

Gli errori nel ragionamento¹

Vittorio Girotto

vgirotto@iuav.it, girotto@units.it
Università IUAV di Venezia, DADI, Convento delle Terese, 30123, Venezia

Abstract. This paper briefly presents the main lines of research on human reasoning. In particular, the paper presents some empirical results that have contributed to undermine the traditional views according to which naïve individuals draw correct inferences by applying rules equivalent to those of formal calculi (e.g., standard logic, theory of probability). The paper also critically discusses an evolutionary account of reasoning according to which the human mind is inherently unable to reason probabilistically.

Sommario. In questo lavoro sono brevemente presentate le maggiori linee di ricerca sul ragionamento umano. In particolare, vengono presentati dei risultati empirici che hanno contribuito a mettere in crisi le tradizionali visioni del pensiero, secondo le quali le persone non esperte traggono inferenze corrette applicando regole equivalenti a quelle dei calcoli formali (come la logica standard o la teoria delle probabilità). Viene inoltre discussa criticamente un'ipotesi evolutivista secondo la quale la specie umana sarebbe intrinsecamente incapace di ragionare sulle probabilità.

Those who will not reason
Perish in the act
Those who will not act
Perish for that reason
(W.H. Auden)

1. Introduzione

Come ci suggerisce poeticamente Auden, e come c'insegna la moderna teoria della decisione, per non fare delle scelte sbagliate dobbiamo ragionare correttamente. Per esempio, se abbiamo dei risparmi da investire, e vogliamo scegliere in modo da difendere il nostro capitale, per ognuna delle opzioni che consideriamo (ad es. un investimento in azioni oppure uno in titoli di stato) dovremmo valutare la probabilità di varie possibilità (es. un aumento dell'inflazione, una diminuzione del tasso di sconto, ecc.) e, per ognuna di queste, le conseguenze che ne potrebbero derivare per il

¹ Questo lavoro è una versione leggermente modificata dell'articolo "Errare ragionando" pubblicato in *KOS. Rivista di medicina, cultura e scienze umane*. 187. Aprile 2001, pp. 40-49.

Vittorio Girotto

nostro investimento. In tal modo, dovremmo poter essere in grado di scegliere l'opzione che ha la più alta probabilità di portarci i maggiori benefici possibili. Ora, la moderna teoria della decisione presuppone che noi siamo in grado di scegliere in questo modo, combinando coerentemente probabilità e utilità, inferite attraverso processi di ragionamento impeccabili. Ma siamo realmente in grado di prendere decisioni ottimali, se non conosciamo la microeconomia? E siamo veramente in grado di ragionare correttamente, se non abbiamo mai studiato logica o teoria della probabilità?

La risposta tradizionale a queste domande è affermativa e assai ottimistica. Negli ultimi decenni, però, i risultati della ricerca psicologica ed economica hanno seriamente messo in crisi questa visione quasi divina, "olimpica", per usare la definizione di Simon (1983), delle nostre capacità di pensiero. Per quel che riguarda la prima domanda, è stato dimostrato che non sempre seguiamo i principi razionali della microeconomia (ad es. spesso prendiamo decisioni che vanno contro i nostri interessi, anche in semplici problemi in cui dovremmo valutare solo poche opzioni e possibilità; per una rassegna in italiano, v. Rumati e Bonini, 2001). Per quel che riguarda la seconda domanda, è stato dimostrato che le nostre capacità di trarre inferenze deduttive e probabilistiche sono limitate. Nelle pagine che seguono, analizzeremo alcuni degli errori che illustrano questi limiti, considerando prima il ragionamento deduttivo e poi quello probabilistico.

2. Gli errori nel ragionamento deduttivo.

Fino a pochi anni fa, nello studio del ragionamento deduttivo è prevalsa la visione, che possiamo definire "logicista", secondo la quale nella mente delle persone, comprese quelle che non hanno mai studiato logica, vi sono delle regole formali (e quindi indipendenti dal contenuto delle premesse e dal contesto in cui queste sono poste) per trarre inferenze valide². La ricerca cognitiva sul ragionamento ha però messo in crisi l'idea di una "logica nella mente". Numerose ricerche sperimentali, infatti, hanno dimostrato che compiamo degli errori sistematici di ragionamento, traendo inferenze non valide e facendoci influenzare dai contenuti delle premesse (v. Girotto, 1994). Per esempio, date le premesse

Se nella mano c'è un Asso, allora c'è un Re,
Nella mano c'è un Asso,

non abbiamo nessuna difficoltà a trarre una conclusione valida come

² Un'inferenza si dice "valida", in senso tecnico, se viene tratta in un argomento in cui, se le premesse sono vere, la conclusione è necessariamente vera. Per esempio, sono valide le inferenze modus ponens e modus tollens (v. sotto).

Gli errori nel ragionamento

Nella mano c'è un Re,

proprio come se nella nostra mente ci fosse l'equivalente della regola deduttiva che i logici scolastici definivano modus ponens (Se P, allora Q; P; quindi Q). Tuttavia, molti di noi, date le premesse

Se nella mano c'è un Asso, allora c'è un Re,
Nella mano non c'è un Re,

tendono a concludere che

Nulla ne consegue.

In realtà, dalle premesse in questione si può arrivare ad una conclusione valida, applicando la regola detta modus tollens (Se P, allora Q; non-Q; quindi non-P), cioè:

Nella mano non c'è un Asso.

Di fronte a questi errori, i difensori della logica mentale si sono limitati a restringerne la portata, sostenendo che, per esempio, possediamo una regola per trarre inferenze di tipo modus ponens, ma non una regola per trarre inferenze di tipo modus tollens. Una critica più decisiva alla visione logicista è venuta dalla scoperta di alcune illusioni inferenziali. Consideriamo il problema 1:

Sul tavolo, se c'è un Asso, allora c'è un Re, oppure se c'è un Fante, allora c'è un Re.

Sul tavolo c'è un Asso e c'è un Re.

E' possibile che le due precedenti asserzioni siano contemporaneamente vere?

A questa domanda il 98% delle persone interrogate risponde in modo affermativo (Johnson-Laird, Legrenzi, Girotto, Legrenzi, 2000). Tale risposta, però, è un'illusione. Infatti, se è vera la prima parte di (i), allora è falsa la seconda, quindi sul tavolo non ci sarà il Re e (ii) risulterà falsa. Se è vera la seconda parte di (i), allora è falsa la prima, quindi sul tavolo non ci sarà il Re e (ii) risulterà falsa. Similmente, se è vera (ii), allora risultano vere sia la prima, sia la seconda parte di (i), quindi quest'ultima asserzione è falsa. In conclusione, le due asserzioni non possono essere entrambe vere. Ora, per definizione, le regole della logica classica portano a trarre solo inferenze valide. Di conseguenza, a meno di supporre che nella nostra mente esistano regole logiche per trarre inferenze non valide, l'esistenza delle illusioni inferenziali ci porta a concludere che il nostro ragionamento non è guidato da una logica mentale.

Gli psicologi del ragionamento hanno sviluppato delle teorie alternative a quella logicista. In particolare, secondo la teoria dei modelli mentali proposta da Johnson-Laird (per un'introduzione, v. Johnson-Laird, Girotto e Legrenzi, 1999), le nostre inferenze quotidiane possono essere logicamente valide, senza dover essere per questo attribuite all'applicazione di regole logiche. Tuttavia, dati i limiti della nostra memoria di lavoro, commettiamo degli errori sistematici di ragionamento, come le illusioni. Tali errori, però, non devono essere attribuiti all'applicazione di regole

Vittorio Girotto

logicamente invalide, ma alla nostra difficoltà a rappresentarci in modo completo tutti i modelli delle premesse (v. anche Johnson-Laird, Girotto e Legrenzi, 2004).

3. Gli errori nel ragionamento probabilistico.

Nello studio del ragionamento deduttivo si è così passati da una visione logicista ad una visione più realistica delle nostre capacità di pensiero. Una simile modificazione si è verificata anche nello studio del ragionamento probabilistico. Numerosi lavori hanno infatti dimostrato i limiti del nostro ragionamento in condizioni di incertezza (v. Tversky e Kahneman, 1974), mettendo così in crisi la visione tradizionale che presupponeva una nostra impeccabile capacità di fornire giudizi probabilistici corretti (v. Piattelli-Palmarini, 1994). Negli ultimi anni, però, è emersa una visione radicalmente pessimista del ragionamento probabilistico. Secondo questa visione, fondata su un argomento evoluzionista, la specie umana sarebbe intrinsecamente incapace di ragionare correttamente sulle probabilità (Cosmides e Tooby, 1996; Gigerenzer e Hoffrage, 1995). Tale argomento può essere così riassunto:

La probabilità di un evento singolo è inosservabile.
L'evoluzione naturale non ha prodotto dei meccanismi cognitivi dedicati al trattamento di informazioni che non sono osservabili.
Di conseguenza:
L'evoluzione naturale non ha prodotto dei meccanismi cognitivi dedicati al trattamento dell'informazione probabilistica.

Questa conclusione sembra corroborata dalla dimostrazione che la maggior parte delle persone non è in grado di calcolare la probabilità di eventi singoli. Consideriamo il problema 2:

E' allo studio un test per la diagnosi di una nuova malattia. Ecco le informazioni relative alla malattia e i risultati del test:
-Una persona sottoposta al test ha il 4% di probabilità di aver contratto la malattia.
-Se una persona ha contratto la malattia, ha il 75% di probabilità di avere una reazione positiva al test.
-Se una persona non ha contratto la malattia, ha comunque il 12.5% di probabilità di avere una reazione positiva al test.
Immagina che Paolo venga sottoposto al test. Se ha una reazione positiva, qual è la probabilità che abbia contratto la malattia?

La grande maggioranza delle persone cui viene presentato questo problema, compresi medici e studenti di prestigiose università americane (Casscells, Schoenberger e Grayboys, 1978), non lo risolve. La risposta tipica è "75%". Si tratta di una soluzione

Gli errori nel ragionamento

molto lontana da quella corretta, cioè “20%”³. Errori di questo tipo potrebbero indurci a delle amare considerazioni circa la competenza di persone che, per la professione esercitata, dovrebbero essere in grado di fornire delle valutazioni diagnostiche adeguate (Eddy, 1982, Motterlini e Crupi, 2005). In ogni caso, questo tipo di errori sembra corroborare l’argomento evoluzionista circa la nostra intrinseca incapacità di trarre inferenze probabilistiche corrette. La fondatezza di tale argomento sembra ulteriormente dimostrata da un’altra serie di risultati sperimentali. Se i nostri antenati ominidi non potevano osservare le probabilità di eventi singoli (per es. la probabilità che una tribù vicina avesse delle intenzioni ostili), potevano, tuttavia, osservare la ripetizione di eventi reali e registrarne le frequenze (per es. “Nelle ultime 20 volte che siamo andati a caccia nelle montagne opposte al sole, abbiamo catturato la preda 5 volte”). Per questo motivo, secondo gli psicologi evoluzionisti, possiamo supporre che la nostra mente sia dotata di un meccanismo innato per trattare le frequenze osservate. Consideriamo il problema 3:

E’ allo studio un test per la diagnosi di una nuova malattia. Ecco le informazioni relative alla malattia e i risultati del test:

-4 persone su 100 avevano contratto la malattia.

-3 delle 4 persone che avevano contratto la malattia hanno avuto una reazione positiva al test.

-12 delle 96 persone che non avevano contratto la malattia hanno comunque avuto una reazione positiva al test.

100 persone sono ora sottoposte al test. In questo gruppo di 100 persone, ci attendiamo che ___ persone avranno una reazione positiva, tra le quali ___ avranno contratto la malattia.

Contrariamente al problema 2, nel quale le informazioni erano relative a probabilità di casi singoli (per es. “Una persona ha il 4% di probabilità di aver contratto la malattia”), nel problema 3 tutte le informazioni riguardano frequenze di osservazioni (per es. “4 persone su 100 avevano contratto la malattia”). Ora, come predetto dagli psicologi evoluzionisti, una buona parte delle persone è in grado di risolvere quest’ultimo problema. Sembra infatti abbastanza semplice concludere che ci saranno in tutto 15 (cioè 3 + 12) persone con reazione positiva e che, tra queste 15, ce ne saranno 3 realmente ammalate.

La tesi evoluzionista appare convincente e, in effetti, ha convinto molti, in particolare molti non specialisti di psicologia del pensiero (ad es. Nozick, 1993; Pinker, 1997). Tuttavia, per quanto siano affascinanti, le spiegazioni darwiniane dei

³ Da un punto di vista formale, il problema può essere risolto applicando la regola di Bayes. Definendo H l’ipotesi “Paolo malato”, -H l’ipotesi “Paolo sano”, e D il dato “Paolo positivo”, allora $p(H|D)$, cioè la probabilità condizionata che Paolo sia malato se è positivo, sarà:

$$\begin{aligned} p(H|D) &= \\ &= \frac{p(D|H) \times p(H)}{[p(D|H) \times p(H) + p(D|\text{non-H}) \times p(\text{non-H})]} \\ &= \frac{(75\% \times 4\%)}{[75\% \times 4\% + 12,5\% \times (100\% - 4\%)]} \\ &= 3\% / (3\% + 12\%) \\ &= 20\% \end{aligned}$$

processi mentali superiori corrono il rischio di sottostimarli, specialmente se li misurano usando problemi la cui soluzione richiede l'applicazione di competenze apprese, come la comprensione di enunciati scritti e il calcolo effettuato su informazioni numeriche⁴.

Se usciamo dalla prospettiva evolucionista, possiamo notare che il problema 3 differisce dal problema 2 in alcuni elementi strutturali, e possiamo chiederci se la maggior facilità del primo rispetto al secondo dipende da tali elementi, invece che dal modo cui si sono evoluti i nostri antenati ominidi. In effetti, nel problema 3, i dati relativi alle frequenze sono dei numeri interi, e la domanda richiede esplicitamente il calcolo di un rapporto che corrisponde alla soluzione corretta ("ci attendiamo che X persone avranno una reazione positiva, e che, tra queste, Y persone avranno contratto la malattia"). Invece, nel problema 2, i dati relativi alle probabilità sono espressi da delle percentuali e la domanda non richiede esplicitamente il calcolo di un rapporto. Ora, non c'è nessuna ragione teorica per identificare le probabilità con le percentuali e per porre domande come quella usata nel problema 2. Possiamo, infatti, trasformare tale problema nel problema 2':

E' allo studio un test per la diagnosi di una nuova malattia. Ecco le informazioni relative alla malattia e i risultati del test:

-Una persona sottoposta al test ha 4 possibilità di aver contratto la malattia.

-3 di queste 4 possibilità di aver contratto la malattia sono associate ad una reazione positiva al test.

-12 delle rimanenti 96 possibilità di non aver contratto la malattia sono ugualmente associate ad una reazione positiva al test.

Immagina che Paolo venga sottoposto al test. Sul totale di 100 possibilità, Paolo avrà ___ possibilità di avere una reazione positiva al test, ___ delle quali saranno associate alla presenza della malattia.

Come si vede, nel problema 2' le probabilità sono espresse in termini di possibilità (chances), cioè con dei numeri interi e non con delle percentuali. Inoltre, la domanda posta ha la stessa forma della domanda posta nel problema 3 (quello frequentista). In entrambi i casi, cioè, viene chiesto il calcolo esplicito di un rapporto. In particolare, nel problema 2' viene prima chiesto di calcolare il denominatore (cioè l'insieme delle possibilità di avere una reazione positiva) e poi il numeratore (cioè il sottoinsieme di possibilità che la reazione positiva sia accompagnata dalla presenza della malattia). In altre parole, la domanda del problema 2' richiede di calcolare separatamente i due termini del rapporto di probabilità che conduce alla risposta corretta (cioè "3 possibilità su 15"). Con questo tipo di dati e di domanda, in effetti, il problema 2' è risolto dalla maggioranza delle persone interrogate, anche se si tratta di un problema che richiede la stima della probabilità di un caso singolo e non la predizione di una frequenza (v. Girotto e Gonzalez, 2001).

Vi è un'ulteriore possibilità di eliminare gli errori nella risoluzione di questo tipo di problemi. Invece di chiedere alle persone di valutare la probabilità che Paolo

⁴ Un'ipotesi evolucionista sul ragionamento deduttivo è stata presentata da Cosmides (1989). Un'analisi critica e dei risultati che contraddicono quest'ipotesi si trovano in Sperber e Girotto (2002, 2003).

Gli errori nel ragionamento

sia ammalato se ha una reazione positiva, possiamo chiedere loro di valutare la probabilità che Paolo sia ammalato contro la probabilità che sia sano. Per esempio, possiamo chiedere:

Immagina che Paolo venga sottoposto al test. Se ha una reazione positiva, ci saranno ___ possibilità che la malattia sia associata a questa reazione, contro ___ possibilità che nessuna malattia sia associata a questa reazione.

Questo tipo di domanda, che possiamo definire distributiva, riflette un modo usuale di esprimere l'incertezza nella vita quotidiana. Per esempio, quando facciamo una scommessa, "distribuiamo" il nostro giudizio su due ipotesi diverse: "Scommetto 20 a 1 che la squadra A batterà la squadra B". Tali espressioni appaiono del tutto naturali, e ne troviamo delle tracce anche in opere precedenti lo sviluppo della moderna teoria della probabilità, come testimonia, per esempio, il seguente verso di Shakespeare:

"Twenty to one then he is shipped already".
("Venti a uno, allora, è già partito con la nave").
(Shakespeare, The Two Gentlemen of Verona, I, 1)

Dato che il problema 2' indica le possibilità di avere la reazione positiva se si è malati (3) e se non si è malati (12), non dovrebbe essere difficile rispondere alla domanda distributiva, assegnando 3 possibilità all'ipotesi di avere la malattia e 12 possibilità all'ipotesi di non averla. In effetti la quasi totalità delle persone interrogate risponde correttamente alla domanda distributiva, malgrado si tratti di un problema di probabilità su di un caso singolo (Giroto e Gonzalez, 2001).

Questi e altri risultati (Johnson-Laird, Legrenzi, Giroto, Legrenzi e Caverni, 1999; Giroto e Gonzalez, 2002; 2005) dimostrano che gli errori di ragionamento probabilistico non dipendono dal tipo d'informazione che gli individui devono elaborare (probabilità di casi singoli vs. frequenze di osservazione). Dimostrano inoltre che la nostra competenza di ragionamento non è limitata al trattamento delle frequenze, come presuppone invece l'ipotesi evolucionista.

4. Conclusioni

Le nostre capacità di ragionamento deduttivo e probabilistico sono evidenti: la logica e il calcolo delle probabilità sono pur sempre dei prodotti della mente umana. E' altrettanto evidente, però, che la nostra capacità di trarre inferenze è limitata. Se fossimo completamente razionali, dovremmo commettere pochi errori e questi dovrebbero essere simili ai lapsus linguistici e non sistematici come le illusioni inferenziali. Tuttavia, la dimostrazione che commettiamo degli errori sistematici in alcuni problemi non significa che i nostri processi di ragionamento siano intrinsecamente irrazionali. Da un lato, siamo in grado di comprendere e di accettare la spiegazione dei nostri errori. Dall'altro lato, tali errori non sono le conseguenze inevitabili dei limiti che l'evoluzione ha imposto alla nostra mente. Più plausibilmente, e più prosaicamente, sono le conseguenze della nostra difficoltà a rappresentarci in modo completo delle informazioni complesse.

Vittorio Girotto

Riferimenti bibliografici

- Casscells, W., Schoenberger, A., Grayboys, T. (1978). Interpretation by physicians of clinical laboratory results. *New England Journal of Medicine*, 299, 999-1000.
- Cosmides, L. (1989). The logic of social exchange: Has natural selection shaped how humans reason? Studies with the Wason selection task. *Cognition*, 31, 187-276.
- Cosmides, L., Tooby, J. (1996). Are humans good intuitive statisticians after all? Rethinking some conclusions from the literature on judgment under uncertainty. *Cognition*, 58, 1-73.
- Eddy, D. M. (1982). Probabilistic reasoning in clinical medicine: Problems and opportunities. In D. Kahneman, P. Slovic, & A. Tversky (Eds) *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Gigerenzer, G., Hoffrage, U. (1995). How to improve bayesian reasoning without instruction: Frequency format. *Psychological Review*, 102, 684-704.
- Girotto, V. (1994). *Il ragionamento*. Bologna, Il Mulino.
- Girotto, V., Gonzalez, M. (2001). Solving probabilistic and statistical problems: A matter of information structure and question form. *Cognition*, 78, 247-276.
- Girotto, V. Gonzalez, M. (2002). Chances and frequencies in probabilistic reasoning: Rejoinder to Hoffrage, Gigerenzer, Krauss and Martignon. *Cognition*, 84, 353-359.
- Girotto, V. Gonzalez, M. (2005). Probabilistic reasoning and combinatorial analysis. In V. Girotto, & P. N. Johnson-Laird (Eds) *The shape of reason*. Hove, Psychology Press
- Johnson-Laird, P.N., Girotto, V., Legrenzi, P. (1999). Modelli mentali: una guida facile per il profano. *Sistemi Intelligenti*, 11, 63-83.
- Johnson-Laird, P.N., Girotto, V., Legrenzi, P. (2004) Reasoning form inconsistency to consistency. *Psychological Review*, 111, 640-661.
- Johnson-Laird, P.N., Legrenzi, P., Girotto, V., Legrenzi, M. (2000) Illusions in reasoning about consistency. *Science*, 288, 531-532.
- Johnson-Laird, P. N., Legrenzi, P., Girotto, V., Sonino-Legrenzi, M., Caverni, J. P. (1999). Naive probability: A model theory of extensional reasoning. *Psychological Review*, 106, 62-88.
- Motterlini, M., Crupi, V. (2005). *Errore e decisione in medicina: un approccio cognitivo*. Milano, Cortina.
- Nozick, R. (1993). *The nature of rationality*. Princeton, Princeton University Press.
- Piattelli-Palmarini, M. (1994). *Inevitable illusions*. New York, Wiley.
- Pinker, S. (1997). *How the mind works*. New York: Norton; trad. it. *Come funziona la mente*. Milano, Mondadori, 2000.
- Rumiati, R., Bonini, N. (2001). *Psicologia delle decisioni*. Bologna, Il Mulino.
- Simon, H.A. (1983). *Reason in human affairs*. Stanford, Stanford University Press; trad. it. *La ragione nelle vicende umane*, Bologna, Il Mulino, 1984.
- Sperber, D., Girotto, V. (2002). Use or misuse of the selection task? *Cognition*, 85, 277-290.
- Sperber, D., Girotto, V. (2003) Does the selection task detects cheater-detector? In J. Fitness, J. & K. Sterelny, (Eds) *From mate to mentality. evolutionary psychology*, Macquarie Monographs in Cognitive Science, Hove, Psychology Press.
- Tversky, A., Kahneman, D. (1974). Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. *Science*, 185, 1124-1131.