

1. INTRODUZIONE

Un tema centrale della filosofia della scienza concerne la ricerca e la formulazione di *un criterio di demarcazione* in grado di distinguere il discorso scientifico da altri tipi di discorso con pretese conoscitive, che possiamo classificare generalmente come non scientifici, includenti metafisica (teologia), religione (mito) e pseudo-scienza.

Va inoltre osservato che la demarcazione riguarda esclusivamente la scienza empirica: un criterio di demarcazione deve fornire un requisito in grado di distinguere le scienze empiriche non solo, e principalmente, da ciò che non è scientifico (o metafisico), ma anche dalle scienze formali (logica e matematica) i cui enunciati esprimono proposizioni analitiche che sono vere o false esclusivamente in base alla loro struttura sintattica e al significato delle espressioni costituenti, e, per ciò stesso, prive di contenuto empirico.

Popper (1934/59, p. 14) – che ha sottolineato con particolare vigore l'importanza della demarcazione – ha attribuito a Kant il merito di aver posto il problema della demarcazione al centro della teoria della conoscenza, separandolo dal problema humeano dell'induzione.

L'importanza della demarcazione emerge con evidenza ogni volta che sorgono dubbi sulle credenziali scientifiche di qualche disciplina, come, per es., la psicoanalisi o la parapsicologia.

Un caso particolarmente interessante, anche per le sue ricadute pratiche e istituzionali, è fornito dalla anacronistica controversia, sorta negli Stati Uniti negli ultimi decenni del secolo scorso, tra *creazionisti* ed *evoluzionisti*, e sfociata nel 1982 in un caso giudiziario che ha impegnato la Corte Suprema dello Stato dell'Arkansas. Tale controversia ha finito con l'innescare una disputa teorica (riportata in Curd e Cover, 1998, pp. 38-61) tra Ruse – che ha formulato un criterio di scientificità in cinque punti (includenti anche la falsificabilità popperiana), su cui si è basata la decisione della Corte

Suprema dell'Arkansas sfavorevole alle rivendicazioni dei creazionisti – e Laudan – che non solo ha criticato ognuno dei cinque punti della lista di Ruse, ma ha anche messo in dubbio la possibilità stessa di un criterio di demarcazione tra scienza e non scienza (si veda, in particolare, Laudan 1983).

Sebbene lo scetticismo di Laudan sia poco convincente e poco condivisibile, in quanto comporterebbe l'impossibilità di una caratterizzazione adeguata dell'impresa scientifica, si deve riconoscere che l'individuazione delle condizioni necessarie e sufficienti, che un enunciato (ipotesi) o una teoria deve soddisfare per essere qualificata come genuinamente scientifica, presenta non poche difficoltà, come mostra, tra l'altro, la mancanza di consenso, tra i filosofi della scienza, riguardo alla scelta delle condizioni adeguate.

Si conviene che un buon criterio di demarcazione debba soddisfare il seguente requisito di *adeguatezza materiale*: deve essere (i) *sufficientemente stretto da escludere tutti gli enunciati che sono chiaramente e tipicamente non scientifici (metafisici)* e (ii) *sufficientemente ampio da includere tutti gli enunciati riconosciuti come genuinamente e caratteristicamente scientifici*.

Il problema della demarcazione è essenzialmente costituito dalla difficoltà di fornire un criterio che soddisfi entrambe queste condizioni.

Un criterio che sembra, *prima facie*, adeguato a questo scopo è la *controllabilità empirica*: un enunciato (non analitico) è scientifico se e solo se è controllabile attraverso l'esperienza (osservazione o esperimento).

Nel caso delle teorie la controllabilità empirica implica la *predittività*: una teoria per essere empiricamente controllabile deve essere predittiva.

Le difficoltà sorgono, tuttavia, quando si cerca di fornire una definizione rigorosa e materialmente adeguata, cioè un'*esplicazione* nel senso di Carnap, del concetto di «controllabilità empirica». Tale nozione infatti è stata di volta in volta definita in termini di *verificabilità stretta*, di *falsificabilità stretta* e di *confermabilità*, dando luogo ad altrettanti criteri di demarcazione caratterizzati da un differente grado di adeguatezza materiale.

Vedremo che un limite comune sia alla verificabilità che alla falsificabilità è costituito dal riferimento alla nozione di *prova conclusiva* (rispettivamente positiva e

negativa): un enunciato è verificabile se è in linea di principio possibile una prova conclusiva della sua verità (verificazione), ed è falsificabile se è in linea di principio possibile una prova conclusiva della sua falsità (falsificazione). Il risultato è che le nozioni di verificabilità e falsificabilità non riescono a soddisfare la condizione (ii) del requisito di adeguatezza materiale.

Al contrario, la nozione di confermabilità non richiede necessariamente una prova conclusiva, ma solo che sia possibile in linea di principio fornire una qualche evidenza empirica (sia pure lieve) in grado di confermare o sconfermare un enunciato. Ciò rende la confermabilità un criterio di demarcazione più adeguato.

Come è noto, la nozione di conferma è stata interpretata sia in senso *qualitativo*, che in senso *quantitativo*.

Nell'interpretazione qualitativa – dovuta a Carnap (1936-37) e, in particolare, a Hempel (1945) e successivamente sviluppata da Glymour (1980) – la conferma è definita come una nozione relazionale non quantitativa.

Nell'interpretazione quantitativa – introdotta da Carnap (1950) e successivamente sviluppata entro il paradigma bayesiano – la conferma è, invece, definita quantitativamente sulla base della teoria della probabilità.

Nel presente lavoro considereremo esclusivamente la nozione quantitativa (bayesiana) di conferma che fornisce un'esplicazione, in termini rigorosamente probabilistici, della nozione qualitativa.

Nelle pagine che seguono, svilupperemo un'accurata analisi critica comparata dei criteri di verificabilità e falsificabilità, al fine di mostrare che essi sono esposti a obiezioni sostanzialmente analoghe. E mostreremo come il criterio di confermabilità bayesiana riesce a superare brillantemente le difficoltà dei criteri di verificabilità e falsificabilità.

In particolare, nel capitolo 2, analizzeremo la nozione di verificabilità (di cui distingueremo tre possibili differenti accezioni), sia come criterio di significato, che come criterio di demarcazione. Nella sezione 2.1 mostreremo che la nozione di verificabilità, utilizzata come criterio di significato, confonde aspetti semantici con aspetti pragmatici (o epistemici); e nella sezione 2.2 proporremo la sua sostituzione con un criterio logico-semantico di significato, basato sulla concezione vero-condizionale classica del significato. Nella sezione 2.3, infine, mostreremo che la verificabilità (in tutte e tre le sue

accezioni) è inadeguata anche come criterio di demarcazione, in quanto porta a escludere enunciati genuinamente scientifici, senza riuscire a escludere tutti gli enunciati metafisici (non scientifici).

Nel capitolo 3 analizzeremo la nozione di falsificabilità esclusivamente come criterio di demarcazione, in conformità con il punto di vista di Popper e mostreremo che esso incorre in difficoltà analoghe a quelle del criterio di verificabilità, in particolare di una delle versioni di questo criterio. Nella sezione 3.1 metteremo in discussione la tesi popperiana della radicale *asimmetria* tra verificabilità e falsificabilità e mostreremo che il criterio popperiano di falsificabilità porta a escludere grosso modo gli stessi enunciati genuinamente scientifici del criterio di verificabilità. Nella sezione 3.2 mostreremo che il criterio di falsificabilità, anche se riesce a distinguere tra teorie scientifiche e teorie non scientifiche, non è ugualmente applicabile agli enunciati anche se considerati nel contesto di una teoria: a causa della *Tesi di Duhem* esso non è in grado né di escludere gli enunciati metafisici dalle teorie scientifiche falsificabili, né di riconoscere come empiricamente controllabili (falsificabili) le ipotesi che ricorrono in una teoria falsificabile, nonostante gli *examotage* utilizzati da Popper nel tentativo di eludere i fallimenti del criterio di falsificabilità.

Pertanto, verificabilità e falsificabilità appaiono, per ragioni analoghe, ugualmente incapaci di soddisfare le condizioni (i) e (ii) del requisito di adeguatezza materiale.

Nel capitolo 4, infine, forniremo una presentazione sintetica della teoria bayesiana della conferma (sezione 4.1); e mostreremo come la nozione bayesiana di confermabilità costituisca un criterio di demarcazione del tutto esente dai limiti dei criteri di verificabilità e falsificabilità, e in grado di soddisfare entrambe le condizioni del requisito di adeguatezza materiale.

Questo lavoro può essere suddiviso essenzialmente in due parti: una *pars destruens*, rappresentata dalla critica del verificabilismo e del falsicabilismo, sviluppata nei capitoli 2 e 3 e una *pars construens*, rappresentata dalla teoria bayesiana della confermabilità, sviluppata nel capitolo 4.

2. IL CRITERIO DI VERIFICABILITÀ

Il *criterio di verificabilità (CV)* è stato interpretato dagli esponenti del positivismo logico, sia come *criterio di significato*, che come *criterio di demarcazione* e può essere formulato come segue.

CV. Un enunciato (non analitico) è dotato di *significato cognitivo (senso)* ed è, quindi, *scientifico* se e solo se è *verificabile in linea di principio* tramite l'esperienza (osservazione o esperimento); altrimenti l'enunciato è *privo di senso e non scientifico (metafisico)*.

Va osservato che questa duplice interpretazione di **CV**, e la conseguente identificazione del criterio di demarcazione col criterio di significato, comporta l'eliminazione di ogni differenza tra *ciò che è significativo*, *ciò che è verificabile* e *ciò che è scientifico*. In particolare, l'uso di **CV** come criterio di significato porta a identificare l'insieme degli enunciati dotati di senso con quello degli enunciati verificabili; e, di converso, l'insieme degli enunciati non verificabili con quello degli enunciati privi di senso. L'uso di **CV** come criterio di demarcazione porta, a sua volta, a identificare l'insieme degli enunciati scientifici con quello degli enunciati verificabili; e, di converso, l'insieme degli enunciati non verificabili con quello degli enunciati non scientifici (o metafisici). Infine, l'identificazione del criterio di demarcazione col criterio di significato porta a identificare l'insieme degli enunciati dotati di senso con quello degli enunciati scientifici; e, di converso, l'insieme degli enunciati non scientifici (o metafisici) con quello degli enunciati privi di senso.

Questi discutibili risultati espongono **CV** ad alcune serie obiezioni, puntualmente sollevate da alcuni critici. Così, per esempio, Russell (1940, capp. XVI-XVII, XX-XXIII e 1950), Marhenke (1950), Evans (1953), Pap (1948, cap. XII e 1961, capp. I e II) e

Popper (1963/69, cap. 2) hanno, in vario modo, argomentato che l'identificazione di «ciò che è significante» con «ciò che è verificabile» confonde la questione *semantica* del significato (senso) di un enunciato con la questione *epistemica* (o *pragmatica*) della conoscenza (o prova) del suo valore di verità. Inoltre, Popper (1934-59, cap. I), Nagel (1934), Lewis (1944) e Hempel (1950) hanno mostrato che l'identificazione di «ciò che è scientifico» con «ciò che è verificabile» porta a escludere dal discorso scientifico alcune classi di enunciati scientificamente rilevanti, senza, peraltro, riuscire a escludere tutti gli enunciati chiaramente metafisici. Infine, Popper (1934-59, cap. I) ha vigorosamente criticato la riduzione di tutti gli enunciati metafisici a enunciati privi di senso, rivendicando il carattere significante della maggior parte degli enunciati metafisici, e sostenendo, conseguentemente, la necessità di separare il problema della demarcazione dalla questione del significato.

Nel seguito svilupperemo queste critiche separatamente, discutendo le obiezioni al criterio verificabilista del significato nella sezione 2.1 e le obiezioni al criterio verificabilista di demarcazione nella sezione 2.3.

Ma prima faremo alcune osservazioni preliminari volte a chiarire la nozione chiave di «*verificabilità in linea di principio*».

Osservazione 2.1. È importante osservare che la nozione di «verificabilità» può essere interpretata secondo tre differenti accezioni, più o meno strette, che portano ad altrettante differenti versioni di **CV**, e che indicheremo, rispettivamente, come **CV₁**, **CV₂**, e **CV₃**. Va detto, inoltre, che le differenze tra queste accezioni (o versioni) non sono state esplicitamente riconosciute né dai sostenitori né dai critici di **CV**. In particolare la versione **CV₃** non sembra essere stata presa seriamente in considerazione, nonostante che, come vedremo, presenta alcuni vantaggi rispetto alle altre due; mentre le versioni **CV₁** e **CV₂**, che sono quelle più comunemente considerate, vengono spesso confuse tra loro. La loro differenza può essere resa esplicita attraverso le seguenti formulazioni.

CV₁. Un enunciato (non analitico) è *verificabile in linea di principio* se e solo se una *prova conclusiva della sua verità (verificazione)* è possibile, in linea di principio, tramite l'esperienza (vedi, in particolare, Hempel, 1950; ma anche Waismann, 1930).

CV₂. Un enunciato (non analitico) è *verificabile in linea di principio* se e solo se tanto una *prova conclusiva della sua verità (verificazione)* quanto una *prova conclusiva della sua*

falsità (falsificazione) sono entrambe possibili, in linea di principio, tramite l'esperienza (vedi, in particolare, Popper, 1934-59, pp. 21 e 24).

CV₃. Un enunciato (non analitico) è *verificabile in linea di principio* se e solo se una *prova conclusiva della sua verità (verificazione)* o una *prova conclusiva della sua falsità (falsificazione)* è possibile in linea di principio tramite l'esperienza (vedi, per esempio, Carnap 1936-37).

Per la versione **CV₁**, la possibilità in linea di principio di una prova *positiva* conclusiva (verificazione) è condizione *necessaria e sufficiente* affinché un enunciato sia *significante e scientifico*.

Per la versione **CV₂**, invece, la possibilità in linea di principio di una prova *positiva* conclusiva (verificazione) e la possibilità in linea di principio di una prova *negativa* conclusiva (falsificazione) sono condizioni *singolarmente necessarie e congiuntamente sufficienti*. Poiché la falsità di un enunciato equivale alla verità della sua negazione, la falsificazione di un enunciato equivale alla verificazione della sua negazione (vedi *Osservazione 2.3*). Così per **CV₂**, un enunciato è *significante e scientifico* se e solo se sia la sua verificazione che la verificazione della sua negazione sono entrambe possibili in linea di principio.

Per la versione **CV₃**, infine, la possibilità in linea di principio di una prova *positiva* conclusiva (verificazione) e la possibilità in linea di principio di una prova *negativa* conclusiva (falsificazione) sono condizioni *disgiuntamente necessarie e singolarmente sufficienti*. Così, per **CV₃**, un enunciato è *significante e scientifico* se e solo se la sua verificazione o la verificazione della sua negazione (ma non necessariamente entrambe) è possibile in linea di principio. Ciò significa che un enunciato può essere *significante e scientifico* anche se è *inverificabile*, a condizione che sia almeno falsificabile (ovvero che almeno la sua negazione sia verificabile), e viceversa.

Una ragione per distinguere tra queste possibili versioni di **CV** è che esse tracciano in modo differente la linea di demarcazione tra la classe degli enunciati dotati di senso e scientifici e quella degli enunciati privi di senso e non scientifici (o metafisici). Nella sezione 2.3 vedremo che tutte e tre queste versioni sono inadeguate, in quanto portano a escludere come privi di senso e non scientifici enunciati che sono evidentemente dotati di senso e scientificamente rilevanti. Ma vedremo anche che esse sono inadeguate in misura diversa. Vi sono, infatti, enunciati che possono essere falsificati ma non verificati; essi, pertanto, vengono esclusi sia da **CV₁** che da **CV₂**, ma non da **CV₃**. E vi sono enunciati che possono essere verificati ma non falsificati, e che, quindi,

vengono esclusi da CV_2 , ma non da CV_1 e CV_3 . Così, CV_2 costituisce la versione più restrittiva, quella, cioè, che esclude di più, mentre CV_3 la versione più liberale, quella, cioè, che esclude di meno. Ma vedremo anche che vi sono enunciati chiaramente significanti e scientificamente rilevanti che sono *completamente indecibili in linea di principio*, nel senso che non possono essere né verificati né falsificati, e che, pertanto, sono esclusi anche dalla più liberale versione CV_3 .

Osservazione 2.2. La seconda osservazione riguarda l'espressione "in linea di principio", con la quale si intende sottolineare che la nozione di «verificazione» (o «prova») cui fa riferimento CV è una nozione *potenziale e non attuale*. In altri termini ciò che si richiede è solo la *possibilità* di una prova (verificazione) e *non la sua disponibilità effettiva* che, per motivi situazionali o tecnici, può anche non essere disponibile in pratica (vedi, per es., Ayer, 1936/46, cap. I).

Ma la nozione di «possibilità» qui involta può essere (ed è stata), a sua volta, interpretata in due modi differenti: come *possibilità puramente logica* o come *possibilità fisica* (o *empirica*).

Secondo l'interpretazione logica – sostenuta da Schlick (1932 e 1936) e accolta da Hempel (1950, note 5 e 6) e da Pap (1961, cap. II, B) – un enunciato è verificabile in linea di principio se e solo se le osservazioni che lo verificherebbero (e le procedure che occorre seguire per fare tali osservazioni) sono *concepibili* o *logicamente possibili*, ove per "concepibile" o "logicamente possibile" si intende *descrivibile in modo coerente*, cioè in modo compatibile con le leggi logiche. E, come ha sottolineato Schlick, una osservazione può essere logicamente possibile anche se dovesse essere scientificamente provato che non sarà mai *fisicamente possibile* fare tale osservazione.

Secondo l'interpretazione empirica – sostenuta invece da Carnap (1936-37) – un enunciato è verificabile in linea di principio se e solo se le osservazioni che lo verificherebbero (e le procedure per farle) sono non solo logicamente possibili, ma anche *fisicamente (empiricamente) possibili*, ove per "fisicamente (o empiricamente) possibile" si intende *compatibile con le leggi scientifiche* (fisiche, biologiche, fisiologiche ecc.). In altri termini, si richiede che le osservazioni (e le procedure) pertinenti per la verificazione siano non solo *logicamente concepibili (coerentemente descrivibili)*, ma anche *empiricamente (fisicamente) accessibili*.

Contro l'interpretazione empirica Schlick ha sviluppato la seguente argomentazione. La possibilità empirica (fisica) dipende dalle leggi scientifiche e, quindi, dallo stato delle nostre conoscenze empiriche che cambiano nel tempo. Così, se si interpreta il criterio di verificabilità in termini di possibilità empirica (fisica), allora le espressioni e gli enunciati del nostro linguaggio cambieranno il loro significato (senso) col cambiare della nostra conoscenza empirica e, quindi, delle leggi scientifiche di volta in volta accettate. E, naturalmente, nessuna teoria del significato che comporti una tale conseguenza può essere considerata adeguata.

Va notato, tuttavia, che questa argomentazione colpisce esclusivamente l'interpretazione empirica del criterio verificabilista del significato. Ma non prova niente contro l'interpretazione empirica del criterio verificabilista di demarcazione (ove questo venga distinto dal criterio di significato). Per dirla con Popper (1983, § 24), non c'è niente di problematico nell'idea che la distinzione tra ciò che è verificabile (o falsificabile) e ciò che non lo è, e, quindi, tra enunciati scientifici ed enunciati non scientifici o metafisici (ma significanti), sia relativa allo stato effettivo delle nostre conoscenze empiriche (scientifiche) e possa cambiare col cambiare di queste ultime.

Inoltre, come ha osservato Henle (1963), l'interpretazione logica del criterio di demarcazione porterebbe ad accettare come scientifici enunciati chiaramente metafisici, come, per esempio, l'enunciato "Esiste una vita dopo la morte", poiché le osservazioni che verificherebbero un tale enunciato sono *logicamente possibili (concepibili)*, anche se *empiricamente (fisicamente)* impossibili secondo le leggi scientifiche note. Ma in questo modo ben pochi problemi metafisici tradizionali verrebbero esclusi. Pertanto, l'interpretazione logica del criterio di demarcazione fallisce lo scopo per cui tale criterio è stato introdotto.

Nella sezione 2.1 mostreremo che il criterio verificabilista del significato confonde aspetti semantici e aspetti pragmatici; e nella sezione 2.2 introdurremo un differente criterio di significato basato sulla concezione vero-condizionale classica del significato. In questo modo, il criterio *semantico* del significato verrà nettamente separato dal criterio *pragmatico* di demarcazione. E sia il criterio di verificabilità che il criterio di falsificabilità verranno considerati come criteri puramente pragmatici, non interpretabili come criteri di significato, ma solo come possibili criteri di demarcazione, i quali ammettono esclusivamente una interpretazione empirica.

Osservazione 2.3. Abbiamo caratterizzato la verificabilità di un enunciato in termini di possibilità di una prova conclusiva della sua verità (verificazione) e la sua falsificabilità in termini della possibilità di una prova conclusiva della verità della sua negazione (i.e. della sua falsità). Ma non abbiamo detto in cosa consiste una «prova empirica conclusiva», lasciando tale nozione – e, quindi, le nozioni di «verificabilità» e di «falsificabilità» – a un livello puramente intuitivo.

Una definizione formale rigorosa è canonicamente fornita facendo uso della nozione di «enunciato osservativo» (o «enunciato protocollare» o «enunciato base») (vedi, per es., Hempel, 1950 e Pap, 1961). Un enunciato osservativo è un enunciato singolare che descrive un possibile dato osservativo o sperimentale, in breve una possibile osservazione, ove per osservazione possibile si deve intendere, come abbiamo visto nella *Osservazione 2.2*, «osservazione *fisicamente (o empiricamente)* possibile». Per semplicità assumiamo, inoltre, che un enunciato osservativo può venire verificato (o falsificato) conclusivamente attraverso l'osservazione diretta (ma la plausibilità di questa assunzione verrà, tuttavia, messa in discussione nella *Osservazione 4.2*). Così, tutti gli enunciati osservativi sono verificabili (e falsificabili) in linea di principio; ma non tutti gli enunciati verificabili (o falsificabili)

sono enunciati osservativi. Diciamo, allora, che un enunciato (non analitico) S è verificabile in linea di principio se e solo se è un enunciato osservativo oppure è *deducibile* da un insieme *finito* (e coerente) O_1, O_2, \dots, O_n (con $n \geq 1$) di enunciati osservativi, in modo che se O_1, O_2, \dots, O_n dovessero essere effettivamente verificati mediante l'osservazione diretta, anche S risulterebbe verificato in modo conclusivo. Analogamente, S è falsificabile in linea di principio se e solo se è un enunciato osservativo oppure la sua negazione $\neg S$ è *deducibile* da un insieme *finito* (e coerente) O'_1, O'_2, \dots, O'_n (con $n \geq 1$) di enunciati osservativi (incompatibili con S), in modo che se O'_1, O'_2, \dots, O'_n dovessero venire verificati mediante l'osservazione, $\neg S$ risulterebbe verificato (e, quindi, S falsificato) in modo conclusivo.

Abbiamo visto che, da un punto di vista puramente logico, le nozioni di «verificazione» e di «falsificazione» sono l'una il *duale* dell'altra, nel senso che la falsificazione di un enunciato S corrisponde alla verificazione della sua negazione $\neg S$, e viceversa. Così un enunciato è falsificabile in linea di principio se e solo se la sua negazione è verificabile in linea di principio, e viceversa. Questo aspetto logico ha alcune conseguenze rilevanti. Nella sezione 2.2 vedremo che esso espone la versione CV_1 di CV a una obiezione fondamentale. E nella sezione 3.1 vedremo che può essere usato per ridimensionare la tesi popperiana della esistenza di una *asimmetria logica fondamentale* tra verificazione e falsificazione, mostrando che il criterio falsificabilista di demarcazione popperiano si trova esposto a obiezioni analoghe a quelle cui è esposta la versione CV_1 del criterio verificabilista di demarcazione.

2.1. Il criterio verificabilista del significato

In questa sezione considereremo CV esclusivamente come criterio di significato, prescindendo dalla sua interpretazione come criterio di demarcazione che verrà considerata nella sezione 2.3.

Tenendo conto delle osservazioni precedenti, possiamo esprimere il criterio di verificabilità del significato (CVS), riformulando CV come segue.

CVS. Un enunciato (non analitico) è dotato di *significato cognitivo (senso)* ed ha, quindi, un *valore di verità* se e solo se è *in linea di principio verificabile* tramite l'esperienza (secondo una delle accezioni di «verificabile» distinte nella *Osservazione 2.1*); altrimenti è privo di senso e non ha un valore di verità.

Si ritiene comunemente che CVS sia sinteticamente espresso dello *slogan* “*il significato di un enunciato è il metodo della sua verifica*” (vedi Waismann, 1930; Waismann, 1967; Schlick, 1936).

È opinione diffusa, infatti, che questo slogan sia una semplice variante metodologica di CVS (vedi, per es., Boniolo e Vidali, 1999, p. 351). Ma come ha osservato Stroud (1992; vedi anche Hacking, 1975, cap. IX), lo *slogan* dice più di CVS: dice anche che il significato di un enunciato è *costituito* dal metodo stesso con cui può venire provata la sua verità. Propriamente, esso si riferisce alla *teoria verificazionista del significato* da cui dipende CVS.

Mette conto osservare che la concezione verificazionista dei positivisti logici è derivata da una *interpretazione pragmatica* della *concezione vero-condizionale* del significato introdotta dalla semantica logica di Frege (1892) e successivamente sviluppata da Tarski (1936), Carnap (1939 e 1942) e Davidson (1967 e 1970). Secondo questa concezione – che definisce il significato cognitivo (senso) in termini della nozione chiave di «verità» in senso classico – il significato (senso) di un enunciato è una *condizione di verità*, cioè una condizione posta sul mondo, tale che, se il mondo soddisfa questa condizione (se, cioè, il mondo è come l’enunciato dice che è), l’enunciato è vero, altrimenti è falso. Di conseguenza, comprendere il significato di un enunciato significa sapere come è il mondo se l’enunciato è vero. Questo punto di vista – che rappresenta la *concezione semantica standard* – si trova formulato esplicitamente nel *Tractatus* di Wittgenstein (1921-22): “L’enunciato è l’espressione delle sue condizioni di verità” (4.431); e “comprendere un enunciato vuol dire sapere che cosa accada se esso è vero” (4.024).

Ma, tra la fine degli anni venti e l’inizio degli anni trenta, Wittgenstein elabora una differente concezione pragmatica del significato, in cui la nozione *non operativa* del significato come *condizione di verità* viene rimpiazzata con la nozione *operativa* del significato come *condizione* (o *metodo*) *di verifica*, che costituisce uno stadio intermedio verso la concezione dell’ultimo Wittgenstein (1953) del «significato come uso» (vedi Wiggins, 1997). Come ha sottolineato Waismann (Appendice B a Waismann, 1967), nella prospettiva verificazionista di Wittgenstein, il metodo di verifica non è

qualcosa che si aggiunge o si applica al senso di un enunciato inteso come condizione di verità, ma è il senso stesso dell'enunciato. Da questo punto di vista, comprendere un enunciato vuol dire conoscere la sua condizione di verifica, che equivale a conoscere *l'insieme delle osservazioni (e delle procedure) fisicamente possibili che verificherebbero l'enunciato*. Di conseguenza, se un enunciato non ha una condizione di verifica, se, cioè, nessuna osservazione (fisicamente) possibile è in grado di verificarlo, allora l'enunciato è del tutto privo di senso e incomprensibile

Influenzati, sia dalla concezione vero-condizionale classica del *Tractatus*, che dalla successiva concezione pragmatica di Wittgenstein, i positivisti logici hanno cercato di conciliare queste due differenti concezioni del significato attraverso una "lettura" pragmatica della concezione vero-condizionale, in cui la nozione *semantica* di «condizione di verità» viene analizzata in termini della nozione pragmatica di «verifica» (vedi Pap, 1961, p. 12). In questo modo, la condizione di verità di un enunciato viene interpretata come l'espressione della procedura attraverso cui può essere stabilita (provata) la verità dell'enunciato; e la comprensione di un enunciato viene conseguentemente identificata con la conoscenza di tale procedura. Sicché, un enunciato inverificabile in linea di principio è considerato, per ciò stesso, privo di condizioni di verità (privo di senso).

Questa "lettura" spiega una ambiguità presente nella versione verificazionista dei positivisti logici, dovuta alla mancanza di una chiara distinzione tra *condizioni di verifica* e *condizioni di verità*, che è, invece, assente nella originaria versione di Wittgenstein. Questa ambiguità è stata messa chiaramente in luce da Marhenke (1950) attraverso un'accurata analisi di alcuni scritti rappresentativi di Schlick e Carnap, e recentemente sottolineata da Skorupski (1997). Secondo Marhenke, in queste formulazioni si fa confusione tra un *uso proprio* e un *uso improprio* del termine "verificabile". Secondo l'uso proprio, un enunciato è verificabile se è *possibile una prova conclusiva della sua verità*. Secondo l'uso improprio, invece, un enunciato è verificabile se è *possibile specificare le condizioni alle quali esso è vero*. Ma se "verificabile" è usato in modo improprio, allora le condizioni di verifica si riducono completamente alle condizioni di verità e, di conseguenza, la concezione verificazionista del significato si identifica *tout court* con la concezione semantica standard. A questo uso improprio

sembra riconducibile anche l'interpretazione di Schlick della nozione di «verificabilità in linea di principio» come «possibilità *puramente logica* di verifica», discussa nella *Osservazione 2.2*. Se si accetta questa interpretazione, infatti, la concezione verificazionista del significato non è più distinguibile dalla concezione vero-condizionale classica: dire che un enunciato è significante, se la sua verifica è logicamente (anche se non fisicamente o empiricamente) possibile equivale a tutti gli effetti a dire che un enunciato è significante se è possibile specificare la sua condizione di verità, cioè sapere cosa accade se l'enunciato è vero, secondo la concezione semantica standard, (vedi anche *Osservazione 2.8*).

Se, invece, “verificabile” è usato in modo proprio, allora le condizioni di verifica risultano effettivamente distinte dalle condizioni di verità, come nella versione originaria di Wittgenstein. Ma allora la teoria verificazionista si trova esposta a serie critiche, sollevate, in vario modo, da Russell (1940, capp. XVI-XVII, XX-XXIII, e 1950), Marehnke (1950), Evans (1953), Pap (1961, capp. I e II), Popper (1963/69, §2) e più recentemente – con riferimento alla versione neoverificazionista di Dummett – da Strawson (1976-77), Bradley e Swartz (1979, pp. 167-168), Devitt (1983), Appiah (1986), Loar (1987), Casalegno (1997, capp. I e X) e Lycan (2000, cap. VIII).

Senza tentare di riprendere tutte le critiche avanzate da questi autori, ci limiteremo a considerare solo due obiezioni fondamentali, piuttosto intuitive, che costituiscono il nucleo centrale comune alla maggior parte di queste critiche.

La prima di queste obiezioni, a cui abbiamo già accennato, sostiene che la teoria verificazionista confonde due questioni semioticamente distinte: la questione puramente *semantica* di che cosa è il significato cognitivo (senso) di un enunciato, a cui risponde adeguatamente la concezione semantica standard, definendolo in termini di «condizione di verità»; e la questione propriamente *pragmatica* (o *epistemica*) del riconoscimento (o prova) del valore di verità di un enunciato, a cui tenta di rispondere la teoria verificazionista, richiedendo che sia specificato il «metodo o condizione di verifica». Le ragioni per tener distinte queste due questioni sono piuttosto evidenti. Intuitivamente, un enunciato è considerato significante (dotato di senso) se può essere *compreso* e se può essere *tradotto* da una lingua ad un'altra (o parafrasato entro una stessa lingua). Infatti, comprendere un enunciato significa conoscere la sua condizione di verità, cioè sapere che

cosa deve accadere affinché l'enunciato sia vero; e tradurre (o parafrasare) un enunciato significa fornire un altro enunciato con la stessa condizione di verità. Ma un enunciato può essere sia comprensibile che traducibile in questo senso ed essere, tuttavia, *indecidibile in linea di principio*. Possiamo, infatti, sapere che cosa accade se un enunciato è vero e non essere neanche in linea di principio in grado di sapere se ciò accade effettivamente o meno, per l'impossibilità fisica (empirica) di accedere al mondo o quella particolare situazione del mondo. Così un enunciato può avere una condizione di verità – ed essere quindi o vero o falso – e mancare tuttavia di una condizione (o metodo) di verifica.

Un esempio paradigmatico di enunciato significativo (e, quindi vero o falso), ma del tutto indecidibile è fornito dal seguente enunciato, dovuto originariamente a Poincaré (1902), e formulato da Pap (1961, pp. 14-15 e 56) come segue: “*Ogni corpo nell’universo si espande in modo continuo e uniforme* (cioè conservando le stesse proporzioni con tutti gli altri corpi)”.

È del tutto evidente che nessuna osservazione, che è possibile fare stando nell’universo, può verificare o falsificare (o anche solo confermare o sconfermare in qualche misura) questo enunciato: qualsiasi strumento di misura, infatti, essendo esso stesso un corpo dell’universo, sarebbe soggetto alla stessa legge di espansione uniforme e non potrebbe, quindi, fornire alcuna risposta rilevante per decidere della sua verità o della sua falsità. Per verificare (o falsificare) l’enunciato di Poincaré-Pap dovremmo osservare l’universo dall’“esterno”; ma, ovviamente, questo è *fisicamente impossibile*. Ciò non di meno, l’enunciato è perfettamente comprensibile (sappiamo, infatti, che cosa accade ai corpi dell’universo se esso è vero) ed è anche traducibile (e parafrasabile) senza difficoltà. Così un enunciato può essere intuitivamente dotato di senso, avere, cioè, una ben definita condizione di verità, ed essere, quindi, o vero o falso, anche se ci è preclusa in linea di principio ogni possibilità di stabilire se è vero o se è falso. Si deve, quindi, convenire che ci possono essere (e che, di fatto, ci sono) *enunciati significanti veri* ed *enunciati significanti falsi* che sono indecidibili in linea di principio. Pertanto, *significato* e *condizione di verificabilità* non possono essere identificati come pretende, invece, **CVS**. Nella sezione 2.3 considereremo alcuni esempi canonici di enunciati chiaramente significanti, oltre che scientificamente rilevanti, ma inverificabili in linea di principio.

Osservazione 2.4. Contro la concezione semantica standard e a sostegno di una concezione *neoverificazionista* basata sulla logica intuizionista, Dummett (1975, 1976 e 1978) ha sostenuto che una buona teoria del significato deve provvedere una *teoria della comprensione del significato*, in grado di spiegare in cosa consista *effettivamente* comprendere il significato. E come criterio di comprensione del significato Dummett pone – con esplicito riferimento alla concezione del «significato come uso» dell'ultimo Wittgenstein (1953) – il *requisito della manifestabilità*, secondo cui la comprensione del significato deve potersi manifestare nell'*uso effettivo* del linguaggio, altrimenti tale comprensione si ridurrebbe a uno stato mentale soggettivo (privato) non controllabile intersoggettivamente. In particolare, la comprensione del significato di un enunciato deve potersi manifestare, secondo Dummett, nella capacità di riconoscere, nelle circostanze adeguate, se l'enunciato è verificato (o falsificato). Pertanto, conclude Dummett, dire che si può conoscere il significato di un enunciato in linea di principio indecidibile equivale a sostenere che si può avere una conoscenza del significato che non è manifestabile nel modo in cui viene effettivamente usato l'enunciato, lasciando, così, del tutto inspiegata la conoscenza di tale significato (si veda anche Moriconi, 1992 e Casalegno 1997, cap. X).

Non discuteremo qui se la pretesa di Dummett che una teoria del significato debba costituire una teoria della comprensione del significato, sia giustificata o non sia piuttosto una conseguenza della confusione tra questioni *semantiche* e questioni *pragmatiche*, comune a tutte le versioni del verificazionismo. Ci limiteremo, invece, a suggerire che l'indecidibilità in linea di principio di un enunciato, non solo non esclude la possibilità di conoscere il suo significato, ma neanche esclude, in generale, la possibilità di rendere manifesta questa conoscenza attraverso comportamenti intersoggettivamente controllabili. Abbiamo visto che conoscere il significato di un enunciato equivale a sapere come deve essere il mondo perché l'enunciato sia vero; mentre conoscere la condizione (o metodo) di verifica di un enunciato equivale a sapere riconoscere se l'enunciato è verificato, che equivale a sapere riconoscere se lo stato del mondo è tale da soddisfare la condizione posta dall'enunciato. Ora, sembra intuitivamente ovvio che la possibilità di conoscere il significato non dipende dalla possibilità di conoscere lo stato effettivo del mondo. Possiamo, infatti, sapere come deve essere il mondo affinché un enunciato sia vero, anche nel caso in cui dovesse essere empiricamente (fisicamente) impossibile conoscere lo stato effettivo del mondo, per decidere se l'enunciato è verificato (o falsificato). Ma in questo caso come può la conoscenza del significato dell'enunciato manifestarsi concretamente nella capacità di riconoscere se l'enunciato è verificato (o falsificato), come richiede il requisito di Dummett? Una risposta plausibile è che, sebbene in questi casi tale capacità non possa manifestarsi *direttamente* rispetto alla realtà su cui verte l'enunciato, essa può, tuttavia, manifestarsi *indirettamente*, rispetto a un opportuno *modello* della realtà: così, per esempio, la

conoscenza della condizione di verità (significato) di un enunciato totalmente indecidibile, come il summenzionato enunciato di Poincaré-Pap, può *manifestarsi* nella capacità di riconoscere se tale condizione è soddisfatta o meno da un *modello in scala* dell'universo. E una tale capacità può essere considerata a tutti gli effetti una manifestazione concreta, intersoggettivamente controllabile, della comprensione del significato dell'enunciato. Ma se è così, allora il requisito della manifestabilità di Dummett è del tutto compatibile con la concezione semantica standard, e la sua accettazione non comporta l'adesione alla teoria verificazionista del significato, come sembra, invece, credere Dummett.

La seconda obiezione si basa sull'analisi delle nozioni di «verificazione» e di «condizione (o metodo) di verificazione», e può essere formulata come segue. La verificazione, come abbiamo visto, è la prova (conclusiva) della verità di un enunciato. Ne segue che un enunciato per poter essere verificato deve avere già un valore di verità. Una prova è, infatti, una procedura per stabilire se il valore di verità di un enunciato è il vero. Pertanto la nozione *pragmatica* di «prova» (o «verificazione») *presuppone* la nozione *semantica* di «verità» come concetto o principio regolativo, e non può essere identificata con essa. In quanto nozione semantica, la «verità» dipende esclusivamente da una relazione tra gli enunciati di un linguaggio interpretato e il mondo (la “realtà”): essa è una proprietà che un enunciato significante possiede o non possiede *oggettivamente*, indipendentemente dalla nostra capacità di riconoscerla (provarla). Questo significa che l'insieme degli enunciati che possono essere riconosciuti (provati) veri (o provati falsi) è un *sottoinsieme proprio* dell'insieme degli enunciati dotati di valore di verità.

Ma se un enunciato ha un valore di verità, allora ha anche una ben definita condizione di verità, e viceversa (ricordiamo che un enunciato è vero se la sua condizione di verità è soddisfatta, ed è falso se la sua condizione di verità non è soddisfatta). E come la «verificazione» (o «prova») presuppone la «verità», così la «condizione (o metodo) di verificazione» presuppone la «condizione di verità», e non la costituisce. Per sapere se un enunciato è verificabile – e, nel caso, come verificarlo – dobbiamo già conoscere il suo significato: non potremmo, infatti, sapere quali osservazioni verificherebbero (o falsificherebbero) un dato enunciato, se non conoscessimo già il significato (la condizione di verità) dell'enunciato. Questo mette in evidenza la natura circolare della definizione verificazionista del significato.

Così, mentre la prima obiezione mostra che la concezione verificazionista del significato *non è materialmente adeguata*, in quanto confligge con le nostre più radicate convinzioni riguardo a ciò che è significante, la seconda obiezione mostra che essa *non è corretta*, in quanto involge un circolo vizioso. Se queste obiezioni sono corrette, allora non può valere l'equivalenza tra significato e verificabilità posta da CVS. Propriamente, la verificabilità (o falsificabilità o confermabilità) è una *condizione sufficiente* di significato: se un enunciato è verificabile (o falsificabile o confermabile), allora è anche significante; e se non è significante, allora non può essere neanche verificabile (o falsificabile o confermabile). Ma non è una condizione necessaria: non è vero, cioè, che se un enunciato è significante, allora è anche verificabile (o falsificabile o confermabile); e che se non è verificabile (o falsificabile o confermabile) allora non è significante. Di conseguenza, CVS non può essere considerato un criterio di significato accettabile.

Nella sezione seguente daremo un criterio di significato, basato sulla concezione semantica standard, che risulta più adeguato rispetto alle nostre intuizioni semantiche.

2.2. Il criterio logico-semantico di significato

In questa sezione introduciamo un *criterio logico-semantico di significato (CSS)*, che è canonicamente associato alla concezione vero-condizionale classica del significato (vedi, per es., Carnap, 1932 e Russell, 1940, cap. XVII).

CSS. Un enunciato ha un *significato cognitivo (condizione di verità)* e, quindi, un *valore di verità* se e solo se (i) è conforme alle regole della *sintassi logica* e (ii) ogni espressione che ricorre in esso è *interpretata (dotata di significato)*; altrimenti l'enunciato è privo di significato cognitivo e di valore di verità.

La condizione (i) di CSS definisce la correttezza sintattica degli enunciati non tanto in riferimento alle comuni regole grammaticali delle lingue naturali, che determinano la *forma grammaticale* (o *struttura superficiale*) degli enunciati, quanto piuttosto in riferimento alle regole della sintassi logica, che determinano la *forma logica*

(o *struttura profonda*), da cui dipendono le condizioni di verità degli enunciati. Va notato che le regole della sintassi logica sono *direttamente* specificabili solo per i linguaggi formali e soltanto *indirettamente* per i linguaggi naturali (o ordinari): esse corrispondono alle regole di formazione dei linguaggi formali, i quali, a loro volta, possono essere utilizzati come *modelli ideali* per l'analisi di (opportuni frammenti di) linguaggi naturali. Così, un *test* per valutare la conformità alla sintassi logica di un qualsiasi enunciato ordinario è costituito dalla sua *traducibilità* o «*regimentazione*» (vedi Quine, 1960) in una *formula ben formata* di un linguaggio formale di adeguata capacità espressiva.

Un esempio paradigmatico, e filosoficamente rilevante, di regola di sintassi logica per linguaggi dotati di un certo potere espressivo è costituito dalla *teoria semplice dei tipi logici* di Russell (1903, Appendice B; 1908 e Whitehead-Russell 1910, cap. II; vedi anche Copi, 1971, cap. II). Possiamo considerare questa teoria come parte essenziale della sintassi di linguaggi formali dotati di un livello di complessità tale da costituire modelli adeguati per l'analisi di frammenti di linguaggio ordinario in cui sia possibile parlare non solo di oggetti (individui), ma anche di attributi (cioè di proprietà e relazioni) di oggetti, o di classi di oggetti; di attributi di attributi di oggetti, o di classi di classi di oggetti; ecc.. La teoria si basa su una classificazione di tutti i segni descrittivi di un tale linguaggio formale in una gerarchia di *tipi logici*: *segni di tipo 0* (costituiti da termini singolari concreti (nomi) designanti singoli oggetti o individui); *segni di tipo 1* (costituiti sia da predicati esprimenti attributi di individui, che dai corrispondenti termini singolari astratti designanti attributi di individui oppure classi di individui); *segni di tipo 2* (costituiti sia da predicati esprimenti attributi di attributi di individui, che dai corrispondenti termini singolari astratti designanti tali attributi di attributi oppure classi di classi di individui); e così via. In modo analogo, anche le *variabili* di un tale linguaggio formale vanno ordinate in una gerarchia di tipi logici corrispondenti ai tipi delle espressioni che costituiscono i loro rispettivi *ambiti di sostituibilità*: variabili individuali (o di tipo 0); variabili predicative (o di classe) di tipo 1; variabili predicative (o di classe) di tipo 2; e così via. Con riferimento a questa classificazione gerarchica delle espressioni, *la regola dei tipi* prescrive che in ogni formula enunciativa ben formata di forma soggetto-predicato, il tipo logico del predicato sia di *uno e uno solo* livello superiore a quella del termine soggetto, secondo lo schema $P^{m+1}(t^m)$ (ove t^m è un termine singolare o

variabile di tipo m e P^{m+1} è un predicato del tipo logico immediatamente superiore a m). E, in generale, ogni formula enunciativa elementare in cui il predicato esprime una relazione tra due o più argomenti (che possono anche essere di tipi logici differenti), il tipo logico del predicato deve essere di *uno e un solo* livello superiore a quello del segno di argomento di livello più alto, secondo lo schema $P^{n+1}(t_1^m, \dots, t_k^n)$ (ove t_1^m, \dots, t_k^n sono k termini singolari o variabili, rispettivamente, di tipo logico m, \dots, n , con n che rappresenta il tipo logico di livello più alto, e P^{n+1} è un predicato del tipo logico di livello immediatamente superiore a n).

La rilevanza filosofica di questa regola è piuttosto evidente. Essa permette di escludere come *pseudoenunciati* privi di significato cognitivo molti enunciati ordinari che sono grammaticali, secondo la grammatica comune, e in cui ricorrono solo espressioni significanti, ma che, se analizzati, presentano violazioni della regola dei tipi. Così, per esempio, l'enunciato “La virtù è rossa” è senza dubbio un enunciato “grammaticale” della lingua italiana; ma, poiché viola la regola dei tipi – applicando un predicato di tipo 1 (“rosso”) a un termine singolare (soggetto) di tipo 2 (“la virtù”) – non è traducibile in una formula logicamente corretta. Naturalmente, tale enunciato può essere recuperato come «scarto metaforico» (potrebbe, per esempio, essere usato come *slogan* di un gruppo politico di sinistra); ma ciò non toglie che, preso in senso letterale, manca di condizioni di verità. Un altro esempio di violazione della regola dei tipi è costituito dall'enunciato “Esiste un essere personale infinito”, la cui traduzione logica dà luogo alla formula “ $(\exists x)(\text{Persona}(x) \wedge \text{Infinito}(x))$ ” (leggi: esiste un individuo x , tale che x è una persona e x è infinito”), che non è una formula ben formata, poiché “persona” è un predicato di individui, quindi di tipo 1, mentre “infinito” è un predicato di classi (o concetti) di tipo 1 o superiore a 1, quindi *almeno* di tipo 2; di conseguenza, essendo predicati di tipi logici differenti, non possono essere applicati correttamente (e significativamente) a una stessa variabile “ x ”.

Esempi differenti di violazioni delle regole della sintassi logica sono forniti dai seguenti pseudoenunciati, citati da Carnap (1932) che li aveva, a sua volta, estrapolati da Heidegger (1929): “l'angoscia rivela il niente”, “Il niente era presente”, “Il niente stesso nientifica”. In questi esempi la violazione della sintassi logica è dovuta all'uso dell'espressione “il niente” come un autentico termine singolare che può ricorrere in un

enunciato come segno d'argomento (soggetto). Ma espressioni ordinarie come “niente”, “nessuno”, “ogni”, “ognuno”, “qualche”, “qualcosa”, ecc., non sono propriamente espressioni descrittive, ma segni logici esprimenti *quantificatori* che non possono svolgere il ruolo sintattico dei termini singolari (nomi) e delle espressioni descrittive in genere. Ovviamente nelle lingue naturali l'uso di tali espressioni come soggetti grammaticali è piuttosto comune. Ma, in genere, questi usi grammaticali fuorvianti non pregiudicano l'interpretazione corretta, in quanto si lasciano facilmente tradurre in termini formalmente (logicamente) corretti. Per esempio, l'enunciato “Niente si muove” – in cui la parola “niente” compare in funzione di soggetto grammaticale – è logicamente traducibile nella formula ben formata “ $(\forall x) \neg \text{si muove}(x)$ ” (leggi: “per ogni oggetto x , x non si muove”) o, equivalentemente, nella formula “ $\neg(\exists x) \text{si muove}(x)$ ” (leggi: Non esiste un oggetto x tale che x si muove”) che rappresentano la forma logica dell'enunciato ordinario. Al contrario, i summenzionati enunciati di Heidegger – nei quali l'espressione “niente” ricorre preceduto dall'articolo determinativo singolare come una autentica espressione descrittiva – non si lasciano tradurre adeguatamente in termini formalmente (logicamente) corretti. Pertanto, essi sono pseudoenunciati privi di significato cognitivo in quanto presentano errori di sintassi logica insanabili.

La condizione (ii) di CSS è, invece, piuttosto ovvia e non richiede un lungo commento. Essa segue dal *principio di composizionalità* di Frege, secondo cui il significato di un enunciato è una funzione (determinata dalla struttura logico-sintattica dell'enunciato) del significato delle espressioni costituenti (ove il significato di una espressione descrittiva – per esempio, di un predicato – è un *concetto* che costituisce la *condizione di applicabilità* dell'espressione). Così se in un enunciato ricorre una espressione priva di significato (cioè priva di condizioni di applicabilità), anche l'enunciato sarà, ovviamente, privo di significato (cioè privo di condizione di verità). Un esempio di pseudoenunciato in questo senso è “I pirotti sono babici”, la cui mancanza di significato dipende dal fatto che le espressioni “pirotto” e “babico” non hanno significato (non appartengono, cioè, al lessico della lingua italiana). Naturalmente questo esempio è costruito artificialmente. Ma vi sono enunciati dall'aspetto più “naturale”, in cui ricorrono espressioni apparentemente significanti, ma che, se analizzati risultano affatto prive di significato, in quanto introdotte attraverso *pseudodefinitioni*, i cui *definiens* sono

costituiti o da espressioni a loro volta prive di significato, o da combinazioni di segni che sono mal formate dal punto di vista della sintassi logica (vedi, al riguardo, Carnap, 1932). Un esempio di quest'ultimo tipo è dato dall'espressione "Infinito Assoluto" (o "Assoluto") con cui si intende, intuitivamente, «ciò di cui non è possibile niente di più grande». Sennonché, questa idea, apparentemente innocua, risulta, una volta analizzata, problematica, oscura e fonte di antinomie logiche.

Cantor (1883) – influenzato da una tradizione metafisico-teologica che gli proveniva essenzialmente da Spinoza e Bolzano (vedi Rigamonti, 1992) – considera l'*Infinito Assoluto* come un autentico genere di *infinito attuale*, che si distingue dall'*infinito relativo* (o *matematico*) – analizzato in teoria degli insiemi – per essere dotato di un ordine di grandezza tale da trascendere qualsiasi numero *transfinito*; da essere, cioè, al di sopra della stessa successione illimitata dei transfiniti. Ma ha anche riconosciuto che un infinito così grande – che può essere esemplificato dalla «collezione di tutti i pensieri o di tutte le verità o di tutte le classi (o insiemi)» – è una totalità *inconsistente, non trattabile matematicamente, trascendente ogni determinazione (o attributo) e inconcepibile, cioè impensabile coerentemente come un'unica entità*. Ma dire che l'Assoluto è completamente indeterminabile e inconcepibile significa dire che non può essere caratterizzato da alcun concetto (o proprietà). Infatti, se l'Assoluto fosse pensabile, allora sarebbe possibile concepire una proprietà o concetto che fosse soddisfatto esclusivamente dall'Assoluto; e si potrebbe, quindi, concepire l'Assoluto come l'unica entità che soddisfa tale concetto o proprietà (vedi Rucker, 1982). Ma ogni tentativo di caratterizzare l'Assoluto attraverso un concetto porta a una contraddizione, come mostrano le antinomie di Burali-Forti, di Cantor e di Russell. Ma se non si può dare alcun concetto dell'Assoluto, allora l'espressione "Infinito Assoluto" (o "Assoluto") è priva di significato cognitivo, non ha alcuna condizione di applicabilità. Così, per la condizione (ii) di CSS, ogni enunciato in cui ricorre tale espressione è un pseudoenunciato privo di senso.

Wittgenstein (1921/22) si riferisce a casi di questo tipo quando, nel *Tractatus*, scrive "... ogni volta che altri voglia dire qualcosa di metafisico, mostragli che, a certi segni nei suoi enunciati, egli non ha dato significato alcuno" (6.53).

Le considerazioni svolte finora mostrano che **CSS** ha il vantaggio, rispetto a **CVS**, di specificare le condizioni necessarie e sufficienti affinché un enunciato sia dotato di significato cognitivo, in termini di nozioni puramente logico-sintattiche e semantiche, senza far riferimento a nozioni pragmatiche come quella di «prova» (o «verificazione» o «falsificazione»). Questo permette di ristabilire alcune differenze fondamentali tra le nozioni di «significante», «verificabile» e «scientifico», che vengono fatte collassare in **CV**.

In primo luogo viene meno l'identificazione tra «significante» e «verificabile» sostenuta da **CVS**. Abbiamo visto che un enunciato può soddisfare entrambe le condizioni (i) e (ii) di **CSS** – ed essere perciò dotato di significato cognitivo e, quindi, anche di valore di verità – e tuttavia essere in linea di principio indecidibile, non essendo possibile stabilire quale sia il suo valore di verità. Così, nella prospettiva logico-semantiche classica di **CSS**, «essere significativo (cioè dotato di condizione di verità)» ed «essere verificabile (cioè dotato di condizione di verifica)» risultano proprietà di enunciati affatto distinte. Propriamente l'insieme degli enunciati decidibili è solo un *sottoinsieme proprio* dell'insieme degli enunciati dotati di significato cognitivo.

In secondo luogo, cade anche l'identificazione tra «significante» e «scientifico», dovuta alla duplice interpretazione della nozione di verificabilità come criterio di significato e come criterio di demarcazione. Per il criterio verificabilista di demarcazione, un enunciato è scientifico se e solo se è verificabile; altrimenti è non scientifico (o metafisico). E abbiamo visto che gli enunciati verificabili sono un sottoinsieme proprio di quelli significanti. Da ciò segue che tutti gli enunciati scientifici sono anche significanti; e che nessun enunciato privo di significato cognitivo può essere considerato scientifico. Ma non segue che se un enunciato è non scientifico o metafisico (cioè non verificabile), allora è anche privo di significato cognitivo. Così, la separazione del criterio di demarcazione dal criterio di significato e l'identificazione di quest'ultimo con **CSS**, permette di distinguere due generi di enunciati non scientifici o metafisici: quelli che, pur avendo l'apparenza grammaticale di enunciati genuini, non soddisfano le condizioni di **CSS** e sono, quindi, pseudoenunciati privi di senso, come per esempio i summenzionati enunciati di Heidegger o come gli enunciati “Esiste un essere personale infinito” o “L'Assoluto è perfetto”; e quelli che, soddisfacendo entrambe le condizioni di **CSS**, sono

genuini enunciati dotati di senso e quindi di valore di verità, ma del tutto indecidibili, come, per esempio, il citato enunciato di Poincaré-Pap o l'enunciato "Esiste un mondo esterno indipendente dalla nostra esperienza". Così, non tutta la metafisica può essere liquidata come "non senso privo di valore cognitivo", come pretende una tesi fondamentale del positivismo logico, giustamente criticata da Popper (1934/59, cap. I).

Rimane ancora l'identificazione tra «scientifico» e «verificabile», dovuta al criterio verificabilista di demarcazione. Nella sezione seguente presenteremo alcune serie obiezioni al criterio verificabilista di demarcazione, che provano che anche questa identificazione è insostenibile.

2.3. Il criterio verificabilista di demarcazione

Nella sezione 2.1 abbiamo criticato l'uso della nozione pragmatica di «verificabilità» come criterio di significato, in grado di distinguere gli enunciati dotati di senso da quelli privi di senso. In questa sezione considereremo, invece, la «verificabilità» esclusivamente come un criterio di demarcazione tra enunciati scientifici ed enunciati non scientifici (o metafisici), del tutto scorporato dal criterio verificabilista del significato con cui era stato identificato dagli esponenti del positivismo logico.

Sulla necessità di separare il criterio di demarcazione dal criterio di significato ha insistito particolarmente Popper (1934/59, cap. I e 1983, cap. II), secondo cui la linea di demarcazione tra scienza e metafisica (o non scienza) va tracciata essenzialmente all'interno della classe degli enunciati dotati di senso, e non può, quindi, coincidere con la linea di separazione tra senso e non senso (vedi cap. 3). Ma questo comporta, come ha osservato Scheffler (1963, pp. 151-155), che il criterio di demarcazione presuppone comunque un criterio di significato in grado di specificare la classe degli enunciati significanti entro cui operare la distinzione tra quelli scientifici e quelli non scientifici (o metafisici). Così, per poter stabilire in modo adeguato un qualsiasi criterio di demarcazione, è necessario disporre di un criterio di significato. E nella sezione 2.1 abbiamo escluso la possibilità che le nozioni pragmatiche di «verificabilità», di «falsificabilità» o di «confermabilità» possono costituire criteri di significato adeguati. In

alternativa, nella sezione 2.2, abbiamo suggerito un criterio puramente semantico di significato, basato sulla concezione vero-condizionale classica del significato, che abbiamo indicato come il criterio logico-semantico del significato (CSS), e che possiamo considerare come il presupposto di qualsiasi criterio adeguato di demarcazione.

Tenendo conto di ciò, possiamo allora riformulare il *criterio verificabilista di demarcazione (CVD)* come segue.

CVD. Un enunciato (non analitico) è *scientifico* (cioè, *controllabile empiricamente*) se e solo se (i) è *dotato di significato cognitivo* secondo CSS e (ii) è *verificabile in linea di principio* tramite l'esperienza (in una delle accezioni di «verificabile» distinte nella *Osservazione 2.1*); altrimenti l'enunciato è non scientifico (metafisico).

Questa versione di **CVD** presenta alcuni evidenti vantaggi rispetto alla versione originaria. In primo luogo, grazie alla distinzione delle condizioni (i) e (ii), significato e verificabilità risultano nozioni distinte e non più equivalenti. Come abbiamo visto nella sezione 2.1, la verificabilità è una condizione sufficiente ma non necessaria del significato, e il significato è una condizione necessaria ma non sufficiente della verificabilità. Un enunciato, per poter essere verificato (o falsificato), deve essere dotato di senso (cioè, dotato di una condizione di verità); così l'insieme degli enunciati verificabili costituisce un sottoinsieme proprio dell'insieme degli enunciati significanti.

In secondo luogo, permette di cogliere la differenza tra i due generi di enunciati metafisici distinti alla fine della sezione 2.2: quelli che sono pseudoenunciati privi di senso e, quindi, neanche verificabili (o falsificabili); e quelli che, pur essendo genuini enunciati dotati di senso (e di valori di verità), sono, tuttavia, inverificabili in linea di principio. I primi corrispondono agli enunciati che non soddisfano la condizione (i), e, quindi, neanche la condizione (ii), di **CVD**; i secondi agli enunciati che soddisfano la condizione (i) ma non la condizione (ii) di **CVD**.

Ma come abbiamo già anticipato, la condizione di verificabilità (ii) è esposta ad alcune serie obiezioni, sollevate da numerosi autori – tra cui, in particolare, Popper (1934/59, cap. I; 1983, cap. II), Nagel (1934), Lewis (1944), Hempel (1950), Pap (1948,

cap. XII, e 1961, capp. I e II), Scheffler (1963, Parte II) – che hanno mostrato che essa porta a escludere come non scientifici (o metafisici) enunciati che svolgono un importante e imprescindibile ruolo scientifico; violando, così, il requisito di adeguatezza materiale formulato nell'Introduzione 1. In particolare, seguendo questi autori, possiamo distinguere quattro principali classi di enunciati scientificamente rilevanti, che vengono, tuttavia, escluse dall'ambito della scienza, se la verificabilità è presa come criterio di demarcazione.

In realtà, queste classi di enunciati sono state utilizzate dagli autori summenzionati essenzialmente per la critica del criterio verificabilista del significato (**CVS**) e solo indirettamente come critica del criterio verificabilista di demarcazione; mostrando che, se la verificabilità viene presa come criterio di significato, come in **CVS**, allora tali enunciati risultano, non solo non scientifici, ma anche privi di senso, nonostante siano perfettamente significanti, sia dal punto di vista intuitivo, che dal punto di vista di **CSS**. Così, anche se in questa sezione verranno usati essenzialmente per provare l'inadeguatezza di **CVD**, essi rappresentano anche prove significative della inadeguatezza di **CVS**, in quanto forniscono ulteriori e rilevanti esempi di enunciati significanti ma inverificabili in linea di principio (vedi sezione 2.1).

Nel seguito esemplificheremo queste classi di enunciati con riferimento esclusivamente a enunciati in cui ricorrono, come espressioni descrittive, solo espressioni *osservative*; cioè espressioni la cui applicabilità a un oggetto può essere decisa mediante *osservazione diretta* (vedi Carnap, 1936-37, e Hempel, 1950). La ragione di questa restrizione è che se **CVD** esclude enunciati di questo tipo più semplice e meno problematico, a maggior ragione escluderà enunciati della stessa forma in cui ricorrono espressioni descrittive *non osservative*, come, per esempio, termini *disposizionali* e *teorici*.

2.3.1. La prima di queste due classi è costituita dagli *enunciati generali illimitati con quantificazione uniforme (universale o esistenziale)*; ove per “enunciati generali illimitati” si intendono usualmente enunciati che vertono su domini *infiniti* di oggetti (ma

per un commento critico di questa interpretazione di “illimitato” si veda l’*Osservazione 2.7*).

I limiti dell’applicazione di **CVD** a questa classe di enunciati possono essere illustrati considerando il tipo più semplice di tali enunciati, costituito da enunciati universali ed esistenziali, rispettivamente, di forma

(1) $(\forall x) P(x)$ (leggi: “Ogni cosa è P”) e

(2) $(\exists x) P(x)$ (leggi: “Qualcosa è P”)

(ove “P” è un predicato osservativo).

Secondo un punto di vista logico, non privo di una certa attrattiva, è possibile interpretare gli enunciati universali di forma (1) come abbreviazioni di *congiunzioni* di enunciati singolari osservativi, e gli enunciati esistenziali di forma (2) come abbreviazioni di *disgiunzioni* di enunciati singolari osservativi (si veda, per esempio, Ramsey, 1931, pp. 169-172; ma anche Quine, 1970, pp. 137-138 e 142-143).

Ora nel caso che (1) e (2) siano generalizzazioni *ristrette*, che vertono su domini *finiti e completamente ispezionabili* di oggetti, questa interpretazione non presenta particolari difficoltà, e può essere resa esplicita mediante le seguenti definizioni.

D₁. $(\forall x) P(x) =_{\text{def.}} P(t_1) \wedge P(t_2) \wedge \dots \wedge P(t_n)$

D₂. $(\exists x) P(x) =_{\text{def.}} P(t_1) \vee P(t_2) \vee \dots \vee P(t_n)$

(ove “ t_1 ”, ..., “ t_n ” sono nomi propri (o costanti individuali) denotanti ognuno un differente oggetto del dominio su cui varia la variabile individuale “ x ”, in modo che “ t_1 ”, ..., “ t_n ” esauriscono tutti gli n oggetti del dominio).

In questo modo **D₁** e **D₂** specificano le condizioni di verità (nonché le condizioni di verifica) degli enunciati di forma (1) e (2) in termini delle condizioni di verità (e delle condizioni di verifica) di congiunzioni e disgiunzioni di enunciati singolari osservativi.

Ora, una congiunzione è vera (verificata), se *ogni* sua congiunta è vera (verificata), ed è falsa (falsificata), se *almeno una* delle sue congiunte è falsa (falsificata); mentre, al contrario, una disgiunzione è vera (verificata), se *almeno una* delle sue disgiunte è vera (verificata), ed è falsa (falsificata), se *ogni sua disgiunta è falsa (falsificata)*. Ricordiamo, inoltre, che un enunciato è in linea di principio verificabile, se può essere dedotto da un

insieme *finito* (e coerente) di enunciati osservativi, e che è in linea di principio falsificabile, se la sua negazione può essere dedotta da un insieme *finito* (e coerente) di enunciati osservativi (vedi *Osservazione 2.2*); a condizione che gli enunciati osservativi in questione descrivano osservazioni (o stati di cose osservabili) empiricamente (fisicamente) possibili (vedi *Osservazione 2.3*). Così – posto che quest’ultima condizione sia soddisfatta – le congiunzioni e le disgiunzioni che corrispondono a (1) e (2), in quanto combinazioni *finito* di enunciati osservativi, sono in linea di principio sia *verificabili* che *falsificabili*.

Ne segue che anche gli enunciati di forma (1) e (2), quando vertono su domini finiti completamente ispezionabili – in quanto logicamente equivalenti a congiunzioni e disgiunzioni (finite) di enunciati osservativi – sono in linea di principio sia *verificabili* che *falsificabili*. In particolare, in questo caso, un enunciato universale come (1) è verificabile, in quanto è deducibile dall’insieme *finito* $P(t_1), P(t_2), \dots, P(t_n)$ di tutti gli enunciati osservativi che sono i costituenti della congiunzione equivalente a (1); ed è *falsificabile*, in quanto la sua negazione, $\neg(\forall x) P(x)$, è deducibile anche da un singolo controesempio di (1), cioè da un singolo enunciato osservativo che corrisponde alla negazione, $\neg P(t_k)$, di un qualsiasi costituente $P(t_k)$ della congiunzione equivalente a (1). E un enunciato esistenziale come (2) è verificabile, in quanto è deducibile da un singolo esempio positivo, cioè da un qualsiasi singolo enunciato osservativo $P(t_k)$ che sia un costituente della disgiunzione equivalente a (2); ed è falsificabile, in quanto la sua negazione, $\neg(\exists x) P(x)$, è deducibile da un qualsiasi insieme finito di enunciati osservativi che corrisponde all’insieme $\neg P(t_1), \neg P(t_2), \dots, \neg P(t_n)$ di tutte le negazioni dei costituenti della disgiunzione equivalente a (2).

Così, tutti gli enunciati generali di forma (1) e (2) che esprimono generalizzazioni ristrette sono riconosciuti come autenticamente scientifici secondo tutte e tre le versioni di **CVD** distinte nella *Osservazione 2.1*.

La situazione è affatto differente, se, invece, (1) e (2) sono generalizzazioni *illimitate* che vertono su domini *infiniti* di oggetti. In questo caso, gli enunciati di forma (1) e (2) non possono essere definiti esplicitamente in termini di congiunzioni e disgiunzioni, perché si richiederebbero congiunzioni e disgiunzioni *infinite*, che non sono formulabili linguisticamente. Nessun enunciato, infatti, può essere costituito da una

sequenza infinita di segni, dal momento che tali sequenze eccedono la capacità espressiva di qualsiasi linguaggio.

Ciò non di meno, dal punto di vista logico-semanticò, esiste una *stretta analogia* tra gli enunciati universali ed esistenziali illimitati e le congiunzioni e disgiunzioni infinite. Ramsey (1931, p. 255) prova a mostrare questa analogia con riferimento alla *interpretazione referenziale standard* dei quantificatori, secondo cui un enunciato universale di forma (1) è vero se e solo se la funzione enunciativa (o formula enunciativa aperta) “ $P(x)$ ” è soddisfatta da *ogni oggetto* del dominio preso come *valore* della variabile “ x ” (in breve, se la proprietà espressa dal predicato “ P ” è posseduta da ogni oggetto del dominio); e un enunciato esistenziale di forma (2) è vero se e solo se “ $P(x)$ ” è soddisfatta da *almeno un oggetto* del dominio preso come *valore* della variabile “ x ” (in breve, se la proprietà espressa da “ P ” è posseduta da almeno un oggetto del dominio).

L’analogia risulta anche più stretta, se si considera *l’interpretazione sostituzionale* dei quantificatori (vedi Marcus, 1961 e Dunn and Belnap, 1968). Questa interpretazione richiede – proprio come l’interpretazione in termini di congiunzioni e disgiunzioni – che il linguaggio sia dotato almeno di tanti nomi (costanti individuali) quanti sono gli oggetti del dominio, in modo che ogni oggetto abbia almeno un nome; così, se il dominio è infinito, occorre che il linguaggio disponga di un numero infinito di nomi. Per l’interpretazione sostituzionale, un enunciato universale di forma (1) è vero se e solo se l’enunciato singolare $P(t/x)$ – ottenuto sostituendo in “ $P(x)$ ” la variabile “ x ” col nome t – è vero per *ogni nome* t del linguaggio; e un enunciato esistenziale di forma (2) è vero se e solo se l’enunciato $P(t/x)$ è vero per *almeno un nome* t del linguaggio.

Sebbene l’interpretazione sostituzionale non comporta l’eliminazione degli enunciati generali in favore di funzioni di verità di enunciati singolari, è tuttavia evidente l’analogia con l’interpretazione in termini di congiunzioni e disgiunzioni: gli enunciati universali ed esistenziali possono, infatti, essere concepiti *idealmente* come, rispettivamente, le congiunzioni e le disgiunzioni di tutti i casi di sostituzione della interpretazione sostituzionale.

In questo modo gli enunciati generali illimitati possono essere concepiti come abbreviazioni compendiose di congiunzioni e disgiunzioni infinite che non possono essere scritte per esteso. Ramsey (*idem*, p. 255) mostra di accogliere questo punto di vista

– discusso nel *Tractatus* di Wittgenstein – quando sostiene che se gli enunciati universali illimitati vengono considerati enunciati significanti dotati di valori di verità, allora siamo costretti a considerarli come congiunzioni infinite che non possiamo esprimere direttamente per “mancanza di potere simbolico”; in caso contrario, sostiene Ramsey, dovremo concludere che essi non sono autentici enunciati veri o falsi.

Questa interpretazione degli enunciati generali presenta alcuni vantaggi esplicativi. Ramsey (*idem*, p. 171), per esempio, considerava questa interpretazione come l’unica in grado di spiegare la *regola di esemplificazione universale*, che permette di inferire “P(t)” da “ $(\forall x) P(x)$ ”, e la *regola di generalizzazione esistenziale*, che permette di inferire “ $(\exists x) P(x)$ ” da “P(t)”.

In particolare, questa concezione degli enunciati generali è utile per illustrare la questione della verificabilità e della falsificabilità degli enunciati generali illimitati. Se si considera quanto abbiamo detto circa le condizioni di verità e di verifica delle congiunzioni e delle disgiunzioni, è del tutto evidente che la verità di una congiunzione infinita non può essere provata mediante la prova di alcun sottoinsieme *finito* di sue congiunte, mentre la sua falsità può essere provata attraverso la prova della falsità di una sua singola congiunta; e che la verità di una disgiunzione infinita può essere provata mediante la prova della verità di una sua singola disgiunta, mentre la sua falsità non può essere provata dalla prova della falsità di alcun sottoinsieme *finito* di sue disgiunte.

In questo modo, l’analogia con le congiunzioni infinite mostra, in modo semplice ed evidente, che gli enunciati universali illimitati non possono essere dedotti da alcun insieme finito di enunciati osservativi; mentre le loro negazioni sono deducibili, come nel caso finito, anche da un solo controesempio. E l’analogia con le disgiunzioni infinite mostra che gli enunciati esistenziali illimitati sono deducibili, come nel caso finito, anche da un solo esempio positivo; mentre le loro negazioni non possono essere dedotte da alcun insieme finito di enunciati osservativi (o di negazioni di enunciati osservativi).

Un terzo caso è costituito dagli enunciati di forma (1) e (2) che vertono su domini *finiti* ma *non completamente ispezionabili* di oggetti. Per “domini finiti non completamente ispezionabili” si intendono totalità o classi empiriche *epistemicamente aperte*, nel senso che è sempre possibile che abbiano un numero di elementi maggiore di quelli effettivamente osservati o osservabili, indipendentemente da quanto grande sia il

numero di questi ultimi. In breve, le classi epistemicamente aperte non sono del tutto accessibili epistemicamente. In questa prospettiva un enunciato generale, esprimente una legge o ipotesi scientifica può essere detto *illimitato* solo nel senso di non essere ristretto a una particolare e circoscritta regione spazio-temporale, ma di riferirsi a ogni regione dello spazio e del tempo, e quindi anche a regioni a cui non è fisicamente possibile, neanche in linea di principio, avere accesso epistemico. Questo è sufficiente per considerare *illimitati* tali enunciati, senza dover supporre che i loro domini empirici o le regioni dello spazio-tempo fisico siano infiniti (vedi *Osservazione 2.7*).

In questo caso gli enunciati di forma (1) e (2) possono essere concepiti, rispettivamente, come congiunzioni e disgiunzioni finite di enunciati singolari, che non possono, tuttavia, essere tutti osservativi, a causa della non completa ispezionabilità del dominio (esempi di enunciati singolari non osservativi sono gli enunciati singolari su eventi passati, vedi sezione 2.3.4.). Non essendo costituite esclusivamente da enunciati osservativi, tali congiunzioni e disgiunzioni, pur essendo finite, si comportano rispetto alla verificabilità e alla falsificabilità esattamente come le congiunzioni e le disgiunzioni infinite: le congiunzioni possono essere falsificate, ma non verificate e le disgiunzioni verificate, ma non falsificate.

Così tutti gli enunciati generali illimitati, sia che vertano su domini infiniti, che su domini finiti epistemicamente aperti, si comportano rispetto alla verificabilità e alla falsificabilità allo stesso modo: quelli universali sono, in linea di principio, falsificabili ma non verificabili e quelli esistenziali sono, in linea di principio, verificabili ma non falsificabili.

Ora, su questa asimmetria tra la verificabilità e la falsificabilità degli enunciati universali ed esistenziali illimitati, è basata la principale e più comune obiezione a **CVD**. È opinione diffusa, infatti, che **CVD** porti a includere come scientifici gli enunciati esistenziali illimitati, in quanto verificabili in linea di principio, ma a escludere come non scientifici (o metafisici) tutti gli enunciati universali illimitati, in quanto inverificabili in linea di principio. Il che significa escludere anche tutti gli *enunciati condizionali universali illimitati*, a cominciare dagli enunciati di forma $(\forall x) (P(x) \rightarrow Q(x))$, che esprimono leggi o ipotesi empiriche (o sperimentali) molto semplici e comuni come “Tutti i corvi sono neri” o “Tutti i metalli si espandono, quando vengono riscaldati”. Ma

in questo modo, come ha sottolineato Popper (1934/59, cap. I), **CVD** fallisce lo scopo stesso per il quale era stato introdotto, dal momento che esclude proprio gli enunciati scientifici più caratteristici e rilevanti, eliminando dall'ambito della scienza tutte le leggi di natura e, quindi, tutte le teorie scientifiche, in quanto sistemi di enunciati in cui ricorrono in modo essenziale enunciati esprimenti leggi o ipotesi scientifiche.

Va tuttavia osservato che questa obiezione vale solo per alcune e non per tutte le possibili interpretazioni di **CVD**. Nella *Osservazione 2.1* abbiamo distinto tre differenti versioni del criterio di verificabilità, basate su altrettante accezioni, più o meno strette, della nozione di «verificabilità». Ognuna di queste versioni traccia in modo differente la linea di demarcazione tra ciò che è scientifico e ciò che è metafisico (o non scientifico); e non tutti questi modi portano a escludere gli enunciati universali illimitati.

In particolare, per la versione **CV₁**, gli enunciati universali illimitati, non essendo verificabili, sono non scientifici (metafisici), mentre gli enunciati esistenziali illimitati, essendo verificabili, sono scientifici. Per la più ristrettiva versione **CV₂**, invece, sia gli enunciati universali che gli enunciati esistenziali illimitati sono entrambi non scientifici (metafisici): i primi perché non verificabili (anche se falsificabili), e i secondi perché non falsificabili (anche se verificabili). Per la più liberale versione **CV₃**, infine, tanto gli enunciati universali quanto gli enunciati esistenziali sono entrambi scientifici: i primi perché falsificabili, anche se non verificabili, e i secondi perché verificabili, anche se non falsificabili.

Così, sia **CV₁** che **CV₂** tracciano la linea di demarcazione in modo da escludere gli enunciati universali illimitati e, quindi, anche tutte le leggi e le teorie scientifiche. Ma **CV₂** traccia questa linea in modo ancora più ristrettivo, escludendo anche tutti gli enunciati esistenziali illimitati; il che significa escludere enunciati come “Esiste un corvo bianco (non nero)” o “Esistono mammiferi ovipari” che sono, con ogni evidenza, genuinamente scientifici. La versione **CV₃**, invece, traccia la linea di demarcazione nel modo più comprensivo, includendo tanto gli enunciati universali, purché almeno falsificabili, quanto tutti gli enunciati esistenziali, purché almeno verificabili; ed escludendo solo gli enunciati e le teorie che non sono né verificabili, né falsificabili.

È evidente allora che la principale e più comune obiezione rivolta a **CVD** riguarda solo le versioni **CV₁** e **CV₂**, e non la versione **CV₃**, che, *rispetto alla classe degli*

enunciati generali illimitati uniformemente quantificati, rappresenta la versione più adeguata di **CVD**.

È altresì evidente, inoltre, che l'opinione comune su **CVD** si riferisce precipuamente alla versione **CV₁**, nonostante che molte formulazioni del criterio di verificabilità sembrano chiaramente riconducibili alla versione **CV₃** (vedi Carnap, 1936-37) o alla versione **CV₂** (vedi Popper, 1934/59, pp. 21 e 24).

Senonché la versione **CV₁** presenta un serio limite, da cui sono esenti, invece, per ragioni opposte, le versioni **CV₂** e **CV₃**. Questo limite dipende dal fatto che i quantificatori universale (\forall) ed esistenziale (\exists) sono l'uno il *duale* dell'altro. Essi sono, infatti, interdefinibili tra loro, mediante l'uso della negazione, come segue.

$$\mathbf{D}_3. \neg(\forall x) P(x) =_{\text{def.}} (\exists x) \neg P(x)$$

$$\mathbf{D}_4. \neg(\exists x) P(x) =_{\text{def.}} (\forall x) \neg P(x)$$

Così, per le definizioni **D₃** e **D₄**, la negazione di un enunciato universale è un enunciato esistenziale, e la negazione di un enunciato esistenziale è un enunciato universale. Ma abbiamo visto che per **CV₁** un enunciato universale illimitato è metafisico (non scientifico), mentre un enunciato esistenziale illimitato è scientifico. Ne segue, allora, che, per **CV₁**, la negazione di un enunciato metafisico (non scientifico) è scientifico e la negazione di un enunciato scientifico è metafisico (non scientifico). In questo modo alla negazione viene attribuita la sorprendente, quanto discutibile capacità di trasformare un enunciato metafisico in uno scientifico, e viceversa.

Osservazione 2.6. È interessante osservare che se si considera la versione **CV₁** di **CVS** ciò che si ottiene non è più soltanto intuitivamente inadeguato, ma anche logicamente scorretto. In questo caso, infatti, gli enunciati inverificabili sono non solo non scientifici (o metafisici), ma anche privi di senso. Così, per la definizione **D₃** e **D₄**, la negazione di un enunciato privo di senso sarà un enunciato dotato di senso, e la negazione di un enunciato dotato di senso sarà un enunciato privo di senso. Ma questo contrasta col requisito logico fondamentale che se un enunciato è dotato di senso, allora anche la sua negazione deve essere dotata di senso, e se è privo di senso, anche la sua negazione sarà priva di senso (vedi, al riguardo, Hempel, 1950 e Popper, 1983, § 20).

Ovviamente la versioni CV_2 e CV_3 di CVD non presentano questa difficoltà. Per la versione CV_3 , infatti, sia gli enunciati universali illimitati che gli enunciati esistenziali illimitati (del tipo considerato) sono entrambi scientifici, mentre per la versione CV_2 , sono entrambi metafisici (o non scientifici). Così, in entrambi i casi, la negazione non converte enunciati metafisici in enunciati scientifici, né viceversa. Ma nel caso di CV_2 , ciò è ottenuto al costo di escludere dal discorso scientifico non solo gli enunciati universali illimitati, ma anche gli enunciati esistenziali illimitati. (Una situazione analoga vale, ovviamente, *mutatis mutandis*, per le versioni CV_2 e CV_3 di CVS).

Abbiamo così mostrato che, almeno rispetto alla classe degli enunciati generali illimitati con quantificazione uniforme, fa differenza quale versione di CVD viene considerata; e che la versione CV_3 è l'unica sufficientemente ampia da riconoscere uno stato scientifico sia agli enunciati esistenziali che agli enunciati universali illimitati, includendo, così, quelle leggi di natura che sono, invece, eliminate dalle versioni CV_1 e CV_2 . È perciò piuttosto sorprendente che questa versione non sia stata presa nella dovuta considerazione dai critici di CVD ; in particolare, da chi, come Popper, per ragioni che risulteranno evidenti nella sezione 3, ha criticato CVD essenzialmente per il fatto di escludere gli enunciati universali illimitati esprimenti leggi scientifiche. (Per la posizione di Popper al riguardo vedi sezione 3.1.1).

Ma vedremo ora che neanche la più liberale versione CV_3 è sufficientemente ampia da includere le altre tre classi di enunciati, il cui ruolo scientifico è del tutto evidente.

2.3.2. La seconda classe è costituita dagli *enunciati generali illimitati con quantificazione mista (sia universale che esistenziale)*.

I casi più semplici di enunciati generali con quantificazione mista sono enunciati di forma

(3) $(\forall x)(\exists y) R(x, y)$ (leggi: Ogni cosa è nella relazione R con qualcosa) e

(4) $(\exists x)(\forall y) R(x, y)$ (leggi: Qualcosa è nella relazione R con ogni cosa)

(ove "R" sta per un predicato *osservativo* che esprime una relazione diadica).

Adottando lo stesso punto di vista logico suggerito per gli enunciati di forma (1) e (2), possiamo interpretare gli enunciati di forma (3) e (4) – in quanto combinazioni di enunciati di forma (1) e (2) – come abbreviazioni, rispettivamente, di *coniunzioni di disgiunzioni* e di *disgiunzioni di coniunzioni* di enunciati singolari.

In questo modo, la questione della decidibilità degli enunciati di forma (3) e (4) può essere analizzata, distinguendo le stesse tre possibilità riguardo ai tipi di dominio su cui tali enunciati possono vertere.

La prima possibilità è che (3) e (4) vertano su domini *finiti e completamente ispezionabili* di oggetti empirici. In questo caso (3) e (4) risultano generalizzazioni *ristrette*, che possono essere definite esplicitamente in termini di combinazioni finite di coniunzioni e disgiunzioni di enunciati singolari *osservativi*, mediante le seguenti definizioni, analoghe alle definizioni **D₁** e **D₂**.

$$\mathbf{D}_5 (\forall x)(\exists y) R(x, y) =_{\text{def.}} (R(t_1, t_1) \vee R(t_1, t_2) \vee \dots \vee R(t_1, t_n)) \wedge (R(t_2, t_1) \vee R(t_2, t_2) \vee \dots \vee R(t_2, t_n)) \wedge \dots \wedge (R(t_n, t_1) \vee R(t_n, t_2) \vee \dots \vee R(t_n, t_n)).$$

$$\mathbf{D}_6 (\exists x)(\forall y) R(x, y) =_{\text{def.}} (R(t_1, t_1) \wedge R(t_1, t_2) \wedge \dots \wedge R(t_1, t_n)) \vee (R(t_2, t_1) \wedge R(t_2, t_2) \wedge \dots \wedge R(t_2, t_n)) \vee \dots \vee (R(t_n, t_1) \wedge R(t_n, t_2) \wedge \dots \wedge R(t_n, t_n)).$$

In questo modo, **D₅** e **D₆** specificano le condizioni di verità e le condizioni di verifica degli enunciati di forma (3) e (4) in termini delle condizioni di verità e delle condizioni di verifica di coniunzioni finite di disgiunzioni finite e di disgiunzioni finite di coniunzioni finite di enunciati osservativi, rispettivamente. E poiché, come abbiamo visto, le coniunzioni e le disgiunzioni finite di enunciati osservativi sono in linea di principio sia verificabili che falsificabili, ne segue, ovviamente, che anche le loro combinazioni finite sono in linea di principio sia verificabili, che falsificabili. Di conseguenza, anche gli enunciati di forma (3) e (4), che vertono su domini finiti completamente ispezionabili – in quanto logicamente equivalenti a combinazioni finite di coniunzioni e disgiunzioni di enunciati osservativi – sono, in linea di principio, sia verificabili che falsificabili; nel senso che, sia essi, sia le loro negazioni (che, per le

definizioni **D₃** e **D₄**, corrispondono, rispettivamente a $(\exists x) (\forall y) \neg R(x, y)$ e $(\forall x) (\exists y) \neg R(x, y)$ risultano deducibili da insiemi finiti di enunciati osservativi.

Pertanto, si può sostenere, in generale, che tutti gli enunciati con quantificazione mista, che esprimono *generalizzazioni ristrette* su domini finiti e completamente ispezionabili, sono riconosciuti – esattamente come gli enunciati universali ed esistenziali ristretti – appartenere al discorso scientifico, da tutte le versioni summenzionate di **CVD**.

La seconda possibilità è che (3) e (4) vertano, invece, su domini *infiniti* e, quindi, *non completamente ispezionabili* di oggetti empirici. In questo caso, (3) e (4) esprimono quelle che vengono considerate tipicamente generalizzazioni (miste) *illimitate*, che non possono essere definite *esplicitamente* in termini di congiunzioni di disgiunzioni e di disgiunzioni di congiunzioni di enunciati singolari, mediante definizioni come **D₅** e **D₆**, dal momento che si richiederebbero congiunzioni infinite di disgiunzioni infinite e disgiunzioni infinite di congiunzioni infinite, che, come abbiamo visto, non sono formulabili per esteso. Cionondimeno, si deve riconoscere che, dal punto di vista logico-semanticamente, le condizioni di verità (e le condizioni di verifica) degli enunciati di forma (3) e (4), che vertono su domini infiniti, sono esattamente quelle delle corrispondenti combinazioni di congiunzioni e disgiunzioni infinite, che, come direbbe Ramsey, non possiamo esprimere direttamente per “mancanza di potere simbolico”.

Questa interpretazione degli enunciati generali, come abbreviazioni di combinazioni vero-funzionali (anche infinite) di enunciati singolari, permette una spiegazione intuitivamente semplice della differenza rilevante che esiste tra quantificazione uniforme e quantificazione mista su domini infiniti, rispetto alla verificabilità e alla falsificabilità. Si vede facilmente, infatti, che, a differenza delle congiunzioni infinite di enunciati singolari, che possono essere falsificate, ma non verificate, e delle disgiunzioni infinite di enunciati singolari, che possono essere verificate, ma non falsificate, le loro combinazioni non possono essere né verificate, né falsificate. Per esempio, una congiunzione infinita di disgiunzioni infinite non è verificabile, poiché, come abbiamo visto, la verità di una qualsiasi congiunzione infinita non può essere provata mediante la prova della verità di alcun suo sottoinsieme finito di congiunte. Ma – a differenza delle congiunzioni infinite di enunciati singolari – non può neanche essere falsificata, poiché, per provare la falsità di una congiunzione, occorre

provare che almeno una sua congiunta è falsa. Ma, in questo caso, le congiunte sono costituite da disgiunzioni infinite; e, come abbiamo visto, la falsità di una disgiunzione infinita non può essere provata mediante la prova della falsità di alcun suo sottoinsieme finito di disgiunte. Lo stesso può essere provato, *mutatis mutandis*, riguardo alle disgiunzioni infinite di congiunzioni infinite. Di conseguenza, gli enunciati di forma (3) e (4), che vertono su domini infiniti – in quanto logicamente equivalenti a combinazioni di congiunzioni e disgiunzioni infinite – sono non verificabili e non falsificabili; nel senso che né essi, né le loro negazioni sono deducibili da insiemi finiti di enunciati osservativi.

La terza possibilità è che (3) e (4) vertano su domini *finiti* ma *non completamente ispezionabili* di oggetti empirici. In questo caso, (3) e (4) possono essere considerati esprimere generalizzazioni *illimitate* (nel senso specificato nella sezione 2.3.2 e nell'*Osservazione 2.7*) che sono traducibili, mediante definizioni come **D₅** e **D₆**, in termini, rispettivamente, di congiunzioni finite di disgiunzioni finite e di disgiunzioni finite di congiunzioni finite di enunciati singolari, che non possono, tuttavia, essere tutti osservativi, a causa della non completa ispezionabilità del dominio. Nella precedente sezione, abbiamo mostrato che le congiunzioni e le disgiunzioni finite, in cui ricorrono anche enunciati singolari non osservativi, si comportano, rispetto alla verificabilità e alla falsificabilità, esattamente come le congiunzioni e le disgiunzioni infinite: le congiunzioni, essendo falsificabili ma non verificabili, e le disgiunzioni, verificabili, ma non falsificabili. Così, se si combinano tra loro queste congiunzioni e disgiunzioni, ciò che si ottiene sono congiunzioni non verificabili di disgiunzioni non falsificabili e disgiunzioni non falsificabili di congiunzioni non verificabili, che non possono essere né verificate, né falsificate, come si può facilmente provare con un ragionamento del tutto analogo a quello utilizzato precedentemente per le combinazioni di congiunzioni e disgiunzioni infinite. Ne segue che anche gli enunciati di forma (3) e (4) che vertono su domini finiti non completamente ispezionabili – in quanto logicamente equivalenti a combinazioni di congiunzioni inverificabili e disgiunzioni infalsificabili – sono completamente indecidibili: cioè né verificabili, né falsificabili.

Questo significa che il contenuto degli enunciati generali illimitati con quantificazione mista – sia che vertono su domini infiniti, che su domini finiti non completamente ispezionabili (cioè epistemicamente aperti) – eccede il contenuto di

qualsiasi insieme finito di enunciati osservativi, in modo tale che né essi, né le loro negazioni sono deducibili da alcun insieme finito di enunciati osservativi. Di conseguenza, essi vengono esclusi come non scientifici (o metafisici) da tutte le versioni di **CVD**, inclusa la più liberale versione **CV₃**. Ma, in questo modo, **CVD** esclude anche enunciati genuinamente scientifici come “Per ogni sostanza esiste almeno un solvente” o “Alcune sostanze non hanno solventi”. E ovviamente, un criterio di demarcazione che ha queste conseguenze, non è accettabile.

In questa sezione e nella precedente, abbiamo mostrato che, rispetto alla decidibilità, la quantificazione su totalità finite non ispezionabili si comporta esattamente come la quantificazione su totalità infinite (vedi, al riguardo Dummett, 2004, pp. 102-103). E questo solleva un serio problema per il criterio di verificabilità, in quanto comporta l’esclusione di enunciati empirici scientificamente rilevanti, anche nel caso che questi vengano interpretati in modo da evitare ogni riferimento alla nozione problematica di «infinito» (vedi *Osservazione 2.7*).

2.3.3. La terza classe riguarda gli *enunciati probabilistici* di forma

$$(5) \quad pr(A \mid B) = r \quad (\text{leggi: La probabilità che si realizza un evento di tipo } A, \text{ dato un evento di tipo } B, \text{ è } r)$$

(ove pr è il funtore di probabilità, A e B sono classi di eventi, con B come classe di riferimento, ed r è un numero reale tra 0 e 1, estremi inclusi).

Va osservato che la nozione di «probabilità», involta da enunciati empirici come (5), va interpretata come la nozione di «probabilità statistica (o empirica)», che appartiene al linguaggio oggetto della scienza, e non come la nozione di «probabilità epistemica», che appartiene, invece, al metalinguaggio della scienza. (Per questa distinzione si veda Carnap, 1966, capp. II-III, e Galavotti, 2000, capp. IV-VI).

Ora, gli enunciati di probabilità statistica come (5) sono controllabili empiricamente solo sulla base di resoconti osservativi descrittivi le *frequenze relative* effettivamente rilevate di eventi di tipo A entro una classe – campione *finita* di eventi

osservati di tipo B . Ma, ovviamente, nessun resoconto finito di questo tipo può verificare o falsificare un enunciato come (5). Si consideri il seguente esempio di enunciato di forma (5): “la probabilità che il lancio di questa moneta irregolare (evento di tipo B) dia come risultato testa (evento di tipo A) è $1/3$ ”. Ora, supponiamo che vengano effettuati un certo numero finito n di lanci della moneta, ottenendo m volte testa; allora la frequenza relativa osservata è data dal rapporto m/n . Ma qualsiasi sia il valore di m/n (sia esso *uguale, maggiore o minore* di $1/3$), esso non potrà mai costituire una prova conclusiva (positiva o negativa) dell’enunciato probabilistico, poiché la frequenza rilevata sulla base di un qualsiasi numero finito n di lanci della moneta, può variare al crescere di n , cioè, continuando la serie dei lanci. E non esiste alcun numero finito, per quanto grande, di lanci, raggiunto il quale si può decidere, in modo non arbitrario, che il controllo dell’enunciato è giunto a termine. La ragione è che, in un enunciato di forma (5), la classe di riferimento B è supposta essere potenzialmente *infinita*, in quanto si riferisce non solo agli eventi effettivamente osservati, ma anche a tutti gli eventi potenzialmente osservabili di tipo B , che sono assunti essere di numero infinito (per una critica di questa assunzione si veda l’*Osservazione 2.7*). Di conseguenza, nessun numero finito di controlli – in quanto necessariamente limitati a sottoinsiemi finiti della classe di riferimento B – sarà sufficiente a determinare in modo univoco la probabilità statistica di eventi di tipo A . In particolare, controlli successivi – essendo basati su campioni costituiti da differenti sottoinsiemi finiti della classe di riferimento B – tenderanno a fornire stime di probabilità di volta in volta differenti. Né, d’altra parte, si può valutare la probabilità, come la frequenza rispetto a classi di riferimento infinite, dal momento che il valore di una frazione con denominatore infinito è sempre uguale a zero.

Per superare queste difficoltà, von Mises (1928/39) e Reichenbach (1935/49) proposero di definire la nozione di «probabilità statistica», non come semplice «frequenza relativa», ma come il «limite a cui tende la frequenza relativa, quando il numero degli eventi tende all’infinito».

Naturalmente, il riferimento a *serie infinite di eventi osservativi*, involto dalla nozione matematica di «limite», è fonte di notevole difficoltà, sia teoriche che pratiche: è ovvio, infatti, che è in linea di principio impossibile disporre di una serie infinita di osservazioni. Tuttavia, questo punto di vista si basa sull’assunzione che le fluttuazioni dei

valori delle frequenze relative diminuiscono a mano a mano che aumenta il numero di casi osservati. Si può, allora, supporre che se si prosegue la serie delle osservazioni *indefinitivamente*, le frequenze tenderanno gradualmente verso un preciso valore numerico, che è ciò che i matematici chiamano *limite*: la probabilità statistica viene, così, identificata col *valore limite* cui tendono le frequenze relative osservate in serie che si suppongono crescere indefinitivamente. Naturalmente, data l'impossibilità fisica di proseguire la serie di osservazioni all'infinito, un tale valore limite non potrà mai essere effettivamente raggiunto. Ma l'idea di fondo è che i valori delle frequenze relative osservate tenderanno a stabilizzarsi all'aumentare del numero dei casi considerati, cioè col crescere della serie delle osservazioni effettuate. Così – si sostiene – se si dispone di una serie di osservazioni *sufficientemente ampia*, si potranno ottenere stime *molto prossime* al valore limite.

Da questo punto di vista, gli enunciati di probabilità statistica come (5) esprimono *ipotesi sul valore limite* cui tendono le frequenze relative degli eventi osservati di tipo *A* entro serie infinite di eventi di tipo *B*. Il problema è, allora, come si possano controllare (provare) queste ipotesi, avendo a disposizione esclusivamente dati concernenti i valori delle frequenze relative effettivamente osservati su campioni finiti di eventi di tipo *B*. Per esempio, quali caratteristiche deve avere una serie - campione di lanci di una moneta irregolare per costituire una prova (positiva o negativa) dell'ipotesi espressa dall'enunciato "La probabilità che il lancio di questa moneta irregolare dia come risultato testa è $1/3$ "?

Sembra evidente che occorrerebbe almeno specificare le seguenti due condizioni: (a) l'ampiezza che deve avere la serie-campione per essere affidabile e (b) l'intervallo entro cui deve trovarsi la frequenza relativa osservata per essere probante. Ma la difficoltà sta nel sapere come queste condizioni possono essere specificate in modo non arbitrario.

Per risolvere il problema della controllabilità degli enunciati statistici di forma (5) sono stati sviluppati metodi matematici sofisticati – come la teoria bayesiana della conferma – che, facendo uso del calcolo delle probabilità, permettono di valutare la probabilità epistemica (o grado di conferma) della ipotesi espressa da un enunciato di

forma (5), in termini che dipendono, tra l'altro, dalla probabilità della serie-campione in grado di fornire il valore più vicino alla probabilità espressa dall'ipotesi da controllare.

Tralasciando gli aspetti tecnici di questi metodi (per i quali rimandiamo a Pap, 1961, capp. XI e XII, e in particolare a Howson e Urbach, 1989, capp. VIII-X e XIII-XIV), ci limitiamo ad osservare che essi non forniscono alcuna prova conclusiva della verità (o della falsità) degli enunciati di forma (5), ma solo una *prova della probabilità* che un enunciato di forma (5) ha di essere vero (o falso) relativamente all'evidenza empirica disponibile; e che possiamo interpretare come la *probabilità (epistemica)*, calcolabile per mezzo del teorema di Bayes, della *probabilità (statistica)* espressa dall'enunciato (vedi sezione 4.2.3). Ciononostante, non potendo essere né verificati né falsificati in modo conclusivo, gli enunciati di probabilità statistica sono esclusi come non scientifici da tutte le versioni summenzionate di **CVD**, compresa la più liberale versione **CV₃**. Ma, in questo modo **CVD** porta a escludere anche tutte le leggi e le teorie statistiche, che svolgono, in modo del tutto evidente, un ruolo fondamentale e imprescindibile in vasti settori della scienze naturali e sociali. E un criterio di demarcazione che ha queste conseguenze non è ovviamente accettabile.

Osservazione 2.7. Nelle sezioni 2.3.1 – 2.3.3 abbiamo considerato l'interpretazione usuale degli enunciati generali illimitati, come enunciati che vertono su domini *infiniti* di oggetti empirici, e degli enunciati di probabilità statistica, come riguardanti classi di riferimento *infinite*; interpretazione da cui viene fatta in genere dipendere la natura indecidibile (o al massimo semidecidibile) di tali enunciati.

Ovviamente questa interpretazione presuppone l'esistenza di *totalità* o *classi empiriche infinite*. Ma l'idea che la nozione matematica di «infinito» possa essere legittimamente usata oltre l'ambito della matematica e della logica pure, e convenientemente applicata a totalità empiriche, è piuttosto discutibile, nonché fonte di notevoli difficoltà, sia teoriche che pratiche, e, inoltre, non necessaria.

Secondo Regge (1994, Introduzione), l'insorgenza di *infiniti* nelle scienze empiriche solleva seri problemi, che impongono una revisione delle teorie, intesa a rimuovere questi infiniti – o almeno a esorcizzarli, rendendoli temporaneamente innocui; anche se essi tenderanno a ricomparire sotto altra forma, portando così avanti, attraverso i tentativi di eliminarli, il processo evolutivo delle scienze.

Questa tensione tra finito e infinito si ritrova, ovviamente, anche nelle recenti concezioni cosmologiche, riguardo alle dimensioni dell'universo. Secondo il modello cosmologico standard – basato sulla teoria della relatività generale e sull'ipotesi del Big Bang – l'universo si configura come

un sistema *spazialmente finito e illimitato* (per effetto della curvatura dello spazio prodotta dalla distribuzione della massa) in espansione e progressivo raffreddamento, che ha avuto inizio con il Big Bang. Naturalmente rimane aperto il problema di prevedere gli sviluppi futuri del sistema. A questo riguardo sono state avanzate almeno due principali ipotesi, tra loro opposte, ma entrambe compatibili col modello standard. Secondo la prima ipotesi l'universo è destinato a collassare in un Big Crunch. Secondo la seconda ipotesi, invece, l'universo continuerà ad espandersi *indefinitivamente*, divenendo sempre più freddo e vuoto. Così, la prima ipotesi porta a concepire un *universo chiuso (finito)*, dotato di una *durata finita* e una *estensione finita*, mentre la seconda ipotesi porta a un *universo aperto (infinito)*, caratterizzato da una *durata infinita* e, di conseguenza, da una *estensione (o estendibilità) infinita*.

Secondo Regge, la scelta tra queste due possibilità potrà essere decisa solo sulla base della evidenza osservativa. Ma non è affatto chiaro come un qualsiasi corpo di evidenze osservative, necessariamente finito, possa verificare, o anche solo confermare a qualche grado, una ipotesi di infinità (per una discussione delle differenti ipotesi cosmologiche finitarie e infinitarie si veda Luminet e Lachièze-Rey, 2005).

Naturalmente, se si accetta l'ipotesi di finitezza dell'universo e, di conseguenza, di tutte le totalità o classi empiriche, non c'è più alcuna ragione di concepire gli enunciati generali empirici illimitati – inclusi quelli che esprimono leggi empiriche – come vertenti su totalità o domini infiniti. In questa prospettiva, un enunciato generale può essere detto *illimitato* solo nel senso di non essere ristretto a una particolare e circoscritta regione spazio-temporale, ma di riferirsi a ogni regione dello spazio e del tempo; senza che ciò comporti la supposizione che lo spazio e il tempo fisici siano infiniti. Così, per esempio, enunciati come “Tutti i corvi sono neri”, “Esistono mammiferi ovipari” e “Per ogni sostanza esiste almeno un solvente” si riferiscono, rispettivamente, a tutti i corvi, a tutti i mammiferi e a tutte le sostanze e i solventi che sono esistiti, che esistono e che esisteranno in ogni regione dello spazio; e questo è sufficiente per considerare illimitati tali enunciati, senza dover supporre che queste classi di oggetti empirici, o che le regioni dello spazio e del tempo fisici siano infinite.

Naturalmente questa interpretazione di “illimitato” non rende gli enunciati in questione più decidibili di quanto non faccia l'interpretazione in termini totalità infinite. La supposizione di finitezza sulle totalità empiriche è, infatti, compatibile con l'idea che queste totalità (compreso, ovviamente, l'intero universo) siano *epistemicamente aperte*, nel senso che il numero dei loro elementi è sempre maggiore di quelli effettivamente osservati (o suscettibili di essere osservati), indipendentemente da quanto grande sia il numero di questi ultimi. Pertanto, le totalità empiriche epistemicamente aperte sono totalità finite non completamente ispezionabili, nel senso specificato nelle sezioni 2.3.1 - 2.3.2. Così, per esempio, anche se la classe dei corvi, quella dei mammiferi e quella delle sostanze chimiche costituiscono classi finite – come conseguenza della finitezza dello spazio e del tempo fisici – esse rappresentano comunque classi non completamente ispezionabili, come risulta, tra l'altro, evidente

dalla impossibilità fisica di accedere al passato (vedi sezione 2.3.4). E nelle sezioni 2.3.1-2.3.2., abbiamo visto che la quantificazione su totalità infinite o finite ma non completamente ispezionabili è indecidibile o, al massimo – se la quantificazione è uniforme – semidecidibile.

Considerazioni analoghe valgono, ovviamente, per le classi di riferimento degli enunciati di probabilità statistica. Come abbiamo visto nella sezione 2.3.3, l'interpretazione della probabilità statistica come «limite delle frequenze relative» dipende strettamente dall'assunzione della infinità delle classi di riferimento. Ma, come ha osservato Pap (1961, cap. XI, C), l'idea che tali classi empiriche siano infinite non è ovvia, né necessaria: nessuno, infatti, può seriamente pretendere, che, ad esempio, la serie dei lanci di una moneta sia effettivamente infinita. Secondo Pap, ciò che si intende effettivamente dire, quando si asserisce che le classi di riferimento sono infinite, è semplicemente che esse sono classi epistemicamente aperte, nel senso che è sempre possibile che abbiano un numero di elementi maggiore di quelli effettivamente osservati, indipendentemente da quanto grande è il numero degli elementi già osservati; e questo è perfettamente compatibile col fatto che il numero dei loro elementi sia finito, e anche relativamente piccolo.

Ma, come abbiamo visto, le classi epistemicamente aperte sono classi non completamente ispezionabili, e di cui non è possibile conoscere neanche il numero degli elementi. Di conseguenza, gli enunciati di probabilità statistica che vertono su classi di riferimento finite ma non ispezionabili si comportano, rispetto alla decidibilità, esattamente come quelli che vertono su classi di riferimento infinite: non sono, cioè, né verificabili, né falsificabili. Il vantaggio di questa interpretazione – sostiene, tuttavia, Pap – è che permette di definire la probabilità statistica come un rapporto tra due numeri finiti, anche se in linea di principio inconoscibili; evitando di introdurre la nozione di «limite», che involge la problematica nozione di «infinito» (vedi Pap, 1961, cap. XI, B).

2.3.4. La quarta ed ultima classe di enunciati è costituita dagli *enunciati singolari intorno a eventi passati*, in particolare del *passato remoto*.

Il problema posto da questi enunciati può essere formulato come segue.

Il passato non è epistemicamente accessibile, dal momento che non è fisicamente (empiricamente) possibile osservare gli eventi del passato. Di conseguenza, gli enunciati singolari intorno a eventi passati non sono enunciati osservativi che possono essere verificati o falsificati attraverso l'osservazione diretta (vedi *Osservazioni 2.2 e 2.3*). Nel migliore dei casi, tutto ciò che possiamo osservare direttamente sono certi eventi presenti interpretabili come *tracce* di eventi passati. Ma perché un evento presente possa essere interpretato come una *traccia* di un evento passato, occorre che i due eventi siano

connessi da una *relazione causale*: l'evento-traccia deve essere l'*effetto*, di cui l'evento passato è la *causa*. Ora, una relazione causale presuppone l'esistenza di una *legge di copertura* che connette la causa con l'effetto. In altri termini, si deve dare almeno un enunciato condizionale universale illimitato L , esprimente una legge causale, che, unitamente all'enunciato I , descrivente l'evento storico rappresentante la causa, permette di dedurre (inferire) logicamente l'enunciato E , descrivente la traccia che costituisce l'effetto; in simboli $L, I \Rightarrow E$ (leggi: da L e I si deduce E).

Ora, posto che I descriva l'evento passato, ed E , l'evento-traccia, ci si può chiedere se una prova osservativa diretta di E possa costituire una prova conclusiva indiretta di I . La risposta è, ovviamente, negativa. Come è noto, infatti, la relazione logica di deduzione trasmette la (prova della) verità dalle premesse alla conclusione, ma *non l'inverso*. Così, mentre non si può dare il caso che le premesse di una inferenza (deduzione) corretta siano vere e la conclusione falsa, si può benissimo dare il caso che la conclusione sia vera e le premesse false. Pertanto, da una prova della verità della conclusione E , concernente l'evento-traccia osservabile, non si può dedurre una prova della verità delle premesse L e I , e, quindi, non si può dedurre una prova di I , concernente l'evento passato non osservabile. Si può dare il caso, infatti, che la legge di coperture L sia falsa e che, quindi, l'evento osservato E abbia una causa diversa da I . Tutto ciò che si può ottenere da una prova di E è solo un certo grado di conferma (o probabilità) a favore di I , che la teoria bayesiana della conferma è in grado di valutare, come vedremo nella sezione 4.2.4.

Stabilito che una prova della verità di E non può fornire una prova conclusiva indiretta della verità di I , ci si può chiedere se, invece, una prova della falsità di E possa costituire una prova conclusiva indiretta della falsità di I ; in modo che gli enunciati intorno al passato, pur non potendo essere verificati, possano almeno essere falsificati. In realtà, la relazione di deduzione, come trasmette la (prova della) verità dalle premesse alla conclusione, così, *dualmente*, trasmette la (prova della) falsità dalla conclusione alle premesse. Senonché, la prova della falsità viene trasmessa alle premesse olisticamente prese, cioè, prese come un *tutto*, e non può essere diretta sulle singole premesse. In breve, da $L, I \Rightarrow E$ e $\neg E$ si può inferire, per *modus tollens*, la negazione della congiunzione delle premesse, $\neg(L \wedge I)$, che è logicamente equivalente a $\neg L \vee \neg I$ (che ci dice solo

che o L o I o entrambi sono falsi); ma non si può inferire né $\neg L$, né $\neg I$, singolarmente presi. (Su questo aspetto logico è basata l'importante *Tesi di Duhem*, che discuteremo nelle sezioni 3.2 e 4.2.4). Per provare $\neg I$ (che è ciò che ci interessa) dovremmo disporre di una prova indipendente della verità di L ; infatti, da L e $\neg L \vee \neg I$ si deduce (per *sillogismo disgiuntivo*) $\neg I$. Ma abbiamo visto che un enunciato universale illimitato (esprimente una legge fisica), come L , non può essere verificato. Pertanto, da una prova della falsità dell'enunciato che descrive l'evento-traccia (effetto), non si può derivare una prova della falsità dell'enunciato che descrive l'evento passato (causa). Anche in questo caso tutto ciò che si può ottenere è un certo grado di sconfirma valutabile con metodi bayesiani nel modo vedremo nella sezione 4.2.4.

Così, gli enunciati intorno al passato sono, in linea di principio, completamente indecidibili: cioè, né verificabili, né falsificabili (vedi Dummett, 1978). Di conseguenza, essi vengono esclusi come non scientifici (o metafisici) da tutte le versioni di **CVD**. Ma questo significa escludere dall'ambito della scienza tutte le discipline di carattere storico, incluse la cosmologia, la paleontologia e la teoria dell'evoluzione. E un criterio di demarcazione che porti a questi risultati difficilmente può essere considerato adeguato.

Osservazione 2.8. Secondo Hempel (1950, nota 5) e Pap (1949, cap. XII e 1961, cap. II, B), la difficoltà connessa agli enunciati intorno al passato scompare, se si accetta l'interpretazione di Schlick della nozione di «verificabilità in linea di principio» come «possibilità *puramente logica* di verifica»; in base alla quale un enunciato (non analitico) è verificabile in linea di principio, se l'evidenza osservativa che lo verificherebbe è logicamente possibile – cioè descrivibile in modo coerente – indipendentemente dalla possibilità fisica (empirica) di accedere epistemicamente ad essa (vedi *Osservazione 2.2*).

Tale interpretazione porta, ovviamente, a estendere la nozione di «enunciato osservativo» a tutti gli enunciati singolari che descrivono dati osservativi logicamente possibili, ma empiricamente (fisicamente) inaccessibili; ampliando, di conseguenza, la classe degli enunciati verificabili, in modo da includere gli enunciati singolari intorno a eventi passati, dal momento che i dati osservativi che verificherebbero tali enunciati, pur non essendo empiricamente accessibili, sono, tuttavia, perfettamente concepibili e coerentemente descrivibili.

Un punto di vista simile è stato sostenuto recentemente da Prawitz (1998), secondo cui un enunciato intorno a un evento passato è verificabile in linea di principio, se «potrebbe essere stato

verificato» da un potenziale osservatore che si fosse trovato nel posto giusto al momento giusto per osservare direttamente l'evento. Così, anche se l'evidenza osservativa è ora andata definitivamente perduta e non è, né sarà più empiricamente possibile avere accesso ad essa, l'enunciato può essere considerato decidibile in linea di principio, in quanto sappiamo che *potrebbe essere stato* effettivamente deciso (verificato). E anche Dummett – che aveva precedentemente sostenuto l'indecidibilità degli enunciati intorno al passato (vedi Dummett, 1978) – sembra ora propenso ad accettare il punto di vista di Prawitz (vedi Dummett, 2004, pp. 103-104), sia pure con molti dubbi e perplessità, per l'ampia concessione al «realismo semantico» che questo punto di vista comporta (ove per «realismo semantico» Dummett intende la concezione vero-condizionale standard del significato, basata sulla nozione classica di «verità», in opposizione alla concezione verificazionista del significato, basata sulla nozione intuizionista della «verità come verifica (o prova)», che Dummett classifica come «antirealismo semantico»).

In realtà, i dubbi di Dummett a questo riguardo sono giustificati in misura anche maggiore di quanto sembri ritenere lo stesso Dummett. Nella sezione 2.1, infatti, abbiamo osservato come l'interpretazione *logica* della «verificabilità» – a cui ci sembra sostanzialmente riconducibile la posizione di Prawitz – porti a identificare le condizioni di verifica con le condizioni di verità classiche, riducendo la questione pragmatica della decidibilità alla questione logico-semantica standard del significato e della verità. Questo aspetto può essere illustrato intuitivamente come segue. Abbiamo visto che, secondo la concezione semantica standard, comprendere il significato di un enunciato significa sapere *che cosa accade*, se l'enunciato è vero. Ma allora comprendere un enunciato (non analitico) significherà anche sapere quale evidenza empirica *logicamente possibile* potrebbe verificare l'enunciato, indipendentemente dalla *possibilità empirica* di accedere a tale evidenza. Pertanto, se si accetta l'interpretazione logica, qualsiasi enunciato non analitico, che sia significante secondo CSS e logicamente coerente, sarà, per ciò stesso, anche verificabile in linea di principio; inclusi enunciati che sono empiricamente del tutto indecidibili, come, per esempio, l'enunciato di Poincaré-Pap, dal momento che i dati osservativi che verificherebbero tale enunciato sono logicamente concepibili e coerentemente descrivibili, anche se, come abbiamo visto, è empiricamente (fisicamente) impossibile accedere epistemicamente ad essi.

Così, l'interpretazione logica della «verificabilità» risolve la difficoltà degli enunciati intorno al passato solo al costo di rendere il criterio di verificabilità così ampio da essere indistinguibile da CSS e, quindi, sostanzialmente inutile. E questo non è, ovviamente, un modo accettabile di risolvere il problema della decidibilità degli enunciati intorno agli eventi passati.

2.3.5. Nelle sezioni 2.3.1 – 2.3.4 abbiamo mostrato che **CVD** non è *sufficientemente ampio* da includere tutti gli enunciati scientificamente rilevanti. In questa sezione mostreremo che **CVD** non è neanche *sufficientemente stretto* da escludere tutti gli enunciati chiaramente metafisici (o non scientifici).

Quest'ultimo limite di **CVD**, meno noto del primo, è stato messo in luce da Hempel (1950; vedi anche Scheffler, 1963, cap. II, § 3). L'argomentazione di Hempel riguarda essenzialmente il criterio verificabilista del significato (**CVS**); ma, con una opportuna lieve modifica, può essere applicato anche alla nostra riformulazione (**CVD**) del criterio verificabilista di demarcazione.

L'argomentazione originale di Hempel è la seguente.

Sia S un enunciato non analitico significante secondo **CVS**: questo significa che S è verificabile; e, quindi è un enunciato osservativo o è deducibile da un insieme finito e coerente di enunciati osservativi (vedi *Osservazione 2.3*). E sia M un enunciato del tutto privo di senso – sia dal punto di vista intuitivo, sia per **CSS**, che anche per **CVS** – come, per esempio, “Il niente stesso nientifica” o “L'Assoluto è perfetto”. Allora, applicando la *regola di introduzione del connettivo \vee* (o *regola di addizione*), da S è deducibile l'enunciato disgiuntivo $S \vee M$. Poiché S è un enunciato verificabile, allora anche $S \vee M$ – in quanto deducibile da S – è, per definizione, verificabile (cioè deducibile da un insieme finito e coerente di enunciati osservativi); e, quindi, per **CVS**, dotati di senso. Naturalmente, **CVS** era stato introdotto proprio allo scopo di escludere tutti gli enunciati di questo tipo. Ma l'argomento di Hempel mostra che, se, come criterio di significato, si assume **CVS**, non c'è modo di escludere alcun enunciato metafisico, neanche quelli costituiti da pseudoenunciati privi di senso.

Ovviamente, questa critica non si applica al nostro criterio di significato **CSS** che esclude tutti gli pseudoenunciati privi di significato cognitivo. Né è applicabile, direttamente o indirettamente, al nostro criterio di demarcazione **CVD** che – attraverso la condizione (i) – esclude tutti gli (pseudo)enunciati che non soddisfano **CSS**, eliminando, così, anche la possibilità che essi ricorrano come premesse o conclusioni di argomentazioni deduttive. E questo costituisce certamente un vantaggio importante del

criterio di significato **CSS** e della versione **CVD** del criterio verificazionista di demarcazione.

Tuttavia, l'argomentazione di Hempel può essere facilmente riformulata in una versione indebolita, applicabile a **CVD**, nel modo seguente.

Sia S un enunciato scientifico secondo **CVD**: questo significa che S è significativa secondo **CSS** e verificabile nel senso specificato. E sia M un enunciato significativa secondo **CSS**, ma in linea di principio completamente indecidibile, come, per esempio, il summenzionato enunciato di Poincaré - Pap. Ora, come abbiamo visto, da S è deducibile $S \vee M$. Poiché $S \vee M$ è significativa ed è deducibile da un enunciato verificabile (e scientifico), allora anche $S \vee M$ è verificabile; e, quindi, scientifico, in base a **CVD**.

Naturalmente **CVD** era stato introdotto proprio per escludere enunciati di questo tipo. Ma l'argomentazione precedente mostra che, se, come criterio di demarcazione, si accetta **CVD**, è possibile escludere solo gli enunciati metafisici che sono privi di senso ma non quelli che sono dotati di senso, ma indecidibili. Così **CVD** non è in grado di assolvere il suo compito.

3. IL CRITERIO DI FALSIFICABILITÀ

Nel capitolo 2 abbiamo visto che l'identificazione della controllabilità empirica e, quindi, della scientificità, con la verificabilità (in tutte e tre le possibili accezioni di questo concetto) produce un criterio di demarcazione (oltre che un criterio di significato) materialmente inadeguato, in quanto porta a escludere enunciati (e teorie) genuinamente scientifici (oltre che significanti), senza riuscire a escludere enunciati altrettanto chiaramente non scientifici (metafisici).

Popper (1934/59) è stato il filosofo che per primo e con maggiore insistenza ha criticato il criterio neopositivista di verificabilità, contribuendo in modo sostanziale a determinarne l'abbandono da parte degli stessi esponenti del neopositivismo (vedi per es., Carnap 1936/37 e Hempel 1950). Come è noto la soluzione di Popper è consistita nella proposta di sostituire il criterio di verificabilità con il *criterio di falsificabilità*, in cui la controllabilità empirica viene identificata esclusivamente con la falsificabilità, cioè con la possibilità di una *prova conclusiva negativa*.

È importante sottolineare che Popper considera la falsificabilità esclusivamente come un criterio di demarcazione tra enunciati (e teorie) scientifici e non scientifici (metafisici) e non anche come un criterio di significato in grado di separare gli enunciati dotati di senso dagli enunciati privi di senso: “la falsificabilità – scrive Popper (1934/59, p. 22, nota*3) – separa due tipi di espressioni perfettamente significanti: le falsificabili [scientifiche] e le non falsificabili [non scientifiche o metafisiche]. Essa traccia una linea all'interno del linguaggio significante, non intorno ad esso”.

In questo modo, riconoscendo, in generale, anche gli enunciati metafisici come dotati di senso, Popper giunge ad attribuire alla metafisica un ruolo euristico *influyente* nello sviluppo delle teorie scientifiche, in netto contrasto con la posizione radicalmente anti-metafisica dei positivisti logici.

Nella sezione 2.2, facendo uso del criterio logico-semanticamente del significato (**CSS**), abbiamo distinto due generi di enunciati metafisici: quelli che, soddisfacendo le condizioni di **CSS**, sono genuini enunciati dotati di senso (e, quindi, di valori di verità), ma del tutto indecidibili, cioè né verificabili né falsificabili; e quelli che, non soddisfacendo le condizioni di **CSS**, sono pseudoenunciati privi di senso. Naturalmente, Popper riconosce l'esistenza di una metafisica priva di senso, cui non si applica il suo criterio di demarcazione. Ne segue che la sua nozione di *metafisica influente* vale solo (se vale e nei limiti in cui vale) per la metafisica dotata di senso, escludendo, così, un'ampia parte della metafisica tradizionale.

Nella sezione 2.3, inoltre, abbiamo osservato che se la linea di demarcazione va tracciata all'interno della classe degli enunciati significanti, allora il criterio di demarcazione presuppone un criterio di significato in grado di specificare la classe degli enunciati significanti entro cui va tracciata la linea di demarcazione. E, avendo identificato un tale criterio di significato con **CSS**, abbiamo fatto esplicito riferimento ad esso nella riformulazione di **CVD**. In analogia con la formulazione adottata per **CVD**, possiamo allora formulare il *criterio falsificabilista di demarcazione* (**CFD**) come segue.

CFD. Un enunciato (non analitico) è scientifico (cioè controllabile empiricamente) se e solo se (i) soddisfa **CSS** e (ii) può essere falsificato in linea di principio attraverso l'esperienza (osservazione); altrimenti l'enunciato è non scientifico (metafisico).

In termini popperiani si può dire che la condizione (i) circo-scrive l'ambito degli enunciati significanti ("traccia una linea intorno ad esso"), mentre la condizione (ii) traccia una linea all'interno di tale ambito, separando gli enunciati significanti falsificabili (scientifici) dagli enunciati significanti non falsificabili (metafisici).

In particolare, per Popper (1934/59, §21, cap. VI) un enunciato è falsificabile in linea di principio se ha una classe non vuota di *falsificatori potenziali*, cioè una classe non vuota di enunciati-base che descrivono dati osservativi fisicamente possibili, logicamente incompatibili con l'enunciato, tali che, se venissero accertati sulla base dell'osservazione diretta, falsificherebbero in modo conclusivo l'enunciato. Più

precisamente, nella prospettiva popperiana, un enunciato è tanto più informativo (ha tanto più contenuto empirico) quanto più è falsificabile; ed è tanto più falsificabile, quanto più ampia è la classe dei suoi falsificatori potenziali. Così un enunciato infalsificabile (metafisico) è un enunciato la cui classe di falsificatori potenziali è vuota; ed è, quindi, privo di contenuto empirico (o valore informativo).

Su questa base, Popper ha sviluppato una originale e interessante concezione anti-induttivista del metodo scientifico, come metodo ipotetico-deduttivo che procede per *ipotesi audaci* (che sono ipotesi dotate di un ampio contenuto empirico, in grado di fornire predizioni molto precise, e, quindi, maggiormente esposte alla falsificazione) e *controlli severi e ingegnosi* (tesi a falsificare le ipotesi). Se un'ipotesi supera indenne tali controlli, è considerata *corroborata*; e il suo *grado di corroborazione* cresce col crescere del numero (e della severità) dei controlli superati (vedi, per es., Popper 1972). Va osservato, tuttavia, che a causa del suo radicale anti-induttivismo, che involge anche l'induzione di conferma, Popper esclude drasticamente la possibilità di interpretare la sua nozione di «grado di corroborazione» in termini della nozione bayesiana di «grado di probabilità (o di conferma)»; lasciando, così, la nozione di corroborazione in uno stato impreciso e vagamente probabilistico.

Il punto di vista popperiano presenta indubbiamente alcuni vantaggi che spiegano la grande influenza che ha esercitato sulla filosofia della scienze e sulla epistemologia del XX secolo.

Innanzitutto, va riconosciuto alla metodologia falsificazionista di Popper il merito di aver messo definitivamente in crisi le tradizionali e dommatiche concezioni della scienza come conoscenza *certa* e *infallibile*, sostituendola con una più difendibile e realistica concezione epistemologica *fallibilista*, che considera ogni teoria scientifica e, in generale, ogni conoscenza empirica, come puramente e irriducibilmente *incerta (fallibile)*, *ipotetica (congetturale)* e *rivedibile*.

Sebbene il fallibilismo fosse già stato anticipato da autori come Whewell, Poincaré e Duhem, spetta a Popper il merito di averlo sviluppato e sostenuto con maggior sistematicità e vigore, contribuendo in modo rilevante alla sua definitiva affermazione nella cultura contemporanea.

In secondo luogo, anche l'idea popperiana che una ipotesi e, in particolare, una teoria, per essere genuinamente scientifica, debba essere in linea di principio suscettibile di entrare in conflitto con le osservazioni, sembra intuitivamente plausibile. Una teoria che non fosse in linea di principio suscettibile di essere confutata dall'osservazione (o sperimentazione) non sarebbe neanche in grado di fornire alcuna informazione sul mondo (mancherebbe, cioè, di contenuto empirico) e, di conseguenza, non avrebbe le credenziali per essere ritenuta dotata di valore conoscitivo e genuinamente scientifica.

Nonostante che questi e altri aspetti della epistemologia popperiana siano rilevanti e intuitivamente plausibili, il criterio di falsificabilità, se esaminato in dettaglio, si mostra esposto a serie obiezioni.

Come si può facilmente notare **CFD** è la variante negativa della versione **CV₁** di **CVD**. Ciò, ovviamente, suggerisce che **CFD** sia esposto a obiezioni analoghe a quelle che sono state mosse alla versione **CV₁** di **CVD**.

3.1. Il limite della asimmetria tra verificabilità e falsificabilità

Popper (1934/59, §6 e 15 e 1983, §22) tenta di sbarazzarsi di questa insidiosa obiezione, appellandosi all'*asimmetria* tra la verificabilità e la falsificabilità degli enunciati universali illimitati che abbiamo illustrato nella sezione 2.3.1.: un enunciato universale illimitato non può essere verificato da alcun insieme finito di enunciati osservativi, mentre può essere falsificato anche attraverso un solo enunciato osservativo. Pertanto – sostiene Popper (1934/59, p. 22) – se vogliamo evitare di eliminare tutte le leggi e le teorie scientifiche, dobbiamo scegliere un criterio che ci consenta di ammettere nel dominio della scienza anche enunciati che, pur potendo essere controllati empiricamente, non possono essere verificati. E ne conclude allora che, come criterio di demarcazione, non si deve prendere la verificabilità, ma la falsificabilità in linea di principio.

La critica di Popper alla concezione della verificabilità come condizione necessaria e sufficiente (come nella versione **CV₁**) o come condizione necessaria (come nella versione **CV₂**) della controllabilità è certamente condivisibile: le obiezioni alle versioni **CV₁** e **CV₂** di **CVD**, discusse nella sezione 2.3.1, giustificano ampiamente

questa critica. Meno condivisibile è, invece, l'idea di fondo di Popper che tra la verificabilità e la falsificabilità vi sia una differenza così radicale da far ritenere che l'identificazione della «controllabilità empirica» – e, quindi, della «scientificità» – esclusivamente con la «falsificabilità» possa costituire un criterio di demarcazione adeguato.

Nella *Osservazione 2.3* abbiamo visto che le nozioni pragmatiche di «falsificazione» e di «verificazione» sono – come le corrispondenti nozioni semantiche di «falsità» e «verità» – l'una il *duale* dell'altra: la falsificazione di un enunciato S equivale logicamente alla verificazione della sua negazione $\neg S$, e viceversa. Analogamente, dire che S è falsificabile in linea di principio equivale a dire che $\neg S$ è verificabile in linea di principio, e viceversa. Su questa base, seguendo Hempel (1950), abbiamo definito la verificabilità di un enunciato in termini della sua deducibilità da un insieme finito di enunciati osservativi; e, dualmente, la sua falsificabilità in termini della deducibilità della sua negazione da un insieme finito di enunciati osservativi.

In questo modo si può riformulare, in particolare, la differenza tra la versione CV_1 di CVD e CFD come segue: per CV_1 , un enunciato S è scientifico se e solo se S è verificabile, mentre per CFD , S è scientifico se e solo se $\neg S$ è verificabile. Naturalmente questa riformulazione non elimina l'asimmetria, indicata da Popper, tra la verificabilità e la falsificabilità riguardo agli enunciati universali illimitati: la riduce solo alla asimmetria tra la verificabilità di tali enunciati e la verificabilità delle loro negazioni. Ma, mostrando la completa convertibilità di falsificabilità e verificabilità, riduce drasticamente la differenza tra queste due nozioni, e, di conseguenza, solleva seri dubbi sui reali vantaggi di sostituire, come criterio di demarcazione, la falsificabilità alla verificabilità. Vedremo, infatti, che l'interpretazione popperiana della «controllabilità empirica» e della «scientificità» in termini esclusivamente di «falsificabilità» stretta solleva difficoltà analoghe alla interpretazione in termini esclusivamente di «verificabilità» stretta, fornita dalla versione CV_1 di CVD .

Naturalmente Popper (1934/59, §§. 6 e 15 e 1983, §. 22) riconosce che, da un punto di vista strettamente logico, i problemi della falsificabilità e della verificabilità sono del tutto «simmetrici», cioè duali tra loro. Ma sostiene che questo aspetto puramente logico, del tutto ovvio, non può costituire un argomento contro il suo criterio di

demarcazione, dal momento che l'esistenza di certe simmetrie logiche tra falsificazione e verifica non preclude affatto l'esistenza di una fondamentale asimmetria tra la falsificabilità e la verificabilità degli enunciati universali illimitati, su cui si fonda il criterio di falsificabilità (vedi 1934/59, p. 23 e 1983, pp. 199-200). Certamente una tale asimmetria rimane anche se riformulata come asimmetria tra la verificabilità degli enunciati universali illimitati e la verificabilità delle loro negazioni.

Evidentemente Popper ritiene che sia sufficiente mostrare l'esistenza di una tale limitata asimmetria per giustificare il suo criterio di falsificabilità. Ma si può facilmente mostrare che – rispetto alle quattro classi di enunciati considerate nella sezione 2.3 – **CFD** si trova esposto a obiezioni analoghe a quelle a cui è esposta, in particolare, la versione **CV₁** di **CVD**.

Nelle sezioni 2.3.1 - 2.3.5 abbiamo mostrato che **CVD**, in tutte le sue versioni, non è sufficientemente ampio da includere tutti gli enunciati genuinamente scientifici e non è neanche sufficientemente stretto da escludere tutti gli enunciati chiaramente metafisici. Nelle sezioni 3.1.1 -3.1.5 – concepite in stretto parallelismo con le sezioni 2.3.1 - 2.3.5 – mostreremo che conclusioni analoghe valgono anche per **CFD**. E vedremo anche che, nel tentativo di evitare queste conclusioni sgradite, Popper è costretto a far ricorso ad alcuni stratagemmi che portano a esautorare **CFD** di ogni effettiva capacità demarcativa.

3.1.1. La prima classe di enunciati considerata nella sezione 2.3.1 è quella degli *enunciati generali illimitati con quantificazione uniforme (universale o esistenziale)*.

Va osservato che questa è l'unica classe di enunciati che esibisce l'asimmetria tra falsificazione e verifica che Popper pone a fondamento del suo criterio di demarcazione; e può essere considerata, perciò, come il riferimento privilegiato di **CFD**.

Nella sezione 2.3.1 abbiamo visto, infatti, che gli enunciati universali illimitati sono in linea di principio falsificabili, ma non verificabili, mentre gli enunciati esistenziali illimitati sono in linea di principio verificabili, ma non falsificabili. Di conseguenza, per **CFD**, gli enunciati universali illimitati sono scientifici, in quanto falsificabili (anche se non verificabili), mentre gli enunciati esistenziali illimitati sono non scientifici (o

metafisici), in quanto non falsificabili (anche se verificabili). Così, rispetto a questa classe di enunciati, **CFD** sortisce l'effetto opposto della versione **CV₁** di **CVD**, che, come abbiamo visto, includeva, invece, come scientifici gli enunciati esistenziali illimitati, in quanto verificabili (anche se non falsificabili), ed escludeva come non scientifici (o metafisici) gli enunciati universali illimitati, in quanto non verificabili (anche se falsificabili).

Come è comprensibile, Popper enfatizza quello che è l'evidente vantaggio di **CFD** rispetto a **CVD**: ammettendo come scientifici gli enunciati universali illimitati, **CFD** evita di incorrere nell'errore – comune alle versioni **CV₁** e **CV₂** di **CVD** – di eliminare tutte le leggi e le teorie scientifiche. Ma tende a sottovalutare quello che è, invece, il limite più evidente di **CFD**: l'esclusione di tutti gli enunciati esistenziali illimitati. Il fatto è che Popper considera l'esclusione degli enunciati unilateralmente verificabili (cioè verificabili ma non falsificabili) come una conseguenza del tutto accettabile della sua definizione esplicativa del concetto di «controllabilità empirica» in termini esclusivamente di «falsificabilità». Da questo punto di vista, un enunciato o una teoria è controllabile empiricamente – ed è, quindi, scientifica – soltanto se può entrare in conflitto con le osservazioni: pertanto la controllabilità è strettamente equivalente alla confutabilità o falsificabilità (vedi 1963/69, p. 436). Così, mentre gli enunciati unilateralmente falsificabili (cioè falsificabili ma non verificabili) soddisfano la definizione popperiana, in quanto possono essere confutati (smentiti) dalle osservazioni, gli enunciati unilateralmente verificabili, non potendo essere confutati (smentiti) da alcuna osservazione (o insieme finito di osservazioni), sono, *per definizione*, incontrollabili e, quindi, non scientifici.

Ma il punto non è se questo risultato segue logicamente dal modo in cui Popper ha *deciso* di definire ciò che si deve intendere per «empiricamente controllabile», ma piuttosto se tale definizione è *materialmente adeguata* (per il concetto di «adeguatezza» delle definizioni si veda Salmon, 1963, §. 24). Ora, una *definizione esplicativa* o *esplicazione*, come ha chiarito Carnap (1947, §. 2 e 1950), ha lo scopo di fornire un sostituto concettuale più preciso (*explicatum*) di un concetto ordinario vago o non sufficientemente preciso (*explicandum*); e risulta *materialmente adeguata* se ciò che introduce come *explicatum* cattura, in termini più esatti, l'uso (o significato) intuitivo

comune dell'*explicandum*. Ma una esplicazione della nozione di «empiricamente controllabile» che porta a escludere come incontrollabili enunciati che sono suscettibili di essere verificati dall'evidenza osservativa, e che svolgono un ruolo rilevante nel discorso scientifico, difficilmente può essere considerata adeguata rispetto a ciò che si intende comunemente per «enunciato empiricamente controllabile». Così la decisione di Popper di considerare empiricamente controllabili solo gli enunciati che possono *confliggere* con le osservazioni, ma non gli enunciati che possono *concordare* con esse, non sembra catturare la nozione intuitiva comune di «controllabilità empirica», e va, quindi, considerata materialmente inadeguata.

Va inoltre osservato che per ottenere un criterio di demarcazione che non escluda gli enunciati universali illimitati – che è il motivo che ha indotto Popper a scegliere la falsificabilità come criterio di demarcazione – non occorre ridurre la controllabilità alla sola falsificabilità, escludendo così tutti gli enunciati unilateralmente verificabili. Nella sezione 2.3.1 abbiamo visto che la versione **CV₃** di **CVD** (vedi *Osservazione 2.1*), combinando verificabilità e falsificabilità, consente ugualmente di includere gli enunciati universali illimitati (unilateralmente falsificabili), senza tuttavia escludere gli enunciati esistenziali illimitati (unilateralmente verificabili).

Popper (1963/69, p. 428) considera questa possibilità, ma la rifiuta perché ritiene, sorprendentemente, che ammettere tra gli enunciati empiricamente controllabili e scientifici *anche* gli enunciati unilateralmente verificabili, porterebbe a includere nel dominio della scienza enunciati chiaramente metafisici che un criterio di demarcazione adeguato deve, ovviamente, escludere.

Popper tenta di giustificare questa sua stravagante tesi attraverso due esempi di *enunciati metafisici unilateralmente verificabili*.

Il primo esempio è costituito dal seguente enunciato esistenziale (illimitato): “Esiste una sequenza finita di distici elegiaci latini tale che, se pronunciata in maniera appropriata, in un certo tempo e luogo, ad essa segue immediatamente l'apparizione del Demonio – vale a dire, di una *creatura dalle parvenze umane, con due piccole corna e il piede caprino*” (Popper, 1963/69, p. 426, corsivo nostro).

Popper (*idem*, p. 427) considera questo un chiaro esempio di enunciato metafisico in linea di principio verificabile, ma non falsificabile, che è accettato come controllabile e

scientifico da CV_1 e CV_3 , ma respinto come incontrollabile e metafisico da CFD . Così, se vogliamo che venga escluso dal dominio della scienza, dobbiamo limitare la controllabilità empirica alla sola falsificabilità.

Una risposta a Popper può venire dalla distinzione di Carnap (1932, §. 3; si veda anche Schilpp, 1963, pp. 852-853) – originariamente dovuta a Neurath – tra magia (empirica) e metafisica (non empirica). Da questo punto di vista, l'esempio di Popper appartiene alla magia e non alla metafisica; e gli enunciati magici – diversamente da quelli metafisici, che sono trascendenti ed empiricamente incontrollabili – sono empiricamente controllabili come quelli scientifici, sebbene siano scientificamente privi di interesse, poco credibili e presumibilmente falsi.

Possiamo illustrare questo punto di vista osservando che la natura apparentemente metafisica dell'enunciato di Popper è dovuta a un *examotage* retorico che consiste nel far riferimento a una entità effettivamente metafisica e trascendente come «il Demonio» – in modo da conferire all'enunciato una connotazione fortemente metafisica – provvedendo poi a definire, all'interno dell'enunciato stesso, tale entità nei termini puramente osservativi di una “creatura dalle parvenze umane, con due piccole corna e il piede caprino” – in modo da rendere l'enunciato empiricamente verificabile. Ma in questo modo, l'espressione metafisica “Demonio” risulta ridondante e può venire rimossa senza perdita di significato (cognitivo) da parte dell'enunciato. E una volta rimossa, ciò che si ottiene è un enunciato esistenziale di “sapore” magico nel senso di Carnap e, quindi, autenticamente empirico, anche se troppo vago per avere autentico interesse scientifico. Pertanto, l'enunciato di Popper è sì *unilateralmente verificabile, ma non metafisico*.

Come secondo esempio, Popper presenta il seguente enunciato esistenziale che considera come «l'asserzione metafisica per eccellenza»: “Esiste un essere onnipotente, onnipresente e onnisciente” (Popper 1963/69, p. 468). Popper (*idem*, pp. 468-471) provvede quindi a formalizzare questo enunciato nel linguaggio fisicalista di Carnap, definendo tutte le espressioni non logiche che ricorrono in esso (cioè “onnipotente”, “onnipresente” e “onnisciente”) in termini puramente *fisicalistici (osservativi)*. Naturalmente, così riformulato, l'enunciato risulta verificabile in linea di principio. Così Popper ritiene di aver fornito un chiaro esempio di enunciato evidentemente metafisico che è, in linea di principio, suscettibile di essere verificato, ma non di essere falsificato.

Ciò mostrerebbe che se si vuole escludere dall'ambito della scienza un enunciato così caratteristicamente metafisico, occorre limitare la controllabilità empirica alla sola falsificabilità.

Ma, anche questo apparente risultato è ottenuto attraverso un *examotage* retorico analogo al precedente. Popper prende un enunciato metafisico, in cui ricorrono espressioni che hanno un evidente uso teologico, in quanto attributi canonici di Dio – (Popper riconosce esplicitamente che un tale enunciato è equivalente all'enunciato “Dio esiste”, anche se ritiene che non possa essere identificato «con il dio cristiano ... per la difficoltà di definire in termini fisicalistici l'attributo “moralmente buono”») – e poi provvede a ridefinire tutte le espressioni teologiche che vi ricorrono in termini esclusivamente fisicalistici (osservativi), in modo da rendere l'enunciato empiricamente verificabile. Quindi sostiene di aver prodotto un enunciato autenticamente metafisico e unilateralmente verificabile. Ma, come ha giustamente replicato Carnap in (Schlipp, 1963, p. 859), una volta definito in termini puramente fisicalistici, l'enunciato di Popper risulta chiaramente empirico e niente affatto metafisico. La natura metafisica oppure scientifica di un enunciato dipende, infatti, dal significato dell'enunciato e, quindi, dal linguaggio a cui appartiene. Pertanto, se si prende un enunciato di un linguaggio metafisico e lo si traduce (in modo più o meno forzoso) in un linguaggio scientifico (empirico) si cambia il significato originario dell'enunciato e l'enunciato cessa di essere metafisico e diviene scientifico (empirico).

Osservazione 3.1. Va osservato che in un linguaggio metafisico possono ovviamente ricorrere anche enunciati che non sono metafisici e neanche empirici, ma analitici. Così ci si può chiedere, per esempio, se l'enunciato “metafisico per eccellenza” di Popper, non interpretato in termini fisicalisti (o osservativi), sia effettivamente metafisico o non piuttosto analitico: più precisamente analiticamente falso. Si prenda, per esempio, il concetto di «onnipotente», che è costruito come un concetto assoluto togliendo ogni limite al concetto ordinario di «potente». Ora, questo concetto assoluto sembra essere *insoddisfacibile*, come sembra mostrare la seguente domanda: “Un essere onnipotente può produrre qualcosa che egli stesso non sia in grado di distruggere?”. È evidente che qualsiasi sia la risposta che si dà a questa domanda polare, il risultato è che un tale essere non è onnipotente; così, l'«onnipotenza» risulta essere un concetto *insoddisfacibile*, quindi *impossibile*. Così anche non interpretato fisicalisticamente, l'enunciato di Popper potrebbe non essere metafisico – né, ovviamente, empirico – ma solo analiticamente falso.

Gillies (1993, p. 217), discutendo questa tesi di Popper, ha suggerito, come ulteriore esempio di enunciato metafisico unilateralmente verificabile, l'enunciato "Esiste una esperienza conscia dopo la morte".

Secondo Gillies questo enunciato "può essere verificato ma non falsificato"; e, tuttavia – egli sostiene – "appartiene più alla religione che alla scienza". Ora, Gillies ha ragione nel ritenere che esso appartenga all'ambito della religione, piuttosto che a quello della scienza; ma sbaglia nel credere che sia verificabile. Nella *Osservazione 2.2* abbiamo visto che l'enunciato del tutto analogo, "Esiste una vita dopo la morte", è significativa ma completamente indecidibile, cioè né verificabile né falsificabile, poiché le osservazioni che lo verificherebbero sono fisicamente (empiricamente) impossibili, in base alle leggi scientifiche note. È possibile sostenere la verificabilità di questo enunciato solo accettando l'interpretazione logica della «verificabilità in linea di principio». Ma abbiamo visto che questa interpretazione è inadeguata.

Così, i tentativi di esibire casi di enunciati metafisici unilateralmente verificabili non hanno raggiunto lo scopo: tutti gli esempi proposti sono risultati essere o empiricamente verificabili ma non metafisici oppure metafisici ma non verificabili. Di conseguenza, la decisione di Popper di restringere la classe degli enunciati empiricamente controllabili ai soli enunciati falsificabili, escludendo tutti gli enunciati unilateralmente verificabili, risulta ingiustificata e del tutto arbitraria.

Inoltre, l'esclusione degli enunciati unilateralmente verificabili da parte di **CFD**, non è solo ingiustificata e controintuitiva, ma ha anche conseguenze del tutto inaccettabili. In particolare, l'esclusione degli enunciati esistenziali illimitati espone **CFD** alla stessa seria obiezione a cui è esposta la versione **CV₁** di **CVD**.

Per le definizioni **D₃** e **D₄** (nella sezione 2.3.1) qualsiasi criterio di demarcazione che comporti l'accettazione degli enunciati universali ma il rifiuto di quelli esistenziali (come **CFD**), oppure l'accettazione degli enunciati esistenziali ma il rifiuto di quelli universali (come **CV₁**), ha come conseguenza che la negazione di un enunciato scientifico è un enunciato metafisico, e viceversa; conferendo, così, alla negazione la sorprendente e discutibile capacità di convertire enunciati scientifici in enunciati metafisici, e viceversa (vedi sezione 2.3.1.).

Nella *Osservazione 2.6* abbiamo visto che Popper (1983, §. 20) considera questo fatto un valido motivo per rifiutare l'interpretazione della falsificabilità (o della verificabilità) come un criterio di significato, dal momento che ciò comporterebbe la violazione del requisito logico fondamentale, secondo cui la negazione di un enunciato significativo deve essere significativa e quella di un enunciato privo di senso deve essere privo di senso. Ma non ritiene che questo aspetto possa costituire anche una ragione contro l'interpretazione della falsificabilità come criterio di demarcazione, dal momento che non trova niente di eccezionale nel fatto che la negazione possa convertire un enunciato (significante) scientifico (cioè empiricamente controllabile) in un enunciato (significante) metafisico (cioè, empiricamente incontrollabile). Eppure, è facile mostrare che, nel caso di **CFD**, questo risultato ha conseguenze ben più gravi e inaccettabili che nel caso di **CV₁**; anche se tali conseguenze, sorprendentemente, non sono state precedentemente rilevate.

Si consideri, per esempio, un enunciato universale illimitato di forma

$$(1) (\forall x) P(x) \quad (\text{ove "P"} \text{ è un predicato osservativo}).$$

Come abbiamo visto nella sezione 2.3.1, (1) è, in linea di principio, falsificabile, e, quindi, scientifico, secondo **CFD**. Ora, secondo la definizione popperiana della nozione di «falsificabilità in linea di principio» (vedi, per. es., 1983, pp. 9-10) – del tutto compatibile con la definizione hempeliana introdotta nella *Osservazione 2.3* – un enunciato di forma (1) è falsificabile se e solo se possiede almeno un *falsificatore potenziale*, cioè se esiste almeno un enunciato osservativo (o enunciato-base), diciamo $Q(t_i)$, che descrive un possibile dato osservativo escluso da (1), ed è, quindi, incompatibile con qualche enunciato osservativo, diciamo $P(t_i)$, che è logicamente deducibile da (1) – per cui $Q(t_i)$ implica $\neg P(t_i)$ – in modo che la verifica di $Q(t_i)$ comporterebbe la falsificazione di (1) per *modus tollens*.

Ora, supponiamo che $Q(t_i)$ venga effettivamente verificato. Allora da $\neg P(t_i)$ si deduce, per *modus tollens*, la negazione di (1), cioè

$$(2) \neg(\forall x) P(x)$$

che, per la definizione **D₃** (della sezione 2.3.1), è logicamente equivalente a

$$(3) (\exists x) \neg P(x)$$

che, essendo un enunciato esistenziale illimitato, non è falsificabile, e, quindi, metafisico secondo **CFD**. Così un enunciato è scientifico se e solo se *può essere falsificato* (cioè, se possiede almeno un falsificatore potenziale), ma se *viene falsificato* (cioè, se uno dei suoi falsificatori potenziali viene verificato), allora diventa metafisico.

Ovviamente questo risultato paradossale si estende anche alle teorie scientifiche. Si consideri, per esempio, una teoria molto semplice, costituita da una sola legge (o ipotesi) empirica, di forma $(\forall x) (P(x) \rightarrow Q(x))$ (ove “P” e “Q” sono predicati osservativi), e da una condizione iniziale espressa dall’enunciato singolare osservativo $P(t)$ da cui è deducibile l’enunciato osservativo $Q(t)$: in simboli $(\forall x) (P(x) \rightarrow Q(x)), P(t) \Rightarrow Q(t)$. Ora supponiamo che $Q(t)$ venga falsificato. Ciò equivale a verificare $\neg Q(t)$. Ma da $\neg Q(t)$ e da $(\forall x) (P(x) \rightarrow Q(x)), P(t) \Rightarrow Q(t)$ si deduce, per *modus tollens*, la negazione della congiunzione delle premesse, cioè a $\neg((\forall x) (P(x) \rightarrow Q(x)) \wedge P(t))$, che, per De Morgan, è logicamente equivalente alla disgiunzione delle negazioni delle congiunte, cioè a $\neg(\forall x) (P(x) \rightarrow Q(x)) \vee \neg P(t)$, che, per la definizione **D₃**, equivale a $(\exists x)(P(x) \wedge \neg Q(x)) \vee \neg P(t)$, che è una disgiunzione costituita dalla negazione di un enunciato osservativo e da un enunciato esistenziale illimitato, che è metafisico secondo **CFD**. Di conseguenza, anche la disgiunzione è infalsificabile e quindi metafisica. Così in base a **CFD**, la negazione di una teoria scientifica è metafisica.

Lo stesso risultato si ottiene, ovviamente, per teorie scientifiche più complesse, in cui ricorrono più leggi o ipotesi scientifiche, espresse da enunciati universali illimitati. La falsificazione di tali teorie porterà, infatti, a convertire tutte le ipotesi universali che vi compaiono in ipotesi esistenziali che sono escluse come metafisiche da **CFD**.

Così, per **CFD** le ipotesi e le teorie sono scientifiche solo se possono essere falsificate, ma se questa possibilità si realizza e vengono effettivamente falsificate, allora si trasformano in ipotesi e teorie metafisiche (non scientifiche). Pertanto ci possono essere solo ipotesi e teorie scientifiche falsificabili, ma non ipotesi e teorie scientifiche falsificate.

E questo risultato comporta un’altra strana conseguenza. Nella prospettiva strettamente falsificazionista di Popper, la storia della scienza si configura come un “cimitero di teorie scientifiche”. Ma le considerazioni svolte mostrano che, paradossalmente, la storia della scienza può essere concepita solo come un “vivaio di

teorie metafisiche” dal momento che, per **CFD**, una teoria scientifica non può “morire”, cioè essere falsificata, senza trasformarsi in metafisica. E un criterio di demarcazione che ha queste strane conseguenze difficilmente può essere considerato accettabile.

Va, infine, osservato che l’esclusione degli enunciati esistenziali illimitati dall’ambito della scienza, non solo è controintuitiva e fonte di serie difficoltà, come abbiamo appena visto, ma contrasta col fatto del tutto evidente che nella scienza, a cominciare dalla fisica, si fa ampio uso di ipotesi che hanno la forma logica di enunciati esistenziali illimitati.

Questo fatto è riconosciuto esplicitamente da Popper (vedi 1934/59, §. 15 e 1983, §. 20) che propone, come esempio, il seguente enunciato tratto dall’ambito della fisica: “Esiste un elemento con numero atomico 72”. Un esempio meno teorico è stato proposto nella sezione 2.3.1 con l’enunciato “Esistono mammiferi ovipari”.

La questione è, allora, come si possa conciliare il riconoscimento di questo fatto con l’accettazione di un criterio di demarcazione, come **CFD**, che esclude, invece, come metafisici (non scientifici) tutti gli enunciati esistenziali illimitati.

La risposta di Popper è che questi enunciati, se presi isolatamente, sono metafisici, in quanto infalsificabili, ma se considerati, invece, nel contesto di una teoria (o sistema teorico) controllabile, possono, in alcuni casi, accrescere il contenuto empirico, e, quindi, il grado di falsificabilità della teoria, divenendo essi stessi falsificabili, e, quindi, scientifici (vedi 1934/59, nota *1, p. 56).

L’idea di Popper è che un enunciato esistenziale illimitato – come, per esempio, quello sulla esistenza di mammiferi ovipari – sotto certe condizioni, solitamente implicite nei contesti teorici in cui un tale enunciato può ricorrere, può venire ristretto nel senso di “Esiste attualmente un mammifero oviparo in questa particolare (e abbastanza ristretta) regione dell’Australia” (vedi anche Gillies, 1993, p. 249), che, vertendo su un dominio finito e completamente ispezionabile, è, in linea di principio, sia verificabile, che falsificabile (vedi sezione 2.3.1).

Così conclude Popper, un enunciato esistenziale illimitato – come l’enunciato “Esiste un elemento con numero atomico 72” – se preso isolatamente è metafisico, in quanto non è falsificabile, ma può diventare controllabile (falsificabile) e, quindi,

scientifico, se considerato come “parte di una teoria altamente controllabile, ... che fornisce indicazioni su come trovare questo elemento” (1983, p. 195).

Ma in questo modo la «falsificabilità» non costituisce più un criterio di demarcazione *generale*, in grado – come voleva Popper (1934/59, nota *1, p. 22) – di separare, entro la classe di tutti gli enunciati significanti, quelli scientifici (falsificabili) da quelli metafisici (non falsificabili), dal momento che la sua applicazione va ora relativizzata ai contesti di occorrenza degli enunciati. E nella sezione 3.5 vedremo che questa relativizzazione ai contesti teorici non risolve il problema a causa delle difficoltà connesse con la *tesi di Duhem*.

In realtà, questo modo di risolvere il problema degli enunciati esistenziali illimitati si configura come il primo e il più importante di una serie di stratagemmi utilizzati da Popper per salvare **CFD** dalla stessa critica che egli ha rivolto al criterio di verificabilità: cioè di eliminare involontariamente alcuni importanti enunciati genuinamente scientifici. Ma vedremo anche che l’uso sistematico di questi stratagemmi è tutt’altro che innocuo, e porta a svuotare **CFD** di ogni effettiva funzione demarcativa.

Osservazione 3.2. In una breve nota Popper (1963/69, p. 439, nota 10) avanza una tesi che potrebbe essere usata contro la nostra precedente critica di **CFD**. Scrive Popper: «Suppongo che alcuni trovino difficilmente accettabile la tesi che un asserto esistenziale puro o isolato (“Esiste un serpente di mare”) debba definirsi metafisico, anche se può essere deducibile da un asserto di carattere empirico (“In una sala del *British Museum* è ora esposto un serpente di mare”). Ma essi trascurano di considerare che *nella misura in cui esso è così deducibile, non si tratta di un asserto isolato, bensì appartenente a una teoria controllabile*» (corsivo nostro).

Ora se questa tesi viene applicata alla nostra precedente argomentazione, concernente la possibilità di dedurre un enunciato metafisico come (3) dalla negazione (o falsificazione) di un enunciato scientifico come (1), dovremmo concludere che essa non vale, dal momento che (3), per il fatto stesso di essere deducibile dall’enunciato osservativo (o enunciato base) $Q(t_i)$ – attraverso $\neg P(t_i)$ – non è più un enunciato esistenziale isolato, ma è parte di una teoria controllabile, e, in quanto tale, è esso stesso controllabile e, quindi, scientifico. In questo modo la nostra principale critica a **CFD** – di comportare la conseguenza assurda che un enunciato, che è scientifico in quanto può essere falsificato, se viene falsificato, si trasforma in un enunciato metafisico – non sarebbe più sostenibile.

In realtà non è la nostra critica di **CFD** ad essere inappropriata. Ma è piuttosto la tesi di Popper ad essere in contrasto con **CFD**. Il motivo è che essa concepisce la nozione di «contesto

teorico di un enunciato» in una accezione così ampia da escludere la possibilità che si diano enunciati unilateralmente verificabili isolati e, quindi, metafisici. Nella *Osservazione 2.3* abbiamo visto che, secondo la definizione canonica standard, un enunciato *non osservativo* è verificabile in linea di principio se e solo se è deducibile da un insieme finito (e coerente) di enunciati osservativi; e che un enunciato esistenziale verificabile è deducibile anche da un solo enunciato osservativo (vedi sezione 2.3.1). Ma se – come sostiene Popper nel passo citato – è sufficiente che un enunciato esistenziale sia deducibile da un enunciato osservativo, perché non sia più un enunciato isolato, ma appartenga a una teoria controllabile, allora nessun enunciato esistenziale che sia verificabile (o unilateralmente verificabile), può essere ritenuto isolato e, quindi, metafisico. Questa argomentazione può essere sintetizzata come segue.

Secondo la definizione canonica standard, un enunciato esistenziale è verificabile se e solo se è deducibile da almeno un enunciato osservativo. Ma se è deducibile in questo modo, allora, secondo la tesi di Popper, non si tratta di un enunciato isolato, bensì di un enunciato appartenente a una teoria controllabile, ed è, quindi, esso stesso controllabile e scientifico. Quindi, dalla tesi di Popper e dalla definizione standard segue che tutti gli enunciati esistenziali unilateralmente verificabili sono controllabili e scientifici.

Ovviamente questa conclusione è in netto contrasto con la principale tesi del falsificabilismo che, come abbiamo visto, esclude come empiricamente incontrollabili e metafisici tutti gli enunciati unilateralmente verificabili. E va considerato come una conseguenza inintenzionale del tentativo di limitare le conseguenze controintuitive e inaccettabili del criterio di falsificabilità stretta.

3.1.2. La seconda classe di enunciati considerati nella sezione 2.3.2 è quella degli *enunciati generali illimitati con quantificazione mista (universale ed esistenziale)*.

Nella sezione 2.3.2 abbiamo mostrato che tutti gli enunciati illimitati di questa forma, come, per esempio, $(\forall x) (\exists y) R(x, y)$ e $(\exists x) (\forall y) R(x, y)$ – in quanto combinazioni di enunciati universali illimitati (falsificabili ma non verificabili) ed enunciati esistenziali illimitati (verificabili ma non falsificabili) – sono in linea di principio completamente indecidibili, cioè né verificabili né falsificabili. Di conseguenza, essi sono eliminati come metafisici (non scientifici) da **CFD** esattamente come lo sono da tutte le versioni di **CVD**.

Ma, come abbiamo visto, molti enunciati genuinamente scientifici hanno questa forma. In particolare – come ha ricordato Carnap (1936-37 e in Schilpp 1963, p. 857) – sono di questa forma tutti gli enunciati che contengono il concetto matematico di «limite»,

come è il caso della maggior parte delle leggi teoriche della fisica. Inoltre sono di questa forma – come abbiamo già ricordato – anche molti enunciati che esprimono semplici ipotesi empiriche, come “Per ogni sostanza esiste un solvente”, o la sua negazione “Alcune sostanze non hanno solventi”.

Pertanto si può rivolgere a **CFD**, la stessa critica che Popper ha rivolto a **CVD**; cioè di escludere dall’ambito della scienza proprio gli enunciati scientifici più importanti: quelli che esprimono leggi scientifiche.

Nell’affrontare questa critica, Popper (1934/59, p. 205 e nota *2) comincia dall’osservazione piuttosto ovvia che la natura incontrollabile (indecidibile) di questi enunciati non dipende solo dalla loro forma logica ma anche dalla grandezza del dominio. Nella sezione 2.3.1 abbiamo visto, infatti, che un enunciato di forma $(\forall x) (\exists y) R(x, y)$ (o di forma $(\exists x) (\forall y) R(x, y)$) è, in linea di principio, sia verificabile che falsificabile, se la quantificazione viene ristretta su domini finiti e completamente ispezionabili, mentre se la quantificazione è illimitata (se, cioè, verte su domini infiniti o su domini finiti ma non completamente ispezionabili), allora l’enunciato è completamente indecidibile e, quindi, non controllabile. In particolare, Popper sostiene che, in quest’ultimo caso, la controllabilità dipende esclusivamente dalla presenza della quantificazione esistenziale illimitata. Conseguentemente, Popper ritiene di poter difendere **CFD** dalla critica di escludere tutti gli enunciati genuinamente scientifici con quantificazione mista, attraverso lo stesso stratagemma utilizzato per gli enunciati esistenziali illimitati. Così, secondo Popper (1983, §. 24), un enunciato generale illimitato con quantificazione mista, se preso isolatamente, è non falsificabile e, quindi, metafisico; ma se considerato come parte di una teoria controllabile può risultare, invece, controllabile e quindi, scientifico, allo stesso modo di un enunciato esistenziale illimitato: «Se un asserto non controllabile – scrive Popper (*idem*, p. 221) – *aumenta* il contenuto logico di un sistema controllabile ... non lo chiamo più “metafisico” quando lo considero parte di quel sistema».

Ma, come abbiamo già osservato, questo stratagemma limita l’applicabilità di **CFD**, relativizzandola ai contesti di occorrenza degli enunciati, senza per altro riuscire a dimostrare la controllabilità degli enunciati generali illimitati con quantificazione esistenziale e mista, dal momento che, per la *tesi di Duhem*, dalla falsificazione (o

falsificabilità) di un sistema teorico non è possibile inferire la falsificazione (o falsificabilità) dei singoli enunciati che appartengono al sistema. Torneremo su questo importante aspetto nella sezione 3.2.5.

3.1.3. La terza importante classe di enunciati considerati nella sezione 2.3.3 è quella degli *enunciati di probabilità statistica*.

Nella sezione 2.3.3 abbiamo visto che un enunciato di forma

$$(5) \quad pr(A \mid B) = r$$

esprime una ipotesi sul valore limite cui tendono le frequenze degli eventi di tipo A entro serie (classi) *infinite* di eventi di tipo B . Di conseguenza, nessun insieme *finito* di enunciati osservativi (o osservazioni) potrà mai fornire una prova conclusiva della verità (verificazione) o una prova conclusiva della falsità (falsificazione) di un enunciato di forma (5). Pertanto, gli enunciati di probabilità statistica sono completamente indecidibili: cioè, né verificabili, né falsificabili.

E nella *Osservazione 2.7* abbiamo visto che tali enunciati rimangono indecidibili anche se le loro classi di riferimento vengono interpretate – secondo la proposta di Pap – anziché come classi infinite, come classi *finite epistemicamente aperte*, cioè non completamente ispezionabili. Rispetto alla decidibilità, infatti, gli enunciati di forma (5) che vertono su classi di riferimento finite ma non completamente ispezionabili, si comportano esattamente come quelli che vertono su classi di riferimento infinite: non possono essere né verificati, né falsificati, in modo conclusivo.

Di conseguenza, tutti gli enunciati (o ipotesi) di probabilità statistica sono eliminati come metafisici (non scientifici) da **CFD**, così come lo sono da tutte le versioni di **CVD**. Ma questo significa escludere dall'ambito della scienza tutte le leggi e le teorie statistiche, nonostante che esse svolgano un importante e insostituibile ruolo in moltissimi settori delle scienze naturali e sociali. Si deve, dunque, concludere che la falsificabilità, così come la verificabilità, non può essere considerata costituire un criterio di demarcazione adeguato.

Popper (1934/59, cap. VIII) ammette la difficoltà che gli enunciati di probabilità statistica pongono a **CFD**, riconoscendo che “sebbene le asserzioni probabilistiche svolgano una parte così importante e vitale nella scienza empirica, tuttavia si rivelano *impervie alla falsificazione stretta*” (*idem*, p. 149). Così, riconoscendo il carattere genuinamente scientifico degli enunciati probabilistici, ma volendo, allo stesso tempo, mantenere la falsificabilità come criterio di demarcazione, Popper propone un altro stratagemma per trattare questi enunciati *in linea di principio non-falsificabili*, come *falsificabili in pratica*, suggerendo, così, una soluzione *metodologica* del problema *logico* della (non) falsificabilità degli enunciati di probabilità statistica.

L'idea di Popper è che questi enunciati – pur non essendo falsificabili, a rigor di termini – possono venire usati (come sono di fatto usati) dagli scienziati come enunciati (o ipotesi) falsificabili. «Di solito – scrive Popper (*idem*, p. 202) – un fisico è capacissimo di decidere se, per il momento, possa accettare una certa particolare ipotesi probabilistica come “confermata empiricamente” o se, invece, debba rigettarle come “falsificata in pratica”».

La ricostruzione che Popper fornisce del processo di decisione dello scienziato può essere riassunto brevemente come segue.

Si consideri un qualsiasi enunciato (o ipotesi) di forma (5), e siano m e n , rispettivamente, il numero degli A e dei B in una lunga serie-campione (ovviamente finita). Allora per arrivare a formulare una regola metodologica che catturi la procedura di scelta dello scienziato, Popper tenta di specificare il valore dei seguenti parametri: (i) il numero n degli elementi che deve avere il campione – cioè, della lunghezza che deve avere la serie-campione – per essere affidabile; (ii) l'intervallo $r \pm \delta$ entro cui deve cadere il valore della frequenza relativa m/n osservata nel campione per essere probante (ove δ è una frazione che indica lo scarto consentito dalla probabilità r ipotizzata dalla ipotesi statistica, cioè da (5)); (iii) la probabilità, indicata con $1-\varepsilon$, che il valore della frequenza relativa m/n , osservata nel campione, cada nell'intervallo $r \pm \delta$ (ove ε indica la probabilità complementare).

Ora, fissando il valore di due delle variabili n , δ , ε , si determina il valore della terza. Il problema è, allora, come fissare in modo *non arbitrario* questi valori.

Popper comincia col fissare il valore di δ , confinandolo entro i limiti dell'errore sperimentale, determinato dalla tecnica di misurazione. La scelta di δ stabilisce una relazione tra n ed ε , poiché a ogni valore di n corrisponde ora univocamente un valore di ε .

Per il teorema di Bernoulli, col crescere della grandezza n del campione (o serie-campione), il valore di m/n converge su r , ed ε tende a zero. Allora, sostiene Popper, la risposta dello scienziato sarà di scegliere un valore di n sufficientemente alto da rendere il valore di ε prossimo a zero.

A questo punto, Popper pone, come regola metodologica (o pratica), che un enunciato (ipotesi) di forma (5) va considerato empiricamente corroborato se, dopo n ripetizioni dell'esperimento, il valore della frequenza relativa m/n , osservata nel campione, risulta cadere entro l'intervallo $r \pm \delta$; e va considerato, invece, falsificato, se tale valore risulta cadere chiaramente fuori dall'intervallo $r \pm \delta$, e questo risultato è ripetibile.

Un ruolo essenziale gioca qui la condizione di «ripetibilità dei risultati» che Popper identifica con l'esigenza di *oggettività scientifica*. La tesi di Popper è che se un risultato sperimentale (o osservativo) cade chiaramente fuori dall'intervallo $r \pm \delta$ e tale risultato, pur avendo una probabilità piccola, è ripetibile (riproducibile), allora l'ipotesi va considerata falsificata. Se, invece, il risultato sperimentale, pur cadendo nettamente fuori dall'intervallo $r \pm \delta$, ha una probabilità così piccola da essere considerata pressoché impossibile che accada, o pressoché impossibile che si ripeta, allora tale risultato non può costituire una falsificazione dell'ipotesi.

Senonché questa soluzione si trova esposta ad alcune obiezioni. Ci limiteremo qui ad esporne tre che ci sembrano particolarmente rilevanti: le prime e due sono dovute a Howson e Urbach (1989, pp. 121-141; si veda anche Boniolo e Vidali, 1999, pp. 395-396), mentre la terza è nostra.

La prima obiezione riguarda il problema di stabilire quando la probabilità di un risultato osservativo o sperimentale può essere ritenuta *sufficientemente piccola* da considerare pressoché nulla la possibilità che tale risultato accada o si ripeta. Secondo Popper (*idem*, pp. 215-216), questo problema non ammette una risposta univoca: è lo scienziato che deve decidere, di volta in volta, il grado di probabilità che un risultato

(evento) deve avere per essere considerato ripetibile e, quindi, in grado di falsificare una ipotesi statistica.

Ma in questo modo la soluzione di Popper – come è stato osservato da Boniolo e Vidali (*idem*, 396) – viene a dipendere da ciò che Popper chiama l'«istinto del ricercatore», su cui torneremo nella sezione 3.2. Di conseguenza, la critica di Howson e Urbach (*idem*, p. 125) è che la regola metodologica proposta da Popper, venendo a dipendere, in ultima analisi, da “una questione di gusto e di stipulazione arbitraria”, appare troppo vaga per poter costituire una soluzione adeguata del problema della falsificabilità degli enunciati probabilistici.

La seconda obiezione sollevata da Howson e Urbach (*idem*, p. 122) è che la condizione di «ripetibilità dei risultati» richiesta da Popper, porta a escludere fenomeni naturali fisicamente significativi, come le catastrofi naturali, in quanto hanno una probabilità piccola di accadere e non sono ripetibili (o riproducibili) come i fenomeni sperimentali.

Una terza obiezione, che ci sembra particolarmente rilevante, riguarda, infine, la nozione di «falsificazione pratica (o metodologica)» che Popper ritiene applicabile a ipotesi statistiche che sono in linea di principio infalsificabili. Nella sezione 2.3.3 abbiamo visto che nessun resoconto (o risultato) osservativo, concernente i valori delle frequenze relative effettivamente osservate in serie-campione finite, può mai verificare o falsificare in modo conclusivo una ipotesi di probabilità statistica. Un enunciato di forma (5), infatti, “*non nega che certi eventi possano accadere o non accadere, ma dice solo quanto probabile è che accadano o non accadano*” (Boniolo e Vidali, *op. cit.*, p. 393). Di conseguenza, come ammette lo stesso Popper (*idem*, p. 201), “le ipotesi probabilistiche *non mettono fuori causa nulla che sia osservabile*; le [ipotesi] probabilistiche non possono contraddire un’asserzione base, né possono essere contraddette; neppure possono essere contraddette dalla congiunzione di un qualsiasi numero finito di asserzioni-base né, di conseguenza, da un numero finito di osservazioni”. Questo significa che anche se un risultato, rilevato su una serie-campione molto lunga, cade nettamente fuori dell’intervallo $r \pm \delta$, ed è ripetibile, esso non potrà mai falsificare un enunciato (ipotesi) di forma (5), comunque si scelga δ ; né, se cade entro tale intervallo, potrà mai verificarlo.

Ma come è possibile, allora, considerare enunciati *logicamente infalsificabili*, come gli enunciati di probabilità statistica, *falsificabili* (o *falsificati*) *in pratica*, attraverso una *decisione* o *regola metodologica*, come sostiene Popper? La falsificazione, come abbiamo visto, consiste in una *prova* della falsità; e le *prove* non possono essere materia di *decisione pratica*. Ciò che può essere oggetto di decisione pratica è il *rifiuto* o l'*accettazione* di un enunciato, *non la prova della sua falsità (falsificazione) o della sua verità (verificazione)*. Un enunciato (o ipotesi) *può essere rifiutato o accettato in pratica (o per ragioni pratiche), ma non può essere falsificato o verificato in pratica (o per ragioni pratiche)*. Pertanto, ciò che Popper chiama «falsificazione (o falsificabilità) in pratica» va concepito propriamente come «rifiuto in pratica»; e, conseguentemente, la *regola metodologica* di Popper si configura come un criterio o regola pratica di rifiuto e non come un criterio o regola pratica di falsificazione.

Possiamo, dunque, considerare la soluzione popperiana della difficoltà connessa alla non falsificabilità degli enunciati di probabilità statistica come un esempio paradigmatico di quella confusione tra «rifiuto» e «falsificazione» su cui ha giustamente richiamato l'attenzione Lakatos (1978, pp. 190-192). La regola metodologica di Popper risulta chiaramente un altro espediente del tutto insufficiente a salvare il criterio di falsificabilità dall'accusa di costituire un criterio di demarcazione inadeguato. Nell'*Osservazione 4.1* vedremo come la teoria bayesiana abbia tentato di fornire un criterio oggettivo anche per l'*accettazione* o *rifiuto* di un'ipotesi, sottraendoli alla discrezionalità della “decisione pratica” popperiana.

All'inizio dell'ampio capitolo sulla «Probabilità» Popper (*idem*, p. 149) dichiara di considerare il problema degli enunciati probabilistici “la pietra di paragone con la quale mettere alla prova la [sua] teoria”. Se è così, le obiezioni che abbiamo presentato mostrano che la teoria falsificazionista popperiana non è riuscita a superare la prova.

3.1.4. La quarta ed ultima classe di enunciati introdotte nella sezione 2.3.4 è quella degli *enunciati singolari su eventi passati*, in particolare del passato remoto.

Nella sezione 2.3.4 abbiamo mostrato che – data la impossibilità fisica (empirica) di avere accesso epistemico, diretto o indiretto, al passato – gli enunciati intorno agli

eventi passati sono completamente indecidibili, nel senso che una prova *conclusiva* della loro verità o della loro falsità è, in linea di principio, impossibile. Di conseguenza essi sono esclusi come metafisici (non scientifici) da **CFD** così come lo sono da tutte le versioni di **CVD**. Ma, come abbiamo osservato, questo comporta l'esclusione dall'ambito della scienza di tutte le discipline di carattere storico. E una tale conseguenza solleva ovviamente seri dubbi sulla adeguatezza materiale di **CFD**.

Popper (1963/69, pp. 42-57) affronta la questione della controllabilità degli enunciati (o ipotesi) sul passato in margine alla sua critica delle concezioni giustificazioniste o fondazioniste della razionalità e della conoscenza, secondo cui una credenza, una ipotesi o una teoria è giustificata razionalmente se e solo se è riconducibile a una qualche fonte ultima in grado di fondare o almeno di rendere altamente probabile tale credenza o ipotesi o teoria. In particolare, la critica di Popper è rivolta principalmente contro la tradizione empirista che identifica la fonte ultima della conoscenza con l'osservazione diretta.

Ora, secondo la versione empirista, un enunciato (o ipotesi) su un evento passato, come "Cesare fu ucciso in senato alle idi di marzo" – per usare l'esempio riportato in un passo di Hume citato da Popper (*idem*, p. 47) – è giustificato sulla base di fonti storiche, costituite da documenti, testimonianze e reperti, che sono affidabili solo nella misura in cui sono riconducibili a fonti osservative ultime.

Ma – come ha giustamente osservato Popper – la riconduzione delle fonti storiche alle fonti osservative ultime è impossibile da realizzare, e il tentativo di realizzarla involge un regresso infinito.

Popper propone allora di sostituire la concezione giustificazionista (o fondazionista) classica con una concezione non giustificazionista della razionalità e della conoscenza, che chiama «razionalismo critico» o «empirismo critico».

Possiamo riassumere il nucleo centrale del razionalismo critico popperiano come segue (si veda Popper, 1963/69, cap. 8).

In generale, una asserzione, una ipotesi o una teoria – sia scientifica che metafisica – è *razionale* se e solo se è *criticabile*.

In particolare, una ipotesi o teoria scientifica è *criticabile* se e solo se è *confrontabile* (in termini di compatibilità/incompatibilità), non solo con altre asserzioni,

ipotesi e teorie appartenenti al corpo delle nostre conoscenze o della nostra cultura (scientifica o filosofica) – cioè con altre parti di ciò che Popper chiama *Mondo 3* – ma anche ed essenzialmente se è confrontabile con l’esperienza (o osservazione), in modo da essere empiricamente falsificabile (confutabile), come richiede **CFD**.

Una asserzione, ipotesi o teoria metafisica (o filosofica), invece – non potendo essere confrontata con, e quindi, falsificata (confutata) da, l’esperienza – è criticabile se e solo se è confrontabile (in termini di *compatibilità/incompatibilità*) con altre parti del *Mondo 3*.

In questo modo, tanto le ipotesi e le teorie scientifiche, quanto quelle metafisiche (o filosofiche), possono essere razionali, in quanto criticabili; ma solo le ipotesi e le teorie scientifiche sono confrontabili con l’esperienza e, quindi, confutabili (falsificabili) empiricamente (sul «razionalismo critico» si veda anche Antiseri, 1989, pp. 5-45 e Musgrave, 1993, pp. 205-209).

In questo modo, Popper può sostenere che un enunciato (o ipotesi) sul passato è controllabile solo, o soprattutto, attraverso l’analisi critica delle sue fonti storiche, senza, però, preoccuparsi della ricerca delle fonti ultime, e neanche, di regola, dei resoconti dei testimoni oculari. Lo storico deve certamente preoccuparsi dell’attendibilità delle fonti storiche (cioè, dei documenti, delle testimonianze, dei reperti) a sua disposizione (vedi, *idem*, p. 46). Ma questo va fatto, non cercando di fondare tali fonti sull’osservazione, ma piuttosto esaminando “se le nostre fonti storiche siano tra loro coerenti, e non contengano alcuna intrinseca contraddizione” (*idem*, p. 51).

Ma in che modo l’analisi della coerenza delle fonti può provvedere a controllare una ipotesi storica? In altre parole, un tale controllo può portare, almeno in linea di principio, a una falsificazione (o confutazione) conclusiva di una ipotesi storica, o può solo portare a una sua valutazione critica razionale, senza poter mai approdare, neanche in linea di principio, a una sua confutazione conclusiva?

Dalla risposta a questa domanda dipenderà se gli enunciati (o ipotesi) intorno agli eventi passati devono essere classificati come *ipotesi scientifiche falsificabili* oppure come *ipotesi metafisiche non falsificabili*, anche se *razionalmente criticabili* in base alla loro compatibilità (o incompatibilità) con altre parti rilevanti del *Mondo 3*.

Ora, commentando la sua nozione di «razionalità» come «critica razionale», Popper ha ricordato che “se la coerenza non può stabilire [provare] la verità, ... l’incoerenza o la contraddittorietà sanciscono [provano] la falsità” (*idem*, p. 55).

Questo è certamente vero, e potrebbe suggerire la possibilità, in linea di principio, di falsificare una ipotesi intorno al passato attraverso la critica delle sue fonti. Tale possibilità è stata sostenuta esplicitamente da Popper (1980), nel tentativo di riconoscere come falsificabili in linea di principio gli enunciati (ipotesi) su eventi passati, anche del passato più remoto, come quelli involti dalla teoria dell’evoluzione di Darwin, le cui credenziali scientifiche sono state riconosciute da Popper solo a partire dal 1977 (si veda Popper, 1977 e 1978; si veda anche Curd e Cover, 1998, pp. 65-66). Secondo Popper (1980) le ipotesi intorno al passato sarebbero controllabili (falsificabili), se usate per fare predizioni intorno all’evidenze, costituite dalle “tracce” o “fonti” (documenti, testimonianze, reperti), che dovremmo reperire qualora tali ipotesi dovessero essere vere. In questo modo, le ipotesi sul passato potrebbero venire falsificate, se le predizioni relative alle “tracce” che dovremmo reperire dovessero risultare false.

Senonché un enunciato (o ipotesi) su un evento passato – come, per esempio, quello sulla uccisione di Cesare in senato alle idi di marzo – non può venire controllato in questo modo, per ragioni dovute alla Tesi di Duhem, come abbiamo mostrato nella sezione 2.3.4.

Le fonti storiche (cioè i documenti, le testimonianze, i reperti) costituiscono, infatti, le *tracce* presenti degli eventi passati. E, come abbiamo visto, le tracce sono gli *effetti* di cui gli eventi passati costituiscono le *cause*. Ma, come abbiamo visto nella sezione 2.3.4, ciò presuppone l’esistenza di qualche *legge di copertura* che connetta la causa (evento passato) con l’effetto (traccia presente). Di conseguenza, una fonte storica è interpretabile come una traccia presente (effetto) di un evento passato (causa) solo sulla base di un insieme più o meno ampio di assunzioni (includente almeno una ipotesi universale illimitata, svolgente il ruolo di legge di copertura), in modo tale che dall’insieme Γ di tali assunzioni, unitamente all’ipotesi I concernente l’evento passato, sia deducibile (predicibile) la descrizione della fonte F ; in simboli $\Gamma, I \Rightarrow F$.

La tesi di Popper è allora che l’ipotesi I è controllabile razionalmente solo attraverso una indagine critica intesa ad appurare la coerenza intrinseca di F e la sua

compatibilità con altre fonti storiche e, in generale, con altre parti del *Mondo 3*. Ora, supponiamo che F venga confutata, in quanto incompatibile con altre fonti, o con altre componenti del *Mondo 3* meglio attestate o empiricamente corroborate. Allora, in base alla Tesi di Duhem, da $\neg F$ e $\Gamma, I \Rightarrow F$ si può dedurre, per *modus tollens*, la falsificazione delle premesse Γ e I prese come un tutto, vale a dire la negazione della congiunzione di I con la congiunzione di tutte le assunzioni in Γ , che indichiamo con $\wedge \Gamma$: cioè $\neg(\wedge \Gamma \wedge I)$; che ci dice che *almeno una* delle congiunte è falsa, ma *non ci dice quale*. Pertanto, la confutazione di una fonte F non può mai comportare la falsificazione di una ipotesi storica I ; tutto ciò che può comportare, come vedremo nella sezione 4.2.4, è solo un certo grado di sconfirma di I . Per falsificare I a partire da $\neg F$ dovremmo essere in grado di verificare tutte le assunzioni incluse in Γ ; ma ciò è impossibile, poiché Γ deve contenere almeno una ipotesi universale illimitata (cioè una legge scientifica) che, come abbiamo visto, non è verificabile.

Ne segue che anche per **CFD**, come per **CVD**, gli enunciati sul passato sono esclusi dall'ambito del discorso scientifico.

Osservazione 3.4. È interessante osservare che la concezione popperiana della controllabilità delle ipotesi storiche, attraverso la critica razionale delle fonti, sebbene non possa portare a una prova conclusiva della loro falsità – né, ovviamente, a una prova conclusiva della loro verità (vedi sez. 2.3.4) – può svolgere tuttavia un ruolo essenziale nel determinare il grado di conferma (o di probabilità) di tali ipotesi, entro una teoria bayesiana della conferma, che permette di riconoscere come empiricamente controllabili anche enunciati (ipotesi) che non sono suscettibili di falsificazione o di verifica conclusiva (vedi sezione 4.2.4).

3.2. Falsificabilità e Tesi di Duhem

La formulazione di **CFD** fornita all'inizio del capitolo 3. esprime la versione generale standard della falsificabilità come criterio di demarcazione applicabile *direttamente* alla classe degli enunciati significanti: “la falsificabilità – scrive Popper – separa *due tipi di asserzioni perfettamente significanti*: le falsificabili e le non falsificabili” (1934/59, p. 22, nota*3, corsivo nostro).

Ma nelle sezioni 3.1.1-3.1.4 abbiamo visto che l'applicazione di questo criterio direttamente ai singoli enunciati porta a eliminare come metafisici, enunciati che sono, invece, genuinamente scientifici, come gli enunciati esistenziali illimitati, gli enunciati generali illimitati con quantificazione mista, gli enunciati di probabilità statistica e gli enunciati singolari su eventi passati. In questo modo **CFD** risulta inadeguato rispetto al requisito di adeguatezza materiale formulato nell'Introduzione 1. Ma, pur di mantenere la falsificabilità come criterio di scientificità, Popper ricorre, come abbiamo visto, ad alcuni espedienti, il principale dei quali consiste nel classificare uno stesso enunciato come metafisico, se preso isolatamente, e come scientifico, se considerato, invece, nel contesto di una teoria (o sistema teorico) falsificabile. In realtà, Popper (1934/59, p. 75, nota*1 e 1983, §§. 20-21) sottolinea ripetutamente che il suo interesse fondamentale è per i sistemi teorici piuttosto che per i singoli enunciati; e considera, conseguentemente, la falsificabilità come un criterio di demarcazione tra sistemi scientifici e non scientifici, piuttosto che tra enunciati scientifici e non scientifici. Ed effettivamente, un sistema teorico (o teoria) – come sottolinea Popper – non può mai essere verificato, mentre può essere falsificato. Così, rispetto ai sistemi teorici, la controllabilità empirica sembra potersi identificare effettivamente con la falsificabilità: l'applicazione del criterio di falsificabilità alle teorie prese come un tutto non porterà mai, infatti, ad escludere come infalsificabile (metafisica) una teoria genuinamente scientifica.

Rimane allora da chiarire come si combinano queste due interpretazioni della falsificabilità – come tratto distintivo generale degli enunciati e come tratto distintivo specifico dei sistemi teorici – entro la prospettiva falsificabilista popperiana.

Secondo Scheffler (1963, p. 149), Popper considera la falsificabilità principalmente come un tratto distintivo dei sistemi teorici, ma “una volta fissato questo tratto, possiamo applicarlo, volendo, alla classificazione di qualsiasi enunciato, purché teniamo presente che per gli insiemi di enunciati [teorie] quel che conta è la falsificabilità del complesso”.

Questa interpretazione può essere considerata una spiegazione soddisfacente dell'uso che Popper fa della falsificabilità come tratto distintivo sia degli enunciati che dei sistemi scientifici. In particolare, essa riconosce, in qualche modo, l'importanza di applicare il criterio di demarcazione anche agli enunciati, oltre che ai sistemi teorici,

come mostra il fatto stesso che la critica che Popper muove al criterio di verificabilità, fa riferimento specificamente agli enunciati. Scrive, infatti, Popper (1963/69, p. 478): “[Il criterio di verificabilità] (i) non esclude gli asserti metafisici ovvi, e (ii) esclude invece i più importanti e interessanti asserti scientifici, vale a dire ... le leggi universali della natura”.

Possiamo chiederci ora se questa critica non possa essere ugualmente rivolta al criterio di falsificabilità, anche tenendo conto che esso si applica principalmente ai sistemi teorici e solo secondariamente agli enunciati, *considerati nel contesto di un sistema teorico*.

Cominciamo col chiederci se riesce a escludere dalle teorie scientifiche (falsificabili) tutti gli enunciati chiaramente metafisici (non falsificabili). La risposta è negativa, come dimostra la seguente argomentazione, che riprende, in termini opportunamente modificati, una obiezione sollevata originariamente da Hempel (1950).

Supponiamo che T sia una teoria falsificabile. Ora, perché T sia falsificabile ci deve essere almeno un enunciato osservativo O deducibile da T , in modo che dalla falsificazione (negazione) di O si possa derivare, per *modus tollens*, la falsificazione (negazione) di T . Si prenda allora un qualsiasi enunciato M , che sia significativo secondo **CSS**, ma completamente indecidibile e, quindi, metafisico in base alla condizione (ii) di **CFD**. Si congiunga, ora, M con T , in modo da ottenere una nuova teoria $T' = T \wedge M$. Poiché la relazione standard di deduzione è *monotonica* (nel senso che, se si estende un sistema deduttivo, aggiungendovi nuove premesse, le conseguenze derivabili nel sistema originario sono derivabili anche nel sistema esteso), se O è deducibile da T , allora è deducibile anche da T' ; in breve, se $T \Rightarrow O$, allora $T' \Rightarrow O$. Pertanto anche T' risulta falsificabile e, quindi, scientifica, nonostante contenga un enunciato chiaramente metafisico.

Si potrebbe, tuttavia, obiettare che l'aggiunta dell'enunciato metafisico M non consente di derivare da T' alcun nuovo enunciato osservativo oltre a quelli già derivabili da T . Pertanto l'aggiunta di M non aumenta il contenuto empirico, e, quindi, il grado di falsificabilità, di T' rispetto a T , come sembra, invece, richiedere Popper (vedi 1934/59, p. 56, nota*1) per accettare come scientifico il nuovo sistema teorico. Si potrebbe allora suggerire di modificare il requisito di scientificità dei sistemi teorici, richiedendo che un

sistema teorico per essere scientifico, oltre a essere falsificabile, debba contenere solo enunciati che sono essenziali per la derivazione di qualche enunciato osservativo. In questo modo T' verrebbe escluso come non scientifico, in quanto contiene l'enunciato metafisico M che non serve a derivare alcun enunciato osservativo. Una soluzione analoga è stata proposta, per esempio, da Gillies (1993, p. 254).

Ma questa soluzione è inadeguata, come dimostra il seguente controesempio.

Si consideri un enunciato di forma $M \wedge (M \rightarrow O_1)$, ove M è un enunciato metafisico, nel senso precedentemente specificato, e O_1 , un enunciato osservativo. Poiché da $M \wedge (M \rightarrow O_1)$ è derivabile l'enunciato osservativo O_1 , ed M è essenziale per la derivazione di O_1 , in base al nostro requisito modificato di scientificità, dovremmo concludere che $M \wedge (M \rightarrow O_1)$ è falsificabile e, quindi, scientifico, e che anche M – in quanto essenziale per la derivazione di O_1 – è falsificabile e, quindi, scientifico. Si può allora dimostrare che il criterio di falsificabilità non permette di eliminare alcun enunciato metafisico dalle teorie scientifiche. Supponiamo che O_1 non sia deducibile da T . Allora aggiungendo $M \wedge (M \rightarrow O_1)$ a T otteniamo una nuova teoria $T'' = T \wedge (M \wedge (M \rightarrow O_1))$, da cui è deducibile l'enunciato osservativo O_1 che non era deducibile da T . Così T'' è falsificabile e, quindi, scientifica, anche in base al requisito modificato di scientificità; ed anche M , in quanto essenziale per la derivazione di O_1 , va classificato come falsificabile (e scientifico), nonostante sia chiaramente metafisico.

Questo dimostra che è sempre possibile aggiungere a una teoria falsificabile (scientifica) un qualsiasi numero (finito) di enunciati metafisici arbitrari, ottenendo ancora una teoria falsificabile e, quindi, scientifica, in base al criterio di falsificabilità (anche modificato).

Così, se l'applicazione di **CFD** viene limitata – come suggerisce Popper – essenzialmente alle teorie e secondariamente, agli enunciati considerati nel contesto di teorie falsificabili, anziché agli enunciati presi isolatamente, allora **CFD** non riesce a escludere alcun enunciato metafisico; e, pertanto, la prima parte della critica che Popper rivolge a **CVD** – di non riuscire, cioè, a escludere enunciati metafisici ovvi – può essere rivolta anche a **CFD**.

Ora, la risposta di Popper (vedi 1934/59, p. 75, nota*1 e 1983, pp. 195-196) è che, sebbene le teorie scientifiche, prese come un tutto, devono essere falsificabili, non è detto

che lo possano essere tutti i loro enunciati costituenti: “Le teorie empiriche (come quella di Newton) – scrive Popper – possono contenere elementi «metafisici». Tali elementi, però, non possono essere eliminati mediante una regola rigida e rapida; benché, se riusciamo a presentare la teoria in modo che essa diventi una congiunzione di parti falsificabili e di parti non-falsificabili, sappiamo allora che ora è possibile eliminare le sue componenti metafisiche” (1934/59, p. 75, nota*1, con lieve modifica della traduzione).

Ma dire che non si può dare una regola o criterio per eliminare gli enunciati metafisici dalle teorie scientifiche equivale ad ammettere esplicitamente che il criterio di falsificabilità non è in grado di eliminare gli enunciati metafisici dall’ambito della scienza: che è esattamente la critica rivolta da Popper al criterio di verificabilità.

Veniamo ora alla seconda parte della critica che Popper rivolge al criterio di verificabilità – cioè di escludere enunciati genuinamente scientifici – e chiediamoci se essa possa essere rivolta anche a **CFD**.

Nelle sezioni 3.1.1 - 3.1.4 abbiamo visto che se **CFD** viene applicato agli enunciati presi isolatamente, si trova anche esso esposto a questa critica. Ci si può chiedere allora se la situazione cambia nel caso che **CFD** venga applicato agli enunciati considerati nel contesto di un sistema teorico falsificabile. Anche in questo caso la risposta è negativa.

Questa risposta è una conseguenza della *Tesi di Duhem*, secondo cui un esperimento o una osservazione non può mai falsificare una singola ipotesi di un sistema teorico, ma solo l’intero sistema preso come un tutto. “Il fisico – scrive Duhem (1906/14, p. 211) – non può mai sottoporre al controllo dell’esperienza una ipotesi isolata, ma soltanto tutto un insieme di ipotesi. Quando l’esperienza è in disaccordo con le sue previsioni, essa gli insegna che almeno una delle ipotesi costituenti l’insieme è inaccettabile e deve essere modificata, ma non gli dice quale dovrà essere cambiata” (Per una critica del falsificabilismo popperiano basata sulla tesi di Duhem, si veda Grünbaum, 1976a, 1976b, 1976c e 1976d; si veda anche Boniolo e Vidali, 1999, §§. 5.6.2 e 5.6.3).

Nelle sezioni 2.3.4 e 3.1.4 abbiamo visto che il fondamento logico di questa importante tesi epistemologica è costituito dal fatto che la relazione di deduzione come trasmette la (prova della) verità dalle premesse alla conclusione, così, dualmente,

trasmette la (prova della) falsità della conclusione alle premesse: ma mentre la (prova della) verità si distribuisce su ogni singola conseguenza delle premesse, la (prova della) falsità si trasmette alle premesse solo globalmente (olisticamente) prese e non si distribuisce sulle singole premesse. Così, dalla negazione (falsità) della conclusione si può inferire, per *modus tollens*, la negazione (falsità) della congiunzione delle premesse: cioè da $P_1, P_2, \dots, P_n \Rightarrow C$ e $\neg C$ segue $\neg(P_1 \wedge P_2 \wedge \dots \wedge P_n)$, che è logicamente equivalente a $\neg P_1 \vee \neg P_2 \vee \dots \vee \neg P_n$, che ci dice che *almeno una* delle premesse è falsa, ma *non ci dice quale*.

Ora – secondo la *concezione epistemologica standard* – una teoria scientifica, come, per esempio, la teoria di Newton, è un sistema deduttivo complesso, costituito da un insieme di *leggi teoriche*, come, per esempio, le tre leggi del moto, che indichiamo con LT_1, LT_2, LT_3 e la legge di gravitazione, che indichiamo con LT_4 , più un insieme di ipotesi ausiliarie A_1, A_2, \dots, A_k , che provvedono, tra l'altro, una interpretazione empirica (parziale e indiretta) delle leggi teoriche, permettendo di derivare un certo insieme di leggi (o ipotesi) empiriche H_1, H_2, \dots, H_j , che unitamente ad alcuni enunciati osservativi, costituenti le *condizioni iniziali* C_1, C_2, \dots, C_m , permettono di inferire altri enunciati osservativi. Possiamo quindi rappresentare una tale teoria fisica come una congiunzione di leggi teoriche, ipotesi ausiliarie e condizioni iniziali, da cui sono derivabili enunciati osservativi controllabili attraverso l'osservazione. Supponiamo allora che da una tale congiunzione sia deducibile un enunciato osservativo O : cioè $(LT_1 \wedge LT_2 \wedge LT_3 \wedge LT_4 \wedge A_1 \wedge A_2 \wedge \dots \wedge A_k \wedge C_1 \wedge C_2 \wedge \dots \wedge C_m) \Rightarrow O$. Ora, se O viene falsificato da una osservazione o esperimento fisico, allora da $\neg O$ e $(LT_1 \wedge LT_2 \wedge LT_3 \wedge LT_4 \wedge A_1 \wedge A_2 \wedge \dots \wedge A_k \wedge C_1 \wedge C_2 \wedge \dots \wedge C_m) \Rightarrow O$ si deriva, per *modus tollens*, la negazione della congiunzione delle premesse, cioè $\neg(LT_1 \wedge LT_2 \wedge LT_3 \wedge LT_4 \wedge A_1 \wedge A_2 \wedge \dots \wedge A_k \wedge C_1 \wedge C_2 \wedge \dots \wedge C_m)$ che equivale logicamente a $\neg LT_1 \vee \neg LT_2 \vee \neg LT_3 \vee \neg LT_4 \vee \neg A_1 \vee \neg A_2 \vee \dots \vee \neg A_k \vee \neg C_1 \vee \neg C_2 \vee \dots \vee \neg C_m$. Poiché C_1, C_2, \dots, C_m sono enunciati osservativi, che possiamo considerare, almeno provvisoriamente, verificati attraverso l'osservazione, la disgiunzione può essere ridotta (per *sillogismo disgiuntivo*) a $\neg LT_1 \vee \neg LT_2 \vee \neg LT_3 \vee \neg LT_4 \vee \neg A_1 \vee \neg A_2 \vee \dots \vee \neg A_k$, che ci dice che *almeno una* delle leggi teoriche o delle ipotesi ausiliarie è falsa, *senza dirci quale*. Pertanto, la teoria nel suo complesso è falsificabile (e, quindi, scientifica), mentre le singole leggi

teoriche e ipotesi ausiliarie che ricorrono in essa, non sono falsificabili e, di conseguenza, vanno classificate come metafisiche (non scientifiche) in base a **CFD**, nonostante che esse vengano comunemente considerate componenti essenziali del linguaggio scientifico.

Si può tuttavia obiettare che la non-falsificabilità delle leggi teoriche è del tutto ovvia, se si considera che esse non hanno alcun contenuto (significato) empirico di per sé, ma lo acquisiscono solo in connessione con le altre leggi e ipotesi ausiliarie della teoria.

Ma la tesi di Duhem – nonostante venisse limitata da Duhem (*idem*, pp. 177-183 e 203-207) esclusivamente a teorie scientifiche evolute come quelle fisiche, che includono leggi teoriche – è applicabile anche a sistemi falsificabili in cui non ricorrono leggi teoriche, ma solo leggi o ipotesi empiriche H_1, H_2, \dots, H_k insieme a condizioni iniziali C_1, C_2, \dots, C_m . Anche in questo caso, infatti, se una conseguenza osservativa della teoria viene falsificata, allora – assumendo che le condizioni iniziali C_1, C_2, \dots, C_m siano verificate – sappiamo che almeno una delle ipotesi empiriche H_1, H_2, \dots, H_k è falsa, ma non possiamo sapere quale. Così, la teoria è falsificabile e, quindi, scientifica, mentre le singole ipotesi empiriche che ricorrono in essa, non essendo falsificabili, vanno escluse come metafisiche (non scientifiche) in base a **CFD**.

Il passaggio dalla falsificabilità di una teoria alla falsificabilità delle leggi o ipotesi empiriche che ricorrono in essa è possibile solo nel caso di teorie molto semplici, che contengono *una sola* legge o ipotesi empirica, insieme a una o più condizioni iniziali. Infatti, data, per esempio, una teoria falsificabile come $T = H \wedge C$, allora da $H \wedge C \Rightarrow O$ e $\neg O$ si deduce $\neg H \vee \neg C$, da cui si deduce, per sillogismo disgiuntivo, $\neg H$, assumendo che l'enunciato osservativo C , fungente da condizione iniziale, sia accettato, almeno provvisoriamente, come verificato.

Si potrebbe essere tentati, a questo punto, di risolvere la difficoltà sollevata dalla tesi di Duhem, modificando **CFD** in modo da classificare come falsificabile ogni enunciato significativo che ricorre in qualche teoria falsificabile in modo essenziale per la derivazione di almeno un enunciato osservativo. Ma una tale soluzione porterebbe a considerare falsificabile, e, quindi, scientifico, qualsiasi enunciato metafisico, dal momento che – come abbiamo visto – attraverso un enunciato di forma $M \wedge (M \rightarrow O)$, qualsiasi enunciato metafisico arbitrario M risulterebbe soddisfare questa condizione.

Pertanto, anche la seconda parte della critica che Popper muove al criterio di verificabilità – di escludere i più importanti enunciati scientifici, come le leggi di natura – può essere ugualmente rivolta al criterio di falsificabilità.

Popper (vedi 1934/59, §. 18 e 1983, pp. 203-205) riconosce che questa critica è seria, ma non riesce a fornire alcuna risposta adeguata, a parte un tentativo infelice di sminuirne la portata critica attraverso una interpretazione fuorviante della tesi di Duhem (vedi 1934/59, p. 67, nota 1 e 1983, p. 204), puntualmente smascherata da Grünbaum (1976a; si veda anche Boniolo e Vidali, 1999, pp. 397-398).

“La risposta – ammette infine Popper (1983, p. 203) – è che noi possiamo, in realtà, falsificare solo *sistemi teorici* e che qualsiasi attribuzione della falsificabilità ad un particolare asserto nell’ambito di un tale sistema è sempre estremamente incerta”, poiché “*non esiste ... alcuna procedura di routine, alcun meccanismo automatico per risolvere il problema di attribuire la falsificazione a una parte specifica di un sistema teorico*” (*idem*, p. 204, corsivo nostro): nell’attribuire la falsificazione “ ad una ipotesi invece che a un’altra è sempre implicito un elemento di libera scelta, di decisione” (*ibidem*), che dipende spesso “soltanto [da] *l’istinto scientifico del ricercatore ... che gli fa indovinare quali asserzioni debbano essere considerate bisognose di modificazione*” (1934/59, p. 64, nota 2, corsivo nostro).

Facendo dipendere la scelta dell’ipotesi da eliminare dall’«istinto scientifico» del ricercatore (vedi anche sezione 3.1.3), Popper fa propria la soluzione di Duhem (vedi 1906/14, p. 244 e cap. V, §. 10), che faceva, appunto, dipendere l’ipotesi da scartare dal «buon senso» degli scienziati. Ma il riferimento all’«istinto» o al «buon senso» o all’«intuizione» non costituisce una risposta razionale a un problema epistemologico (filosofico): è, piuttosto, un *examotage* per accantonare un problema che non si è riuscito a risolvere. Né Popper sembra accorgersi che, in questo modo, anche il criterio di verificabilità potrebbe essere “salvato” dalla sua stessa critica, ricorrendo a qualche presunto «istinto» dello scienziato che gli permetta di decidere quando considerare “verificata” una ipotesi universale o una teoria. Inoltre, dire – come fa Popper – che non esiste alcuna *procedura* o *criterio* per decidere l’attribuzione della falsificazione alle ipotesi di un sistema teorico, equivale ad ammettere che, nella prospettiva falsificabilista,

non può esistere alcun criterio di demarcazione per gli enunciati: la falsificabilità è un criterio applicabile *esclusivamente* ai sistemi teorici presi come un tutto.

Senonché, limitare l'ambito di applicabilità del criterio falsificabilista di demarcazione ai soli sistemi teorici, escludendo gli enunciati (o ipotesi), non solo non si accorda col fatto che, in tutta l'opera di Popper, la falsificabilità è concepita, in modo del tutto disinvolto, come un requisito sia di intere teorie che di singoli enunciati, ma porterebbe anche – per le ragioni mostrate precedentemente – a classificare come scientifici, sistemi teorici che possono includere un qualsiasi numero arbitrario di enunciati metafisici. E, come ha osservato Gillies (1993, p. 254), il problema di eliminare le componenti metafisiche dalle teorie scientifiche “non è il semplice frutto della fantasia di un filosofo”, ma un compito importante dell'analisi scientifica, come mostra la critica di Mach alla teoria di Newton. E anche Popper (1983, p. 196) riconosce che l'eliminazione delle componenti metafisiche (infalsificabili) delle teorie scientifiche porta ad aumentare il *contenuto empirico* delle teorie, cioè, il loro grado di falsificabilità e, quindi, di scientificità.

Di conseguenza, un criterio di demarcazione, che, come il criterio di falsificabilità, non riesce ad assolvere questo compito, non può essere considerato adeguato.

Consapevole del problema, Popper tenta di salvare il criterio di falsificabilità con un ulteriore espediente, attribuendo la difficoltà sollevata dalla tesi di Duhem alla questione *empirica* della *falsificazione*, anziché alla questione *logica* della *falsificabilità*. “Tutto ciò – scrive Popper (1983, p. 205) – riguarda la *falsificazione empirica* e le sue incertezze. Essa dev'essere distinta dal criterio puramente *logico* di *falsificabilità*, cioè, dall'*esistenza di falsificatori potenziali di una teoria*. Non esistono difficoltà simili per quanto riguarda la *falsificabilità*. La falsificabilità non viene toccata dai problemi che possono affliggere le falsificazioni empiriche”.

Ma questo punto di vista è del tutto insostenibile. La tesi di Duhem mostra che solo le teorie possono avere falsificatori potenziali e, quindi, essere falsificabili, mentre gli enunciati o ipotesi costituenti le teorie non hanno, come abbiamo visto, falsificatori potenziali e, quindi, non possono essere falsificati. Così, mostrando l'*impossibilità logica* di falsificare gli enunciati costituenti le teorie scientifiche (falsificabili), la tesi di Duhem colpisce proprio il criterio *logico* di *falsificabilità*, non solo la *falsificazione empirica*.

Possiamo, dunque, concludere che la falsificabilità non costituisce un criterio di demarcazione adeguato, e che gli stratagemmi utilizzati da Popper per rendere il suo criterio immune dalle critiche, non solo non raggiungono lo scopo, ma hanno l'effetto di svuotarlo, rendendolo sostanzialmente inutile.

Osservazione 3.5. Va osservato che la tesi di Duhem colpisce specificatamente il criterio di falsificabilità, e non i criteri di verificabilità e di confermabilità. Il motivo è che la falsificazione di un insieme di enunciati, come abbiamo visto, non può essere distribuita sui singoli enunciati dell'insieme, mentre la verifica o la conferma (o sconfirma) si distribuiscono su ogni singolo componente dell'insieme.

Per quanto concerne la verifica, abbiamo visto (sezione 2.3.1) che provare la verità di una congiunzione equivale a provare la verità di ogni singolo congiunto. Così, se una teoria potesse essere verificata, allora anche tutte le sue ipotesi costituenti risulterebbero verificate. Ma – come ha giustamente sottolineato Popper – le teorie non possono mai essere verificate; pertanto la verifica (o verificabilità) non può essere utilizzata per evitare le difficoltà della tesi di Duhem.

Ma – diversamente da quanto ritiene Popper – le teorie, pur non potendo essere verificate in modo conclusivo, possono essere confermate o sconfimate in termini probabilistici, sulla base dell'evidenza empirica disponibile. E se una teoria viene confermata o sconfirmata a qualche grado di probabilità da una evidenza empirica favorevole o sfavorevole, è possibile, attraverso la teoria bayesiana della conferma (vedi cap. 4), valutare gli effetti che tale evidenza produce sulle probabilità delle singole ipotesi della teoria. In particolare, la teoria bayesiana della conferma permette anche di valutare, con l'aiuto del Teorema di Bayes (vedi sez. 4.1), il modo in cui le probabilità delle differenti ipotesi di una teoria vengono modificate, quando la teoria, presa come un tutto, viene falsificata (confutata) da una evidenza osservativa contraria. Si consideri, per esempio, una teoria falsificabile $T = H_1 \wedge H_2 \wedge C_1 \wedge \dots \wedge C_m$ (ove H_1 e H_2 sono ipotesi empiriche e C_1, \dots, C_m condizioni iniziali costituite da enunciati osservativi), da cui è derivabile un enunciato osservativo O . Supponiamo che O venga falsificato da una evidenza osservativa contraria $E_c = \neg O$; allora l'evidenza contraria E_c , attraverso la falsificazione diretta di O , falsifica, per *modus tollens*, l'intera teoria T . Ora, se assumiamo, per semplicità, che le condizioni C_1, \dots, C_m siano tutte verificate, possiamo concludere che l'evidenza contraria E_c falsifica la congiunzione $H_1 \wedge H_2$, ma non falsifica, come abbiamo visto, H_1 e H_2 prese isolatamente. Ma, in questo caso, il Teorema di Bayes permette di valutare i differenti effetti prodotti dall'evidenza contraria E_c sulle probabilità di H_1 e H_2 , comparando la probabilità a posteriori di H_1 data la evidenza E_c con la probabilità a priori di H_1 , e la probabilità a posteriori di H_2 data la stessa evidenza E_c con la probabilità a priori di H_2 . Può accadere allora che una delle due ipotesi, poniamo H_1 , presenti una probabilità *a posteriori* $pr(H_1 | E_c)$, più vicina alla probabilità

iniziale, $pr(H_1)$, di H_1 di quanto non lo sia la probabilità *a posteriori* $pr(H_2 | E_c)$, rispetto alla probabilità iniziale, $pr(H_2)$, di H_2 : diciamo allora che l'evidenza contraria E_c sconfigge H_2 più di quanto sconfigge H_1 (si veda la sezione 4.2.4).

3.3. Il limite comune al verificabilismo e al falsificabilismo

Nella sua *Autobiografia intellettuale*, Popper (1976, cap. 17) si è compiaciuto di potersi considerare responsabile (almeno in parte) della morte del positivismo logico, grazie alla sua incisiva critica del verificabilismo, sia come criterio di significato che, come criterio di demarcazione. Ma l'analisi svolta in questo capitolo mostra chiaramente che, se il verificabilismo neopositivista è morto, il falsificabilismo popperiano non gode certo di buona salute. Abbiamo visto (sezione 3.1.1) anzi che esso versa in uno stato anche peggiore della versione **CV3** del verificabilismo.

In realtà falsificabilismo e verificabilismo (in tutte e tre le sue accezioni distinte nell'*Osservazione 2.1*) presentano, in modo evidente, un limite comune: essi presuppongono entrambi la nozione di *prova conclusiva*, rispettivamente, negativa (falsificazione) e positiva (verificazione). Il punto è che una prova conclusiva di un'ipotesi H , a partire da un insieme (finito) di enunciati osservativi E , è possibile solo se tra H ed E sussiste una relazione logica stretta, tale che da E sia deducibile H oppure $\neg H$: relazione che, come abbiamo visto, non è soddisfatta da enunciati che pure svolgono un ruolo scientifico rilevante e irrinunciabile, come gli enunciati generali illimitati con quantificazione mista, gli enunciati di probabilità statistica e gli enunciati singolari su eventi passati.

Nel capitolo 4 vedremo in che modo questo limite viene superato dalla nozione di *confermabilità*, che, nella sua versione *quantitativa* (o *bayesiana*), presenta tutte le credenziali per costituire un criterio di demarcazione materialmente adeguato.

4. LA TEORIA BAYESIANA DELLA CONFERMA

Il vantaggio della nozione (quantitativa) di *confermabilità* è di non far dipendere la controllabilità empirica di una ipotesi H , da parte di una evidenza osservativa E , esclusivamente dalla esistenza di una relazione logica stretta tra l'ipotesi H e la sua evidenza osservativa E , ritenendo sufficiente che tra H ed E si dia una *relazione di dipendenza probabilistica*, in modo che l'evidenza E possa fornire, se non una prova conclusiva della verità o della falsità di H , almeno un grado (sia pur minimo) di conferma o di sconfirma di H .

Nelle sezioni seguenti forniremo una succinta presentazione degli aspetti essenziali della teoria bayesiana della conferma, in grado di illustrare i principali vantaggi della nozione quantitativa di conferma rispetto alle nozioni di verifica stretta e di falsificazione stretta.

4.1. La nozione quantitativa (bayesiana) di conferma e il Teorema di Bayes

La nozione quantitativa di conferma è definita in termini della nozione di *probabilità*, interpretata in senso epistemico e intesa come misura del *grado di credenza* di un soggetto (per la differenza tra la nozione *epistemica* e la nozione *empirica* o *statistica* di probabilità si veda la sezione 2.3.3).

Nel calcolo delle probabilità è possibile definire, su una data classe di enunciati Σ , una *funzione di probabilità* pr , che assegna a ogni enunciato H di Σ un valore numerico $pr(H) = r$, ove r è un numero reale tra 0 e 1 (estremi inclusi), interpretato epistemicamente come la misura della probabilità che ha H di essere vero; con 0 che sta per “certo falso” (falsificato in modo conclusivo) e 1 che sta per “certo vero” (verificato).

in modo conclusivo). La funzione di probabilità pr è definita in modo da soddisfare le seguenti condizioni espresse dagli assiomi del calcolo:

$$A_1 \ 0 \leq pr(H) \leq 1.$$

A_2 Se H è una verità analitica (necessaria), allora $pr(H) = 1$.

A_3 Se H_1 e H_2 sono incompatibili tra loro, allora $pr(H_1 \vee H_2) = pr(H_1) + pr(H_2)$.

Oltre le probabilità *assolute*, come $pr(H)$, è possibile introdurre le probabilità *condizionali*, come $pr(H | E)$, mediante la seguente definizione:

$$D_7. \text{ Se } pr(H) \neq 0, \text{ allora } pr(H | E) = \frac{pr(H \wedge E)}{pr(E)}$$

ove, $pr(H | E)$ esprime la probabilità che viene conferita all'ipotesi espressa da un enunciato H da parte di un resoconto osservativo E , costituito da un insieme (finito) di enunciati osservativi, che rappresentano l'evidenza osservativa (o sperimentale) disponibile.

La probabilità condizionale $pr(H | E)$, detta anche probabilità *a posteriori* (o *finale*) di H rispetto a E , può essere, allora, interpretata epistemicamente come il *grado di conferma* (o *di sconfirma*) che l'evidenza osservativa E conferisce ad H (o anche come il nostro *grado di credenza* nella verità di H , relativamente all'evidenza osservativa disponibile E).

Un ruolo essenziale per calcolare la probabilità a posteriori (o finale) di una ipotesi H , rispetto a un'evidenza osservativa E , è svolto da un importante teorema del calcolo delle probabilità, noto come *Teorema di Bayes*. Data la rilevanza di questo teorema, la teoria quantitativa della conferma è comunemente nota come *teoria bayesiana della conferma* o *bayesianesimo*.

Nella sua versione più semplice, il *Teorema di Bayes (TB)* può essere formulato come segue

$$(TB) \ pr(H | E) = \frac{pr(H) \cdot pr(E | H)}{pr(E)}$$

ove, $pr(H | E)$ è la probabilità a posteriori (o finale) di H , data l'evidenza E ; $pr(H)$ è la probabilità a priori (o iniziale) di H , rispetto alla sola *conoscenza di sfondo* posseduta, indipendente dall'evidenza E ; $pr(E | H)$ è la probabilità a posteriori dell'evidenza E , data l'ipotesi H , chiamata anche *verosimiglianza* di H rispetto ad E ; e $pr(E)$ è la probabilità a priori (o iniziale) dell'evidenza E , rispetto alla sola conoscenza di sfondo posseduta, indipendente dall'ipotesi H .

(TB) può essere, quindi, letto come segue: la probabilità finale di H , relativamente all'evidenza osservativa E , è uguale al prodotto della probabilità iniziale di H per la probabilità a posteriori dell'evidenza E rispetto ad H , diviso la probabilità iniziale di E .

Così, il valore di $pr(H | E)$ viene a dipendere dai valori di $pr(H)$, di $pr(E | H)$ e di $pr(E)$, in modo tale che il valore di $pr(H | E)$ è *direttamente proporzionale* ai valori di $pr(H)$ e di $pr(E | H)$ e *inversamente proporzionale* al valore di $pr(E)$.

Queste relazioni, stabilite dal Teorema di Bayes, tra i valori di $pr(H | E)$, $pr(H)$, $pr(E | H)$ e $pr(E)$, sono non solo intuitivamente plausibili, ma anche tali da catturare alcuni noti e importanti aspetti o principi della metodologia delle scienze empiriche. Due di queste relazioni rivestono particolare importanza.

La prima riguarda il *rapporto diretto* tra il valore di $pr(H | E)$ e il valore della verosimiglianza $pr(E | H)$. Poiché la verosimiglianza $pr(E | H)$ può essere interpretata come la misura del *potere esplicativo* (o *predittivo*) di H nei riguardi dell'evidenza osservativa E , è del tutto plausibile che la probabilità di H cresca col crescere del suo potere esplicativo (predittivo) riguardo ad E e, quindi, col crescere di $pr(E | H)$. Ora, il *massimo* di verosimiglianza, cioè $pr(E | H) = 1$, si ha quando E è derivabile (o implicato) logicamente da H , cioè quando $H \Rightarrow E$. Ne segue che il *minimo* di verosimiglianza cioè $pr(E | H) = 0$, si ha quando da H è deducibile logicamente $\neg E$, cioè quando $H \Rightarrow \neg E$, che, essendo logicamente equivalente a $E \Rightarrow \neg H$, costituisce una *falsificazione conclusiva* di H sulla base dell'evidenza osservativa (o sperimentale) contraria E ; per cui $pr(H | E) = 0$. Questo è, per esempio, il caso, come abbiamo visto, in cui H è un enunciato universale $(\forall x) P(x)$ ed E è un enunciato singolare osservativo $Q(t)$ che implica $\neg P(t)$. In questo modo, il Teorema di Bayes spiega il nucleo centrale del falsificazionismo popperiano.

Una *verificazione conclusiva* di H , sulla base dell'evidenza E , cioè $pr(H | E) = 1$, si ha, invece, quando H è deducibile (o implicato) logicamente da E , cioè quando $E \Rightarrow H$, e $pr(E) = 1$: questo è, per esempio, il caso, come abbiamo visto, in cui H è un enunciato esistenziale $(\exists x) P(x)$ ed E è un enunciato singolare osservativo $P(t)$.

In tutti i casi in cui tra H ed E non si danno relazioni logiche di deducibilità (o di implicazione o di conseguenza logica), ma solo relazioni di *dipendenza probabilistica*, si avrà $0 < pr(H | E) < 1$, in cui sono esclusi i casi estremi della probabilità uguale a 0 (che corrisponde alla falsificazione conclusiva) e della probabilità uguale a 1 (che corrisponde alla verificazione conclusiva). Questo è il caso degli enunciati generali illimitati con quantificazione mista, degli enunciati di probabilità statistica e degli enunciati singolari su eventi passati, discussi nelle sezioni 2.3.2 - 2.3.4 e 3.1.2 - 3.1.4.

Nella *Osservazione 4.2* vedremo che lo stesso risultato (concernente l'esclusione dei valori estremi 0 e 1) può essere esteso a tutti gli enunciati empirici, se si nega la possibilità di assegnare come probabilità a priori agli enunciati osservativi che rappresentano l'evidenza osservativa, E , il valore massimale $pr(E) = 1$ e il valore minimale $pr(E) = 0$.

Pertanto, la nozione bayesiana di conferma può includere come *casi limite* la falsificazione e la verificazione; ma non fa dipendere la controllabilità empirica di un enunciato (ipotesi) esclusivamente dalla possibilità di una falsificazione o di una verificazione conclusiva, riconoscendo come empiricamente controllabili – e, quindi, scientifici – enunciati che pur non potendo essere conclusivamente verificati o falsificati, possono, tuttavia, essere confermati o sconfermati in qualche misura dall'evidenza osservativa (o sperimentale) disponibile.

La seconda relazione rilevante stabilita dal Teorema di Bayes riguarda il *rapporto inverso* tra il valore di $pr(H | E)$ e il valore di $pr(E)$. Poiché $pr(E)$ può essere interpretata come la misura del *grado di prevedibilità* dell'evidenza osservativa E (indipendentemente da H), ne segue che quanto minore è il suo grado di prevedibilità, tanto maggiore sarà il *potere predittivo* di H riguardo ad E . E poiché il grado di conferma di una ipotesi è destinato, ovviamente, a crescere col crescere del suo potere predittivo (esplicativo), ne segue che è del tutto plausibile che la probabilità finale $pr(H | E)$ di H rispetto a E cresca col decrescere della probabilità iniziale $pr(E)$ di E . In questo modo, la

teoria bayesiana cattura un principio essenziale della metodologia popperiana: quello delle “ipotesi audaci” e dei “severi controlli” (vedi cap. 3).

Pertanto, attraverso il Teorema di Bayes, conoscendo i valori di $pr(H)$, di $pr(E | H)$ e di $pr(E)$, è possibile calcolare il valore di $pr(H | E)$, e, quindi, determinare se l’evidenza osservativa disponibile E *conferma*, *sconferma* o è *neutrale* rispetto da H : ove, nell’approccio bayesiano le nozioni epistemiche qualitative di «conferma», «sconferma» e «neutralità» sono definite (esplicate), in termini quantitativi rigorosi, come segue:

- E *conferma* H se e solo se $pr(H | E) > pr(H)$;
- E *sconferma* H se e solo se $pr(H | E) < pr(H)$;
- E è *neutrale* rispetto ad H se e solo se $pr(H | E) = pr(H)$.

Ne segue che la misura del *grado di conferma*, che una evidenza osservativa E fornisce a un’ipotesi H , è data da $pr(H | E) - pr(H)$.

4.2. Il criterio di confermabilità bayesiana

La nozione pragmatica (o epistemica) di *confermabilità* è stata spesso interpretata – come quella di verificabilità (vedi cap. 2) – sia come *criterio di significato* che come *criterio di demarcazione* (vedi, per es., Hempel, 1945 e Carnap, 1936-37 e 1950). Ma come criterio di significato essa si trova esposta alle stesse obiezioni che, nella sezione 2.1, abbiamo rivolto al criterio verificabilista del significato. Pertanto, in questa sezione, considereremo la nozione di confermabilità – in particolare la sua versione quantitativa (o bayesiana) – esclusivamente come criterio di demarcazione. Come abbiamo sostenuto riguardo alla verificabilità (sezione 2.3) e alla falsificabilità (cap. 3), anche la confermabilità verrà considerata (popperianamente) tracciare una linea di separazione tra enunciati scientifici (empiricamente controllabili) ed enunciati non scientifici o metafisici (non controllabili empiricamente) all’*interno* della classe degli enunciati che sono significanti, secondo il criterio logico-semantico di significato CSS (vedi sezione 2.2).

Così, in analogia con le formulazioni di **CVD** e **CFD**, possiamo formulare, in generale, il *criterio confermabilista di demarcazione (CCD)*, come segue

CCD. Un enunciato (non analitico) è scientifico (cioè empiricamente controllabile) se e solo se (i) soddisfa **CSS** e (ii) è, in linea di principio, confermabile o sconfermabile attraverso l'esperienza (osservazione); altrimenti l'enunciato è non scientifico (metafisico).

Ora, facendo uso delle definizioni quantitative di «conferma», di «sconferma» e «neutralità», introdotte alla fine della sezione 4.1, possiamo riformulare **CCD**, in termini rigorosamente bayesiani, come segue.

CCD'. Un enunciato (non analitico) H è scientifico (cioè empiricamente controllabile) se, (i) soddisfa **CSS** e (ii) è, in linea di principio, possibile un'evidenza osservativa E , tale che $pr(H | E) > pr(H)$ oppure $pr(H | E) < pr(H)$; H è, invece, non scientifico o metafisico (cioè non controllabile empiricamente) se, per ogni possibile evidenza osservativa E , $pr(H | E) = pr(H)$ (cioè se ogni possibile evidenza osservativa è *neutrale* rispetto ad H) (ove per "evidenza osservativa possibile" si deve intendere evidenza osservativa o osservazione *empiricamente (fisicamente)* possibile, nel senso specificato nell'*Osservazione 2.2*).

In breve, per **CCD'**, un'ipotesi è scientifica, se la sua probabilità iniziale può essere, in linea di principio, *incrementata* o *decrementata* attraverso l'evidenza osservativa (o sperimentale); ed è, invece, non scientifica (o metafisica) se nessuna possibile evidenza osservativa (o sperimentale) è in grado di modificare la sua probabilità iniziale.

Possiamo ora considerare se **CCD'** soddisfa entrambe le condizioni del requisito di adeguatezza materiale introdotto nell'Introduzione, ed è, quindi, esente, dalla critica rivolta a **CVD** e **CFD** di escludere enunciati genuinamente scientifici, senza riuscire a

escludere enunciati palesemente non scientifici (metafisici); e che costituisce, come abbiamo visto, il problema fondamentale della demarcazione.

Nelle sezioni 4.2.1 – 4.2.4 mostreremo che **CCD'** è sufficientemente ampio da includere tutte e quattro le classi di enunciati genuinamente scientifici considerate nelle sezioni 2.3.1–2.3.4 e 3.1.1–3.1.4; e nella sezione 4.2.5 mostreremo che è sufficientemente stretto da escludere tutti gli enunciati chiaramente metafisici (non scientifici).

4.2.1. La prima classe di enunciati, considerata nelle sezioni 2.3.1 e 3.1.1, è quella degli enunciati *generali illimitati con quantificazione uniforme (universale ed esistenziale)*, come, per esempio, (1) $(\forall x)P(x)$ e (2) $(\exists x)P(x)$. Abbiamo visto che gli enunciati di questa classe sono *semidecidibili*: quelli universali, essendo unilateralmente falsificabili (cioè falsificabili ma non verificabili), e quelli esistenziali, unilateralmente verificabili (cioè verificabili ma non falsificabili).

Nella teoria bayesiana della conferma, come abbiamo visto nella sezione 4.1, la falsificazione corrisponde al valore di probabilità minimale 0 e la verifica al valore di probabilità massimale 1; per cui falsificazione e verifica rappresentano, rispettivamente, casi limite di conferma e sconferma. In particolare, per il Teorema di Bayes, un'evidenza osservativa E conferisce a un'ipotesi H il grado di sconferma $pr(H | E) = 0$ (falsificazione), se $H \Rightarrow E$ e $pr(E) = 0$; mentre E conferisce ad H il grado di conferma $pr(H | E) = 1$ (verificazione), se $E \Rightarrow H$ e $pr(E) = 1$. Ne segue che, dato un enunciato universale illimitato $(\forall x)P(x)$, da $(\forall x)P(x) \Rightarrow P(t)$ e $pr(P(t)) = 0$, si deriva $pr(((\forall x)P(x) | P(t))) = 0$; ma poiché $(\forall x)P(x)$ non è deducibile da alcun insieme finito di enunciati osservativi $P(t_1), \dots, P(t_n)$, cioè $(P(t_1) \wedge, \dots, \wedge P(t_n)) \not\Rightarrow (\forall x)P(x)$, anche se $pr(P(t_1) \wedge, \dots, \wedge P(t_n)) = 1$, non è possibile derivare $pr((\forall x)P(x) | P(t_1) \wedge, \dots, \wedge P(t_n)) = 1$ (a meno che $pr((\forall x)P(x)) = 1$). Così un enunciato universale illimitato può essere sconfermato al massimo grado (cioè, falsificato) anche da una sola evidenza osservativa contraria, mentre non può essere confermato al massimo grado (cioè verificato) da alcun insieme finito di evidenze osservative. Al contrario, dato un enunciato esistenziale illimitato $(\exists x)P(x)$, da $P(t) \Rightarrow (\exists x)P(x)$ e $pr(P(t)) = 1$ si deriva $pr((\exists x)P(x) | P(t)) = 1$;

ma, poiché da $(\exists x)P(x)$ non è deducibile alcun insieme finito di enunciati osservativi $P(t_1), \dots, P(t_n)$, cioè $(\exists x)P(x) \not\Rightarrow (P(t_1) \wedge \dots \wedge P(t_n))$, da $pr(P(t_1) \wedge \dots \wedge P(t_n)) = 0$ non si deriva $pr((\exists x)P(x) | P(t_1) \wedge \dots \wedge P(t_n)) = 0$. Così, un enunciato esistenziale illimitato può essere confermato al massimo grado (cioè, verificato) anche sulla base di una singola evidenza osservativa, ma non può essere sconferto al massimo grado (cioè, falsificato) da alcun insieme finito di evidenze osservative contrarie (si veda, tuttavia, l'*Osservazione* 4.2).

Il Teorema di Bayes permette, tuttavia, di valutare sia il *grado di conferma* che l'evidenza positiva disponibile E_1 conferisce a un'ipotesi universale, unilateralmente falsificabile, H_1 , sia il *grado di sconfirma*, che l'evidenza contraria disponibile E_2 conferisce ad un'ipotesi esistenziale, unilateralmente verificabile, H_2 . Poiché E_1 conferma H_1 se e solo se $pr(H_1 | E_1) > pr(H_1)$, il grado di conferma fornito ad H_1 , dall'evidenza (positiva) E_1 , sarà tanto maggiore, quanto maggiore sarà il valore di $pr(H_1 | E_1) - pr(H_1)$; e, poiché E_2 sconfirma H_2 se e solo se $pr(H_2 | E_2) < pr(H_2)$, il grado di sconfirma conferito ad H_2 , dalla evidenza (contraria) E_2 , sarà tanto maggiore, quanto maggiore sarà il valore di $pr(H_2) - pr(H_2 | E_2)$.

In questo modo, la teoria bayesiana della conferma cattura, tra l'altro, la nozione popperiana di *grado di corroborazione* (vedi cap. 3) traducendola nei termini rigorosamente probabilistici dei gradi di conferma.

Il fatto che la teoria bayesiana riesce a determinare i gradi di conferma e di sconfirma di enunciati che non sono, in linea di principio, né verificabili, né falsificabili conclusivamente, è rilevante per la soluzione del problema degli enunciati completamente indecidibili, che verranno considerati nelle successive tre sezioni.

4.2.2. La seconda classe di enunciati, considerata nelle sezioni 2.3.2 e 3.1.2, è quella degli *enunciati generali illimitati con quantificazione mista* di forma, per esempio, (3) $(\forall x)(\exists y)R(x, y)$ e (4) $(\exists x)(\forall y)R(x, y)$.

Nella sezione 2.3.2 abbiamo visto che questi enunciati sono completamente indecidibili: cioè, in linea di principio, non verificabili e non falsificabili in modo

conclusivo. La ragione è che gli enunciati generali illimitati di forma (3) e (4) sono costituiti da combinazioni di quantificatori universali ed esistenziali. E abbiamo visto che un enunciato illimitato universalmente quantificato non è verificabile, in quanto non è implicato da alcun insieme o congiunzione finita di enunciati osservativi, e che un enunciato illimitato esistenzialmente quantificato non è falsificabile in quanto non implica alcun insieme o congiunzione finita di enunciati osservativi. Di conseguenza, un enunciato generale illimitato di forma (3) o (4), per la presenza del quantificatore universale non può essere implicato da alcun insieme di enunciati osservativi e, quindi, non può essere verificato; e per la presenza del quantificatore esistenziale non può implicare alcun insieme finito di enunciati osservativi e, quindi, non può essere falsificato.

Ma, se tra questi enunciati e gli enunciati base, che costituiscono i resoconti osservativi, non sussistono relazioni logiche strette di implicazione (conseguenza o deducibilità), possono sussistere, tuttavia, relazioni di dipendenza probabilistica, sufficienti a stabilire il grado di probabilità (o di conferma) conferito a un enunciato di forma (3) o (4) dall'evidenza osservativa disponibile. Così, data un'ipotesi H di forma (3) o (4), e un'evidenza osservativa E , il valore della probabilità finale di H rispetto a E sarà $0 < pr(H | E) < 1$, ove i valori estremi 1 (verificato) e 0 (falsificato) sono esclusi.

Pertanto, gli enunciati generali illimitati, con quantificazione mista, potendo essere, in linea di principio, confermati o sconfermati attraverso l'esperienza (osservazione), sono, in base a **CCD'**, empiricamente controllabili e, quindi, scientifici.

4.2.3. La terza importante classe di enunciati, considerata nelle sezioni 2.3.3 e 3.1.3, è quella degli *enunciati di probabilità statistica* di forma (5) $pr(A | B) = r$.

Nella sezione 2.3.3 abbiamo visto che nessun resoconto osservativo, descrittivo delle *frequenze relative* effettivamente rilevate di eventi di tipo A entro una classe-campione finita di eventi di tipo B può verificare o falsificare in modo conclusivo un enunciato di forma (5). La ragione è che nessun resoconto *finito* di questo tipo può implicare o essere implicato logicamente da un enunciato di forma (5).

Sempre nella sezione 2.3.3, abbiamo accennato, tuttavia, alla possibilità di controllare, attraverso la teoria bayesiana della conferma, gli enunciati di probabilità

statistica come (5), calcolando, per mezzo del Teorema di Bayes, la probabilità epistemica (o grado di conferma) di un'ipotesi statistica come (5), sulla base dell'evidenza empirica disponibile, costituita dai resoconti osservativi delle frequenze relative effettivamente osservate: si tratta, cioè, di valutare la *probabilità epistemica* di una *probabilità statistica*. Cercheremo di chiarire brevemente questa idea.

A tal fine, indichiamo con *pre* la (funzione di) *probabilità epistemica*, con *prs* la (funzione di) *probabilità statistica* e con *RFR* il resoconto delle frequenze relative effettivamente rilevate (di eventi di tipo *A* entro la classe-campione di eventi osservati di tipo *B*), che costituisce l'evidenza osservativa di cui si dispone. Allora, il valore da stimare sarà $pre(prs(A | B) = r | RFR)$, che rappresenta la probabilità epistemica dell'ipotesi di probabilità statistica $prs(A | B) = r$, relativamente all'evidenza osservativa disponibile *RFR*, e che è calcolabile, attraverso la seguente formula, ottenuta dal Teorema di Bayes, sostituendo nella formula **(TB)**, introdotta nella sezione 4.1, ogni occorrenza di *H* con $prs(A | B) = r$ e ogni occorrenza di *E* con *RFR*:

$$pre(prs(A | B) = r | RFS) = \frac{pre(prs(A | B) = r) \cdot pre(RFS | prs(A | B) = r)}{pre(RFS)}$$

Questa formula – unitamente a certe altre assunzioni (o condizioni), come il Principio Principale di Lewis, che tralasciamo per semplicità – permette di determinare la probabilità epistemica della probabilità statistica espressa dall'ipotesi $prs(A | B) = r$, e, quindi, il grado di conferma o sconfirma conferito a tale ipotesi, dalla evidenza osservativa disponibile (per una analisi più approfondita si veda Howson e Urbach (1989, capp. VIII – X e XIII-XIV; Festa, 1996, cap. 2, §. 11).

Pertanto gli enunciati di probabilità statistica, essendo, in linea di principio, confermabili o sconfermabili attraverso l'esperienza (osservazione) sono, in base a **CCD'** empiricamente controllabili, e, quindi, scientifici.

Osservazione 4.1. Nella sezione 3.1.3 abbiamo visto come Popper – nel tentativo di aggirare la seria difficoltà che l'infalsificabilità degli enunciati di probabilità statistica pongono al suo criterio di falsificabilità – abbia suggerito una disinvolta soluzione metodologica al problema logico della (non) falsificabilità degli enunciati statistici, sostenendo che tali enunciati, pur essendo *in linea di principio*

infalsificabili, possono essere trattati come *falsificabili in pratica*, nel senso che uno scienziato può *decidere*, con l'ausilio di alcune regole convenzionali, se *accettare* un'ipotesi statistica come "confermata [corroborata] in pratica" o se rifiutarla come "falsificata in pratica". Ma, come abbiamo visto, questa soluzione presenta due gravi difetti. In primo luogo, come ha sottolineato Lakatos, confonde i concetti di «conferma [corroborazione]» e «falsificazione» con i concetti di «accettazione» e «rifiuto», rispettivamente. In secondo luogo, come hanno sottolineato Howson e Urbach, non riesce a fornire un criterio razionale oggettivo per l'accettazione e il rifiuto, facendo dipendere, in ultima analisi, la scelta da una decisione arbitraria e idiosincratca che fa appello sostanzialmente a ciò che Popper (1934/59, p. 64, nota 2) chiama "istinto del ricercatore".

Negli ultimi decenni sono state formulate alcune teorie bayesiane dell'accettazione, che, nonostante presentino vari problemi, sono almeno esenti da entrambi i difetti della soluzione popperiana.

Una di queste teorie, che appare particolarmente plausibile, almeno *prima facie*, è la *teoria (strettamente) probabilistica dell'accettazione*, che, pur definendo l'accettazione e il rifiuto in termini puramente probabilistici, differisce in modo rilevante dalla teoria della conferma.

Abbiamo visto che, per la teoria bayesiana della conferma, un'ipotesi H è confermata da una evidenza osservativa E se e solo se $pr(H | E) > pr(H)$; è sconfermata da E se e solo se $pr(H | E) < pr(H)$; e non è né confermata, né sconfermata da E se e solo se $pr(H | E) = pr(H)$. Può accadere, allora, che H risulti confermata da E anche se la sua probabilità finale $pr(H | E)$ rimane *bassa* o *molto bassa*, cioè $pr(H | E) < 1/2$; o che H risulti sconfermata da E anche se la sua probabilità finale rimane *alta* o *molto alta*, cioè $pr(H | E) > 1/2$. Al contrario, per la teoria probabilistica dell'accettazione, un'ipotesi H va accettata, sulla base dell'evidenza totale disponibile E , se e solo se $pr(H | E) > 1/2$; va rifiutata se e solo se $pr(H | E) < 1/2$; mentre va sospeso il giudizio riguardo ad H se e solo se $pr(H | E) = 1/2$. Poiché, per un teorema del calcolo della probabilità, la probabilità di un'ipotesi H è data da $pr(H) = 1 - pr(\neg H)$, possiamo dire che H va accettata, sulla base dell'evidenza totale disponibile E , se e solo se $pr(H | E) > pr(\neg H | E)$; va rifiutata se e solo se $pr(H | E) < pr(\neg H | E)$; mentre va sospeso il giudizio su H se e solo se $pr(H | E) = pr(\neg H | E)$.

A prima vista, questa teoria ha il vantaggio di fornire un criterio di accettazione oggettivo, particolarmente plausibile e semplice. Ma purtroppo produce due paradossi – noti come il *paradosso della lotteria* e il *paradosso della prefazione* – che mostrano che il criterio puramente probabilistico di accettazione porta ad accettare ipotesi contraddittorie, in violazione del fondamentale *requisito di coerenza*. E sembra che una tale conseguenza possa essere evitata solo a condizione di rinunciare al *requisito della congiunzione*, secondo cui, se due enunciati (ipotesi) H_1 e H_2 sono accettati, allora anche la loro congiunzione $H_1 \wedge H_2$ deve essere accettata, che per la sua intrinseca plausibilità è difficile abbandonare.

Oltre la teoria probabilistica, sono state proposte altre teorie bayesiane dell'accettazione, che fanno dipendere l'accettazione e il rifiuto delle ipotesi da obiettivi cognitivi diversi dal grado di probabilità, come la *verità*, la *verisimilitudine* o la *combinazione di probabilità e contenuto informativo* (che è particolarmente interessante, in quanto, facendo dipendere l'accettazione di una ipotesi, non solo dalla probabilità che ha di essere vera, ma anche dal suo contenuto informativo (empirico), cattura un aspetto importante della metodologia popperiana (vedi cap. 3)).

Non discuteremo qui queste teorie. Ci limitiamo solo a osservare che nessuna di esse sembra esente da limiti e difficoltà. La teoria basata sulla verità sembra presentare difficoltà analoghe alla teoria probabilistica. La teoria della verisimilitudine si basa su una nozione, come quella popperiana di *approssimazione alla verità*, che è stata criticata efficacemente da Miller (1974) e Tichý (1974); e non è chiaro se le recenti riformulazioni bayesiane della verisimilitudine siano completamente immuni da tale critica, e, nel caso, a quale costo. La teoria basata sulla combinazione di probabilità e contenuto informativo, nonostante la sua ragionevolezza epistemologica, sembra portare a risultati in conflitto, sia con le nostre intuizioni, che con la pratica scientifica (un'ampia trattazione delle teorie bayesiane dell'accettazione si trova in Festa (1996, cap. 7), che parteggia apertamente per la teoria della verisimilitudine).

Si deve, pertanto, concludere che non si dispone ancora di una teoria bayesiana dell'accettazione comparabile, per adeguatezza e efficacia, alla teoria bayesiana della conferma. Va, tuttavia, riconosciuto ai tentativi bayesiani il merito di aver cercato di fornire un criterio razionale oggettivo per l'accettazione e il rifiuto delle ipotesi, che evita ogni ricorso a decisioni arbitrarie e soggettive e ogni confusione tra accettazione e conferma e tra rifiuto e sconfirma.

4.2.4. L'ultima classe di enunciati, considerata nelle sezioni 2.3.4 e 3.1.4, è quella degli *enunciati singolari su eventi passati* (in particolare, del passato remoto).

Abbiamo visto che questi enunciati sono, in linea di principio, completamente indecidibili: non possono essere verificati né falsificati, né *direttamente*, né *indirettamente*. Un enunciato (o ipotesi) singolare I intorno al passato, infatti, non può essere verificato o falsificato attraverso l'osservazione diretta, dal momento che il passato non è più accessibile epistemicamente. Inoltre, I non può essere verificato indirettamente, attraverso la verifica dei resoconti osservativi E (descriventi le "tracce" presenti (o "fonti") dell'evento passato) derivabili da I con l'ausilio di un insieme Γ di leggi di copertura e ipotesi ausiliarie, cioè $(\Gamma \wedge I) \Rightarrow E$, poiché, come abbiamo visto nella sezione 2.3.4, da $(\Gamma \wedge I) \Rightarrow E$ e da una prova (della verità) di E (conclusione) non è

derivabile una prova (della verità) della premessa $\Gamma \wedge I$; e non può essere neanche falsificato indirettamente, attraverso la falsificazione di un resoconto osservativo E , poiché, per la *tesi di Duhem*, come abbiamo visto nelle sezioni 2.3.4 e 3.1.4, da $(\Gamma \wedge I) \Rightarrow E$ e da una prova della falsità di E è derivabile, per *modus tollens*, la prova della falsità della premessa $\Gamma \wedge I$, *globalmente presa*, ma non una prova della falsità di una singola premessa Γ o I .

Così, verificazionismo e falsificazionismo non sono in grado di fornire una soluzione positiva del problema della controllabilità empirica degli enunciati intorno al passato.

Una soluzione positiva è fornita, invece, dalla teoria bayesiana della conferma, che provvede un metodo per la conferma o sconfirma indiretta di tali enunciati. In particolare, la teoria bayesiana permette di valutare, in base al Teorema di Bayes, i differenti effetti prodotti dalla conferma o dalla sconfirma (o falsificazione) di una teoria da parte di una data evidenza osservativa, sulle probabilità (e, quindi, sui gradi di conferma o di sconfirma) delle singole ipotesi della teoria.

Cominciamo dal caso della sconfirma delle ipotesi di una teoria. In questo caso, la soluzione bayesiana coincide con la soluzione del problema di Duhem, a cui abbiamo fatto cenno nella *Osservazione 3.5*.

La tesi di Duhem può essere riformulata in termini bayesiani come segue. Per semplicità si consideri una teoria T estremamente semplificata, costituita solo da due ipotesi H e I , cioè $T = H \wedge I$. Supponiamo che $T = H \wedge I$ implichi un'evidenza osservativa E , cioè $(H \wedge I) \Rightarrow E$; e che né H , né I singolarmente prese implicino E , cioè $H \not\Rightarrow E$ e $I \not\Rightarrow E$. Supponiamo, ora, che E venga falsificata da una evidenza osservativa (o sperimentale) contraria $E_c = \neg E$, per cui $pr(E) = 0$. Allora, come abbiamo visto nelle sezioni 4.1 e 4.2.1, da $(H \wedge I) \Rightarrow E$ e $pr(E) = 0$ segue $pr(H \wedge I | E) = 0$ (che corrisponde alla falsificazione dell'intera teoria $H \wedge I$ da parte dell'evidenza contraria E_c ; ma, poiché $H \not\Rightarrow E$ e $I \not\Rightarrow E$, non segue né $pr(H | E) = 0$, né $pr(I | E) = 0$ (cioè non segue la falsificazione delle ipotesi singolarmente prese). Questa è, in estrema sintesi, la formulazione bayesiana della tesi di Duhem.

Ma abbiamo visto che la teoria bayesiana della conferma è in grado di calcolare la probabilità finale $pr(H | E)$ di un'ipotesi H rispetto a un'evidenza E , anche quando tra H e E non sussiste alcuna relazione logica stretta, ma solo una relazione di dipendenza probabilistica. Così è possibile calcolare le probabilità finali $pr(H | E_c)$ di H rispetto all'evidenza contraria E_c e $pr(I | E_c)$ di I rispetto alla stessa evidenza contraria E_c , che, in base al Teorema di Bayes, sono date da:

$$(i) \ pr(H | E_c) = \frac{pr(H) \cdot pr(E_c | H)}{pr(E_c)}; \quad (ii) \ pr(I | E_c) = \frac{pr(I) \cdot pr(E_c | I)}{pr(E_c)}.$$

Tenuto conto dei valori di (i) e (ii), è possibile, allora, valutare i differenti effetti prodotti dalla evidenza contraria E_c sulle probabilità di H e I , comparando la probabilità finale $pr(H | E_c)$ di H rispetto ad E_c , fornita da (i), con la probabilità iniziale $pr(H)$ di H , e la probabilità finale $pr(I | E_c)$ di I rispetto a E_c , fornito da (ii), con la probabilità iniziale $pr(I)$ di I .

Possiamo, quindi, calcolare il *grado di decremento* della probabilità finale $pr(H | E_c)$ di H , data l'evidenza contraria E_c , rispetto alla probabilità iniziale $pr(H)$ di H , che è fornito da $pr(H) - pr(H | E_c)$; e il *grado di decremento* della probabilità finale $pr(I | E_c)$ di I , data la stessa evidenza contraria E_c , rispetto alla probabilità iniziale $pr(I)$ di I , che è fornito da $pr(I) - pr(I | E_c)$.

Se il valore di $pr(I) - pr(I | E_c)$ è *maggiore* del valore di $pr(H) - pr(H | E_c)$, cioè $(pr(I) - pr(I | E_c)) > (pr(H) - pr(H | E_c))$, allora vuol dire che la probabilità finale $pr(H | E_c)$ è più vicina alla probabilità iniziale $pr(H)$ di quanto non sia la probabilità finale $pr(I | E_c)$ rispetto alla probabilità iniziale $pr(I)$. Se, invece, il valore di $pr(I) - pr(I | E_c)$ è *minore* del valore di $pr(H) - pr(H | E_c)$, cioè $(pr(I) - pr(I | E_c)) < (pr(H) - pr(H | E_c))$, vuol dire che la probabilità finale $pr(I | E_c)$ è più vicina alla probabilità iniziale $pr(I)$ di quanto non sia la probabilità finale $pr(H | E_c)$ rispetto alla probabilità iniziale $pr(H)$. Se, infine, il valore di $pr(I) - pr(I | E_c)$ è *uguale* al valore $pr(H) - pr(H | E_c)$, cioè $(pr(I) - pr(I | E_c)) = (pr(H) - pr(H | E_c))$, allora vuol dire che la distanza della probabilità finale $pr(I | E_c)$ dalla probabilità iniziale $pr(I)$ è uguale alla distanza della probabilità finale $pr(H | E_c)$ dalla probabilità iniziale $pr(H)$. Nel primo caso, diciamo che l'evidenza contraria E_c sconfirma

l'ipotesi I più di quanto sconfirma l'ipotesi H ; nel secondo caso, diciamo che E_c sconfirma, invece, l'ipotesi H più di quanto sconfirma l'ipotesi I ; nel terzo caso, diciamo che E_c sconfirma le ipotesi H e I nella stessa misura (si veda Dorling, 1979; e anche Howson e Urbach, 1989, cap. 4, §. h.3 e Festa, 1996, cap. 2, §. 11).

In modo analogo viene risolto il caso della conferma delle singole ipotesi della teoria. Supponiamo, che $T = H \wedge I$ venga confermata da una evidenza positiva (favorevole) E_p . Il grado di conferma che l'evidenza E_p conferisce alla teoria $H \wedge I$ è determinato dalla probabilità finale $pr(H \wedge I | E_p)$ di $H \wedge I$ rispetto all'evidenza favorevole E_p , che può essere calcolata attraverso il Teorema di Bayes

$$pr(H \wedge I | E_p) = \frac{pr(H \wedge I) \cdot pr(E_p | H \wedge I)}{pr(E_p)}.$$

Il Teorema di Bayes permette di calcolare anche le probabilità finali $pr(H | E_p)$ di H rispetto all'evidenza E_p e $pr(I | E_p)$ di I rispetto alla stessa evidenza E_p , che sono date da

$$(iii) \ pr(H | E_p) = \frac{pr(H) \cdot pr(E_p | H)}{pr(E_p)}; \quad (iv) \ pr(I | E_p) = \frac{pr(I) \cdot pr(E_p | I)}{pr(E_p)}.$$

Tenuto conto dei valori di (iii) e (iv), è possibile valutare – come nel caso della sconfirma – i differenti effetti prodotti dall'evidenza favorevole E_p sulle probabilità di H e I , comparando la probabilità finale $pr(H | E_p)$ di H rispetto all'evidenza favorevole E_p , data da (iii), con la probabilità iniziale $pr(H)$ di H , e la probabilità finale $pr(I | E_p)$ di I rispetto alla stessa evidenza E_p , data da (iv), con la probabilità iniziale $pr(I)$ di I .

Possiamo, quindi, valutare *il grado di incremento* della probabilità finale $pr(H | E_p)$ di H , data l'evidenza positiva E_p , rispetto alla probabilità iniziale $pr(H)$ di H , che è fornito da $pr(H | E_p) - pr(H)$; e *il grado di incremento* della probabilità finale $pr(I | E_p)$ di I data E_p , rispetto alla probabilità iniziale $pr(I)$ di I , che è fornito da $pr(I | E_p) - pr(I)$.

Se il valore di $pr(I | E_p) - pr(I)$ risulta *maggiore* del valore di $pr(H | E_p) - pr(H)$, cioè $(pr(I | E_p) - pr(I)) > (pr(H | E_p) - pr(H))$, diciamo che l'evidenza osservativa E_p conferma l'ipotesi I più di quanto conferma l'ipotesi H . Se il valore di $pr(I | E_p) - pr(I)$ risulta

minore del valore di $pr(H|E_p) - pr(H)$, cioè $(pr(I|E_p) - pr(I)) < (pr(H|E_p) - pr(H))$, diciamo che l'evidenza E_p conferma H più di quanto conferma I . Se, infine, il valore di $pr(I|E_p) - pr(I)$ risulta *uguale* al valore di $pr(H|E_p) - pr(H)$, cioè $(pr(I|E_p) - pr(I)) = (pr(H|E_p) - pr(H))$, diciamo che E_p conferma I e H nella stessa misura.

In questo modo, il problema sollevato dalla *tesi di Duhem*, secondo cui “non [si] può mai sottoporre al controllo dell'esperienza un'ipotesi isolata, ma soltanto tutto un insieme di ipotesi” (Duhem 1906/14, p. 211), viene completamente risolto dalla teoria bayesiana della conferma: se la controllabilità empirica viene identificata con la confermabilità bayesiana, allora non solo le teorie prese come un tutto, ma anche le singole ipotesi delle teorie possono essere sottoposte a controllo empirico.

Questa possibilità costituisce anche una soluzione positiva del problema della controllabilità empirica indiretta degli enunciati (ipotesi) intorno al passato. Infatti, se I sta per un enunciato (ipotesi) intorno a un evento passato, E sta per un resoconto osservativo descrivente le “tracce” (o fonti) osservabili dell'evento passato, e H sta per una legge di copertura che connette l'evento passato descritto da I con le tracce descritte da E , allora la teoria bayesiana della conferma rende possibile, come si è visto, non solo confermare o smentire l'insieme $H \wedge I$, attraverso l'accertamento dell'evidenza empirica E , ma anche determinare se E conferma o smentisce l'ipotesi storica I in una misura maggiore, minore o uguale di quanto conferma o smentisce la legge di copertura H .

In questo modo, gli enunciati intorno al passato possono venire confermati o smentiti indirettamente attraverso l'esperienza (osservazione). Per tanto, in base **CCD'**, sono empiricamente controllabili, e, quindi, scientifici.

4.2.5. Nelle sezioni 4.2.1 – 4.2.4 abbiamo visto che **CCD'** è *sufficientemente ampio* da includere tutte e quattro le classi di enunciati genuinamente scientifici considerate. Pertanto esso soddisfa la condizione (ii) del requisito di adeguatezza materiale introdotto nell'Introduzione.

In questa sezione, mostreremo che **CCD'** è anche *sufficientemente stretto* da escludere tutti gli enunciati chiaramente metafisici (non scientifici); e che, pertanto, soddisfa anche la condizione (i) del requisito di adeguatezza materiale.

Nella sezione 4.2 abbiamo visto che per **CCD'** un enunciato (non analitico) H è empiricamente non controllabile e, quindi, non scientifico (metafisico) se e solo se ogni evidenza osservativa è *neutrale* rispetto ad H : cioè se per ogni possibile evidenza osservativa (o sperimentale) E , $pr(H | E) = pr(H)$. In particolare, si può mostrare che tale criterio è anche in grado di escludere dalle teorie scientifiche tutti gli enunciati metafisici.

Nella sezione 3.2., abbiamo visto che, se a una teoria falsificabile T viene aggiunto un enunciato metafisico, la nuova teoria che si ottiene rimane ugualmente falsificabile e, quindi, scientifica secondo il criterio falsificabilista di demarcazione (**CFD**), nonostante contenga un enunciato chiaramente metafisico. Avevamo esemplificato questo aspetto del criterio di falsificabilità, considerando due casi: il primo, e più semplice, consisteva nell'aggiungere semplicemente a T un qualsiasi enunciato metafisico M ; il secondo consisteva nell'aggiungere a T l'enunciato metafisico più complesso $O \wedge (M \rightarrow O)$, per evitare che il problema venisse aggirato con una modifica del requisito falsificabilista di scientificità dei sistemi teorici. Nel seguito considereremo, per semplicità, solo il primo caso dal momento che le conclusioni cui giungeremo al riguardo sono facilmente applicabili anche al caso più complesso. L'argomento utilizzato era il seguente.

Data una teoria T , se T è scientifica, allora, per il criterio di falsificabilità popperiano, deve essere falsificabile. Ma T è falsificabile se e solo se da T è deducibile un enunciato osservativo O , cioè $T \Rightarrow O$, in modo che dalla falsificazione (negazione) di O si possa derivare, per *modus tollens*, la falsificazione (negazione) di T . Ora, supponiamo di aggiungere a T un enunciato metafisico M (per esempio, un enunciato significativo, ma, in linea di principio, del tutto indecidibile, come l'enunciato di Poincaré-Pap, vedi sezione 2.1), in modo da ottenere una nuova teoria $T' = T \wedge M$. Ora, per la monotonicità della relazione standard di deduzione, tutti gli enunciati deducibili da T saranno anche deducibili da T' . Di conseguenza, se un enunciato osservativo O è deducibile da T , allora sarà anche deducibile da $T \wedge M$: se $T \Rightarrow O$, allora $(T \wedge M) \Rightarrow O$. Ne segue che dalla falsificazione (negazione) di O è derivabile, per *modus tollens*, la falsificazione

(negazione) di $T \wedge M$. Pertanto, anche la teoria $T' = T \wedge M$ risulta falsificabile e, quindi, scientifica per il criterio falsificabilista di demarcazione (**CFD**), nonostante contenga un enunciato chiaramente metafisico. Pertanto, **CFD** non è in grado di escludere gli enunciati metafisici dalle teorie scientifiche.

Si può facilmente vedere che il criterio bayesiano di confermabilità **CCD'** non presenta questo limite. Nella sezione 4.2.4 abbiamo visto che se una teoria viene globalmente falsificata (o sconfermata) da un'evidenza contraria, la teoria bayesiana della conferma permette di valutare, attraverso il Teorema di Bayes, il modo in cui le probabilità delle singole ipotesi costituenti la teoria vengono modificate dall'evidenza contraria: in particolare, permette di valutare il differente grado con cui le probabilità finali delle singole ipotesi, data l'evidenza contraria, *decregono* rispetto alle loro probabilità iniziali. Ma se una teoria T' , contenente un enunciato metafisico M , viene falsificata da una evidenza contraria $E_c = \neg O$, la probabilità di M non sarà modificata dall'evidenza contraria E_c , dal momento che qualsiasi evidenza contraria E_c sarà *neutrale* rispetto a M : cioè $pr(M | E_c) = pr(M)$. Lo stesso risultato si ottiene, ovviamente, nel caso in cui $T' = T \wedge M$ venga, invece, confermata da un'evidenza osservativa favorevole. Di conseguenza M verrà escluso come metafisico (non scientifico) in base a **CCD'**. Pertanto, **CCD'** risulta sufficientemente stretto da escludere tutti gli enunciati metafisici, anche quando ricorrono entro teorie scientifiche; soddisfacendo, così, la condizione (i) del requisito di adeguatezza materiale.

Possiamo, quindi, concludere che il criterio bayesiano di demarcazione (**CCD'**), fornito dalla teoria bayesiana della conferma, soddisfa entrambe le condizioni (i) e (ii) del requisito di adeguatezza materiale, e costituisce, perciò, un criterio materialmente adeguato.

Osservazione 4.2. Finora, discutendo della verificabilità, della falsificabilità e della confermabilità bayesiana, abbiamo assunto, come non problematica, la tesi che tutti gli *enunciati singolari osservativi* (o *enunciati protocollari* o *enunciati-base*), che descrivono l'evidenza osservativa, possono essere conclusivamente verificati o falsificati attraverso l'osservazione diretta (vedi *Osservazione 2.3*).

Ma sia Popper (1934/59, cap. V), che Carnap (1936-37 e 1950), hanno convincentemente argomentato che nessun enunciato empirico – a cominciare dagli enunciati osservativi base – è suscettibile di una prova *conclusiva* (*certa, assoluta, infallibile, irriducibile*). In altri termini, non

esiste alcuna base certa e infallibile per la conoscenza empirica e scientifica: tutti gli enunciati empirici, inclusi gli enunciati singolari osservativi (che descrivono dati osservativi), sono *rivedibili*, *ipotetici*, *fallibili*.

Se è così, allora è esclusa, in linea di principio, la possibilità di ottenere una prova conclusiva della verità (verificazione) o della falsità (falsificazione) di un qualsiasi enunciato, ipotesi o teoria empirica.

In termini della teoria bayesiana della conferma, dire che non esiste alcun enunciato osservativo certo equivale a escludere la possibilità di assegnare a una qualsiasi evidenza osservativa E il valore di probabilità massimale $pr(E) = 1$ (certo vero) o il valore di probabilità minimale $pr(E) = 0$ (certo falso). Come ha osservato Jeffrey (1992, p. 35), il grado di probabilità (o di credenza) attribuibile a una proposizione osservativa non può mai (o quasi mai) essere esattamente uguale 1 o esattamente uguale a 0, per il fatto che c'è sempre la possibilità, sia pure minima, di essere tratti in errore. Di conseguenza, la probabilità a priori (o iniziale) di una qualsiasi evidenza osservativa deve essere, sia pure di pochissimo, minore di 1 e maggiore di 0, cioè $0 < pr(E) < 1$. Ma, se la probabilità a priori di ogni evidenza osservativa E è $0 < pr(E) < 1$, allora, per il Teorema di Bayes, la probabilità finale $pr(H|E)$ di una qualsiasi ipotesi empirica H rispetto a una evidenza E , sarà $pr(H|E) < 1$, anche quando $E \Rightarrow H$; e $pr(H|E) > 0$, anche quando $H \Rightarrow \neg E$ (vedi sezioni 4.1). Di conseguenza, il valore della probabilità finale di una qualsiasi ipotesi empirica H rispetto a una qualsiasi evidenza osservativa E , sarà sempre $0 < pr(H|E) < 1$, con esclusione dei valori estremi 0 (certo falso) e 1 (certo vero).

Va osservato, che il calcolo delle probabilità – su cui si basa la teoria bayesiana della conferma – pur limitandosi, attraverso l'assioma A_2 , ad assegnare il valore di probabilità massimale 1 agli enunciati analiticamente (necessariamente) veri e il valore di probabilità minimale 0 agli enunciati analiticamente (necessariamente) falsi, non esclude, tuttavia, la possibilità di assegnare tali valori estremi anche agli enunciati empirici. Ma, come vedremo nella sezione 4.3, questa possibilità può venire esclusa attraverso il *requisito di coerenza stretta*, introdotto per risolvere il problema della *probabilità nulla* delle ipotesi universali illimitate, sollevato da Popper.

La teoria bayesiana ha così il vantaggio di essere l'unica teoria razionale della conoscenza che può fare effettivamente a meno di una base o fondamento certo. In questo modo, il *fallibilismo* dell'approccio metodologico ipotetico-deduttivo e, in particolare, popperiano (vedi cap. 3), viene recuperato nella sua versione più radicale, entro l'approccio bayesiano, ed esplicitato in termini di *probabilismo radicale*: la conoscenza empirica (scientifica) è esclusivamente e irriducibilmente *conoscenza probabile*, che non può mai attingere la certezza, a meno che non si tratti di ipotesi (o teorie) *logicamente incoerenti*; in quest'ultimo caso, però, non si tratterebbe di ipotesi empiriche, ma di ipotesi analiticamente (necessariamente) false, a cui, per l'assioma A_2 del calcolo delle probabilità,

va assegnata probabilità 0 (per una breve introduzione storica al probabilismo, culminante nel bayesianesimo, si veda Morini, 2003).

4.3. Altri aspetti della metodologia bayesiana

Oltre a fornire un criterio di demarcazione adeguato, l'approccio bayesiano è in grado di spiegare le principali regole o principi metodologici dell'approccio ipotetico-deduttivo. Tra questi ricordiamo lo speciale valore evidenziale attribuito alle predizioni improbabili (come abbiamo visto nella sezione 4.1, commentando il rapporto inverso, stabilito dal Teorema di Bayes, tra i valori di $pr(H|E)$ e di $pr(E)$); la preferenza accordata alle ipotesi semplici; il rifiuto delle ipotesi *ad hoc*; l'idea che differenti insiemi di evidenze forniscono un supporto alle teorie più forte di quello fornito da evidenze più ristrette; e il riconoscimento della natura fallibile (incerta) e irriducibilmente ipotetica di tutta la conoscenza empirica, esplicita in termini probabilistici (vedi *Osservazione 4.2*).

Inoltre – come hanno sottolineato Curd e Cover (1998, pp. 549-550) – rispetto alla versione standard del metodo ipotetico-deduttivo, che concepisce questi ed altri principi come separati e non connessi, il bayesianesimo fornisce una spiegazione e una esplicitazione *unificata* di tali principi, sulla base della logica della conferma incorporata nel Teorema di Bayes.

Va, infine, ricordato che l'approccio *quantitativo* bayesiano riesce a risolvere anche alcuni paradossi della teoria *qualitativa* della conferma, come il *paradosso dei corvi* di Hempel (1945) e, in particolare, il *paradosso degli smeraldi* di Goodman (1954). (Per i vantaggi dell'approccio bayesiano si veda, in particolare, Howson e Urbach, 1989, cap. IV; Earman, 1992, cap. III; e Festa 1996, capp. V e VI).

Di fatto, il potere esplicativo e i successi del bayesianesimo sono tali che ben pochi filosofi della scienza contemporanei hanno potuto sottrarsi alla sua influenza. Naturalmente non sono mancate le critiche. Ci limitiamo qui a menzionare quattro obiezioni principali.

La prima e più comune obiezione riguarda quello che è certamente il problema centrale del bayesianesimo: la possibilità di attribuire, in maniera *non arbitraria*, le

probabilità iniziali (o a priori) $pr(H)$ e $pr(E)$, che dipendono esclusivamente dalla conoscenza di sfondo posseduta, e da cui il Teorema di Bayes fa dipendere la probabilità finale (o grado di conferma) $pr(H | E)$ di H rispetto all'evidenza E (vedi sez. 4.1).

Poiché questo problema – che costituisce l'aspetto più controverso dell'approccio bayesiano (vedi Glymour, 1980 e Salmon, 1990) – non è risolvibile in modo univoco facendo uso dei soli principi del calcolo delle probabilità, sono stati sviluppati due differenti e opposti punti di vista, noti rispettivamente come concezione *oggettivista* e concezione *soggettivista* delle probabilità a priori (o iniziali).

Secondo la concezione oggettivista (sostenuta, per esempio, da Carnap, 1950) è indispensabile assegnare in modo *univoco* le probabilità iniziali (o quantomeno ridurre al minimo le scelte possibili). Dal punto di vista oggettivista, infatti, per qualsiasi enunciato deve esistere un'unica assegnazione adeguata di probabilità iniziali (o, quantomeno, un numero molto piccolo di scelte possibili). Per ottenere questo risultato, gli oggettivisti ritengono indispensabile, integrare i principi del calcolo della probabilità con ulteriori principi a priori di razionalità come, per esempio, il *principio di indifferenza* (o *principio di equiprobabilità*).

Un tale risultato costituirebbe certamente la migliore soluzione del problema delle probabilità iniziali. Sennonché tutti i principi aggiuntivi di razionalità proposti dagli oggettivisti, a cominciare dal principio di indifferenza, comportano alcune difficoltà, e finora non sono stati trovati principi di razionalità del tutto soddisfacenti. Per questo la maggior parte dei bayesiani ha optato per la soluzione soggettivista.

Secondo la concezione soggettivista (che risale a Ramsey, 1931 e a De Finetti, 1931) i soli principi razionali, che governano la scelta delle probabilità iniziali (identificate con *gradi di credenza soggettivi*), sono i principi del calcolo delle probabilità; e l'unica restrizione che tali principi impongono nella scelta delle probabilità iniziali, per esempio di $pr(H)$, è che essa soddisfi la seguente condizione, espressa dall'assioma A_1 : $0 \leq pr(H) \leq 1$. Se questo è tutto, allora ci si deve aspettare una grande variabilità soggettiva nella scelta delle probabilità iniziali di una stessa ipotesi H o di una stessa evidenza E . Ma, se si ammette una ampia variabilità nella scelta delle probabilità iniziali $pr(H)$ e $pr(E)$, allora, per il Teorema di Bayes, si avrà anche una grande variabilità nelle probabilità finali $pr(H | E)$. E questo costituisce, ovviamente, un serio problema per la concezione

soggettivista della conferma, in quanto porta a escludere l'*oggettività* dall'ambito delle scienze empiriche.

La seconda obiezione – che costituisce la principale critica di Popper (1934/59, appendice *VII e *VIII) alla teoria quantitativa della conferma – riguarda la questione della *probabilità iniziale nulla* di tutte le ipotesi scientifiche. In breve, l'argomentazione di Popper è la seguente. Tutti gli enunciati universali, che esprimono ipotesi (o leggi) scientifiche, sono *illimitati*, nel senso che vertono su domini *infiniti* di oggetti (vedi sez. 2.3.1). Ora la probabilità che un enunciato (o ipotesi) H , che verte su un dominio infinito, sia vera è uguale a 0, cioè $pr(H) = 0$; ma se $pr(H) = 0$, allora, per il Teorema di Bayes, anche la probabilità finale sarà $pr(H | E) = 0$, per ogni evidenza osservativa E . Pertanto nessuna evidenza osservativa (o sperimentale) sarà in grado di incrementare la probabilità (e quindi, il grado di conferma) di un'ipotesi (o teoria) empirica. Così nessuna ipotesi o teoria potrà essere confermata attraverso l'osservazione. Di conseguenza la teoria bayesiana della conferma fallisce il suo scopo.

È importante osservare che questa obiezione si basa sull'usuale interpretazione degli enunciati universali *illimitati* come enunciati che vertono su *classi* o *domini infiniti*; un'assunzione che, nell'*Osservazione 2.7*, abbiamo sostenuto essere fonte di serie difficoltà e non necessaria.

La terza obiezione – dovuta a Glymour (1980) – riguarda il problema della “vecchia evidenza”. Secondo questa obiezione, un grave limite dell'approccio bayesiano è di non attribuire alcuna capacità di conferma o sconfirma all'evidenza osservativa posseduta (conosciuta) prima della formulazione di una teoria o di un'ipotesi H . La critica, tuttavia, si basa sull'assunzione che l'evidenza già posseduta, sia conosciuta in modo *certo* (cioè verificata in modo conclusivo) per cui, se E_v è la vecchia evidenza posseduta, allora $pr(E_v) = 1$. Ma, per il Teorema di Bayes, se $pr(E_v) = 1$, allora $pr(H | E_v) = pr(H)$; questa è una conseguenza del rapporto inverso tra il valore della probabilità finale $pr(H | E_v)$ di H rispetto ad E_v e il valore della probabilità iniziale $pr(E_v)$ di E_v , (vedi sez. 4.1). Così, se alla vecchia evidenza E_v viene assegnato il valore di probabilità a priori massimale $pr(E_v) = 1$, il valore della probabilità finale $pr(H | E_v)$ di H rispetto ad E_v coinciderà col valore iniziale di H , cioè $pr(H | E_v) = pr(H)$. Ne segue che, per la teoria bayesiana, tutta l'evidenza posseduta prima dell'introduzione di un'ipotesi (o teoria) H ,

sarà *neutrale* rispetto ad H , e non fornirà, quindi, alcun supporto ad essa. Ma questo risultato è chiaramente controintuitivo e in contraddizione con la concezione metodologica tradizionale, che ritiene la vecchia evidenza in grado, in linea di principio, di confermare una teoria (o ipotesi).

La quarta obiezione – dovuta a Miller (1987) – riguarda la valutazione dell’impatto della “nuova evidenza”. Secondo Miller, è accaduto spesso nella storia della scienza che l’acquisizione di una nuova evidenza osservativa E_N , anziché determinare un incremento o un decremento della probabilità finale $pr(H | E_N)$ di H rispetto alla nuova evidenza E_N , abbia portato a *rivedere* la probabilità iniziale di H ; ma la teoria di Bayes non fornisce alcun criterio per valutare quando una simile revisione delle probabilità iniziali è accettabile.

Il bayesianesimo sembra, tuttavia, in grado di controbattere efficacemente a queste obiezioni.

La risposta dei bayesiani soggettivisti al problema delle probabilità iniziali $pr(H)$ e $pr(E)$ è che la presenza di una grande variabilità soggettiva nella scelta dei valori di tali probabilità non preclude la possibilità di una convergenza riguardo ai valori delle probabilità finali, in quanto, con l’accumularsi dell’evidenza a disposizione, i valori delle probabilità finali tendono a convergere; sicché, a lungo andare, la variabilità soggettiva nei valori delle probabilità iniziali diviene irrilevante per la determinazione delle probabilità finali. Così, l’oggettività, assente all’inizio, verrebbe guadagnata a mano a mano che si viene accumulando l’evidenza osservativa disponibile.

La risposta bayesiana al problema della probabilità iniziale nulla di tutte le ipotesi (e teorie) scientifiche muove dalla constatazione che gli assiomi del calcolo della probabilità – pur limitandosi ad assegnare probabilità uguale a 1 e uguale a 0 alle verità necessarie e alle falsità necessarie, rispettivamente – non escludono, tuttavia, la possibilità di assegnare tali valori estremi anche agli enunciati empirici. Una soluzione consiste, allora, nell’escludere tale possibilità, attraverso l’introduzione di un requisito di *coerenza stretta*, secondo cui un insieme di enunciati è *strettamente coerente* se e solo se è *coerente* e *a nessun enunciato empirico è assegnata una probabilità uguale a 1 o uguale a 0* (si veda al riguardo Curd e Cover, 1998, cap. V). Va osservato che questa soluzione coincide con la tesi, del tutto plausibile, discussa nella *Osservazione* 4.2,

secondo cui nessun enunciato empirico può essere provato conclusivamente vero o conclusivamente falso. Di conseguenza, è esclusa la possibilità di assegnare a un qualsiasi enunciato empirico una probabilità uguale a 1 (certo vero) o uguale a 0 (certo falso). Va osservato, inoltre, che questa soluzione si accorda bene con la tesi, discussa nell'*Osservazione 2.7*, che l'universo fisico e i domini empirici su cui vertono le ipotesi scientifiche non costituiscono totalità o classi *infinite*, ma totalità o classi *finite epistemicamente aperte*. Per cui gli enunciati universali, esprimenti leggi scientifiche, possono essere detti *illimitati* solo nel senso che vertono su domini finiti epistemicamente aperti e, quindi, non completamente ispezionabili (a riguardo si vedano anche le sezioni 2.3.1 e 2.3.2). E questo è interessante, anche se Hintikka (1969) ha potuto dimostrare la possibilità di assegnare probabilità a priori maggiori di 0 anche agli enunciati universali che vertono su domini infiniti.

Il bayesianesimo ha fornito varie risposte anche ai problemi della “vecchia evidenza” e della “nuova evidenza”. Qui ci limitiamo solo a ricordare che una delle risposte al problema della “vecchia evidenza” coincide con il requisito di coerenza stretta in quanto esclude la possibilità di attribuire a una qualsiasi evidenza E il valore massimale $pr(E) = 1$.

Così molte delle risposte bayesiane alle obiezioni si basano su una tesi di *probabilismo radicale*, che esclude che un qualsiasi enunciato empirico possa avere probabilità 1 (certo vero o conclusivamente verificato) o probabilità 0 (certo falso o conclusivamente falsificato). (Per una discussione più approfondita delle obiezioni e delle controobiezioni si veda Howson e Urbach, 1989, cap. XI; Earman 1992, capp. V e VI; e Curd e Cover, 1998, cap. V).

Come hanno ricordato Boniolo e Vidali (1999, p. 388), la capacità del bayesianesimo di spiegare i risultati e di risolvere le difficoltà degli altri approcci metodologici, nonché di rispondere efficacemente alle obiezioni che gli vengono rivolte, è tale da aver fatto parlare di “imperialismo bayesiano”.

Naturalmente, una discussione più approfondita di questi risultati, delle obiezioni che sono state sollevate, e delle controobiezioni bayesiane, nonché dei problemi ancora irrisolti del bayesianesimo e delle differenti, e spesso contrastanti, posizioni sviluppate al suo interno, sarebbe stata auspicabile, anche per illustrare l'estrema complessità di questo

paradigma di ricerca epistemologica tuttora in pieno sviluppo. Ma ciò avrebbe richiesto un'analisi tecnica dettagliata e approfondita del metodo bayesiano e dei suoi complessi sviluppi, che esorbita i limiti che ci siamo posti in questo capitolo. Ciò che si voleva mostrare, infatti, era solo la capacità della teoria bayesiana della conferma di fornire un criterio di demarcazione materialmente adeguato. E questo ci sembra di averlo mostrato, almeno nei suoi aspetti essenziali. Per un'analisi tecnica più dettagliata e approfondita del bayesianesimo non possiamo che rimandare ai lavori, più volte citati, di Howson e Urbach, Earman, Jeffrey, Festa e Curd e Cover (cap. V).

BIBLIOGRAFIA

Antiseri, D. (1989), *Teoria della razionalità e scienze sociali*, Borla, Roma.

Appiah, K.A. (1986), *For Truth in Semantics*, Blackwell, Oxford.

Ayer, A. (1936/46), *Language, Truth and Logic*, Gollancz, London, trad. it. *Linguaggio, verità e logica*, Feltrinelli, Milano 1961.

Boniolo, G. e Vidali, P. (1999), *Filosofia della Scienza*, Bruno Mondadori, Milano.

Bradley, R. e Swartz, N. (1979), *Possible Worlds*, Hackett, Indianapolis, IN.

Cantor, G. (1883) 'Über unendliche, lineare Punktmannigfaltigkeiten V', *Mathematische Annalen*, vol. 21, pp. 545-591.

Carnap, R. (1932) 'Überwindung der Metaphysik durch logische Analyse der Sprache', *Erkenntnis*, 2, pp. 219-241; trad. it. 'Il superamento della metafisica mediante l'analisi logica del linguaggio', in *Il neoempirismo*, a cura di A. Pasquinelli, Utet, Torino 1978, pp. 504-532.

Carnap, R. (1936-37), 'Testability and Meaning', *Philosophy of science*, vol. 3 (1936), pp. 419-471, and vol. 4 (1937), pp. 1-40, trad. it. R. Carnap, *Analiticità, significanza, induzione*, a cura di A. Meotti e M. Mondadori, Il Mulino, Bologna 1971, pp. 149-261.

Carnap, R. (1939), *Foundations of Logic and Mathematics*, in *International Encyclopedia of Unified Science*, vol. I, n. 3, Chicago, trad. it. *Fondamenti di logica e matematica*, Paravia, Torino 1956.

Carnap, R. (1942), *Introduction to Semantics*, Harvard University Press, Cambridge, Mass.

Carnap, R. (1947), *Meaning and Necessity. A Study in Semantics and Modal Logic*, University of Chicago Press, Chicago, trad. it. *Significato e Necessità*, La Nuova Italia, Firenze 1976.

Carnap, R. (1950), *The Logical Foundations of Probability*, The University of Chicago Press, Chicago.

Carnap, R. (1966), *Philosophical Foundations of Physics*, Basic Books, New York, trad. it. *Fondamenti filosofici della fisica*, il Saggiatore, Milano 1971.

Casalegno, P. (1997), *Filosofia del linguaggio. Un'introduzione*, La Nuova Italia (NIS), Roma.

Copi, I. (1971), *The Theory of Logical Types*, Routledge and Kegan Paul, London.

Curd, M. e Cover J.A. (eds.) (1998), *Philosophy of Science*, W.W. Norton & Company, New York – London.

Davidson, D. (1967), 'Truth and Meaning', *Synthese*, 17, 304-23 e ripubblicato in *Inquiries into Truth and Interpretation*, Clarendon Press, Oxford 1984, trad. it. D. Davidson, 'Verità e Significato', in *Verità e Interpretazione*, il Mulino, Bologna 1984, pp. 63-86.

Davidson, D. (1970), 'Semantics for Natural Languages' in *Inquiries into Truth and Interpretation*, Clarendon Press, Oxford 1984, trad. it. D. Davidson, 'Semantica per i linguaggi naturali', in *Verità e Interpretazione*, il Mulino, Bologna 1984, pp. 109-120.

De Finetti, B. (1931), 'Sul significato soggettivo della probabilità', *Fundamenta Mathematicae*, 17, pp.298-329.

Dorling, J. (1979), 'Bayesian Personalism, the Methodology of Research Programmes, and Duhem's Problem', *Studies in History Philosophy of Science*, 10, pp. 177-187.

Duhem, P. (1906/14), *La Théorie physique: son object et sa structure*, M. Rivière, Paris, trad. it. *La teoria fisica: il suo oggetto, la sua struttura*, il Mulino, Bologna 1978.

Dummett, M. (1975), 'What is a Theory of Meaning? 1', in Guttenplan, S.D. (ed.) *Mind and Language*, Oxford University Press, Oxford, pp. 97-138.

Dummett, M. (1976), 'What is a Theory of Meaning? 2', in Evans, G. and McDowell, J. (eds.) *Truth and Meaning*, Clarendon Press, Oxford, pp. 67-137.

Dummett, M. (1978), *Truth and Other Enigmas*, Duckworth, Worcesyer, trad. it. parziale *La verità ed altri enigmi*, il Saggiatore, Milano 1986.

Dummett, M. (2004), *Pensieri*, De Ferrari, Genova.

Dunn, J.M. e Belnap, N.D. (1968), 'The substitution interpretation of the quantifiers', *Noûs* 2, pp. 177-185.

Earman, J. (1992), *Bayes or Bust*, The MIT Press, Cambridge (Mass).

Festa, R. (1996), *Cambiare opinione. Temi e problemi di epistemologia bayesiana*, CLUEB, Bologna.

Frege, G. (1892), 'Über Sinn und Bedeutung', *Zeitschrift für Philosophie und philosophische Kritik*, 100, pp. 25-50, trad. it. in *Senso, funzione e concetto: scritti filosofici 1891-1897*, a cura di C. Penco e E. Picardi, Laterza, Bari 2001, pp. 32-57.

Galavotti, M.C. (2000), *Probabilità*, La Nuova Italia, Firenze.

Gillies, D. (1993), *Philosophy of Science in the Twentieth Century. Four Central Themes*, Blackwell, Oxford – Cambridge, Mass., trad. it in D. Gillies e G. Girello, *La Filosofia della scienza nel XX secolo*, Laterza, Roma-Bari 1995.

Glymour, C. (1980), *Theory and Evidence*, Princeton University Press, Princeton (N.J.).

Goodman, N. (1954), *Fact, Fiction and Forecast*, Harvard University Press, Cambridge (Mass.); trad.it. *Fatti, Ipotesi e Previsioni*, Laterza, Roma-Bari, 1985.

Grünbaum, A. (1976a), 'Is Falsifiability the Touchstone of Scientific Rationality? Karl Popper versus Inductivism' in R.S. Cohen, P.K. Feyerabend, M.W. Wartofsky (1976), *Essays in Memory of Imre Lakatos*, Reidel, Dordrecht.

Grünbaum, A. (1976b), 'Can a Theory Answer More Questions than One of its Rivals?', *The British Journal for the Philosophy of Science*, 27, pp. 1-23.

Grünbaum, A. (1976c), 'Is the Method of Bold Conjectures and Attempted Refutations justifiably the Method of Science?', *The British Journal for the Philosophy of Science*, 27, pp. 105-36.

Grünbaum, A. (1976d), 'Ad hoc Auxiliary Hypotheses and Falsificationism', *The British Journal for the Philosophy of Science*, 27, pp. 329-62.

Hacking I. (1975), *Why Does Language Matter to Philosophy?*, Cambridge University Press, Cambridge, trad. it. *Linguaggio e filosofia*, Cortina, Milano 1994.

Heidegger, H. (1929), *Was ist Metaphysik?*, Fiedrich Cohen, Bonn, trad. it. *Che cosa è metafisica?*, in Heidegger, *Segnavia*, Adelphi, Milano 1987, pp. 59-77.

Hempel, C.G. (1945), 'Studies in the Logic of Confirmation', *Mind*, 54, pp. 1-26, 97-121.

Hempel, C.G. (1950), 'Problems and Changes in the Empiricist Criterion of Meaning', *Revue Internationale de Philosophie*, 4, pp. 41-63, trad. it. 'Problemi e mutamenti del criterio empirista di significato' in Linsky (1969), *Semantica e filosofia del linguaggio*, pp. 209-238.

Henle, P. (1963), 'Meaning and Verifiability', in P. A. Schilpp (ed.), *The Philosophy of R. Carnap*, I, La Salle, Open Court; trad. it. 'Significato e verificabilità', in P. A. Schilpp (1974) (a cura di), *La Filosofia di Rudolf Carnap*, I, Milano, Il Saggiatore, pp. 154-171.

Hintikka, J. (1969), *Models for Modalities*, D. Reidel, Dordrecht.

Howson, C. e Urbach P. (1989), *Scientific Reasoning: the Bayesian Approach*, Open Court, La Salle (Ill.).

Jeffrey, R. (1992), *Probability and the Art of Judgement*, Cambridge University Press, Cambridge.

Lakatos, I. (1978) *The Methodology of Scientific Research Programmes: Philosophical Papers*, Volume 1, Cambridge University Press, Cambridge, trad. it. *La metodologia dei programmi di ricerca scientifici*, il Saggiatore, Milano, 1985.

Laudan, L. (1983), 'The Demise of the Demarcation Problem', in Cohen, R.S. e Laudan, L. (eds.), *Physics, Phylosophy, and Psychoanalysis*, D. Reidel, Dordrecht, pp. 111-128.

Lewis, C.I. (1944), 'The Modes of Meaning', *Philosophy and Phenomenological Research*, IV, trad. it. 'I modi del significato', in Linsky (a cura di), *Semantica e filosofia del linguaggio*, in Saggiatore, Milano 1969, pp. 77-95.

Loar, B. (1987), 'Truth beyond All Verification', in B. Taylor (ed.), *Michael Dummett: Contributions to Philosophy*, Martinus Nijhoff, Boston, pp. 81-116.

Luminet, J.P. e Lachièze-Rey, M. (2005), *De l'infinie.... Mystères et limites de l'Univers*, Dunod. Paris, trad. it. *Finito o infinito? Limiti ed enigmi dell'Universo*, Cortina Editore, Milano 2006.

Lycan, W. (2000), *Philosophy of Language: A Contemporary Introduction*, Routledge, London, trad. it. *Filosofia del linguaggio. Un'introduzione contemporanea*, Cortina, Milano 2002.

Marcus, R.B. (1961), 'Modalities and Intensional Languages', *Synthese*, 13, pp. 303-332.

Marhenke, P. (1950), 'The Criterion of Significance', in *Proceedings and Addresses of The American Philosophical Association*, XXIII, trad. it. 'Il criterio di significanza', in Linsky, *Semantica e filosofia del linguaggio*, il Saggiatore, Milano 1969, pp. 183-207.

Miller, D. (1974), 'Popper's qualitative theory of verisimilitude', *British Journal for the Philosophy of Science*, 25, pp. 166-177.

Miller, R.W. (1987), *Fact and Method*, Princeton University Press, Princeton (N.J.).

von Mises (1928/39), *Probability, Statistics and Truth*, Allen and Unwin, London - New York, 1939, traduzione inglese ampliata di *Wahrscheinlichkeit, Statistik und Wahrheit*, Springer, Wien 1928.

Moriconi, E. (1992), 'La teoria del significato di M. Dummett', in Santambrogio, M. (a cura di), *Introduzione alla filosofia analitica del linguaggio*, Laterza, Roma-Bari, pp. 267-285.

Morini, S. (2003), *Probabilismo. Storia e Teoria*, Bruno Mondadori, Milano.

Musgrave, A. (1993), *Common Sense, Science and Scepticism*, Cambridge University Press, Cambridge, trad. it. *Senso comune, scienza e scetticismo*, Cortina, Milano 1995.

Nagel, E. (1934), 'Verifiability, Truth and Verification', *Journal of Philosophy*, vol. 31, no. 6, pp. 141-148.

Pap, A. (1948), *Elements of Analytic Philosophy*, Macmillan, New York.

Pap, A. (1961), *An Introduction to the Philosophy of Science*, The Free Press, New York, trad. it. *Introduzione alla filosofia della scienza*, il Mulino, Bologna 1967.

Poincaré H.J. (1902), *La science et l'hypothèse*, E. Flammarion, Paris, trad. it in Poincaré (1989), vol. I, *Opere epistemologiche*, Piovani Ed., Abano Terme (Pd), pp. 51-234.

Popper, K.R. (1934/59), *Logik der Forschung*, Springer Verlag, Wien, trad. ingl. Con note e aggiunte *The Logic of Scientific Discovery*, Hutchinson, London 1959, trad. it. *Logica della scoperta scientifica*, Einaudi, Torino 1970.

Popper, K.R. (1963/69), *Conjectures and Refutations*, Routledge and Kegan Paul, London, trad. it. *Congetture e confutazioni*, Il Mulino, Bologna 1972.

Popper, K.R. (1972), *Objective Knowledge*, Clarendon Press, Oxford, trad. it. *Conoscenza oggettiva*, Armando, Roma 1983.

Popper, K.R. (1976), *Unended Quest; An Intellectual Autobiography*, Fontana, London, trad. it. *La ricerca non ha fine. Autobiografia intellettuale*, Armando Editore, Roma 1997.

Popper, K.R. (1977), 'Natural Selection and its Scientific Status', in D. Miller, *A Pocket Popper*, Princeton University Press, Princeton 1983, pp. 239-246, trad. it. in K. Popper, 'La selezione naturale e il suo stato di scienza', in *La logica delle scienze sociali e altri saggi*, Armando Editore, Roma 2005, pp. 99-107

Popper, K.R. (1978), 'Natural Selection and the Emergence of Mind', *Dialectica*, 32, pp. 339-355.

Popper, K.R. (1980), 'Letter on evolution', *New Scientist*, 21 agosto 1980, vol. 87, p. 611.

Popper, K.R. (1983), *Poscript to the Logic of Scientific Discovery*, vol. I: *Realism and the Aim of Science*, Hutchinson, London, trad. it. *Poscritto alla logica della scoperta scientifica*. vol. I: *Il realismo e lo scopo della scienza*, il Saggiatore, Milano 1984.

Prawitz, D. (1998), 'The Constructive Conception of Truth', in C. Martinez, U. Rivas, L. Villegas-Forero (a cura di), *Truth in Perspective – Recent Issues in Logic, Representation and Ontology*, Ashgate, Avebury Series in Philosophy, Aldershot, Brookfield, Usa, pp. 23-35.

Quine, W.V.O. (1970), *Philosophy of Logic*, Harvard University Press, Cambridge, MA, trad. it. *Logica e grammatica*, Il Saggiatore, Milano 1981.

Ramsey, F.P. (1931), *The Foundations of Mathematics and Other Logical Essays*, edited by R.B. Braithwaite, Kegan Paul, London, trad. it. *I fondamenti della matematica*, Feltrinelli, Milano 1964.

Regge, T. (1994), *Infinito. Viaggio ai limiti dell'universo*, Arnoldo Mondadori Editore, Milano.

Reichenbach, H. (1935/49), *The Theory of Probability*, University of California Press, Berkeley e Los Angeles, 1949, versione inglese ampliata di *Wahrscheinlichkeitslehre*, A. W. Sijthoff's Uitgeversmiji, Leiden 1935.

Rigamonti, G. (1992), *Introduzione a G. Cantor, La formazione della teoria degli insiemi*, Sansoni, Milano, pp. V-XL.

Rucker, R. (1982), *Infinity and the Mind*, Birkhäuser, Boston, trad. it. *La mente e l'infinito*, Muzzio, Padova 1991.

Russell, B. (1903), *Principles of Mathematics*, Norton, New York, trad. it. *I principi della matematica*, Longanesi, Milano 1988.

Russell, B. (1908), 'Mathematical Logic as Based on the Theory of Types' *American Journal of Mathematics*, 30, 222-262. Ristampato in Russell, *Logic and Knowledge*, Allen and Unwin, London 1956, pp. 59-102, trad. it. parziale, 'Logica matematica basata sulla teoria dei tipi', in *Linguaggio e realtà*, Laterza, Roma-Bari 1970, pp. 105-144.

Russell, B. (1940), *An Inquiry into Meaning and Truth*, W. W. Norton & Company, New York, trad. it. *Significato e verità*, Longanesi, Milano 1963.

Russell, B. (1950), 'Logical Positivism', *Revue Internationale de Philosophie*, 4, pp. 3-19, ristampato in Russell (1956), *Logic and Knowledge*, Allen and Unwin, London, trad. it., *Logica e Conoscenza*, Longanesi, Milano 1961.

Salmon, W.C. (1963), *Logic*, Prentice Hall, Englewood Cliffs (N.J.), trad. it. *Logica elementare*, Il Mulino, Bologna 1969.

Salmon, W.C. (1990), 'Rationality and Objectivity in Science, or Tom Kuhn Meets Tom Bayes', in C.W. Savage (ed.), *Scientific Theories*, vol.14, *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, University of Minnesota Press, Minneapolis, pp. 175-204.

Scheffler, I. (1963), *The Anatomy of Inquiry: Philosophical Studies in the Theory of Science*, Knopf, New York, trad. it. *Anatomia della ricerca: studi filosofici nella teoria della scienza*, Feltrinelli, Milano 1972.

Schilpp, P.A. (ed.) (1963), *The Philosophy of Rudolf Carnap*, voll. 2, Open Court Pub. Co., La Salle, Ill., trad. it. *La Filosofia di Rudolf Carnap*, il Saggiatore, Milano 1974.

Schlick, M. (1932), 'Positivism and Realism', *Erkenntnis*, III, pp. 1-31, trad. it. M. Schlick, 'Positivismo e Realismo', in *Tra realismo e neopositivismo*, il Mulino, Bologna 1974, pp. 81-111.

Schlick, M. (1936), 'Meaning and Verification', *Philosophical Review*, 45, trad. it. 'Significato e verificaione', in A. Bonomi, *La struttura logica del linguaggio*, Bompiani, Milano 1973, pp. 71-101.

Skourupski, J. (1997), 'Meaning, use, verification', in in B. Hale, C. Wright (ed.), *A Companion to the Philosophy of Language*, Blackwell, London, pp. 29 -59.

Strawson, P. (1976-77), 'Scruton and Wright on Anti-Realism Etc.', *Proceedings of the Aristotelian Society*, 51, pp. 15-21.

Stroud, B. (1992), 'Logical Positivism' in J. Dancy - E. Sosa, *A Companion to Epistemology*, Blackwell, Oxford, pp. 262-264.

Tarski, A. (1936), 'Der Wahrheitsbegriff in den formalisierten Sprachen', *Studia Philosophica*, 1, pp. 261-405, trad. it. 'Il concetto di verità nei linguaggi formalizzati'. in

F. Rivetti-Barbò (a cura di), *L'antinomia del mentitore nel pensiero contemporaneo da Peirce a Tarski*, Vita e Pensiero, Milano 1961, pp. 253-262.

Tichý, P. (1974), 'On Popper's definition of verisimilitude', *British Journal for the Philosophy of Science*, 25, pp. 155-160.

Waismann F. (1930), 'Logische Analyse des Wahrscheinlichkeitsbegriffs', 1, trad. ingl. in Waismann (1977).

Waismann, F. (1967), *Ludwig Wittgenstein und der Wiener Kreis*, Suhrkamp, Frankfurt am Main, trad. it. *L. Wittgenstein e il Circolo di Vienna*, La Nuova Italia, Firenze 1975.

Waismann, F. (1977), *Philosophical Papers*, Reidel, Dordrecht.

Whitehead, A.N. e Russell, B. (1910), *Principia Mathematica*, vol. I, Cambridge University Press, Cambridge.

Wiggins, D. (1997), 'Meaning and truth conditions: from Frege's grand design to Davidson's', in B. Hale, C. Wright (eds.), *A Companion to the Philosophy of Language*, Blackwell, London, pp. 1-28.

Wittgenstein, L. (1921/22), 'Logisch-philosophische Abhandlung', in *Annalen der Naturphilosophie*, 14, pp. 185-262, 1921, ed. inglese *Tractatus logico-philosophicus*, Paul Kegan, Trech, Trubner and Co. Ltd., London, 1922, trad. it. *Tractatus logico-philosophicus e Quaderni 1914-1916*, Einaudi, Torino 1968.

Wittgenstein, L. (1953), *Philosophische Untersuchungen*, Basil Blackwell, Oxford, trad. it. *Ricerche Filosofiche*, Einaudi, Torino 1976.