Roberto Festa

Cambiare opinione.

Temi e problemi dell’epistemologia bayesiana.

CLUEB, 1996

- Appunti -

p. 13. L'argomento di questo libro è costituito dall'epistemologia bayesiana, cioè dall'approccio bayesiano all'analisi del metodo scientifico. Lo sviluppo dell'approccio bayesiano rappresenta uno degli orientamenti più suggestivi e controversi dell'odierna epistemologia. L'interesse di questo approccio non dipende soltanto da ragioni interne alla ricerca epistemologica, ma anche dal fatto che esso è una parte fondamentale del 'bayesianesimo' contemporaneo, il quale può venire concepito come un ambizioso programma di ricerca volto a delineare una teoria generale della razionalità umana.

p. 15. Ricorrendo a un certo numero di semplificazioni, il nocciolo dell'approccio bayesiano al metodo scientifico può venire concisamente descritto nei seguenti termini. La razionalità scientifica - o, almeno, quella parte di essa relativa ai criteri utilizzati per controllare le ipotesi scientifiche e valutarne la plausibilità - può venire analizzata in termini probabilistici. Ciò significa che, per valutare razionalmente la plausibilità delle diverse ipotesi prese in esame in un certo momento, gli scienziati dovrebbero 1) determinare la probabilità di ciascuna di esse alla luce della totalità delle informazioni disponibili in quel momento, e 2) “aggiornare” tali probabilità mano a mano che acquisiscono nuove informazioni - per esempio, per effetto di esperimenti e osservazioni. Un compito fondamentale dell'approccio bayesiano al metodo scientifico consiste, appunto, nello studio sistematico dei principi razionali che governano l'attribuzione delle probabilità iniziali alle ipotesi e il loro aggiornamento in risposta a svariati tipi di informazione.

p. 15. Le due assunzioni fondamentali, […] dell'approccio bayesiano alla razionalità scientifica - e, più in generale, alla razionalità cognitiva - possono venire formulate, con più precisione, come segue. La prima assunzione afferma che le opinioni iniziali di un soggetto razionale X possono venire rappresentate in forma probabilistica, cioè che: la) le opinioni iniziali di X intorno a una determinata classe di enunciati Z - vale a dire le sue opinioni in un certo istante 'iniziale' t - possono venire formalmente rappresentate specificando i gradi di credenza di X in ciascuno degli enunciati di Z, ove lb) tali gradi di credenza obbediscono ai principi del calcolo delle probabilità. La seconda assunzione afferma che: 2) le probabilità iniziali di X dovrebbero essere aggiornate, in risposta ai diversi tipi di informazioni acquisite da X dopo t, sulla base di appropriati 'principi cinematici', tra i quali occorre includere il cosiddetto principio di condizionalizzazione.

p. 16. […] la nostra attenzione si concentrerà sulla cosiddetta cinematica della probabilità, cioè sull'analisi dei principi che governano l’aggiornamento delle probabilità iniziali. Questa scelta è suggerita da una duplice circostanza: in primo luogo, la riflessione epistemologica di quest'ultimo trentennio ha messo in luce la necessità di esplorare i processi insiti nel cambiamento scientifico; in secondo luogo, vi sono fondati motivi per ritenere che la cinematica della probabilità sia molto utile nell'analisi del cambiamento razionale di opinione nella scienza.

p. 16. […] il programma di ricerca bayesiano ha conseguito notevoli successi, pervenendo alla formulazione di una sofisticata teoria bayesiana delle decisioni razionali.

p. 16. Supponiamo che un soggetto X abbia deciso di agire in un determinato modo. Cosa significa, allora, asserire che la decisione presa da X è razionale? Secondo un'idea ampiamente accettata, ciò equivale ad asserire che l'azione che X ha deciso di effettuare si deve ritenere - alla luce delle informazioni a disposizione di X - il mezzo più appropriato per raggiungere i fini, o gli obiettivi, di X. Questa idea, intuitivamente plausibile, viene accolta dalla teoria bayesiana delle decisioni, la quale si fonda sulle seguenti assunzioni: 1) i fini di un soggetto X possono venire formalmente rappresentati mediante un'appropriata funzione di utilità; 2) le decisioni razionali sono determinate sulla base di appropriate 'regole di decisione' - dalla funzione di utilità di X e dalle probabilità che X attribuisce alle ipotesi concernenti le possibili conseguenze di ciascuna delle azioni che X può effettuare. La più nota tra le regole bayesiane di decisione è la cosiddetta regola di Bayes, o regola di massimizzazione dell'utilità attesa.

p. 17. […] molte fasi dell'indagine scientifica possono venire concepite come processi decisionali. Gli scienziati, per esempio, devono decidere su quali problemi e programmi di ricerca valga la pena di lavorare; devono decidere quali, tra i molti progetti sperimentali tecnicamente realizzabili, siano meritevoli di attuazione e a quali occorra rinunciare; devono .decidere se una certa ipotesi vada accettata, rifiutata o, eventualmente, modificata; e così via. […]

p. 18. […] 'statica dell'opinione' (cioè, dei 'principi statici' che governano la rappresentazione delle opinioni di un soggetto razionale) e nel quarto capitolo della 'cinematica dell'opinione' (cioè, dei 'principi cinematici' che governano il 'cambiamento di opinione di un soggetto razionale in risposta alle informazioni da lui acquisite dopo `un determinato 'istante iniziale').

p. 18. Un fondamentale principio statico bayesiano è rappresentato dal principio di conformità probabilistica (CP) il quale afferma, sostanzialmente, che i gradi di credenza di un soggetto devono conformarsi, in qualunque istante, ai principi del calcolo delle probabilità.

p. 18. […] Nell'analisi bayesiana della cinematica dell'opinione un ruolo fondamentale viene svolto dal cosiddetto principio di condizionalizzazione (C) il cui contenuto può venire espresso, informalmente, dicendo che, se le 'opinioni iniziali' di un soggetto sono rappresentate da una funzione di probabilità p(.) e, successivamente, il soggetto acquisisce un'evidenza empirica *e*, allora le sue 'opinioni finali' dovrebbero venire rappresentate dalla funzione di probabilità condizionale p(.|*e*). ll principio cinematico (C) può venire applicato solo nel caso in cui la totalità delle informazioni acquisite da un soggetto dopo l'istante iniziale sia costituito da un'evidenza empirica certa. In molti casi, tuttavia, tali informazioni sono costituite da diversi tipi di dati empirici 'incerti' […].

p. 19. […] analisi bayesiana della conferma. Considereremo, in particolare, il problema di come misurare il grado di conferma - o grado di sostegno -- che i dati empirici forniscono a un'ipotesi scientifica. L'idea intuitiva che guida l'analisi bayesiana del concetto di (grado di) conferma è molto semplice: l'evidenza empirica *e* conferma l'ipotesi *h* se essa rende *h* più probabile; di conseguenza il grado di conferma che *e* fornisce ad *h* sarà tanto maggiore, quanto maggiore sarà l'incremento della probabilità iniziale di *h* determinato da *e*. […]

p. 20. ll concetto metodologico di accettazione verrà preso in esame […] verranno affrontati i seguenti interrogativi: 1) cosa significa accettare un'ipotesi? 2) in quali condizioni un soggetto razionale dovrebbe accettare un'ipotesi? 3) a cosa dovrebbe servire, nell'impresa scientifica, l'accettazione di ipotesi? Anche se, nell'ambito dell'epistemologia bayesiana, prevalgono ancora concezioni ostili al riconoscimento dell'importanza metodologica del concetto di accettazione, negli ultimi trent'anni un certo numero di epistemologi bayesiani ha 'accettato l'accettazione' e ha cercato di sviluppare una teoria bayesiana dell'accettazione. […] ci occuperemo di alcuni di questi tentativi e, t in particolare, illustreremo alcune versioni della teoria bayesiana dell'accettazione, ispirate dall'idea che l'accettazione di ipotesi possa venire intesa come una 'decisione cognitiva' e, più specificamente, come una decisione da effettuare tenendo conto a) della probabilità di ciascuna delle ipotesi rivali prese in considerazione, e b) degli obiettivi cognitivi che si intendono raggiungere, quali, per esempio, la verità, l'informazione e la verisimilitudine.

p. 27. Nelle scienze empiriche vengono utilizzati diversi tipi di inferenze - o argomenti - che consentono di derivare, sulla base di appropriate regole, un enunciato, detto conclusione, da uno o più enunciati, detti premesse. Seguendo una consolidata tradizione, le inferenze utilizzate nelle scienze empiriche possono venire distinte in due gruppi: le inferenze .deduttive e le inferenze induttive. Le inferenze deduttive possono venire caratterizzate con riferimento a due aspetti strettamente correlati: (a) tutte le informazioni veicolate dalla conclusione sono già incluse, più o meno esplicitamente, nelle premesse: in altre parole, la conclusione non dice nulla di più - e nulla di nuovo - rispetto alle premesse; (b) la conclusione deriva necessariamente dalle premesse, nel senso che non è possibile che le premesse siano vere e la conclusione falsa.

p. 27. Nessuno dei due aspetti appena menzionati è presente nelle inferenze induttive. Infatti, la conclusione di un'inferenza induttiva dice qualcosa di più - o, almeno, qualcosa di nuovo -rispetto alle premesse. In altri termini il 'contenuto informativo' della conclusione non è interamente incluso in quello delle premesse. Con riferimento a questo aspetto, le inferenze induttive vengono talvolta denominate inferenze ampliative. P ' Poiché la conclusione di un'inferenza induttiva dice qualcosa di più - o qualcosa di nuovo -- rispetto alle premesse, nell'inferenza induttiva la verità delle premesse non è garanzia della verità della conclusione. Ciò significa che le premesse di un'inferenza induttiva non possono conferire alla conclusione una totale certezza, ma solo un certo grado, più o meno elevato, di probabilità. Con riferimento a questo aspetto le inferenze induttive vengono talvolta denominate inferenze probabili. Il carattere ampliativo, delle inferenze induttive emerge con grande chiarezza nella cosiddetta induzione universale - o induzione per enumerazione - che consiste nel raggiungere conclusioni di carattere universale sulla base di un certo numero di casi particolari.

pp. 28-29. Una sia pur breve rassegna dei diversi tipi di inferenze induttive sarebbe gravemente incompleta se non si menzionassero le inferenze statistiche, che includono, per esempio, le inferenze induttive nelle quali le premesse descrivono un campione estratto casualmente da una data popolazione e la conclusione concerne l'intera popolazione (o altri campioni che verranno da essa estratti in futuro).

p. 29. Lo studio sistematico delle 'regole di inferenza' utilizzate nell'effettuazione di inferenze induttive viene spesso denominato logica induttiva.

p. 29. Le relazioni intercorrenti tra un'evidenza e e un'ipotesi h, inferita induttivamente sulla base di - e, sono frequentemente descritte mediante locuzioni di questo tipo: "h è altamente probabile alla luce di e", "e costituisce un'evidenza molto buona a favore di h", o "e fornisce un alto grado di conferma ad h". Con riferimento a questa ultima espressione, l'analisi sistematica delle inferenze induttive effettuate nelle scienze empiriche viene spesso denominata teoria della conferma.

p. 29. […] l'approccio bayesiano alla teoria della conferma - o teoria bayesiana della conferma - si fonda sull'idea che il 'nocciolo' dell'inferenza induttiva da un'evidenza e a un'ipotesi h consista nell'attribuire un certo grado di probabilità ad h sulla base di e, ove tale probabilità esprime il nostro grado di credenza nella verità di h. In questa sede, le probabilità utilizzate per esprimere i gradi di credenza nella verità di' certi enunciati verranno denominate probabilità epistemiche. Altri termini, di significato sostanzialmente identico a "probabilità epistemiche", che compariranno soprattutto nelle citazioni, sono i seguenti: "probabilità soggettive", "personali", "induttive", "giudiziali".

p. 30. In alcuni casi si parla di probabilità con riferimento alla frequenza di determinato tipo di eventi: per esempio la probabilità di morte per un'epidemia di peste indica la frequenza relativa -A o percentuale --t dei decessi nella popolazione colpita. In altri casi si parla di probabilità con riferimento al 'grado di attesa' di un particolare individuo circa il verificarsi di un dato evento (per esempio, che domenica prossima pioverà) o, più in generale, al suo grado di credenza nella verità di una data ipotesi (per esempio, che esistano forme di vita intelligente su altri pianeti).

p. 30. Possiamo riferirci al primo di essi con il termine "probabilità fisica" (o "probabilità oggettiva") e al secondo, come si è già detto, con "probabilità epistemica". Un'ampia corrente di pensiero - che include autori come Carnap (1950) - ha difeso la legittimità e l'utilità di entrambi i concetti, e ha cercato di specificare l'appropriato campo di applicazione di ciascuno di essi.

pp. 30-31. […] attorno alla metà del Seicento che, per opera di alcuni grandi matematici come Blaise Pascal, venne sviluppata la teoria delle probabilità. In un tempo relativamente breve, la teoria delle probabilità - detta anche calcolo delle probabilità - conobbe enormi progressi fino a che, agli inizi dell'Ottocento, Pierre S. Laplace fornì un'organica sistemazione dei maggiori risultati fino ad allora ottenuti. Una fondazione assiomatica della teoria delle probabilità è stata trovata soltanto nella prima metà di questo secolo, grazie alle ricerche del matematico sovietico A. N. Kolmogorov. Nella presentazione puramente formale del calcolo delle probabilità fornita da Kolmogorov (1933), la probabilità è costituita da una funzione definita su sottoinsiemi di un determinato insieme. Un grande vantaggio della teoria assiomatica di Kolmogorov è costituito dal fatto che essa è compatibile con tutte le principali interpretazioni del concetto di probabilità.

p. 31. […] interpreteremo la probabilità come una funzione definita su enunciati. Questa scelta è motivata dal nostro prevalente interesse per le probabilità epistemiche attribuite a quei particolari enunciati costituiti dalle ipotesi scientifiche.

p. 31-35. Gli enunciati saranno indicati dalle lettere minuscole a, b, c, I connettivi logici "non", "e", e "oppure" verranno indicati, rispettivamente, da "¬", "&", e "V". Ricordiamo, in particolare, che "∨" va interpretato in senso inclusivo: l'enunciato "a ∨ b" è falso nel caso in cui entrambi gli enunciati a e b sono falsi, ed è vero in tutti gli altri casi. L'espressione "|- *a*" indica che l'enunciato a è una tautologia, cioè che *a* è vero in qualunque situazione, o in qualunque mondo possibile. Una semplice tautologia è data da enunciati della forma (a V ¬a): per esempio, "piove o non piove". Al contrario una contraddizione e un enunciato logicamente impossibile, cioè un enunciato falso in qualunque mondo possibile: naturalmente la negazione di una tautologia - come, per esempio, ¬ (*a* ∨ ¬*a*) - è una contraddizione. L'espressione "*a* |- *b*" verrà utilizzata per indicare che *a* implica logicamente *b*, cioè che *b* è vero in ciascuno dei mondi possibili in cui *a* è vero. Un esempio di implicazione logica è dato da "a |- (a V b)". L'espressione "a ⇔ b" indicherà, invece, che gli enunciati a e b sono logicamente equivalenti, cioè che *a* e *b* hanno lo stesso valore di verità - sono entrambi veri o entrambi falsi - in qualunque mondo possibile. Un esempio di equivalenza logica è dato da "(*a* & *b*) ⇔ (*b* & *a*)".

Se |- ¬ (a & b), cioè se l'enunciato ¬ (a & b) è una tautologia, allora esso è vero in qualunque mondo possibile e, di conseguenza, (a & b) è falso in ogni mondo possibile: ciò significa che non vi è alcun mondo possibile in cui a e b sono entrambi veri. In tal caso diremo che a es b sono logicamente incompatibili. i Utilizzeremo, infine, il concetto di partizione di enunciati. Un insieme di enunciati

$A = \{a_1, \ldots, a_k\}$ verrà chiamato partizione di enunciati nel caso in cui $|- (a_1 \vee \ldots \vee a_k)$ e a $|-\ \neg$ a, per $1 <= i < j <= k$ cioè nel caso in cui necessariamente uno e uno solo dei k enunciati a1…..ak sia vero. Si considerino le elementari proprietà logiche: (i) $|-\ \neg (a \ \&\ \neg a)$ e (ii) $|-\ (a \vee \neg a)$. Segue da (i) e (A.3) che $p(a \vee \neg a) = p(a) + p(\neg a)$; inoltre, segue da (ii) e (A.2) che $p(a \vee \neg a) = l$. Da queste due uguaglianze deriva che $p(\neg a) = 1 - p(a)$, (3) Se a $\Leftrightarrow$ b allora $p(a) = p(b)$. *Prova*. Si noti che, se a $\Leftrightarrow$ b, allora (i) $|- (a \vee \neg b)$, e (ii) $|- \neg\ (a \ \&\ \neg b)$. Supponiamo che a $\Leftrightarrow$ b. Allora, segue da (i) e (A.2) che $p(a \vee \neg b) = 1$; inoltre, segue da (ii) e (A.3) che $p(a \vee \neg b) = p(a) + p(\neg b)$. Da queste uguaglianze e da $p(\neg b) = 1 - p(b)$ (si veda il teorema (2)) deriva che $p(a) = p(b)$. Se a $|-$ b allora $p(a) <= p(b)$. (5) $0 <= p(a)$ 5 1, per tutti gli a appartenenti a Z. (6) Regola di moltiplicazione $p(a \ \&\ b) = p(a)p(b|a)$- (7) Principio generale di additività. Dato un sottoinsieme $A = \{a_1, \ldots, a_k\}$ di Z, supponiamo che $|- \neg(a_i \ \&\ \neg a_i)$, per $1 <= i < j <= k$. Allora vale l'uguaglianza: $p(a_1 \vee \ldots \vee a_k) = p(a_1) + \ldots + p(a_k)$. Una partizione di enunciati $A = \{a_1 \ldots a_k\}$ verrà denominata partizione di Z nel caso in cui A include Z. Utilizzando il concetto di partizione di Z, possiamo formulare il seguente teorema: (8) Principio della probabilità totale: data una partizione $B = \{b_1, \ldots, b_k\}$ di Z, valgono le uguaglianze: (i) $p(a) = p(a \ \&\ b_1) + \ldots + p(a \ \&\ b_k)$ (ii) $p(a) = p(a|b_1)\, p(b_1) + \ldots + p(a|b_k)\, p(b_k)$.

Un semplice corollario del teorema (8) è dato dalle seguenti uguaglianze: (i) $p(a) = p(a \ \&\ b) + p(a \ \&\ \neg b)$ (ii) $p(a) = p(a|b)p(b) + p(a$ I $\neg b)11(\neg b)$.

Formuleremo ora un certo numero di teoremi sulle probabilità relative $p(a\ |b)$: per ciascuno di questi teoremi assumeremo tacitamente che valga la condizione "p(b) diverso da 0". Si può dimostrare, in primo luogo, che p(a lb), intesa come funzione di a, soddisfa gli assiomi del calcolo delle probabilità (A.1)-(A.3): per esempio $p(a|b) >= 0$ per tutti gli a appartenenti a Z (cfr. (A.l)). Ciò significa che $p(.|.)$ è una funzione di probabilità. Si possono dimostrare, inoltre, le seguenti proprietà: (10) Se b $|-$ a allora $p(a|b) = 1$, (11) $p(a|a) = 1$. (12), se a $\Leftrightarrow$ b, allora $p(c|a) = p(c|b)$ (13) (1) se $p(a) = 0$, allora $p(a|b) = 0$; (2) se $p(a) = 1$, allora $p(a|b) = 1$. Prova. Clausola (i). Per la condizione (1) vale l'uguaglianza $p(a|b) = p(a \ \&\ b) / p(b)$. Dato che $(a \ \&\ b)$ $|-$ a e $p(a) = O$, segue dal teorema (4) che $p(a \ \&\ b) = O$. Di conseguenza, $p(a|b) = p(a \ \&\ b)/p(b) = 0$. Clausola (ii). Per la condizione (1) e il principio della probabilità totale (9)(i), $p(a|b) = p(a \ \&\ b)/[p(a \ \&\ b) + p(\neg a \ \&\ b)]$. Tenendo conto del fatto che $p(a) = 1$, segue dal teorema (2) che $p(\neg a) = 0$. Dato che $(\neg a \ \&\ b)$ $|-$ b e $p(\neg a) = 0$, segue dal teorema (4) che $p(\neg a \ \&\ b) = 0$. Di conseguenza $p(a|b) = p(a \ \&\ b)/p(a \ \&\ b) = 1$. (14) Se $p(b) = 1$, allora $p(a|b) = p(a)$. Un certo numero di risultati circa le proprietà delle probabilità relative sono raccolti sotto il nome di teorema di Bayes. La più semplice tra le diverse formulazioni del teorema di Bayes è la seguente:

$$p(a|b) = \frac{p(b|a)\, p(a)}{p(b)}$$

da cui deriva in base al principio della probabilità totale e ai corollari che portano poi a formulare teoremi sulle probabilità relative:

$$p(a|b) = \frac{p(b|a)\, p(a)}{p(b|a)\, p(a) + p(b|\neg a)\, p(\neg a)}$$

Q.E.D. = *Quod erat demonstrandum*, ciò che era da dimostrare/come volevasi dimostrare.

p. 37. L'approccio bayesiano al metodo scientifico è caratterizzato dal fatto di prendere molto sul serio l'idea, ampiamente accettata, secondo la quale la credenza nelle ipotesi scientifiche è suscettibile di diversi gradi di intensità. Più precisamente, l'approccio bayesiano è caratterizzato dalla convinzione che occorra fornire un'appropriata 'rappresentazione probabilistica' dei gradi di credenza. degli scienziati nelle diverse ipotesi prese in considerazione.

pp. 37-38. […] possiamo formulare le seguenti due assunzioni fondamentali, condivise da quasi tutte le correnti formulazioni dell'approccio bayesiano: (CP) *Principio di conformità probabilistica* In qualunque istante t, i gradi di credenza di X negli enunciati di Z sono rappresentati da una funzione di probabilità p(.), definita su Z. *Principio di condizionalizzazione.* Sia p(.) la funzione di probabilità di X su Z nell'istante t. Se le sole informazioni acquisite da X nell'intervallo temporale [t, t + v] consistono nella certezza che e appartiene a Z è vero, allora la 'nuova' funzione di probabilità p_n (.) di X su Z nell'istante t + v è identica a p(. |e).

pp. 42-44 Riformulazione Teorema di Bayes in termini di ragioni.

Ragione finale (di scommessa su un enunciato):

$$o(h|e) = o(h) \underbrace{\frac{p(e|h)}{p(e|\neg h)}}_{\text{rapporto di verisimiglianza}}$$

$$\frac{p(h|e)}{P(\neg h|e)} = \frac{p(e|h)\, p(h)}{p(e|\neg h)\, p(\neg h)} = o(h) \frac{p(e|h)}{p(e|\neg h)}$$

Notare analogie tra: $p(h|e) = \underset{\text{Probabilità iniziale}}{p(h)} \times \underbrace{\frac{p(e|h)}{p(e)}}_{\text{quoziente rilevanza}}$

e

$o(h|e) = \underset{\text{ragione iniziale}}{o(h)} \underbrace{\frac{p(e|h)}{p(e|\neg h)}}_{\text{rapporto di verisimiglianza}}$

poteri predittivi o esplicativi di h nei riguardi di e: crescita prevedibilità relativa di e passando dalla supposizione che h sia falsa a quella che sia vera

Riformulazione del teorema di Bayes-probabilità

probabilità finale di h sulla base di e = probabilità iniziale di h x prevedibilità relativa di e rispetto a h x

$p(h|e) = \underset{\text{prob. iniziale}}{p(h)} \times p(e|h) \times \frac{1}{p(e)}$

p(e|h): prob. condizionale di e dato h: verisimiglianza – grado di prevedibilità relativa di e rispetto a h

p(e): prob. iniziale di e: grado di prevedibilità iniziale di e in base alla conoscenza di sfondo

1/p(e): misura dell'imprevedibilità iniziale del risultato e, sulla base della conoscenza imprevedibilità iniziale di e   di sfondo

$$\underline{\text{quindi}}: p(h|e) = p(h) \times \frac{p(e|h)}{p(e)}$$ quoziente di rilevanza (potere predittivo di h nei riguardi di e)

Riformulazione Teorema di Bayes: probabilità finale, funzione di p(h), p(e|h), p(e|¬h).

$$p(h|e) = \frac{p(e|h)\, p(h)}{p(e|h)\, p(h) + p(e|\neg h)\, p(\neg h)}$$

$$= \frac{p(e|h)\, p(h)}{p(e|h)\, p(h) + p(e|\neg h)\, [1-p(h)]}$$

grado di credenza
nel verificarsi del risultato
e qualora si fosse certi che h è falsa

p. 45. Concetto bayesiano di conferma di un'ipotesi.

Conferma	$h \equiv p(h|e) > p(h)$
Disconferma	$h \equiv p(h|e) < p(h)$
Neutrale	$h \equiv p(h|e) = p(h)$

Regola di Huygens: condizioni: $p(h) > 0$ e $p(e) < 1$; se $h \vdash e$, allora e conferma h.

Regola di Popper: se $h \vdash e$ e $h \vdash f$ e $p(e) < p(f)$, h viene meglio confermata da e che da f.

p. 48. Nel corso di questi ultimi secoli si è affermata l'idea che l'indagine scientifica rappresenti - per usare le parole di Hempel "il modello del perseguimento razionale di una conoscenza attendibile".

p. 49. Hempel:

1. Il problema della razionalità della scienza' in che senso per quali ragioni, e in che misura la ricerca scientifica può essere definita un'impresa razionale?

2. Il problema dello statuto cognitivo della metodologia e della filosofia della scienza: i principi proposti da queste discipline vanno p intesi come norme dell'indagine scientifica razionale o servono a descrivere e spiegare la ricerca scientifica in quanto attività umana?

Nella discussione su questi problemi sono emerse differenti concezioni. […] conviene distinguere - seguendo Hempel due posizioni, costituite dal "naturalismo metodologico" e dal "razionalismo metodologico". Secondo la prima di queste posizioni, [...] una caratterizzazione di una procedura scientifica corretta deve essere formulata in modo da riflettere la pratica scientifica reale e non nostre eventuali concezioni aprioristiche dei modi razionali di asserire tesi conoscitive.

[…] secondo il razionalismo metodologico, [...] esistono delle norme generali alle quali ogni affermazione scientifica ben fondata deve conformarsi. Si tratta di regole stabilite, in larga misura su un fondamento a priori attraverso l'analisi e la ricostruzione logica delle motivazioni del perseguimento scientifico della conoscenza…

pp. 51-55. Concezione bayesiana della probabilità:

- Soggettivistica: (si rifiuta qualsiasi principio di razionalità diverso dagli assiomi della probabilità);
- Oggettivistica: (principi/considerazioni a priori; principio di ragione insufficiente/principio di indifferenza; principio di indifferenza 'contestato' dai paradossi della riparametrizzazione).

p. 56. Cinematica della probabilità:

- regola di Jeffrey: $p_n(h) = p(h|e)\ p_n(e) + p(h|\neg e)\ p_n(\neg e)$

Vecchie prob. Condizionali di h   Vecchie prob. Condizionali di h

p. 58. Problemi di decisione: una situazione nella quale un soggetto X deve scegliere tra diverse azioni o decisioni. Le conseguenze di ciascuna azione dipendono, in genere, dal particolare stato in cui si trova il mondo (un frammento di mondo). Dato un problema di decisione caratterizzato da un insieme di azioni $D = \{d_1,\ldots\ldots,d_k\}$, un insieme di stati $S = \{s_1,\ldots\ldots,s_t\}$, una funzione di probabilità p(.) definita su S e una funzione di utilità u (.,.) definita sull'insieme delle conseguenze (d_i,s_j), la teoria bayesiana delle decisioni definisce la nozione di decisione razionale mediante la cosiddetta regola di massimizzazione dell'utilità attesa che può venire formulata come segue:

p. 59. MUA: Regola di massimizzazione dell'utilità attesa. La decisione di effettuare l'azione $d° \in D$ è razionale se e solo se l'utilità attesa EU(d°) di d° non è inferiore a quella di nessun'altra fra le azioni incluse in D.

p. 60. Probabilità fisiche: extramentali, oggettive (le altre sono quelle epistemiche).

p. 61. Il principio principale (PP) asserisce che la probabilità epistemica relativa di un enunciato e – rispetto all'ipotesi che la probabilità fisica di e è r – è r. ciò significa che […] la probabilità epistemica che al prossimo lancio della moneta esca testa – supponendo che la probabilità fisica che esca testa sia 0,5 – è 0,5.

pp. 62-63. Un processo sperimentale in cui la probabilità fisica di ogni possibile sequenza e_n è data dalla formula $P(e_n) = r^{n}{}_{t}(1-r)^{n}{}_{c}$ *, può essere denominato processo bernoulliano. La probabilità finale

$p(P_r|e_n)$ di P_r sulla base di e_n può venire calcolata col teorema di Bayes per mezzo della seguente formula: $p(P_r|e_n) = p(P_r)\ p(e_n|P_r) / p(e_n)$ **. Il valore esatto di $p(P_r|e_n)$ dipende (anche) dal valore di $p(e_n|P_r)$. quindi: (PP°), data una classe di enunciati Z e un'ipotesi probabilistica Ph che specifica la probabilità fisica $P_h(e)$ di tutti gli enunciati di Z, allora per qualunque $e \in Z$, vale l'uguaglianza: $p(e|P_h) = P_h(e)$.

applicando (PP°) e la formula precedente (all'ultima *) troviamo che il valore $p(e_n|P_r)$ nella formula ** è dato da: $p(e_n|P_r) = P_r(e_n) = r^{nt}(1-r)^{nc}$. Applichiamo ora il principio della probabilità totale (con i due valori ipotetici che risultano dalle nostre conoscenze di sfondo, $P_{0,5}$ e $P_{0,99}$ con probabilità iniziali $p(P_{0,5}) = 1/3$ e $p(P_{0,99}) = 2/3$) e avremo:

$$p(e_n) = p(P_{0,5})\ p(e_n|P_{0,5}) + p(P_{0,99})\ p(e_n|P_{0,99})$$

$$= (1/3)\ P_{0,5}(e_n) + (2/3)\ P_{0,99}(e_n)$$

Avremo quindi una media ponderata delle probabilità fisiche $P_{0,5}$ e $P_{0,99}$, entrambe (e_n) dove i pesi attribuiti a $P_{0,5}(e_n)$ e $P_{0,99}(e_n)$ sono dati dalle probabilità epistemiche iniziali delle corrispondenti ipotesi bernoulliane $P_{0,5}$ e $P_{0,99}$.

Ipotesi bernoulliana: particolare processo aleatorio discreto, cioè una famiglia numerabile (x_1, x_2…..) di variabili aleatorie indipendenti aventi la stessa legge di Bernoulli B(p). il processo può essere considerato come una serie di lanci di una moneta. Le variabili, indipendenti, sono immemori, quindi la probabilità di una prova di Bernoulli non è influenzata dal risultato delle precedenti.

Statica dell'opinione.

In qualunque istante t un soggetto può offrire una rappresentazione quantitativa delle proprie opinioni intorno a un insieme di enunciati Z specificando per ciascun enunciato $a \in Z$ il proprio grado di credenza cr(a) nella verità di a. il 'principio statico' alla base dell'approccio bayesiano è il principio di conformità probabilistica (CP).

I gradi di credenza sono probabilità.

Le scommesse:

	Paga	Riceve	Guadagna
a è vero	r = qs	s	t = s-r = (1-q)s
a è falso	r = qs	0	-r = -qs

Scommessa 3000 contro 5000 su T | Posta 8000 | Guadagno 5000 | ragione di scommessa 3/5 | quoziente di scommessa 3/8.

TSO: Teorema della scommessa olandese, dimostrato da de Finetti (da non confondere con l'Argomento della scommessa olandese):

il comportamento di scommessa di un soggetto X è coerente se e solo se gli equi quozienti di scommessa di X soddisfano gli assiomi del calcolo delle probabilità. Ciò equivale a dire che:

1) Teorema della scommessa olandese (in senso stretto). Se il comportamento di scommesse di X è coerente, allora gli equi quozienti di scommessa di X soddisfano gli assiomi.
2) Teorema inverso della scommessa olandese. Se gli equi quozienti di scommessa di X soddisfano gli assiomi, allora il comportamento di scommessa di X è coerente.

ASO (Argomento della scommessa olandese) è uno degli argomenti addotti a giustificazione del principio di conformità probabilistica (CP) che formuliamo così: se X è razionale allora i suoi gradi di credenza soddisfano gli assiomi del calcolo delle probabilità. ASO se valgono le seguenti assunzioni:

1) Assunzione di coerenza. X è razionale solo se il suo comportamento di scommessa è coerente.
2) Teorema della scommessa olandese in senso stretto. Se il comportamento di scommessa di X è coerente, allora gli equi quozienti di scommessa di X soddisfano gli assiomi del calcolo delle probabilità.
3) Assunzione di identità. I gradi di credenza di un soggetto X sono identici agli equi quozienti di scommessa di X.

Maggiore è il grado di credenza di un soggetto verso un enunciato (la sua verità) tanto più egli dovrebbe esser disposto a rischiare scommettendo su di esso.

È per lo più accettato il fatto che le azioni e le decisioni di una persona sono strettamente legate alle sue opinioni o credenze. Di conseguenza possiamo considerare irrazionali quelle credenze che portano a comportamenti irrazionali. La scommessa (come comportamento) fa emergere la connessione tra credenze e comportamento. Tuttavia, i gradi di credenza svolgono un ruolo fondamentale nel determinare il comportamento di scommessa, ma i critici negano che in certi enunciati essi coincidano sempre con i suoi quozienti di scommessa su quegli enunciati.

I sostenitori di ASO potrebbero replicare che l'identità $cr(a) = q^*(a)$ non è filosoficamente problematica visto che non richiede analisi di relazioni (logiche o fattuali) tra due nozioni introdotte indipendentemente l'una dall'altra. Al contrario il (concetto di) grado di credenza $cr(a)$ non può esser compreso se non nei termini del comportamento di scommessa.

L'argomento dell'inaccuratezza.

Le funzioni di credenza vengono intese come stati cognitivi la cui 'bontà' è misurata dal grado in cui esse conseguono il "fine dell'accuratezza", cioè il fine strettamente cognitivo di approssimare la verità. L'argomento di inaccuratezza a sostegno di (CP), non ancora veramente formulato in modo definitivo, poiché: 1) si dovrebbe individuare con precisione le condizioni che definiscono una 'ragionevole' misura di inaccuratezza; 2) provare che sotto tutte le ragionevoli misure di inaccuratezza una funzione di credenza non-probabilistica viene dominata da qualche funzione di credenza probabilistica.

L'inaccuratezza è espressa da una funzione di penalizzazione, decrescente rispetto al grado di credenza $cr(h)$ nelle ipotesi false h_j. Dipende dal particolare enunciato h di H che risulta effettivamente vero. Funzione di penalizzazione: $I(cr(H), h_i)$ che soddisfi il requisito: $I(cr(H), h_i$ deve essere una funzione decrescente del grado di credenza $cr(h_i)$ nell'ipotesi vera h_i e una funzione crescente dei gradi di credenza $cr(h_j)$ nelle ipotesi false h_j.

Tra le funzioni di penalizzazione che soddisfano il requisito:

$$I_2(cr(\underset{\text{partizione}}{H}), h_i) = [1-cr(h_i)]^2 + \sum_{j \neq i} [cr(h_j)]^2$$

de Finetti dimostra (poi) che: “Data una partizione $H = [h_1, \ldots., h_t]$ di Z, ogni funzione di credenza cr(H) che viola la condizione Σ_i cr(h_i) = 1 viene dominata – relativamente alla funzione quadratica di penalizzazione I_2 – da una funzione di credenza cr’(H) che soddisfa tale condizione”.

pp. 82-83. L’argomento di Cox-Good.

Assunzioni sui gradi di credenza condizionali cr(a|b) di Cox:

- cr(c & b|a) = G[cr(c|b & a), cr(b|a)]
- cr[(¬b|a)] = H[cr(b|a)]

G e H due funzioni soddisfacenti certe condizioni di differenziabilità. Cox dimostra che, se la nostra funzione di credenza cr(a|b) soddisfa le assunzioni di cui sopra, allora esiste una funzione crescente continua e monotona h tale che cr’(a|b) = h[cr(a|b)]$^{@}$ soddisfa gli assiomi del calcolo delle probabilità. Earmon osserva che nessuna delle assunzioni è dotata di schiacciante plausibilità; inoltre, l’argomento di Cox-Good non fornisce una vera e propria deduzione degli assiomi probabilistici da un insieme di assunzioni qualitative sui gradi di credenza; ci dice solo che ogni volta che cr(.) soddisfa certe assunzioni qualitative, allora tra tutte le funzioni crescenti in modo monotono al crescere di cr(.) ce n’è una $^{@}$ che soddisfa gli assiomi probabilistici. Questo argomento sembra presupporre una interpretazione cognitiva dei gradi di credenza.

p. 84. Argomenti frequentistici.

Associazione (legami) fra gradi credenza e stime di frequenze relative (Shimony e van Fraassen).

In questo caso un predittore X dovrebbe essere sia molto informativo[1] sia molto ben calibrato[2] (Fraassen) entrambi sono combinati nel punteggio di Brier.

Gli argomenti di Shimony e van Fraassen sono compatibili con un’interpretazione cognitiva dei gradi di credenza che dunque possono essere visti come “ragionevoli congetture circa i valori di certe frequenze relative”.

Argomenti della rappresentazione.

In particolare, i teoremi di rappresentazione per la teoria bayesiana delle decisioni, mostrano che, se le preferenze di un soggetto X soddisfano determinate ‘condizioni qualitative’, apparentemente plausibili, allora X si comporterà come se stesse massimizzando la propria utilità attesa relativamente a una certa funzione di probabilità, soddisfacente gli assiomi del calcolo delle probabilità. Il teorema di rappresentazione di Savage (concetto di preferenza debole), condizioni fondamentali (qualitative):

- concatenazione $f \leq g$ oppure $g \leq h$
- transitività se $f \leq g$ e $g \leq h$
- indipendenza, se due atti hanno le stesse conseguenze in alcuni stati, allora le preferenze di un soggetto nei riguardi di questi due atti dovrebbero essere indipendenti dalle loro conseguenze comuni.

[1] Si accresce quando il predittore X sceglie per le sue previsioni probabilistiche personali vicine ai valori estremi 0 e 1. Si stabilisce a priori.

[2] Dipende da quali tra le previsioni di X si sono effettivamente realizzate. Si stabilisce (solo) a posteriori. La calibrazione potenziale (sembra essere) un criterio minimo di ragionevolezza per qualunque insieme di probabilità personali, possiamo concludere che un soggetto razionale dovrà adottare probabilità personali/gradi di credenza che soddisfino gli assiomi del calcolo delle probabilità.

Secondo Maher: "[…] una persona può avere probabilità e utilità senza assegnare consapevolmente alcun valore numerico a probabilità e utilità: […] non occorre neppure che la persona abbia i concetti di probabilità e utilità".

Maher dimostra che l'argomento della rappresentazione può venire utilizzato per giustificare la tesi che i gradi di credenza nelle teorie scientifiche devono rispettare i principi del calcolo delle probabilità.

p. 95. La cinematica dell'opinione.

In Bayes un fondamentale principio cinematico è il principio di condizionalizzazione. Tale principio, tuttavia, non è valido, ma va giustificato. Può essere applicato solo a seguito dell'acquisizione di un'evidenza e cioè della verità di un enunciato $e \in Z$.

La giustificazione del principio di condizionalizzazione (C).

Ian Hacking ne ha dato un'ulteriore definizione, l'"assunzione dinamica" dell'approccio bayesiano.

L'argomento della scommessa olandese dinamica per (C).

Per Hacking è impossibile giustificare (C) sulla base di qualche argomento 'dinamico' della scommessa olandese analogo a quello utilizzato per la giustificazione del principio di (CP).

Al contrario lo escogita Lewis e lo riporta Teller.

Scommesse condizionali.

Uno scommettitore stipula con un allibratore un contratto dove una certa scommessa su un enunciato b si intende revocata se non viene soddisfatta una condizione rappresentata dal verificarsi di un determinato enunciato a.

ASOD (dinamica).

Strategia di aggiornamento nel passaggio da $p(.)$ a $p_n(.)$, è una funzione Strat(.) che assegna a ogni $e_i \in \{e_i\}$ una nuova funzione di probabilità $p_{n(.)}$ definita su Z. una strategia possibile è quella di un aggiornamento per COND(.), perciò TSOD: 1) il Teorema di Lewis (teorema della scommessa olandese dinamica in senso stretto) per cui nessuna altra strategia di aggiornamento è coerente; 2) Teorema inverso della scommessa olandese dinamica COND(.) è (dinamicamente) coerente.

Teorema di Lewis (premessa di ASOD): la disuguaglianza $p_e(h) > p(h|e)$ è sfruttata dall'allibratore che escogita due scommesse condizionali su h avendo cura di comperare una delle due scommesse da X per un prezzo $p(h|e)$ e di vendere l'altra a X per un prezzo $p_e(h)$.

ASOD: 1) assunzione di coerenza dinamica; 2) Teorema di Lewis; 3) assunzione di identità.

Esiste anche un cambiamento con invarianza rapporti di probabilità (IRP).

Argomento dell'invarianza qualitativa.

p. 118. Il principio di condizionalizzazione generalizzata (CG).

È preceduto dal Cambiamento per condizionalizzazione generalizzata: nel passaggio da $p(.)$ a una nuova funzione $p^*(.)$ definita su Z si verifica un cambiamento per condizionalizzazione generalizzata rispetto a $p_n\{e_i\}$ nel caso in cui venga soddisfatta la condizione $CondG(p_n\{e_i\})$. Perciò: se $p_n\{e_i\}$ è l'informazione totale acquisita da X in $[t, t + v]$ allora $CondG(p_n\{e_i\})$.

Regola di Jeffrey: se $p_n\{e, \neg e\}$ è l'informazione totale acquisita da X in [t, t + v], allora CondG($p_n\{e, \neg e\}$. Argomento del cambiamento minimo (p. 121): se $p_n\{e_i\}$ è l'informazione totale acquisita da X in [t, t + v], allora nell'istante t + v, X dovrebbe cambiare le sue opinioni passando da p(.) alla funzione di probabilità che, fra tutte le estensioni di $p_n\{e_i\}$, risulta essere 'più vicina' a p(.). è un principio di economia intellettuale. (Rasoio di Ockham: i cambiamenti di opinione non devono venire moltiplicati al di là del necessario).

p. 122. Argomento delle probabilità di secondo ordine.

Esse sono probabilità di probabilità. Sono banali (possono essere solo 0 o 1) e non banali (quando attribuiscono diversi gradi di sicurezza circa certe probabilità).

p. 130. La cinematica della probabilità e il principio generale di cambiamento minimo.

La cinematica della probabilità consiste nell'analisi sistematica del modo in cui un soggetto razionale cambia il proprio stato epistemico iniziale in risposta a certi inputs epistemici. Fuori dalla cinematica è il giudizio di valore sulle credenze e decisioni di un soggetto a considerare come tali gli input epistemici.

p. 134. Evidenza logico-matematica e cinematica dell'opinione.

Nell'analizzare il modo in cui un soggetto dovrebbe cambiare il proprio stato epistemico iniziale in risposta a certi inputs epistemici, la cinematica della probabilità assume – in accordo con (CP) – che lo stato epistemico iniziale del soggetto sia rappresentato da una funzione di probabilità p(.) definita su una certa classe di enunciati Z. (Vedi anche IRL, Principio di impegno al rispetto della logica).

p. 143. L'analisi bayesiana del metodo scientifico.

p. 145. Il grado di conferma delle ipotesi.

Sul grado di conferma delle ipotesi dalle informazioni empiriche. Concetti 'qualitativi' di conferma, neutralità, disconferma. Il grado di conferma fornito dai dati è legato strettamente al 'potere esplicativo' dell'ipotesi nei riguardi di quei dati.

Induttivismo e falsificazionismo (Popper) sono in competizione. Teoria della conferma di Popper si pone in alternativa all'analisi bayesiana della conferma di Popper. Tuttavia, le misure di corroborazione di Popper sono sostanzialmente equivalenti alle misure incrementali di conferma sviluppate nell'ambito bayesiano.

Grado di conferma e potere esplicativo. Conferma, neutralità, disconferma (p. 146).

Data la funzione iniziale di probabilità p(.) se il passaggio da p(.) a $p_I(.)$, in risposta all'informazione totale I, è un cambiamento razionale di opinione, allora:

1) I conferma h se e solo se $p_I(h) > p(h)$

2) I è neutrale nei confronti di h se e solo se $p_I(h) = p(h)$

3) I disconferma h se e solo se $p_I(h) < p(h)$

Se l'informazione totale I è costituita da un'evidenza certa, descritta da un enunciato $e \in Z$, allora lo stato epistemico finale $p_e(h)$ di X è dato, in base al principio cinematico (C), da $p_e(h) = p(h|e)$. Quindi: data la funzione iniziale di probabilità p(.):

1) e conferma h se e solo se $p(h|e) > p(h)$

2) e è neutrale nei confronti di h se e solo se $p(h|e) = p(h)$

3) e disconferma h se e solo se $p(h|e) < p(h)$

p. 158. Nella letteratura epistemologica sono state presentate diverse misure del grado di conferma di un'ipotesi da parte dell'evidenza empirica (Good). Ci sono però anche misure che non possono essere intese come incrementali di conferma, poiché il loro valore dipende in modo essenziale da probabilità diverse da $p(h|e)$ e $p(h)$ (Kemeny, Oppenheim, Rescher).

p. 159. Il concetto relativizzato di conferma.

Si ottiene modificando la formula della funzione iniziale di probabilità con: e conferma h, relativamente a i, se e solo se $p(h|i \,\&\, e) > p(h|i)$.

p. 159. Potere esplicativo.

L'evidenza sperimentale e descrive il risultato sperimentale per cui il quoziente $p(e|h)/p(e)$ si intende come una misura del potere esplicativo di h nei riguardi di e, cioè come una misura della capacità di h di spiegare e.

p. 162. Relazioni tra grado di conferma e potere esplicativo.

Tutte le misure incrementali di conferma $c(h, e)$ possono essere espresse come una funzione della misura incrementale di potere esplicativo $E_r(h, e)$ e della probabilità iniziale $p(h)$.

Teorema: sia $c(h, e) = f(p|h), p(h|e)$ una misura incrementale di conferma, allora, dato un certo valore di $p(h)$, il valore di $c(h, e)$ cresce al crescere di $E_r(h, e)$.

Il teorema si può intendere come una 'ricostruzione razionale' del principio metodologico, ampiamente accettato secondo cui il grado di conferma che i dati empirici forniscono a un'ipotesi è tanto maggiore quanto meglio essa è in grado di spiegare tali dati.

p. 165. Conferma e potere esplicativo di ipotesi con probabilità iniziale nulla.

Tra due ipotesi con probabilità iniziale nulla si può discriminare in base al potere esplicativo nei confronti di e. Tale questione (della conferma), non giustificabile sotto il profilo bayesiano, costituisce un'assunzione fondamentale popperiana.

p. 166. La corroborazione delle ipotesi in Popper.

Severità dei controlli e potere esplicativo.

La scienza procede col suo metodo autocorrettivo, fatto di "audaci congetture e ingegnosi e severi tentativi di confutarle". Il contenuto di un'ipotesi di h è collegato all'improbabilità di h, secondo questa funzione: $C(h) \equiv 1\text{-}p(h)$ $(= p(\neg h))$. Per Popper è preferibile la teoria che ha più contenuto da controllare, che è più forte logicamente e che quindi può essere controllata più severamente. Si deve comunque applicare anche un 'criterio empirico' consistente nel modo in cui e in che misura l'ipotesi ha superato i controlli. Una ipotesi è ben corroborata se è ricca di contenuto informativo e ha superato con successo severi controlli sperimentali. In Popper severità e potere esplicativo sono legati.

p. 169. Misure popperiane di corroborazione.

Definizione: il risultato sperimentale e conferma l'ipotesi h se e solo se e fa crescere la probabilità di h, cioè se e solo se $p(h|e) > p(h)$. questa definizione ha un difetto nel caso delle ipotesi con probabilità iniziale nulla (tutte quelle universali, secondo Popper). Popper dunque introduce:

e conferma h se e solo se $p(h|e) > p(h)$ o $p(e|h) > p(e)$

p. 171. Un'interpretazione bayesiana della corroborazione.

Nel caso di ipotesi con probabilità nulla, la corroborazione popperiana coincide con il potere esplicativo. Le misure popperiane attribuiscono valori di conferma diversi a ipotesi con diverso potere esplicativo. Le misure bayesiane (incrementali) attribuiscono a tutte le ipotesi con probabilità nulla lo stesso valore di conferma coincidente col valore di conferma attribuito a una qualsiasi ipotesi h sulla base di un'evidenza neutrale nei confronti di h.

p. 174. Conferma e verisimilitudine (Popper).

Popper: dal grado di conferma di un'ipotesi dipende la sua "accettabilità" o la sua "bontà" o preferibilità. Definizione: il fine cognitivo della scienza è costituito dal raggiungimento di un elevato grado di verisimilitudine o approssimazione alla verità.

Se non conosciamo con certezza la "verità" intorno a un certo dominio di eventi, non possiamo conoscere neanche il grado di verisimilitudine degli enunciati che ne parlano. Possiamo tuttavia 'stimare' alla luce dei dati disponibili, il grado di verisimilitudine di un'ipotesi o congetturare sulla verisimiglianza fra due ipotesi.

Il grado di corroborazione di una teoria ha sempre un indice temporale in cui è controllata al tempo t. in Popper, tuttavia, non si trovano risposte esaurienti sul tipo delle nostre credenze nella verisimilitudine di una teoria ben corroborata (fornendovi una rappresentazione probabilistica) e in che modo tali credenze possono venire razionalmente giustificate.

p. 181. I paradossi della conferma.

Da Hempel molti epistemologi si sono impegnati nell'analisi del concetto qualitativo di conferma.

Paradosso dei corvi→ Hempel, 1945; Paradosso degli smeraldi→ Goodman, 1946.

L'approccio bayesiano a entrambi può fornire una risposta.

Noi ci troviamo di fronte a un paradosso quando una conclusione apparentemente inaccettabile viene derivata mediante un ragionamento apparentemente accettabile a partire da premesse apparentemente accettabili. Allora il paradosso va risolto mostrando il verificarsi di almeno una di queste tre possibilità: 1) la conclusione non è davvero inaccettabile; 2) il ragionamento nasconde qualche falla; 3) almeno una delle premesse va considerata, a un'attenta analisi, inaccettabile (Sainsbury).

p. 182. Il paradosso dei corvi.

Principi di conferma e paradosso dei corvi.

(CN) Criterio di Nicod: data l'ipotesi h ≡ "Tutti gli A sono B", valgono i seguenti principi:

(F) Principio di falsificazione: l'osservazione di un controesempio di h, cioè di un $(A \,\&\, \neg B)$-oggetto, disconferma h.

(G) Principio di generalizzazione: l'osservazione di un esempio positivo di h, cioè di un (A & B)-oggetto, conferma h.

(N) Principio di neutralità: 1) l'osservazione di un (¬A & B)-oggetto è neutrale nei confronti di h 2) l'osservazione di un (¬A & ¬B)-oggetto è neutrale nei confronti di h.

(E) Principio di equivalenza. Se e conferma h e h' ⇔ h, allora e conferma h'.

(LS) Principio delle leggi scientifiche (seguendo Swinburne): date due proprietà A & B, le ipotesi universali h ≡ "Tutti gli A sono B" e h' ≡ "Tutti i ¬B sono ¬A" sono logicamente equivalenti (in simboli: h ⇔ h').

Le soluzioni del paradosso possono essere classificate in tre gruppi: 1) soluzioni basate sul rifiuto del criterio di Nicod, in particolare sul rifiuto di almeno uno dei principi (G) e (N); 2) soluzioni basate sul rifiuto di (E); 3) soluzioni basate sul rifiuto di (LS).

p. 185. Soluzioni bayesiane del paradosso dei corvi.

Caratteristiche: 1) si ammette la possibilità di attribuire una probabilità positiva alle ipotesi universali; 2) i concetti qualitativi di (dis)conferma e neutralità sono interpretati in senso probabilistico; 3) il principio di equivalenza (E) viene accettato; 4) il criterio di Nicod (CN) viene rifiutato e più precisamente viene rifiutato almeno uno dei principi (G) e (N).

p. 190. I paradossi degli smeraldi.

Il "nuovo enigma dell'induzione" e i paradossi degli smeraldi. (Goodman).

<->: se e solo se.

p. 194. Soluzioni bayesiane dei paradossi degli smeraldi.

Si dimostra l'erroneità dell'assunzione di Goodman poiché dato un appropriato stato epistemico iniziale può accadere che un'evidenza e confermi l'ipotesi universale h° senza però confermare anche la previsione Ba_{+1} (smeraldi blu) dedotta da h°.

p. 199. L'accettazione delle ipotesi.

Analisi soddisfacente dell'accettazione deve rispondere a: 1) cosa significa accettare un'ipotesi? 2) a cosa dovrebbe servire nell'impresa scientifica, l'accettazione di ipotesi? 3) in quali condizioni un soggetto razionale dovrebbe accettare un'ipotesi?

Secondo le regole bayesiane, dell'alta probabilità, che impongono di accettare tutti e soltanto gli enunciati la cui probabilità eccede una soglia prefissata.

p. 201. Il concetto di accettazione.

Credenza: concetto qualitativo, concetto quantitativo di grado di credenza.

Concezione pragmatica: accettazione come base per l'azione; concezione cognitivista: accettazione in termini cognitivi.

Legame tra credenze di un soggetto e le sue azioni.

p. 204. Tre concezioni cognitiviste dell'accettazione.

1) accettazione come certezza

2) accettazione come stato di fiducia

3) accettazione come asseribilità categorica

1) oggi la visione infallibilistica del sapere è stata abbandonata: l'identificazione di accettazione e certezza viene quasi universalmente respinta. È irragionevole quindi essere completamente certi della verità delle teorie scientifiche ad ampio raggio attualmente accettate. (con l'eccezione di Levi) → si decide di accettare un'ipotesi come vera e ci si comporta di conseguenza.

2) accettare gli enunciati nella cui verità si ha molta fiducia. Cioè, gli enunciati la cui probabilità supera una certa soglia di fiducia.

3) nella scienza e nella quotidianità il modo più comune di esprimere opinioni consiste nell'effettuare asserzioni categoriche, piuttosto che nel dire quanto probabile sia un certo enunciato. Quelle presenti nei manuali sono le conoscenze accettate, in un certo momento, da una comunità scientifica.

p. 208. La funzione metodologica dell'accettazione.

p. 209. Accettazione e rappresentazione della conoscenza.

p. 210. Accettazione e osservazione sperimentale. Duhem: "un esperimento di fisica non consiste soltanto nell'osservazione di un fenomeno, ma anche nella sua interpretazione teorica". Si tratta di un punto di vista ampiamente condiviso.

p. 211. Accettazione e probabilità delle ipotesi. Hempel: valutazione della probabilità di un'ipotesi si basa su un corpus di conoscenze che include determinati resoconti osservativi, ma anche teorie precedentemente accettate.

L'accettazione nell'approccio bayesiano.

Bayesiani 'accettazionisti' ritengono che nella scienza abbiano piena cittadinanza almeno questi due tipi di inferenze induttive: 1) attribuzione in base a evidenza empirica di certe probabilità epistemiche alle ipotesi; 2) accettazione di ipotesi, che dovrebbe dipendere dalle probabilità epistemiche a esse attribuite.

Bayesiani puri, che ammettono solo le inferenze puramente probabilistiche come al precedente punto 1.

p. 212. Il bayesianesimo puro: lo status epistemico di un'ipotesi viene completamente determinato specificando la sua probabilità finale in base alle informazioni empiriche disponibili senza che ci sia bisogno di operare una distinzione formale tra ipotesi accettabili e non (Carnap). I bayesiani puri dicono che l'accettazione non può essere definita in nessun modo adeguato e quindi non può svolgere alcuna funzione precisa nell'indagine. Tale conclusione è infondata perché trascura la possibilità che esistano altre e più appropriate interpretazioni dell'accettazione come l'identificazione dell'accettazione con l'asseribilità categorica.

p. 214. Bayesianesimo accettazionista. L'accettazione è metodologicamente indispensabile (Maher).

Accettazione e storia della scienza. È necessaria una teoria dell'accettazione per discutere razionalità/irrazionalità dei giudizi nella storia della scienza.

p. 215. Accettazione e ruolo delle ipotesi alternative. Kuhn e le ipotesi alternative. Kuhn è in polemica con Popper.

Accettazione e valore scientifico dell'evidenza. Sempre Maher: acquisizione di nuova evidenza sperimentale, mezzo appropriato per il progresso della conoscenza.

p. 216. Regole di accettazione. Specificare in quali condizioni un soggetto razionale dovrebbe accettare na certa ipotesi.

Accettazione, rifiuto e sospensione del giudizio. Nei confronti di qualsiasi enunciato h.

p. 217. Requisiti di adeguatezza per le regole di accettazione.

Requisito di chiusura: A(insieme enunciati accettati) è logicamente chiuso, cioè qualunque conseguenza logica di una congiunzione di enunciati appartenenti ad A appartiene ad A.

Requisito di coerenza: A è logicamente coerente, cioè non include alcuna contraddizione.

Requisito di congiunzione: se h, h' $\in$ A, allora (h & h') $\in$ A.

Requisito di implicazione: se h $\in$ A e h $\vdash$ h', allora h' $\in$ A.

Requisito di esclusione: se h $\in$ A, allora $\neg$h $\notin$A.

p. 220. Regole e paradossi dell'alta probabilità.

Le regole dell'alta probabilità.

(AP): se $p(h|e) > \sigma$ (soglia di accettazione), allora h $\in$ A

Se $p(h|e) \leq \sigma$, allora h $\notin$ A

Ne derivano i paradossi dell'alta probabilità: paradosso della lotteria; alta probabilità è una condizione sufficiente per l'accettazione; paradosso della prefazione; l'alta probabilità è una condizione necessaria per l'accettazione.

p. 221. I paradossi dell'alta probabilità.

Il paradosso della prefazione dimostra che non possiamo adottare sia la condizione di necessità sia il requisito di congiunzione.

p. 223. La soluzione dei paradossi dell'alta probabilità.

Abbandonare le regole dell'AP, rinunciando alle condizioni di sufficienza e necessità, abbandonare il requisito di congiunzione (Kaplan).

p. 224. L'alta probabilità non è necessaria: un argomento di Maher.

La probabilità superiore a ½ non è sempre valida in tutti i casi, nella scienza.

Perché dunque gli scienziati accettano teorie altamente probabili se queste saranno sostituite da altre?

Maher dice che ciò vale per molti scienziati, ma non per tutti. E teorie poco probabili sono accettate di solito. Ciò è in linea con la pratica scientifica.

p. 225. Utilità cognitive e accettazione.

I problemi di decisione (scelta razionale di una particolare azione) dipende dai 'fini pratici' del decisore.

Teoria delle decisioni cognitive (TDC) (Hempel, Hintikka, Pietarinen, Hilpinen):

1) la scienza è un'attività volta al conseguimento di specifici fini cognitivi

2) tali fini possono venire formalmente rappresentati mediante appropriate funzioni di utilità, "utilità cognitive"

3) i problemi di accettazione di ipotesi hanno la stessa struttura formale dei comuni problemi di decisione pratici degli altri campi dell'attività umana quindi si possono risolvere utilizzando le regole di decisione elaborate nell'ambito della teoria delle decisioni razionali.

p. 227. La verità come utilità cognitiva.

Se si adatta la regola di accettazione allora la scelta razionale dell'atto cognitivo dipenderà unicamente dalle relazioni tra p(h|e) e il parametro s (valore attribuito a u (So(h), h) che caratterizza la funzione di utilità u. la seguente tabella rappresenta le funzioni di utilità che rappresentano la ricerca della verità intesa come unico fine cognitivo della scienza; essa porta all'adozione di regole dell'AP che tuttavia sono molto inadeguate, di conseguenza lo è la serie di funzioni in tabella.

		Stati di natura	
		h	¬*h*
Atti cognitivi	Ac(*h*)	1	0
	Ri(*h*)	0	1
	So(*h*)	*s*	*s*

p. 233. Utilità cognitive che combinano verità e informazione.

Non tutte le verità hanno lo stesso interesse. Una verità non-tautologica (fattuale) è più interessante di una tautologia, quanto maggiore è il suo contenuto informativo. Perciò gli scienziati non sarebbero unicamente interessati alla verità, ma all'accettazione di ipotesi vere altamente informative.

(MUA) Massima utilità attesa (bayesiana): regola di accettazione.

Accetta come il più forte l'enunciato h^+ che massimizza il grado di conferma $c_d(h^+, e) = p(h^+|e) - p(h^+)$. Quando il MUA non sia sufficiente, vi si può aggiungere la regola per pareggi (accetta come il più forte tra tutti gli enunciati h per cui il valore $E_eU_{HP}(h)$ è massimale, quello dotato di minore contenuto informativo). Indice di audacia (parametro q): esprime l'inclinazione ad accettare ipotesi con una bassa probabilità e un elevato contenuto informativo.

Non è vero che l'accettazione di un'ipotesi di una verità quasi vacua sia preferibile a quella di un'ipotesi falsa, ma piuttosto accurata e altamente specificata. Questo se il nostro fine è la verità interessante (vedi esempio p. 242).

p. 243. Verisimilitudine, distanza dalla verità e accettazione.

Se non sappiamo con certezza qual è il mondo reale b non possiamo neppure conoscere i valori della distanza dalla verità e della verisimilitudine.

p. 251. Il problema di Duhem e altri rompicapo.

Un'analisi bayesiana del problema di Duhem.

Mettiamo che h implichi logicamente l'enunciato e e che il valore di verità di e possa venire accertato mediante appropriati esperimenti od osservazioni: si potrà dire allora che e è una conseguenza empirica di h. Per stabilire se un'ipotesi sia confermata dal controllo sperimentale di una sua conseguenza empirica viene di solito impiegato il cosiddetto metodo ipotetico-deduttivo. Tale metodo è costituito da semplici regole di conferma come la regola di falsificazione: se h |- e allora ¬e disconferma h. Duhem, tuttavia, dimostrò che l'eliminazione delle teorie scientifiche non può esser fatto solo attraverso la falsificazione. Duhem sottolinea che le teorie scientifiche non consistono di un singolo enunciato, ma nella congiunzione di diversi enunciati.

p. 259. Analisi bayesiana di altri rompicapo metodologici.

La desiderabilità della sperimentazione.

'Nuove' previsioni e 'nuove' spiegazioni: nuove previsioni; dalla teoria h – con la conoscenza di sfondo k – viene dedotta una 'nuova' previsione e, (quindi non solo deducibile da k), la sperimentazione accerta che la previsione è vera, nuove spiegazioni formulate sulla base di nuove teorie, attraverso la sola conoscenza di sfondo k l'evento accertato con esperimento è inspiegabile, successivamente si scopre una teoria h che in congiunzione con k permette di dedurre e spiegare l'evento e; nuove spiegazioni ottenute sulla base di 'vecchie' teorie, in un certo istante si ignora che una determinata teoria h assieme alla conoscenza di sfondo k permette di dedurre e spiegare l'evento sperimentale accertato e, successivamente si scopre con appropriati calcoli teorici che h assieme a k spiega e. il secondo e terzo caso sono i 'problemi della vecchia evidenza'.

p. 261. La varietà dell'evidenza. Un'evidenza conferma un'ipotesi tanto più è varia. Tale idea è intuitivamente molto plausibile, ma non è facile da incorporare in un principio razionalmente giustificabile.