il magistrato usava un meccanismo per rivelare le biglie una a una. Se la prima biglia era dorata, i dieci cittadini che avevano i gettoni nella riga più in alto entravano a far parte della giuria; se invece era bianca, venivano congedati. Poi si continuava così, biglia a biglia e riga a riga: con una biglia dorata eri dentro, con una bianca eri fuori. Per scegliere una giuria di 30 cittadini, per esempio, il magistrato preparava un mix con tre biglie dorate e le altre bianche. Dato che ogni biglia dorata sceglieva esattamente un cittadino per ciascuna tribù, qualsiasi giuria scelta con questo sistema avrebbe avuto necessariamente un numero uguale di membri per ciascuna tribù. Questa era considerata una rappresentanza descrittiva in una società che praticava la schiavitù ed escludeva le donne dall'attività politica.

Per quanto il kleroterion fosse ingegnoso, l'attuale processo di selezione per le assemblee di cittadini è più complesso, perché la nostra idea di rappresentanza descrittiva è molto più ricca di sfumature. Un'assemblea di cittadini deve riflettere tante caratteristiche demografiche della popolazione, non una sola. Prendiamo per esempio la Climate Assembly U.K., formata nel 2019 su incarico della Camera dei Comuni del Regno Unito per discutere sulle misure che il paese avrebbe dovuto prendere per azzerare le emissioni di gas serra entro il 2050. Gli organizzatori hanno scelto i 110 membri in modo casuale cercando di rappresentare la popolazione in base a sette caratteristiche: genere, età, distribuzione geografica, istruzione, etnia, residenza in area rurale o urbana e idee sul clima. Consideriamo il criterio della residenza rurale o urbana: nel Regno Unito circa l'80 per cento della popolazione vive in aree urbane, perciò 88 posti su 110 (l'80 per cento) erano riservati ad abitanti delle città, mentre 22 posti (il 20 per cento) erano allocati ai residenti delle campagne. Le quote erano calcolate in questo modo anche per ciascuno degli altri criteri.

Come se tutto ciò non fosse già abbastanza complicato, chi organizza le assemblee di cittadini si trova spesso nella difficoltà di dover scegliere i membri da un gruppo di candidati volontari che non rispecchia affatto la popolazione. Di solito gli organizzatori invitano per posta o per telefono un gran numero di persone, ma solo una piccola frazione degli invitati sceglie di partecipare. Per esempio, gli organizzatori della Climate Assembly U.K. hanno inviato lettere d'invito a 30.000 famiglie, raccogliendo 1727 volontari. Il 63 per cento di questi volontari aveva raggiunto il più alto livello di formazione conseguibile nel paese, mentre solo il 27 per cento dei cittadini britannici rientra in quella categoria. Non sorprenderà, poi, che tra i volontari fosse rappresentata in modo distorto anche la distribuzione delle idee sul clima, con una sovrarappresentanza di persone preoccupate dal problema rispetto alla popolazione generale: è raro che una persona che non crede ai cambiamenti climatici abbia voglia di passare lunghi fine settimana a tracciare una rotta per raggiungere le emissioni zero.

Insomma, abbiamo bisogno di un kleroterion moderno in grado di selezionare un'assemblea di cittadini che sia rappresentativa per molteplici caratteristiche, e che riesca a farlo partendo da un gruppo di volontari non rappresentativo. Per fortuna dalle lastre di pietra siamo arrivati ai computer, perciò il problema si riduce a progettare l'algoritmo giusto.

Fino a poco tempo fa, l'approccio prevalente si basava su quello che gli informatici chiamano «algoritmo greedy». Il nome, che

La sfida di una rappresentazione equa

Con un insieme di volontari non rappresentativo, di solito per scegliere un'assemblea che rappresenti la popolazione generale sotto diversi aspetti si procede per raggiungimento di quote. Se la popolazione vive per metà in zone rurali e per metà in aree urbane, lo stesso deve valere per i membri dell'assemblea. In questo esempio bisogna scegliere, tra 20 volontari, 10 membri che riflettano la popolazione secondo due aspetti (*colore e bordo*).

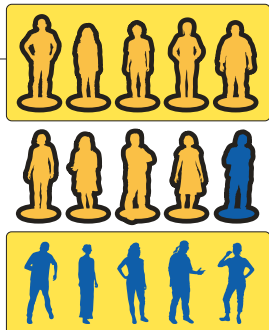
Scenario 1

Quote:



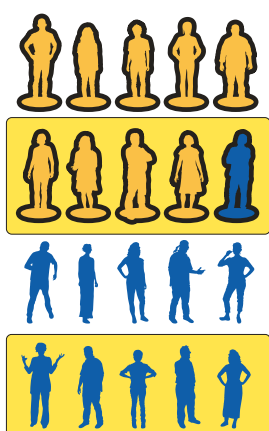
L'insieme dei volontari corrisponde alla popolazione (e quindi alle quote) sotto entrambi gli aspetti: c'è lo stesso numero di persone con e senza bordo e le persone blu sono leggermente più numerose di quelle arancioni. Con un sorteggio perfettamente equo, ogni volontario ha il 50 per cento di possibilità di essere scelto.

Assemblea A

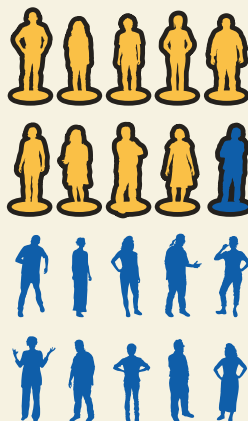


Si sceglie a caso una delle due opzioni (il gruppo con o senza la persona blu con il bordo) per decidere chi farà parte della assemblea.

Assemblea B



Volontari



Dimensioni dell'assemblea desiderata



Scenario 2

Quote:



L'insieme di volontari ha meno persone con il bordo rispetto alla popolazione generale e alle quote. **Per riempire tutte le quote è necessario scegliere la persona blu con il bordo** (che ha quindi una probabilità del 100 per cento). La cosa più equa da fare è quindi di scegliere cinque persone arancioni (ciascuna con una probabilità del 56 per cento) e quattro tra le altre persone blu (ciascuna con una probabilità del 40 per cento).

Tutte le assemblee potenziali includono la persona blu con il bordo.

Assemblea D



Assemblea C



Assemblea B



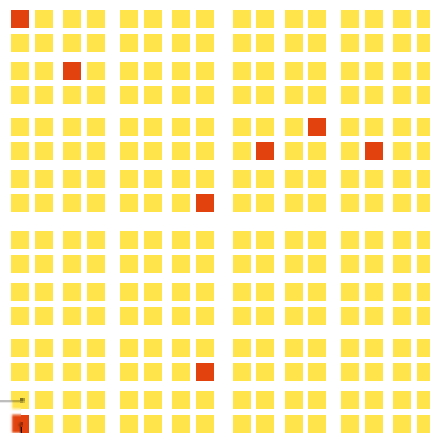
Assemblea A



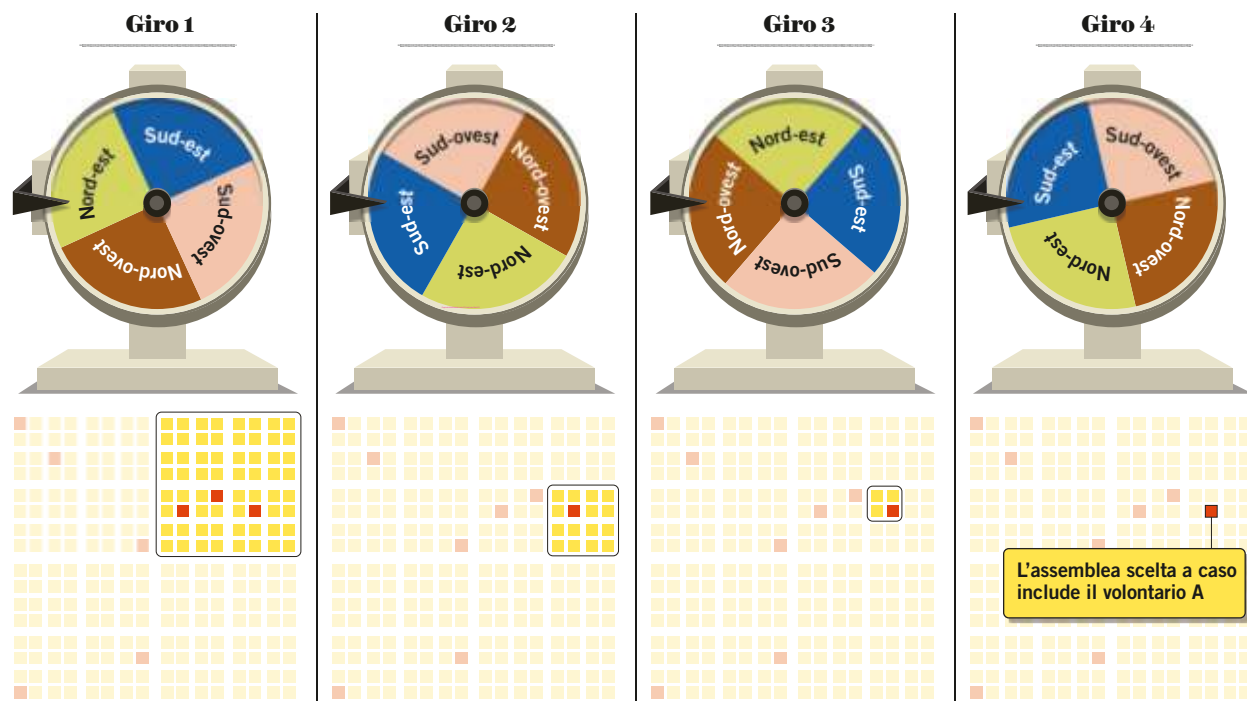
Selezionati

Rendere visibile la selezione casuale

Come avveniva con il kleroterion, rendere visibile il processo di selezione casuale contribuisce ad accrescere la fiducia. In questo esempio, ciascuno dei 256 quadratini è un'assemblea potenziale che corrisponde a tutti i criteri. Il sorteggio sceglie come assemblea definitiva una di queste assemblee possibili, con perfetta casualità (ma non necessariamente con perfetta equità). Questa visualizzazione è fatta dal punto di vista di un volontario e i quadratini rossi indicano le assemblee potenziali di cui costui fa parte. A ogni passaggio facciamo girare la «ruota della fortuna» che ci indica l'angolo del reticolo su cui concentrarci. Per esempio, al primo giro esce «nord-est», perciò scegliamo quell'angolo. Tre giri di ruota più tardi rimaniamo con un'unica assemblea potenziale, quella che sarà scelta.



Ogni quadratino rappresenta un'assemblea
Le assemblee indicate in rosso includono il volontario A



significa «avido», è un po' improprio perché la colpa di un algoritmo del genere, più che l'avidità, è la pigrizia: l'algoritmo compie l'azione che sembra migliore al momento, senza sforzarsi di capire che cosa funzionerebbe meglio a lungo termine. Per selezionare un'assemblea, un algoritmo greedy aggiunge i volontari a uno a uno in un modo che gli permette di ottenere il maggior progresso immediato per raggiungere le varie quote. Per esempio, l'algoritmo determina che al momento nell'assemblea c'è una grave mancanza di persone nella fascia d'età 30-44 e quindi seleziona a caso uno dei volontari in quella fascia d'età e lo aggiunge all'assemblea. A seguire magari identifica una carenza di londinesi e sceglie una persona da quel gruppo.

È possibile che l'algoritmo faccia scelte sbagliate e si trovi in una situazione in cui non riesce a comporre l'assemblea raggiungendo tutte le quote, ma in quel caso può semplicemente riprovare e sappiamo per esperienza che prima o poi avrà fortuna. In

effetti, per selezionare l'assemblea di cittadini sul clima e molte altre assemblee importanti nel Regno Unito è stato usato proprio un particolare algoritmo greedy sviluppato dalla Sortition Foundation, un'organizzazione britannica senza scopo di lucro.

La ricerca dell'equità

È stato uno studio sull'algoritmo greedy a dare il via al mio lavoro sulla scelta delle assemblee di cittadini, condotto in collaborazione con Bailey Flanigan e Anupam Gupta, della Carnegie Mellon University, Paul Gözl, della Harvard University, e Brett Hennig, della Sortition Foundation. Ci siamo resi conto che, nella sua corsa miope per raggiungere le quote il prima possibile, l'algoritmo greedy rischia di sacrificare un altro obiettivo importante: quello di dare a tutti i volontari una possibilità equa di partecipare all'assemblea. I politologi ritengono che l'equità sia un aspetto chiave per raggiungere ideali democratici come le pari opportunità. Cer-

to, un po' di equilibrio è inevitabile: dato che l'obiettivo è la rappresentazione descrittiva di tutta la popolazione, un membro di un gruppo che è sottorappresentato nell'insieme dei volontari ha più probabilità di essere scelto di chi fa parte di gruppi sovrarappresentati. Nella pratica, però, l'algoritmo greedy esclude del tutto alcuni volontari dal processo, anche quando non è necessario.

Per capire quanto sia poco equo l'algoritmo greedy possiamo guardare di nuovo al processo di selezione della Climate Assembly U.K. e simulare le diverse assemblee calcolate dall'algoritmo, ciascuna delle quali, in teoria, avrebbe potuto essere quella definitiva. Si scopre così che l'algoritmo sceglie alcuni dei 1727 volontari con una probabilità minuscola, pari a meno dello 0,03 per cento, mentre sarebbe possibile garantire una probabilità almeno del 2,6 per cento (86 volte più grande) anche al volontario meno fortunato, rispettando comunque le stesse quote.

Per creare un algoritmo più equo, i miei collaboratori e io adottiamo un approccio olistico. Anziché considerare i volontari uno per volta, consideriamo tutto l'insieme di assemblee potenziali che soddisfano le quote demografiche prescritte. Ogni assemblea potenziale riceve un «biglietto della lotteria» che specifica la sua probabilità di essere l'assemblea prescelta. Le probabilità sono determinate in seguito, in modo da arrivare a un totale del 100 per cento, e tra tutti i biglietti ce n'è uno solo vincente.

Oggi si parla spesso di «democratizzare l'intelligenza artificiale» o di «democratizzare la finanza», ma è la democrazia stessa che ha bisogno della nostra attenzione

Immaginiamo di dare a ogni volontario una copia del biglietto di ciascuna delle assemblee potenziali di cui fa parte. Il volontario sarà scelto se vince uno qualsiasi dei suoi biglietti; in altre parole, la sua probabilità di essere selezionato è la somma delle probabilità associate a tutte le assemblee potenziali che lo includono. Il nostro algoritmo cerca di costruire il metodo di selezione per sorteggio più equo tra tutti quelli possibili, nel senso che fa in modo di massimizzare le possibilità del volontario che ha minori probabilità di essere scelto.

Ora basterà passare in rassegna tutte le assemblee potenziali e... Ah, no, un momento: il numero di assemblee potenziali è più che astronomico. Spesso per descrivere una quantità «astronomica» la si paragona al numero di atomi nell'universo osservabile, che si stima attorno a 10^{82} . Ma anche questo è ben lungi dal rendere l'idea: se prendessimo ogni atomo dell'universo e lo sostituissero con un intero universo composto da 10^{82} atomi, il numero totale di atomi che otteniamo sarebbe comunque molto più piccolo del numero di modi in cui si possono scegliere i 110 membri della Climate Assembly U.K. tra i 1727 volontari (senza tenere in considerazione le quote).

Per fortuna esistono strumenti del campo dell'ottimizzazione che risolvono abitualmente problemi computazionali di scala così straordinaria. Per applicare queste tecniche si deve costruire un modello matematico che includa un obiettivo (in questo caso ottenere la massima equità possibile) e definisca un insieme di possibili soluzioni. Lo scopo è trovare la soluzione ottimale (la più equa) tra tutte quelle possibili. Per fare un altro esempio, quando una *app* di navigazione come Google Maps programma un viaggio da

un luogo a un altro, risolve un problema di ottimizzazione in cui ogni strada fattibile è una possibile soluzione e l'obiettivo è trovare il viaggio con il minor tempo di percorrenza possibile. In una grande città il numero di percorsi possibili è enorme, ma noi ormai diamo per scontato che i nostri telefoni analizzino tutte queste possibilità nel giro di pochi secondi. Trovare il modo più equo per sorteggiare un'assemblea tra tutte quelle potenziali è un problema molto più difficile, ma anche questo si può risolvere con la giusta combinazione di strumenti di ottimizzazione.

Abbiamo reso disponibile il nostro algoritmo con licenza *open source* nel 2020 e da allora è stato adottato diffusamente per selezionare le assemblee di cittadini. Inizialmente è stato impiegato dai nostri partner della Sortition Foundation per scegliere, tra le altre: un'assemblea sul clima convocata dal governo scozzese; una giuria di cittadini che si è pronunciata sulla morte assistita sull'isola di Jersey, il cui Parlamento in seguito ha deliberato di consentirla in linea di principio; e un gruppo consultivo pubblico creato dal National Health Service, il servizio sanitario nazionale britannico, per discutere di come il governo dovesse usare i dati nella risposta alla pandemia di COVID-19. Altre organizzazioni hanno impiegato il nostro algoritmo per selezionare importanti assemblee di cittadini in Germania, Francia e negli Stati Uniti, e tra queste un comitato istituito nel Michigan per tracciare un percorso per la ripresa dopo la pandemia. Dallo

scorso anno, grazie a un lavoro portato avanti da Gözl assieme a Gili Rusak, studentessa di dottorato ad Harvard, il nostro algoritmo è liberamente disponibile attraverso il sito www.panlot.org (dall'inglese *panel selection by lot*, selezione di comitati a sorteggio), perciò usarlo è ancora più facile.

Il codice della democrazia

Se uno statunitense del tardo XVIII secolo viaggiasse nel tempo fino ai giorni nostri troverebbe un mondo quasi irrecognoscibile, ma almeno una cosa gli sembrerebbe peculiarmente familiare: il modo in cui funziona la democrazia nel suo paese. Il fatto che il sistema politico abbia resistito nel tempo rende merito ai legislatori che scrissero la Costituzione, ma è evidente che non tutto va per il meglio. Negli Stati Uniti come in alcune altre democrazie un po' in tutto il mondo la fiducia dei cittadini nel governo ha toccato il fondo e spesso finiscono per non essere promulgate neanche le proposte di legge che godono di più favore tra l'opinione pubblica. C'è la necessità impellente di ripensare la pratica della democrazia con strumenti moderni.

Sono convinto che i matematici e gli informatici abbiano un ruolo importante da svolgere in questa impresa. Si parla spesso di «democratizzare l'intelligenza artificiale» o «democratizzare la finanza», ma è la democrazia stessa che ha bisogno della nostra attenzione. Per costruire nuove strutture che coinvolgano i cittadini e diano loro voce è cruciale un approccio basato su algoritmi. Però queste strutture democratiche devono soddisfare una condizione particolarmente ardua: l'assemblea deve essere casuale. ■

PER APPROFONDIRE

La geometria contro l'inganno dei collegi, Duchin M., in «Le Scienze» n. 605, gennaio 2019.