ISSN 1125-856X

Cassazione penale

direttore scientifico **Domenico Carcano**
condirettore **Mario D'Andria**
LXI – novembre 20**21**, n° **11**

II 2021

estratto

CONTROLLO DI IPOTESI ATTRAVERSO DOMANDE

di Paolo Cherubini

GIUFFRÈ
Giuffrè Francis Lefebvre

A cura di GIULIO UBERTIS

506 CONTROLLO DI IPOTESI ATTRAVERSO DOMANDE

Hypothesis-testing by questioning

Lo studio delle domande dicotomiche usate per controllare la veridicità o falsità di ipotesi è un tema a cavallo tra la psicologia cognitiva e la statistica, con formalizzazioni matematiche anche complesse, che possono scoraggiare il lettore interessato ma esterno a quelle discipline. In questo modo si perde di vista l'utilità pratica degli importanti risultati che quell'area di studi ha conseguito per chi più li troverebbe utili: chi le domande di controllo di ipotesi le deve fare per professione, come magistrati, investigatori, avvocati, ma anche medici e politici. In questo articolo adotto un livello di formalismo minimo, ma sufficiente a cogliere i principali risultati di questi studi, a fini pratici. Dopo aver fornito le coordinate per classificare le diverse tipologie di domande, se ne descrivono le proprietà logiche e i possibili trabocchetti psicologici in cui possono indurre, formulando alcuni suggerimenti su come evitarli.

Research on dichotomic questions for testing hypotheses is a mature field of study jointly pursued by cognitive psychology and statistics. Currently, it encompasses highly sophisticated mathematical formalizations, which can disincentive readers that have an interest in the topic, but do not have an expertise in those disciplines. Consequently, most of the practical usefulness of hypothesis-testing studies is not conveyed to people who more than everyone else could capitalize on their findings, including everyday professionals of hypothesis-testing: judges, detectives, lawyers, but also medics and politicians. In this paper I use the minimal possible amount of formalism, strictly limited to what is necessary to grasp the main findings of practical import. After setting the basic coordinates for classifying and recognizing the different typologies of hypothesis-testing questions, the paper describes their logical properties and the psychological biases that they can cause, with some advice on how to avoid them.

di **Paolo Cherubini**
Professore ordinario di psicologia generale - Università di Milano Bicocca

1. COORDINATE CONCETTUALI

Dopo gli esordi negli anni '60 del Novecento con i classici studi di Peter Wason, padre delle prime scoperte sui meccanismi cognitivi che inducono il *confirmation bias*, gli studi sul controllo umano di ipotesi hanno adottato un linguaggio probabilistico di tipo bayesiano [1]. Ricapitoliamo pochi capisaldi di quel linguaggio, necessari per affrontare il tema con sintesi, ma senza sacrificare la precisione. Nella prospettiva bayesiana l'atomo fondamentale di ogni ipotesi, teoria, o concetto, quale che siano i loro contenuti specifici, è l'associazione direzionata tra un antecedente ipotetico (che chiamiamo H) e un conseguente ipotetico osservabile (che chiamiamo D). Quest'atomo si può combinare in una miriade di molecole complesse, fatte di associazioni elementari: queste *reti bayesiane* prendono il nome di *Grafi Direzionati Aciclici* (DAG), e sono oggi ritenute tra i migliori strumenti per costruire rappresentazioni formali di nessi causali probabilistici, e per formalizzare diversi stili di ragionamento causale (come per

———

[1] Per un'introduzione a questa area di studi, si veda CHERUBINI, BRICOLO, REVERBERI, *Psicologia Generale*, Raffaello Cortina Editore, 2021, capitolo 7, paragrafi da 7.3 a 7.3.2, e da 7.6 a 7.6.3.

esempio il ragionamento controfattuale) (2). Ma in questa sede ci interessa solo l'atomo elementare:

Figura 1. L'associazione direzionata tra un antecedente ipotetico H e una sua possibile conseguenza osservabile D è l'atomo fondamentale di ogni Grafo Direzionato Aciclico (DAG), o *rete bayesiana*, che è oggi il principale strumento per illustrare e formalizzare relazioni causali.

Il nodo H – l'antecedente ipotetico – è una proposizione il cui referente è purtroppo inosservabile, e quindi su cui, prima di acquisire dati a riscontro, non possiamo che esprimere una fiducia *a priori*: modellata come probabilità p(H) che H sia vera. Per esempio, se H è "Tizio ha di recente commesso un furto", prima di raccogliere qualsiasi osservazione D, non possiamo che avere un certo grado di "sospetto", esprimibile per esempio con la fiducia p(H)=0,1=10% (3). Ogni H, pur inosservabile nel suo referente, deve consentire previsioni *osservabili*, che chiamiamo D. Nell'esempio, D potrebbe essere "Tizio è in possesso della refurtiva", nel qual caso la connessione tra H e D esprime la regola ponte "Se qualcuno ha da poco commesso un furto, probabilmente è in possesso della refurtiva". L'arco tra H e D è quantificato da due *probabilità condizionate* o *likelihood*: p(D|H) (che si legge "probabilità che il conseguente ipotetico D sia vero qualora l'antecedente ipotetico H fosse vero") e p(D|¬H) che si legge "probabilità che D sia vero qualora H sia falsa"). In figura 2 rivestiamo di contenuti e numeri esemplificativi l'atomo di figura 1:

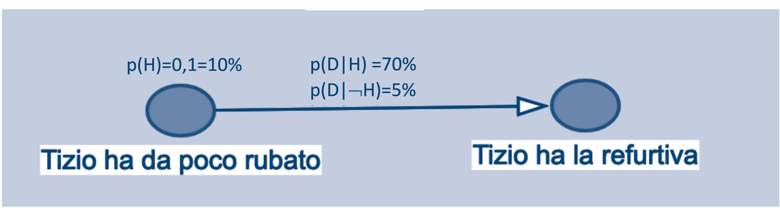

Figura 2. L'atomo di figura 1 rivestito di contenuti e valori esemplificativi. L'antecedente ipotetico è che Tizio abbia commesso un furto, sospetto qui quantificato con una probabilità a priori p(H) pari al 10%. Il conseguente ipotetico osservabile D è che sia in possesso della refurtiva. L'arco che connette H a D deve essere quantificato con due *likelihood*: la probabilità che si osservi D se H è vera, p(D|H), qui posta al 70%, e la probabilità che si osservi D se H è falsa, p(D|¬H), qui posta al 5%. Il rapporto tra questi due valori si chiama *rapporto di verosimiglianza* o LR (iniziali di *likelihood ratio*). Il suo logaritmo è il *logLR*, una delle principali misure di *forza diagnostica* di un dato.

———

(2) Pearl, Mackenzie, *The book of why*, Basic Books, 2018, cap. 1 e 8.

(3) Ogni valore numerico usato in questo articolo non ha alcun significato, e non vuole avere alcuna plausibilità; i numeri qui sono solo strumenti esemplificativi dei passaggi logici sottostanti. Non così nei DAG professionali, usati in molti contesti come supporti automatici alla decisione (per il contesto giuridico, si veda per esempio Aitken, Taroni, Bozza, *Statistics and the Evaluation of Evidence for Forensic Scientists*, 2020, Wiley).

Questi sono tutti gli elementi essenziali per capire cosa si intenda con *domanda dicotomica per il controllo di ipotesi* (sinteticamente dette *test per il controllo di ipotesi*): consiste nel chiedere, o chiedersi, se D sia vero o falso, al fine di rafforzare o indebolire la propria fiducia in H. Nell'esempio, può essere la domanda "Tizio è in possesso della refurtiva?". La risposta, "sì" o "no", guida la *revisione di fiducia* verso l'antecedente ipotetico H, seguendo i dettami della *regola di Bayes* (Eq. 1), motore inferenziale centrale della statistica bayesiana. Dati gli elementi illustrati in figura 2, la regola calcola la *probabilità a posteriori* p(H|D) (che si legge "probabilità che H sia vera se D è vera") e p(H|¬D) ("probabilità che H sia vera se D è falsa"):

Eq. 1 [4]

$$p(H|D) = \frac{p(H)p(D|H)}{p(D)}$$

Ammettendo che Tizio sia stato trovato in possesso della refurtiva (risposta "sì" alla domanda *test*), utilizzando le probabilità (qui espresse come % per semplicità) esemplificate in figura 2 e inserendole nell'equazione 1, il "sospetto" verso la sua colpevolezza sale dal 10% iniziale, al 69%:

$$p(colpevole|refurtiva) = \frac{10\% \ \times 70\%}{10\% \times 70\% + 90\% \times 5\%} = 69\%$$

Se invece la risposta fosse stata "no, Tizio non è in possesso della refurtiva", il "sospetto" sarebbe sceso dal 10% iniziale al 3%. Infatti, se, come indicato nell'esempio in figura 2, p(D|H)=70%, allora p(¬D|H) è il suo complemento, cioè 30%; e simmetricamente se come indicato in figura 2 si ipotizza p(D|¬H) = 5%, allora p(¬D|¬H)=95%; inserendo questi valori nell'equazione 1 si ottiene:

$$p(colpevole|\neg refurtiva) = \frac{10\% \ \times 30\%}{10\% \times 30\% + 90\% \times 95\%} = 3\%$$

Queste revisioni di fiducia sono graficamente e metaforicamente illustrate con una "bilancia bayesiana" nella figura 3: il dato osservato, D o ¬D, può essere concepito come "il peso della prova"; può essere più o meno pesante, e sposta di conseguenza la fiducia verso l'ipotesi.

———

(4) Il denominatore, p(D), va calcolato secondo questa formula: p(D) = p(H) × p(D|H) + p(¬H) × p(D|¬H). Le successive applicazioni numeriche di Eq. 1 pongono al denominatore la forma esplicita qui illustrata.

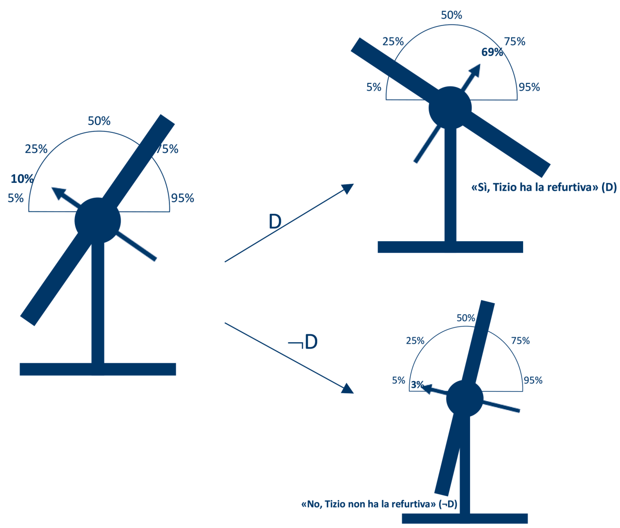

Figura 3. La revisione di fiducia *a posteriori*. La bilancia a sinistra illustra la fiducia a priori che Tizio sia colpevole, p(H)=10%. L'arrivo del dato, D o ¬D, è un peso che viene posto o sul piatto di destra (D), o su quello di sinistra (¬D), spostando la fiducia a posteriori rispettivamente al 69% o al 3%.

Naturalmente, ogni H ha più di una conseguenza osservabile, e la domanda dicotomica su *ciascuna* di esse è un test di H (figura 4): ogni risposta avrà un suo "peso", e revisionerà di conseguenza la fiducia verso H. In questo, la logica della revisione bayesiana incarna bene il principio che gli elementi indiziari debbano essere molteplici e concordanti, per sostenere un elevato convincimento verso l'ipotesi accusatoria.

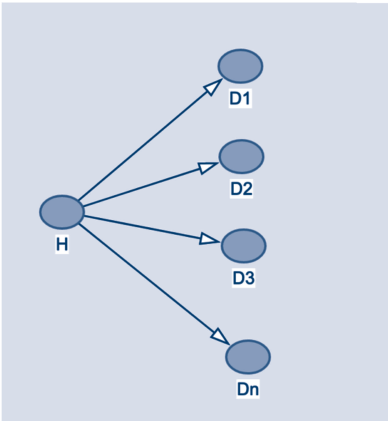

Figura 4. Ogni antecedente ipotetico ha più di una conseguenza osservabile, qui illustrate con molti conseguenti ipotetici D, da 1 a *n*. Il controllo di ciascuno di esse è un test dell'ipotesi, e la forza diagnostica di ogni riscontro su ogni D si accumula, contribuendo globalmente alla revisione di fiducia verso H.

Come ultimo tassello di questa premessa, è utile, per descrivere compiutamente una domanda dicotomica, non solo avere le due *likelihood* p(D|H) e p(D|¬H) ma anche il *logaritmo del rapporto di verosimiglianza* (normalmente indicato con *logLR*, dove LR sono le iniziali di *likelihood ratio*):

Eq. 2
$$logLR(D_H) = log_2 \frac{p(D|H)}{p(D|\neg H)}$$

Il logLR, espresso in *bit* (unità di misura dell'informazione [5]), è la più semplice e la più comune delle misure di *diagnosticità* di un dato D, cioè di quanto l'osservare quel dato sposti la fiducia verso H: misura "il peso della prova". Quando il logLR è positivo (cioè, il LR è superiore a 1), D aumenta la fiducia in H, tanto di più quanto più è alto il suo valore: in quel caso si dice che D è un dato *confermante H*. Quando logLR è negativo (cioè, il LR è superiore a 0 ma inferiore a 1), D abbassa la fiducia in H, tanto di più quanto più è basso il suo valore: in qual caso D è *falsificante H*. Se logLR è pari a 0, il dato è irrilevante: non sposta la fiducia nell'ipotesi. Infatti, logLR=0 si ottiene solo quando p(D|H) = p(D|¬H): e se un fatto ha la stessa probabilità di verificarsi sia quando un'ipotesi è vera, sia quando è falsa, allora quel fatto non aiuta a determinare la verità o falsità dell'ipotesi. Applicando l'equazione 2, si calcola che nell'esempio prima sviluppato la risposta "sì" apportava 3,81 *bit* di informazione confermante:

$$logLR(D_H) = log_2 \frac{70\%}{5\%} = 3{,}81\ bit$$

La risposta "no" apportava 1,66 *bit* di informazione falsificante:

$$logLR(\neg D_H) = log_2 \frac{30\%}{95\%} = -1{,}66\ bit$$

———

(5) L'accezione più comune di *bit* è quella di *binary digit*, 1 o 0. Quella accezione è corretta, ma non è la definizione primitiva: piuttosto, è derivata dal concetto di *bit di informazione* nella teoria matematica dell'informazione di Claude Shannon (1948). Un *bit* è definito come la *quantità di informazione che consente di discriminare con certezza tra due ipotesi equiprobabili*. Per esempio, lanciando una moneta, prima di vedere il risultato, ci sono due ipotesi equiprobabili su quale esso sia: testa o croce, con p(testa)=p(croce)=50%. Vedere il risultato porta alla certezza verso l'una o l'altra ipotesi: quindi, l'atto di vedere il risultato veicola esattamente 1 *bit* di informazione. Se le monete lanciate e non viste sono 2, le ipotesi equiprobabili sono 2^2=4, e cioè TT, TC, CT, CC, ciascuna con probabilità pari al 25%. Per definizione, vedere entrambe le monete veicolerà 2 *bit* di informazione. Se le monete lanciate sono 3, le ipotesi equiprobabili saranno 2^3=8 (ciascuna con il 12,5% di probabilità), e i *bit* di informazione veicolati dal vederle saranno 3. E così via: si può vedere che i *bit* apportati dal "vedere le monete" (cioè, raggiungere la certezza entro un dominio di ipotesi in cui inizialmente vigeva la massima incertezza) coincidono con l'*esponente* a cui si eleva il numero 2 per calcolare il numero di possibili ipotesi: quindi, traendo il logaritmo in base 2 del numero di ipotesi equiprobabili, otteniamo il numero di *bit* di informazione necessari per dissipare quell'incertezza. La teoria matematica dell'informazione ha oggi un notevole grado di sviluppo, ed è una delle due basi teoriche dell'informatica (l'altra è la teoria della computazione). La si riconduce a Shannon, *A mathematical theory of communication*, 1948, in *The Bell system technical journal*, 27(3), 379-423. Per chi desidera avvicinarvisi con approccio più storico-narrativo e meno tecnico, suggerisco la dissertazione *The essential message*, di Guizzo, liberamente scaricabile da *https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/39429/54526133-MIT.pdf?sequence=2*

Al di là dei calcoli, il diverso peso dei due possibili esiti, D e ¬D, può essere intuito in due modi. Il primo è che i 3,81 *bit* di D sono in grado di moltiplicare per quasi 7 la fiducia iniziale in H (da 10% a 69%), mentre i -1,66 *bit* di ¬D indeboliscono H, ma dividendone la fiducia iniziale di poco più di 3 (da 10% a 3%). Il secondo modo consiste nel fatto che i numeri usati nell'esempio, per quanto arbitrari, catturano almeno in parte l'intuizione comune di un caso simile: trovare la refurtiva addosso a un sospetto (D) è un forte segnale di colpevolezza; non trovarla (¬D), è sì un segnale di non colpevolezza, ma meno forte (può essersene sbarazzato in molti modi). In figura 5 illustro il concetto sulla "bilancia bayesiana".

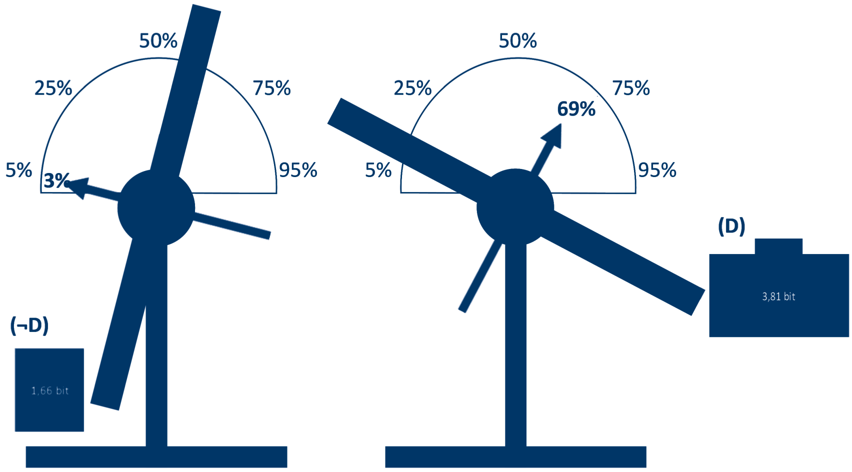

Figura 5. Rispetto alla posizione iniziale della bilancia bayesiana, illustrata nella parte a sinistra della figura 3, nell'esempio finora sviluppato il peso di D sposta il braccio molto di più del peso di ¬D. L'intuizione del diverso peso che possono avere gli elementi indiziari è ben catturata, nei modelli formali, dalla misura in *bit* del loro contenuto informazionale. L'ES dell'Eq. 3, che nell'esempio vale 1,91 *bit*, può essere figurativamente concepito come l'ammontare totale dei possibili spostamenti dell'ago della bilancia: l'arco che va da 3% a 69%. Tanto più è ampio questo arco, quanto più una domanda è informativa.

La forza diagnostica degli indizi ci consente, infine, di introdurre un indicatore sintetico della *qualità diagnostica* di una domanda dicotomica (prima ancora di conoscerne la risposta). La qualità della domanda è data dal suo *supporto atteso* (ES, *expected support*), che altro non è che la media del valore assoluto della forza delle due possibili risposte, pesata per le loro rispettive probabilità:

Eq. 3 $$ES(test\ su\ D) = p(D) \times |logLR(D)| + p(\neg D) \times |logLR(\neg D)|$$

Nell'esempio, la probabilità complessiva di D si compone di due parti: se Tizio è colpevole (10%), allora c'è un 70% di probabilità che abbia la refurtiva, per un complessivo 7% (70% del 10%); se Tizio non è colpevole (90%), allora comunque c'è il 5% di probabilità che abbia la refurtiva, per un complessivo 4,5% (5% del 90%). Sommando insieme, si ricava che la probabilità complessiva che tizio abbia la refurtiva, cioè p(D), è 7%+4,5%=11,5%; la probabilità che non l'abbia, p(¬D), è il suo complemento, cioè 88,5%. Sostituendo questi valori e il peso in bit dei due possibili riscontri, D e ¬D, nell'equazione 3, calcoliamo la qualità complessiva della domanda "Tizio ha la refurtiva?":

$$ES(Tizio\ ha\ la\ refurtiva?) = 11{,}5\% \times 3{,}81 + 88{,}5\% \times 1{,}66 = 1{,}91\ bit$$

Sulla bilancia bayesiana, il supporto atteso di una domanda può essere concepito come: "non sapendo che risposta otterrò da quella domanda, con la bilancia ferma nella sua posizione di partenza, quanto mi posso aspettare che il braccio si sposti dopo aver ottenuto una risposta, prendendo in considerazione sia gli spostamenti verso il piatto di destra, sia quelli verso il piatto di sinistra?". Maggiori sono questi "spostamenti" attesi, più informativa è la domanda.

Nel prosieguo userò esempi meno legati all'ambito giudiziario, per far cogliere l'aspetto *generale* di questi concetti: in particolare, userò domande volte a stabilire se una persona è o non è estroversa.

2. TIPI DI DOMANDE DICOTOMICHE DI CONTROLLO DI IPOTESI

Le domande dicotomiche si classificano lungo tre dimensioni:

1) La loro *diagnosticità*, misurata come ES: questa è una dimensione continua. Alcune domande sono "forti", con un elevato ES, altre hanno un potenziale informativo molto basso, o sono del tutto irrilevanti (ES uguale o vicino a 0). Per esempio, se H è "Caio è estroverso", è facile vedere come la domanda "gli piacciono le feste?" ha un ES senz'altro superiore a "gli piacciono gli spaghetti?"

2) La loro *direzione*: questa è una dimensione dicotomica, e prevede due tipologie, domande *positive* vs. domande *negative*. Le domande positive sono quelle che indagano la sussistenza di un fatto D che confermerebbe l'ipotesi: quindi, per le domande positive è la risposta "sì" che rafforza H, mentre "no" la indebolisce. Le domande negative sono quelle che indagano la sussistenza di un fatto D che falsificherebbe l'ipotesi: quindi, per quelle domande è la risposta "no" che rafforza H, mentre "sì" la indebolisce. Per esempio, la domanda "gli piacciono le feste?" è positiva ("sì" rafforza l'ipotesi "estroversione", "no" la indebolisce). Al contrario, la domanda "gli piacciono le passeggiate solitarie?" è negativa: "sì" indebolisce l'ipotesi estroversione, mentre "no" la rafforza [6].

3) Il loro livello di *asimmetria*: questa è una dimensione su tre livelli. Una domanda è *simmetrica* quando la forza delle sue possibili risposte "sì" è "no" è uguale o molto simile. Cioè, quando le due risposte, anche se una è falsificante e l'altra è confermante, hanno logLR di valore assoluto *molto vicino* (il caso in cui sia esattamente identico è più che altro un caso astratto, e molto raro fuori da situazioni di laboratorio). Come corollario, una domanda è

———

(6) Formalmente: una domanda è positiva quando indaga un fatto D tale per cui p(D|H)>p(D|¬H), cioè quando D ha logLR positivo, e ¬D ha logLR negativo. Viceversa, una domanda è negativa quando p(D|H)<p(D|¬H): cioè, D ha logLR negativo, mentre ¬D ha logLR positivo.

simmetrica quando indaga un fatto D tale per cui p(D|H) è il complemento, o molto vicino al complemento, di p(D|¬H). È *asimmetrica* in tutti gli altri casi. Tuttavia, è importante distinguere le domande asimmetriche in due categorie. Sono *domande asimmetriche confermanti* quelle in cui la forza della risposta che conferma H (a prescindere che sia "sì" o "no", cioè a prescindere che la domanda sia positiva o negativa) è *molto maggiore* della forza della risposta che la falsifica. Sono invece *domande asimmetriche falsificanti* quelle in cui la forza della risposta falsificante è *molto maggiore* di quella della risposta confermante. Per esempio: la domanda "gli piacciono le feste?" è simmetrica (anche se non siamo in grado di sapere se il logLR delle due risposte sia *esattamente* identico, è facile intuire che è senz'altro simile); la domanda "organizza feste in casa sua tutti i fine settimana?" è asimmetrica confermante (la risposta confermante, "sì", è certamente fortemente indiziaria verso H; la risposta falsificante, invece, è molto debole: si può ben essere estroversi senza organizzare feste ogni fine settimana); infine, la domanda "gli piace trascorrere da solo i sabati sera?" è asimmetrica falsificante (la risposta "sì" falsifica l'ipotesi di estroversione con molta più forza rispetto a quanto la risposta "no" la confermi). Il lettore avrà notato un altro aspetto delle domande asimmetriche: sembrano investigare fatti *rari e insoliti*. Per le domande asimmetriche confermanti, la risposta confermante, per quanto forte, è molto meno probabile di quella debole e falsificante: la risposta "no" alla domanda "organizza feste tutti i fine settimana?" è molto più frequente della risposta "sì". Viceversa, per le asimmetriche falsificanti, la forte risposta falsificante è molto più rara della debole risposta confermante: ponendo ripetutamente la domanda "le piace trascorrere da solo i sabati sera?", otterremmo molti più "no" (risposta confermante debole) che "sì" (risposta falsificante forte) (7).

La tabella 1 riporta la classificazione, con esempi sia formali sia informali, e consigli d'uso relativi alla dimensione "asimmetria".

	Domande Positive	**Domande Negative**	*Forza (ES)*	*Consigli d'uso*
Asimmetrica confermante	"Organizza feste ogni fine settimana?" p(D|H)=30% p(D|¬H)=3% logLR(sì)=3,32 *bit*, logLR(no)=-0,47 *bit*	"Lo imbarazza spogliarsi in pubblico?" p(D|H)=70% p(D|¬H)=97% logLR(no)=3,32 *bit*, logLR(sì)=-0,47 *bit*	Sale al crescere della fiducia in H. Esempio: Con p(H)=10%, ES=0,63 *bit*; con p(H)=50%, 5, ES=0,94 *bit*; con p(H)=90%, ES=1,25 *bit*.	Queste domande sono molto poco utili se la vostra preesistente fiducia nell'ipotesi è bassa, o media. Possono diventare utili, alla ricerca di "prove conclusive", quando la fiducia nell'ipotesi è già molto alta. Se siete molto incerti su H, sono preferibili domande simmetriche.

———

(7) Si può dimostrare che questa proprietà vale in tutti i casi in cui p(H)≥p(¬H). Quando p(H)<p(¬H), la relazione è più complessa: tanto più p(H) è bassa, tanto più forte deve essere la risposta forte rispetto a quella debole, per mantenere la proprietà di essere la meno probabile. Per esempio: poniamo che H sia "Sempronio è plurimilionario", con p(H) molto molto bassa: p(H)=1%. Poniamo poi D "guida utilitarie economiche", con p(D|H)=5%, e p(D|¬H)=60%. La domanda (negativa verso H) "lei guida utilitarie economiche?" ha forza della risposta confermante ("no") pari a $logLR(\text{no}) = log_2 \frac{95\%}{40\%} = 1{,}25$ *bit* mentre la risposta falsificante ("sì") ha $logLR(\text{sì}) = log_2 \frac{5\%}{60\%} = -3{,}58$ *bit*. La domanda è quindi asimmetrica falsificante. Ma la risposta forte, "sì", ha $p(\text{sì}) = 1\% \times 5\% + 99\% \times 60\% = 59\%$. Cioè, grazie al fatto che l'ipotesi ha una bassissima probabilità *a priori*, la risposta falsificante forte è anche più probabile (59% vs. 41%) rispetto alla risposta confermante debole.

	Domande Positive	**Domande Negative**	*Forza (ES)*	*Consigli d'uso*
Simmetrica	"Gli piacciono le feste?" p(D|H)=70% p(D|¬H)=30% logLR(sì)=1,22 *bit*, logLR(no)=-1,22 *bit*	"Gli piace la poesia?" p(D|H)=30% p(D|¬H)=70% logLR(no)=1,22 *bit*, logLR(sì)=-1,22 *bit*	È costante, e non dipende dalla fiducia in H. Nell'esempio: ES=1,22 *bit* per qualsiasi livello di p(H). Questa proprietà si mantiene per domande *quasi* simmetriche	Purché si scelga di porle su fatti rilevanti, e quindi con forza non irrisoria, queste domande sono da preferire quando si è molto incerti su H: cioè, quando non si ha idea di quale possa essere la sua probabilità *a priori*, come spesso avviene all'inizio di un controllo di ipotesi.
Asimmetrica falsificante	"Gli piace chiacchierare con gli amici?" p(D|H)=97% p(D|¬H)=70% logLR(si)=0,47 *bit*, logLR(no)= -3,32 *bit*	"Gli piace trascorrere da solo i sabati sera?" p(D|H)=3% p(D|¬H)=30% logLR(si)=-3,32 *bit*, logLR(no)=0,47 *bit*	Scende al crescere della fiducia in H. Esempio: Con p(H)=10%, ES=1,25 bit; con p(H)=50%, ES=0,94 *bit*; con p(H)=90%, ES=0,63 *bit*	Queste domande sono molto poco utili se la vostra fiducia nell'ipotesi è già alta. Possono essere molto utili quando la fiducia è bassa, perché in quel caso la risposta falsificante diventa più probabile, e – qualora la si ottenga – quella singola risposta porta a "escludere definitivamente" H.

Tabella 1. Classificazione delle domande dicotomiche, loro proprietà, e consigli d'uso per la dimensione *asimmetria*. Per ognuna delle sei tipologie di domande è mostrato un esempio testuale (l'ipotesi investigata concerne l'estroversione o meno di una persona), e dei parametri formali puramente esemplificativi. In base a quei parametri, nella colonna *forza*, dopo una descrizione informale delle proprietà di quella domanda, è calcolato l'ES applicando l'equazione 3. Per calcolare ES servono sia le p(D|H) e p(D|¬H), espresse nelle colonne 1 e 2, sia le p(H): qui si usano tre punti per p(H): 50% equivale alla massima incertezza, cioè totale ignoranza della probabilità a priori dell'ipotesi; 10% esprime una situazione in cui si ha scarsa fiducia nell'ipotesi; 90% esprime il caso in cui si è già accumulata una elevata fiducia nell'ipotesi. Infine, nella colonna *consigli* si descrive quando è più opportuno usare una tipologia di domanda, e quando un'altra, in funzione del livello di fiducia che si ha verso l'ipotesi. Si tenga presente che se nella vita reale, in molte professioni, è difficile o impossibile quantificare formalmente le probabilità e le *likelihood*, è comunque sempre possibile chiedersi "intuitivamente, la risposta confermante sarebbe molto più forte, o molto più debole, della risposta falsificante?": basta rispondere a questo quesito per classificare la domanda come asimmetrica confermante, simmetrica, o asimmetrica falsificante, e quindi seguire i consigli d'uso riportati nell'ultima colonna.

3. TENDENZE PSICOLOGICHE SPONTANEE NELLA SELEZIONE DELLE DOMANDE

Diverse ricerche empiriche hanno indagato sperimentalmente se gli esseri umani trattino tutte le domande *test* alla stessa stregua, o abbiano tendenze spontanee a preferirne alcune ad altre. Per fortuna in questa area di studi i risultati sono stati netti e concordanti. In primo luogo, anche senza aver studiato logica o calcolo delle probabilità, le persone hanno una certa sensibilità spontanea nell'intuire quale sia una buona domanda (in termini di ES), e quale una domanda meno informativa. Per valutare l'ipotesi estroversione, per esempio, sappiamo che chiedere ad una persona della quale non abbiamo alcuna idea (cioè, con p(H) ignoto, traducibile con 50%) "le piacciono le feste?" (ES=1,22 *bit* negli esempi della tabella 1) è decisamente più utile che chiedere "La imbarazza spogliarsi in pubblico?" (ES=0,94 *bit*). Questa sensibilità all'informatività della domanda non è perfetta: ma purtroppo la soglia, oltre la quale non distinguiamo intuitivamente quale domanda sia potenzialmente più utile, varia da contesto a contesto, e in base all'esperienza del contesto che ha colui o colei che sceglie la domanda.

Alcuni studi su materiali astratti (cioè, non influenzati da conoscenze precedenti) sembrano indicare che la soglia è tra 0,1 e 0,2 *bit* di ES [8]. Pur con la prudenza necessaria nel generalizzare risultati su compiti astratti per contesti concreti, questo ci fa essere molto fiduciosi che sicuramente un essere umano è in grado di distinguere spontaneamente tra una buona domanda con ES 1 bit, e una domanda debole con ES di soli 0,5 *bit*. Distinguere tra sfumature più lievi, però, per esempio tra domande con E.S. 0,5 *bit* o E.S 0,4 *bit*, non è affatto garantito (ma forse nemmeno utile, in contesti pratici).

Un'altra tendenza spontanea che converge con la logica avviene con le domande asimmetriche confermanti: ci viene spontaneo formulare quel tipo di domande soprattutto quando abbiamo già, grazie a dati raccolti in precedenza (o grazie a pregiudizi e stereotipi), un'elevata fiducia nell'ipotesi. Per esempio, se grazie a racconti precedenti siamo già quasi certi che Caio sia molto estroverso, sarà più facile che ci venga spontaneo chiedergli "organizzi feste ogni fine settimana?" piuttosto che "ti piacciono le feste?" [9]. Come abbiamo visto in tabella 1, questa tendenza è corretta, perché le asimmetriche confermanti hanno maggior valore quando p(H) è elevato.

Le altre tendenze note hanno una base solamente psicologica, e nessun correlato logico. In alcune situazioni ci espongono a qualche rischio (come vedremo). La più forte di queste tendenze è chiamata *controllo positivo*. L'altra, un po' meno forte, è la tendenza al *controllo estremo*.

3.1. Il controllo positivo e i rischi a cui ci espone

La dimensione *direzione* non ha un correlato logico. Che l'informazione a conferma o falsificazione arrivi da una risposta "sì", o da una risposta "no", non importa: ha lo stesso valore formale. Da un punto di vista psicologico, invece, abbiamo una forte preferenza a controllare le ipotesi formulando domande positive, invece che negative. Ci vengono più spontanee. La tendenza è talmente diffusa, forte, e "naturale" che molti lettori troveranno decisamente più "normali" – se l'obiettivo è valutare l'estroversione – gli esempi di domande nella colonna "Positive" della tabella 1, rispetto a quelli nella colonna "Negative". Anche se la tendenza è sempre forte, tende ad essere ancora maggiore all'*inizio* di un controllo di ipotesi. Quando abbiamo poche o nessuna informazione, poniamo solo o soprattutto domande su fatti *congruenti* con l'ipotesi, cioè fatti che ci aspettiamo probabili nel caso l'ipotesi sia vera: e queste domande sono, per definizione, positive. Quando le informazioni in nostro possesso sono già molteplici, e la fiducia verso l'ipotesi comincia a stabilizzarsi (verso l'alto o verso il basso), allora diventa più probabile formulare qualche domanda negativa, su fatti o caratteristiche incongruenti con l'ipotesi. Le ragioni (evoluzionistiche più che logiche) per cui è emersa questa

———

(8) Cherubini, Rusconi, Russo, Di Bari, Sacchi, *Preferences for different questions when testing hypotheses in an abstract task: Positivity does play a role, asymmetry does not*, 2010, Acta Psychologica. Le stime esplicite delle soglie fanno parte di materiale non pubblicato collegato ai risultati e ai compiti esposti nell'articolo. Stime di soglia sorprendentemente simili furono formulate, intuitivamente e senza far ricorso ad esperimenti, dagli illustri Alan Turing (uno dei padri della teoria della computazione) e Irving Good (uno dei principali statistici bayesiani), negli anni '40 del Novecento, quando svilupparono alcuni di questi concetti e li usarono per assisterli nella decrittazione dei codici Enigma dell'esercito tedesco.

(9) Trope, Thompson, *Looking for truth in all the wrong places? Asymmetric search of individuating information about stereotyped group members*, 1997, *Journal of Personality and Social Psychology*. Cameron, Trope, *Stereotype-biased search and processing of information about group members*, 2004, Social Cognition.

generale preferenza per domande positive sono state studiate da diversi autori, e sono abbastanza ben comprese: ma non le approfondiamo qui (10). Invece, è importante soffermarsi su un possibile rischio, presente in diverse situazioni in cui ci affidiamo solo o soprattutto a domande positive, senza avere piena consapevolezza di questa nostra parzialità nella scelta. Il rischio è che le domande positive, soprattutto se in interazione con altre normali tendenze psicologiche, possono provocare *confirmation bias*, cioè la tendenza a convincerci della bontà di un'ipotesi ben oltre quanto sarebbe logico alla luce delle informazioni a nostra disposizione (11). Qui esploriamo solo due di quei casi, i più rilevanti per il contesto giuridico: ma ne esistono altri.

3.1.1 Controllo positivo e sottostima delle assenze

Una domanda positiva indaga un fatto D tale per cui *se D si verifica, H è rafforzata, mentre se D non si verifica, H è indebolita.* Cioè, se adottiamo solo o soprattutto domande positive, le confutazioni dell'ipotesi che stiamo controllando sono solo o soprattutto *assenze*: fatti che non si sono verificati. Com'è noto, già a livello percettivo è più difficile notare un'assenza rispetto a una presenza (12): notare un'assenza richiede la rappresentazione mentale di "ciò che ci dovrebbe essere ma non c'è", mentre le presenze colpiscono direttamente i nostri sensi. Questa tendenza si sposta anche sul piano cognitivo: se siamo abbastanza precisi nello stimare quale *domanda* sia più forte di quale altra (v. paragrafo precedente), siamo invece piuttosto imprecisi nel valutare la forza confermatoria o falsificatoria dei fatti. Le nostre stime sono solo lontanamente correlate al logLR, cioè alla loro forza logica reale. Questa imprecisione in alcuni casi è sistematica: un caso eclatante è la sottostima dell'informazione apportata, per l'appunto, dal non verificarsi di un fatto, o dall'assenza di una caratteristica, o da una risposta verbale "negativa" che ne escluda la presenza (13). Per esempio, poniamo che per stimare l'estroversione di una persona ci venga in mente di controllare se:

D1) chiacchiera molto,
D2) va alle feste,
D3) attira l'attenzione.

Tutte e tre sono domande positive. Ora immaginiamo di scoprire che sì, chiacchiera molto, ma non va alle feste, né attua comportamenti per attirare l'attenzione. Avremo ottenuto una conferma e due falsificazioni. Ma le falsificazioni sono entrambe assenze (assenza del comportamento di andare alle feste, e assenza di comportamenti appariscenti). Se non notiamo queste due assenze (che equivale a dargli valore informazionale nullo, cioè a sottostimarle al massimo), o le notiamo ma le sottostimiamo, valutandole poco dal punto di vista informativo, confermeremo impropriamente l'ipotesi (figura 6 per lo sviluppo numerico dell'esempio).

———

(10) Oaksford, Chater, *Bayesian rationality: The probabilistic approach to human reasoning*, 2007, Oxford University Press. Klayman, Ha, *Confirmation, disconfirmation, and information in hypothesis testing*, 1987, *Psychological Review*.

(11) Nickerson, *Confirmation bias: A ubiquitous phenomenon in many guises*, 1998, *Review of General Psychology*. Nelson, McKenzie, *Confirmation bias*, 2009, *Encyclopaedia of Medical Decision Making*, SAGE.

(12) Sainsbury, Jenkins, *Feature-positive effect in discrimination learning*, 1967, *Proceedings of the annual convention of the American Psychological Association*, APA Press.

(13) Rusconi, McKenzie, *Insensitivity and Oversensitivity to Answer Diagnosticity in Hypothesis Testing*, 2013, *Quarterly Journal of Experimental Psychology*.

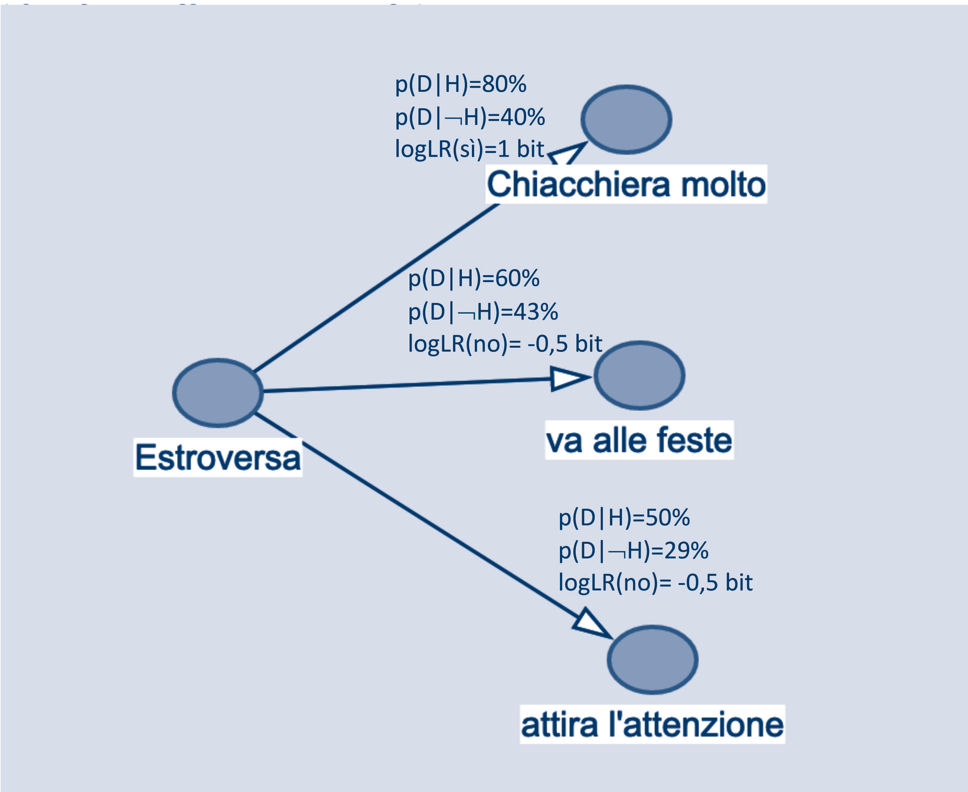

Figura 6. L'effetto della sottostima delle assenze. Se stimassimo correttamente la forza del "sì chiacchiera molto" (1 *bit*), e delle due assenze, "non va alle feste" e "non si comporta in modo da attirare l'attenzione" (-0,5 *bit* ciascuna), l'informazione totale ricevuta sarebbe esattamente di 0 *bit*: quindi, la fiducia iniziale verso l'ipotesi di estroversione non dovrebbe né aumentare, né ridursi. Ma se *non notassimo affatto* le due assenze, quindi sottostimandone al massimo il potere informativo, oppure le notassimo poco, quindi trattando i due dati falsificanti come se valessero 0 o quasi 0 *bit* ciascuno, alla fine ci illuderemmo di avere 1 *bit*, o quasi 1 *bit*, di informazione a favore dell'estroversione. Quanto sposta la fiducia 1 *bit* di conferma? Nel caso di massima incertezza verso l'ipotesi, traducibile con p(H)=50%, allora l'applicazione della regola di Bayes consente di calcolare p(H|D)= 67%: invece di rimanere ferma a 50%, come sarebbe successo se avessimo pesato adeguatamente le due assenze, la fiducia nell'ipotesi crescerebbe di 17 punti. In altre parole, cominceremmo a formarci l'idea che la persona in questione sia estroversa: e questa idea sarebbe completamente infondata, da un punto di vista logico.

Il suggerimento qui è di adottare una rigorosa disciplina metacognitiva: chiedersi sempre se i *test* che scegliamo di adottare siano positivi o negativi. Nel frequente caso in cui tutti o molti siano positivi (cioè, cerchiamo o abbiamo cercato soprattutto fatti congruenti con l'ipotesi), occorre porre massima accortezza nel dare l'appropriato peso alle assenze di alcuni di quei fatti cercati, o alle risposte negative ad alcune delle domande poste su quei fatti.

3.1.2. Controllo positivo e acquiescenza

L'acquiescenza è una tendenza psicologica spontanea, che porta le persone a rispondere più affermativamente, che negativamente, quando qualcuno gli pone delle domande, a prescindere da quale risposta dovrebbe seguire dalla semplice conoscenza dei fatti. È particolarmente presente in contesti sociali *asimmetrici*, cioè quando chi pone le domande ha uno *status* e un potere superiore a chi deve rispondere (o tale *status* e potere gli è attribuito da chi deve rispondere, a prescindere che tale attribuzione sia corretta o meno). Sono esempi di contesti asimmetrici i rapporti datore di lavoro – dipendente, medico – paziente, magistrato o agente di polizia – imputato, vittima, o teste. Da un punto di vista formale, possiamo concepire l'acquiescenza come una probabilità "aumentata" di ottenere la risposta "sì", anche quando la risposta sincera sarebbe "no" o "non so". È facile vedere l'effetto di questa tendenza quando interagisce con domande di controllo di ipotesi di tipo positivo: in quelle domande, per definizione, la risposta "sì" conferma l'ipotesi, e la risposta "no" la indebolisce. Quindi, se la probabilità di ricevere dei "sì" è sovrastimata da effetti di acquiescenza, allora automaticamente saranno sovrastimate le conferme ricevute [14]. Per esempio, immaginiamo un datore di lavoro che voglia controllare l'ipotesi "sono un bravo gestore delle risorse umane e i miei dipendenti mi stimano", e nel farlo adotti solo domande positive. Potrebbe andare in giro per l'azienda e chiedere a molti dipendenti cose come "sei contento delle tue mansioni?", "ti va bene l'incarico che ti ho fatto assegnare?", "apprezzi le nuove misure di welfare?", e altre domande positive di questo tipo. Salvo in caso di conflitto eclatante già manifesto dentro l'azienda, l'asimmetria del contesto sociale porterà la maggior parte dei dipendenti a rispondere "sì, certo": non necessariamente perché questa è la risposta sincera, ma per acquiescenza. Dal punto di vista di quell'imprenditore, però, questo aspetto è difficilmente considerato: le numerose e reiterate conferme lo porteranno a convincersi delle sue "ottime" doti di gestione del personale (tanto da farlo trasecolare se poi, in fase di conflitto aziendale, gli sarà rinfacciata scarsa capacità di gestione del personale).

L'acquiescenza in contesti asimmetrici non può essere contrastata: anche se si sottolinea a un teste l'importanza di rispondere solo alla luce dei fatti, è una tendenza spontanea, con componenti inconsce. Quindi il suggerimento qui è: nel caso le domande di controllo di ipotesi siano rivolta a persone (e non all'ambiente) in un contesto asimmetrico, sforzarsi sempre di formulare altrettante domande negative di quante se ne formulano di positive; e valutare con accortezza, e con massimo rigore, se una risposta affermativa a una domanda positiva può essere stata influenzata da acquiescenza. Se sì, è meglio sottostimare un poco il peso di quella risposta.

3.2 La strategia di controllo estremo e i rischi a cui ci espone

I test *estremi* sono controlli su D che hanno una p(D|H) sia vicina ai due estremi della scala di probabilità (cioè vicina a 100%, o vicina a 0%), sia più vicina a quegli estremi di quanto lo sia p(D|¬H). Per esempio, in tabella 1 le due domande "gli piace chiacchierare con gli amici?" e "gli piace trascorrere da solo i sabati sera?" sono estreme: la prima ha p(D|H) vicina a 100% (97%), mentre p(D|¬H) è più lontana (70%). La seconda perché ha p(D|H) vicina a 0% (3%), mentre p(D|¬H) è – di nuovo – più lontana (30%). Queste domande, se pur con meno forza rispetto alle domande positive, ci attraggono spontaneamente: se dobbiamo controllare una ipotesi H, ci

———

(14) Zuckerman, Knee, Hodgins, Miyake, *Hypothesis confirmation: The joint effect of positive test strategy and acquiescence response set*, 1995, *Journal of Personality and Social Psychology*. Nickerson, *Confirmation bias: A ubiquitous phenomenon in many guises*, 1998, *Review of General Psychology*. Nelson, McKenzie, *Confirmation bias*, 2009, Encyclopaedia of Medical Decision Making, SAGE.

viene naturale farlo sondando la presenza di attributi D estremamente probabili o estremamente improbabili in H, e un po' meno probabili o improbabili al di fuori di H. Due esempi sono già in tabella 1, ma per farne altri: se dobbiamo controllare se una persona è disonesta, formuleremo quesiti come "mente spesso?" (quesito estremo positivo), oppure "dice sempre la verità?" (quesito estremo negativo); se dobbiamo controllare se una persona è intelligente, formuleremo quesiti come "è brava a risolvere problemi?" (estremo positivo), oppure "è stata ripetutamente bocciata a scuola?" (estremo negativo). Si può facilmente dimostrare che *tutte le domande estreme sono asimmetriche falsificanti*, esattamente come lo sono le due domande esemplificative nell'ultima riga della tabella 1. In altre parole, hanno risposte confermanti probabili o addirittura *molto* probabili, ma deboli: molto più deboli delle meno probabili risposte falsificanti. L'uso di questo tipo di quesiti è consigliato quando abbiamo già una scarsa fiducia nella verità dell'ipotesi, e cerchiamo il fatto conclusivo, la falsificazione definitiva, che ci consenta di escluderla (v. la colonna *consigli* della tabella 1). Se sono invece usate a caccia di conferme dell'ipotesi, ne trovano molte... ma deboli, o debolissime. La già citata scarsa sensibilità umana alla forza diagnostica delle risposte [15]porta a concludere: se usiamo domande estreme, e poi invece di riflettere sulla scarsa forza delle molte conferme trovate, ci limitiamo a contare il loro numero, rischiamo – nuovamente – di cadere nel *confirmation bias*. Il suggerimento, anche in questo caso, e di usare una rigorosa disciplina di pensiero, e classificare le domande che poniamo: se ci accorgiamo che alcune sono estreme, dovremo far molto poco affidamento sulle risposte confermanti che hanno raccolto, e dar peso soprattutto alle risposte falsificanti.

4. CONCLUSIONI SPECIFICHE PER GIURISTI

Lo studio delle domande dicotomiche di controllo di ipotesi è un tema a cavallo tra la psicologia cognitiva e la statistica. Come tale, conta numerose ricerche empiriche e numerose formalizzazioni matematiche anche molto complesse, che per questa ragione possono scoraggiare il lettore interessato che però pratica altre discipline. In questo modo si perde di vista l'utilità pratica degli importanti risultati che quell'area di studi ha conseguito, proprio per chi più li troverebbe utili: cioè, per chi le domande di controllo di ipotesi le deve fare per professione, alle persone, all'ambiente, o alla natura. Come magistrati, investigatori, avvocati, ma anche medici, o politici. Il formalismo necessario a capire i *principali* risultati di questi studi, però, è fortunatamente *minimo*, come ho mostrato in questo breve articolo. E inoltre, una volta capite le tipologie di domande, le si può riconoscere anche senza far calcoli e stime di probabilità esplicite (che spesso sono ardue, in contesti professionali), ma semplicemente seguendo gli esempi e i criteri logici qui illustrati. In questo modo, i potenziali rischi di *confirmation bias* connessi all'uso frequente di alcune tipologie di domande possono essere ridotti. Come ultimo esempio di questo, torniamo al contesto giuridico e, senza più usare valori numerici, proviamo a classificare quattro domande rispetto alla loro ipotesi di riferimento:

1) Sotto un'ipotesi di colpevolezza, la domanda di rito: "si dichiara colpevole?". È facile intuire che la risposta "sì" è molto forte (è estremamente improbabile che qualcuno la dia se non è colpevole, mentre, per quanto la probabilità sia sempre bassa, è relativamente più probabile che uno la dia se colpevole), mentre la risposta "no" è molto debole (è quasi certo che

———

(15) Cherubini, Rusconi, Russo, Di Bari, Sacchi, *Preferences for different questions when testing hypotheses in an abstract task: Positivity does play a role, asymmetry does not*; cit.

qualcuno la dia se non colpevole, ma è anche molto probabile che qualcuno la dia se è colpevole: il logLR del "no" non è molto lontano da 0 *bit*). Quindi, la risposta confermante è anche la più forte: la domanda è asimmetrica confermante, con direzione positiva. Come tutte le domande asimmetriche confermanti, può essere utile se la nostra fiducia nell'ipotesi è già molto alta; ma è molto poco utile in tutti gli altri casi.

2) Sotto l'ipotesi che un imputato, fumatore compulsivo, abbia per ore aspettato una vittima nascondendosi in un bosco dietro casa, la domanda all'ambiente: "ci sono parecchie cicche della sua marca di sigaretta nel bosco?". Se l'ipotesi è vera, trovare molte di quelle cicche non solo è decisamente probabile, ma ha una probabilità che si avvicina all'estremo della scala (cioè, pur senza raggiungerlo, si avvicina a 100%). Se l'ipotesi è falsa, trovare parecchie di quelle cicche, per quanto non impossibile, è decisamente più lontano dall'estremo della scala. Che domanda è, quindi? È una domanda positiva asimmetrica falsificante. Attenzione a due cose: le asimmetriche falsificanti hanno conferme deboli, e falsificazioni forti. Dovremmo dar peso all'esito della ricerca delle cicche soprattutto se *non* le troviamo: falsifica fortemente l'ipotesi. Se le troviamo, confermano sì, ma debolmente. La seconda cosa a cui prestare attenzione è: non trovare le cicche è un'*assenza*. Sottostimiamo le assenze: anche quando le notiamo, ci vengono in mente mille motivi per "giustificarle" e quindi svalutarle (per esempio: "ma può essersele messe in tasca e portate via", "si sarà trattenuto dal fumare", "le avrà disperse il vento", ecc. ecc.). Quindi, anche se secondo logica è proprio la loro assenza a cui dovremmo dare un forte peso falsificatorio, secondo psicologia è molto probabile che la considereremo molto poco, o per nulla. Mentre considereremmo senz'altro la (debole) conferma legata all'eventuale rinvenimento delle cicche.

3) Sotto l'ipotesi che un imputato abbia commesso un furto in una villetta una sera, la domanda a un vicino: "ha notato quella persona aggirarsi intorno alla villetta, quella sera?". Sempre che l'imputato non abiti nei paraggi, la domanda, pur debole, è abbastanza simmetrica: se l'imputato è il colpevole, è un po' più probabile che si aggirasse intorno alla villetta e sia stato visto, e se non lo è, simmetricamente meno probabile che fosse lì per altri motivi. Come domanda simmetrica, la sua forza non dipende dalla fiducia *a priori* nell'ipotesi: sono buone domande per le fasi iniziali di un'indagine. Anche qui, attenzione: la domanda è di nuovo positiva. Essendo simmetrica, la risposta "sì" supporta l'ipotesi tanto quanto la risposta "no" la indebolisce, ma: *a*) se il teste è in soggezione e rischia acquiescenza, dovremmo scontare un poco la forza del "sì"; *b*) dovremmo fare molta attenzione a non scontare la forza falsificatoria del "no" (per l'effetto di sottostima delle assenze).

4) Sempre sotto l'ipotesi che un imputato abbia commesso un furto in un villino, la ricerca "difensiva" della connessione del suo cellulare a un ripetitore molto lontano dal villino, quella stessa sera. La domanda è negativa. Se l'ipotesi di colpevolezza è vera, è molto improbabile (nonché vicino all'estremo 0%) che il cellulare si sia agganciato a quella remota cella; se l'ipotesi è falsa, è più probabile, più discosto da 0%, ma certamente non *molto* probabile (e quindi particolarmente persuasivo se riscontrato) tale aggancio (quindi, la domanda non è simmetrica). Siamo di fronte a un'altra domanda *estrema*, asimmetrica falsificante: il dato falsificante l'ipotesi, se non rintracciato, conferma molto debolmente l'ipotesi; ma se rintracciato, la falsifica con forza.

Come si vede da questi esempi, una volta colti i concetti di fondo che la statistica aiuta a formalizzare e dimostrare con precisione matematica, non è difficile, con ragionamenti del tutto informali, riconoscere in modo accurato le domande di controllo di ipotesi che poniamo: e una volta riconosciute, potremo correttamente valutarne l'uso, e il peso da attribuire alle loro risposte.

www.giuffre.it/riviste/penale