

Deduzione, induzione e abduzione nelle scienze mediche

Roberto Festa

Dipartimento di Filosofia, Università di Trieste
e-mail: festa@units.it

Vincenzo Crupi

Dipartimento di Area Critica Medico-chirurgica, Università di Firenze
e-mail: vincenzo.crupi@unifi.it

Pierdaniele Giaretta

Dipartimento di Filosofia, Università di Padova
e-mail: pierdaniele.giaretta@unipd.it

1. Introduzione
2. Forme fondamentali di inferenza
3. Inferenze abduttive nelle scienze mediche
4. Il metodo ipotetico-deduttivo nelle scienze mediche
5. Le ipotesi causali e i metodi di Mill nelle scienze mediche
6. Osservazioni conclusive

SOMMARIO. Nel presente contributo ci si propone di trattare alcune forme di inferenza coinvolte nella valutazione di ipotesi nelle scienze mediche. A partire dalla tradizionale distinzione fra inferenze deduttive e induttive, si introdurranno e discuteranno diversi tipi di inferenza ben noti in filosofia della scienza (l'abduzione, il metodo ipotetico-deduttivo e i metodi di Mill), illustrandone attraverso esempi storici la rilevanza per la formazione e l'evoluzione delle conoscenze mediche.

PAROLE CHIAVE: deduzione, induzione, abduzione, scienze mediche.

1. Introduzione

Nelle scienze mediche, come in molte altre aree della ricerca scientifica, la valutazione di ipotesi sulla base di dati empirici riveste un ruolo centrale. Tale

valutazione coinvolge diverse forme di ragionamento o, in altri termini, diversi tipi di *inferenze*. Tradizionalmente si distinguono due forme fondamentali di ragionamento, vale a dire la deduzione e l'induzione. Nel seguito, cominceremo quindi la nostra trattazione illustrando gli aspetti generali delle inferenze deduttive e induttive (paragrafo 2). Ci concentreremo poi su alcuni specifici e importanti tipi di inferenza e mostreremo, con l'aiuto di esempi tratti dalla ricerca medica, quale sia il loro ruolo nella valutazione di ipotesi. In particolare, considereremo il modo in cui le inferenze abduttive (paragrafo 3), il metodo ipotetico-deduttivo (paragrafo 4) e i metodi di Mill (paragrafo 5) vengono applicati nella valutazione delle ipotesi in medicina.

2. Forme fondamentali di inferenza

2.1. Deduzione e induzione

In ogni tipo di *inferenza* si mettono in relazione un insieme di enunciati, detti *premesse*, e un singolo enunciato, detto *conclusione*. Un caso ben noto di inferenza *deduttiva* è rappresentato dal sillogismo categorico. Eccone un esempio:¹

(1) *Premesse:*

Coloro che presentano livelli elevati di ormoni tiroidei circolanti sono tachicardici.

I malati del morbo di Basedow presentano livelli elevati di ormoni tiroidei circolanti.

Conclusione:

I malati del morbo di Basedow sono tachicardici.

L'inferenza (1) si può ricondurre al seguente schema generale:

(2) SILLOGISMO CATEGORICO

1. Tutti i Q sono R

2. Tutti i P sono Q

Tutti i P sono R .

¹ Preso a prestito da Federspil (1980, p. 34).

In questa notazione le premesse sono indicate dai numeri 1 e 2 sulla sinistra, mentre la linea orizzontale che separa l'ultima premessa dalla conclusione indica il carattere deduttivo di un'inferenza.

La cogenza del sillogismo categorico appare alquanto intuitiva. Anche per questo, probabilmente, si tratta di uno dei primi tipi di inferenza valida identificati nello studio della logica, a partire dagli scritti di Aristotele che hanno inaugurato la storia della disciplina. Facendo riferimento agli sviluppi contemporanei della logica, è possibile indicare che cosa stia a fondamento della validità del sillogismo categorico, così come di qualsiasi altro tipo di inferenza deduttiva.

Innanzitutto, la validità deduttiva riguarda primariamente una forma inferenziale, per esempio lo schema (2), e può essere intuitivamente presentata nel modo seguente: non è possibile "riempire di contenuti" la forma inferenziale in modo tale che le premesse risultino vere e la conclusione falsa. Nel caso dello schema (2) i "contenuti" possono essere inseriti mediante la sostituzione di "P", "Q" e "R" con opportune espressioni linguistiche, quali, per esempio, "neuroni", "cellule", "tessuti". È facile vedere che nessuna di queste sostituzioni può dare come esito delle premesse vere e una conclusione falsa e perciò lo schema è deduttivamente valido. In secondo luogo, si applica la nozione di validità deduttiva anche alle specifiche inferenze formulate nel linguaggio naturale, definendo un'inferenza deduttivamente valida quando la forma dell'inferenza è deduttivamente valida nel senso sopra indicato. Per esempio, l'inferenza (1) è deduttivamente valida poiché la forma (2) lo è. In questo modo la validità deduttiva di una specifica inferenza viene ricondotta alla validità deduttiva della sua forma. In riferimento a questa seconda accezione della nozione di validità deduttiva è bene tenere presente alcune cautele e precisazioni, che possono essere introdotte considerando l'esempio seguente:

(1*) *Premesse:*
Fido è un cane.

Conclusione:
Fido è un animale.

La forma dell'inferenza (1*) è:

(2*) *Premesse:*
L'individuo x è P .

Conclusione:
L'individuo x è Q

che non è deduttivamente valida, poiché è possibile esemplificare lo schema (2*) in modo tale da ottenere una premessa vera e una conclusione falsa. L'inferenza (1*) può essere considerata deduttivamente valida solo se si considera anche l'enunciato "Tutti i cani sono animali" come una sua premessa *implicita*. Esempi di questo genere suggeriscono di prendere in considerazione la forma dell'inferenza solo dopo avere esplicitato con opportune premesse tutto ciò che è implicitamente presupposto in una specifica inferenza. (Come si può facilmente immaginare, l'individuazione di ciò che è implicitamente presupposto può talora rivelarsi un compito alquanto impegnativo.)

Per indicare che la conclusione di un'inferenza è conseguenza deduttivamente valida delle premesse si impiegano talora anche le seguenti espressioni, che nel seguito considereremo interscambiabili: la conclusione *segue logicamente* dalle premesse; la conclusione è *deducibile* dalle premesse; la conclusione *segue necessariamente* dalle premesse; le premesse *implicano (logicamente)* la conclusione. L'equivalenza di questi modi alternativi di esprimersi richiederebbe a rigore una specifica discussione, ma tutti hanno in comune l'idea che le inferenze deduttive sono in grado di *trasmettere la verità*: se si ammette la verità delle premesse, allora si deve anche ammettere la verità della conclusione. Come ora vedremo, lo stesso non accade nelle inferenze *induttive*. Un ben noto esempio è rappresentato dalle cosiddette *generalizzazioni induttive*. Si consideri in proposito la seguente inferenza:

(3) *Premessa:*

Mille malati del morbo di Basedow finora osservati presentano livelli elevati di ormoni tiroidei circolanti.

Conclusione:

I malati del morbo di Basedow presentano livelli elevati di ormoni tiroidei circolanti.

L'inferenza (3) si può ricondurre al seguente schema generale:

(4) GENERALIZZAZIONE INDUTTIVA

1. Tutti gli n elementi Q finora osservati sono R

Tutti i Q sono R .

Come si può vedere, la linea orizzontale, che nello schema delle inferenze deduttive separa le premesse dalla conclusione, viene qui sostituita da una dop-

pia linea orizzontale, abitualmente impiegata per indicare il carattere induttivo dell'inferenza. È facile rendersi conto che la generalizzazione induttiva, diversamente dalle inferenze deduttive, *non* garantisce la verità della conclusione una volta ammessa la verità delle premesse. È infatti perfettamente possibile immaginare che i mille malati del morbo di Basedow finora osservati presentino livelli elevati di ormoni tiroidei circolanti e che nondimeno ciò non valga per *tutti* i malati del morbo di Basedow – in particolare, che non valga per almeno qualcuno di quelli non ancora osservati. Tuttavia, è naturale ritenere che la premessa, se vera, fornisca alla conclusione un certo sostegno – in un senso su cui ora dovremo soffermarci.²

2.2. *Plausibilità e conferma induttiva*

Nelle scienze empiriche, la valutazione di un'ipotesi H avviene sulla base di dati osservativi o sperimentali – o elementi di evidenza – descrivibili mediante un enunciato E . Normalmente, H non è deducibile da E . Per questo motivo la valutazione di H riflette solitamente l'impiego di diverse forme di inferenza induttiva. Le relazioni induttive che intercorrono fra E e H possono essere di almeno due tipi distinti, corrispondenti alle due domande seguenti:

- (i) H è *plausibile* alla luce di E ?
- (ii) La *plausibilità* iniziale di H è *accresciuta* da E ?

Come si vede, abbiamo formulato le domande (i) e (ii) facendo uso della nozione di *plausibilità*. Nella maggior parte delle inferenze induttive coinvolte nella vita quotidiana e nella ricerca scientifica, infatti, si impiega un concetto informale di *plausibilità*, al quale nel seguito ci atterremo. Di norma, diciamo semplicemente che “ H è *plausibile*” (o, in modo spesso intercambiabile, che è “*probabile*”) per indicare che abbiamo una certa fiducia nella verità di H .

Le domande (i) e (ii) suggeriscono due tipi di inferenze induttive. Operando il primo tipo di inferenza, asseriamo che sulla base della premessa E dobbiamo ritenere *plausibile* la conclusione H . Operando il secondo tipo di inferenza, d'altra parte, asseriamo che la premessa E *accresce* la *plausibilità* ini-

² Un'analisi più approfondita dei vari tipi di inferenze deduttive e induttive è al di là dei nostri presenti scopi. Esistono in proposito ottime trattazioni manualistiche, a cui rinviamo il lettore interessato. Si vedano, per esempio, Copi e Cohen (2001), Hacking (2001), Hurley (1999), Salmon (1983), Skyrms (1999) e Varzi, Rolt e Rohatyn (1998).

ziale di H , cioè accresce la fiducia che si riponeva nella verità di H prima di venire a conoscenza delle informazioni contenute in E . Nel seguito ci concentreremo sulle inferenze induttive del secondo tipo, poiché esse sembrano svolgere un ruolo di primo piano – raramente contestato – nella pratica scientifica. Seguendo una terminologia consolidata, le indicheremo come inferenze di *conferma (induttiva)*.³ Nella nostra notazione, la più semplice illustrazione dell’inferenza di conferma induttiva può essere così rappresentata:

(5) CONFERMA INDUTTIVA

$$\begin{array}{l} 1. \quad E \\ \quad \quad = \\ \quad \quad H. \end{array}$$

Di solito, la plausibilità iniziale dell’ipotesi H è fondata su una *conoscenza di sfondo*, spesso condivisa da una certa comunità di ricerca, e non sempre esplicitamente verbalizzata. In molti casi, comunque, è possibile e utile formulare esplicitamente, mediante opportuni enunciati, almeno una parte rilevante di tale conoscenza di sfondo, che nel seguito indicheremo congiuntamente con S . È bene precisare fin d’ora che S comprende solitamente un insieme alquanto composto di enunciati. Alcuni hanno carattere *teorico* e sono presupposti dai ricercatori in quanto considerati altamente plausibili. Altri hanno carattere *empirico* e specificano le particolari condizioni in cui determinate osservazioni o misurazioni sperimentali si verificano. Infine, possono far parte di S enunciati di carattere *logico*, che stabiliscono relazioni fra altri enunciati (teorici ed empirici) rilevanti. Facendo riferimento alla conoscenza di sfondo S è possibile rappresentare lo schema di un’inferenza di conferma “relativizzata”, che riprenderemo ripetutamente nel seguito:

(6) CONFERMA INDUTTIVA RELATIVIZZATA

$$\begin{array}{l} 0. \quad S \\ 1. \quad E \\ \quad \quad = \\ \quad \quad H. \end{array}$$

³ È bene chiarire che, a differenza di quanto fatto per le inferenze deduttive, nel seguito considereremo alcune forme tipiche di conferma induttiva ma non mireremo a indicare le condizioni generali nelle quali la plausibilità di un’ipotesi H alla luce di E sia maggiore della plausibilità iniziale di H .

Effettuando l'inferenza (6) affermiamo che la premessa 1, vale a dire l'enunciato E , conferma H relativamente a S ; cioè che le informazioni contenute in E , se aggiunte alla conoscenza di sfondo S , accrescono la plausibilità iniziale di H . Ciò a sua volta significa che la plausibilità di H alla luce di ($S \& E$) è maggiore della plausibilità iniziale di H , valutata alla luce di S soltanto. (Qui e nel seguito indicheremo con “&” la congiunzione logica di due enunciati.)

3. Inferenze abduttive nelle scienze mediche

3.1. L'abduzione

Già a partire dall'opera del filosofo statunitense Charles Sanders Peirce (1839-1914), che introdusse il concetto di abduzione e svolse le prime ricerche sistematiche sulla natura del ragionamento abduttivo e sul suo ruolo nell'indagine scientifica, si parla di abduzione in due accezioni: (i) con riferimento a un particolare genere di *inferenze* dotate di caratteristiche peculiari che le distinguerebbero sia dalle inferenze deduttive sia da quelle induttive – o almeno dalle forme tradizionalmente più discusse di inferenze induttive; (ii) con riferimento a *procedure euristiche* impiegate nella generazione, o scoperta, delle ipotesi scientifiche. Poiché in questa sede siamo interessati all'analisi delle forme di ragionamento coinvolte nella valutazione di ipotesi, ci occuperemo solo della prima accezione di abduzione, vale a dire delle *inferenze abduttive*.⁴

Tra gli studiosi che negli ultimi decenni si sono occupati delle inferenze abduttive vi è ampio consenso su due punti. Il primo è che le premesse di un'inferenza abduttiva comprendono la descrizione di qualche interessante fatto osservato, mentre la conclusione dell'inferenza è data da un'ipotesi esplicativa che fornisce una buona spiegazione di tale fatto. Il secondo punto è che un'inferenza abduttiva determina un aumento della plausibilità iniziale della conclusione. Nella discussione che segue ci proponiamo di esporre in che senso l'inferenza abduttiva è appunto una “inferenza a una buona spiegazione”. Mostriamo inoltre che essa può venire intesa come una particolare forma di inferenza induttiva, e più precisamente come una particolare forma di conferma relativizzata.

⁴ Un'utile trattazione storica e teorica dei diversi aspetti del ragionamento abduttivo, con numerosi ulteriori riferimenti, è fornita da Niiniluoto (1999).

Un importante aspetto della ricerca scientifica riguarda le relazioni esplicative tra ipotesi ed eventi osservati. Per i nostri scopi, faremo uso di una nozione di *spiegazione (deduttiva)* che soddisfa i requisiti indicati qui di seguito:

- (7) Data la conoscenza di sfondo S , l'ipotesi H fornisce una *spiegazione (deduttiva)* di un evento (descritto da un enunciato) E nel caso in cui:
- (i) siamo certi della verità di E ;
 - (ii) S non implica logicamente E ;
 - (iii) $(S \ \& \ H)$ implica logicamente E .

Il riferimento alla spiegazione svolge un ruolo di grande rilievo nella ricerca scientifica e, in particolare, nelle inferenze abduttive. Non di rado, infatti, accade che gli scienziati si imbattano in un evento E in qualche misura sorprendente, cioè non pienamente spiegabile (deducibile) in base alla conoscenza di sfondo S . Di fronte a un evento sorprendente, una mossa piuttosto naturale è quella di cercarne una spiegazione. Nei casi coronati da successo, si può così giungere alla scoperta che una determinata ipotesi H offre una possibile spiegazione (deduttiva) di E .⁵ Molti studiosi sostengono che la scoperta delle potenzialità esplicative di un'ipotesi H rispetto a qualche sorprendente evento E osservato in precedenza conduce a una conferma di H , accrescendone la plausibilità iniziale. Chi condivide questo punto di vista sarà pronto ad adottare il seguente schema di inferenza abduttiva:

- (8) INFERENZA ABDUTTIVA
- | | |
|----|---|
| 0. | S |
| 1. | H fornisce una spiegazione deduttiva di E |
| | H . |

Si può notare che l'inferenza abduttiva (8) rappresenta una particolare forma di conferma relativizzata (si veda lo schema (6)). Effettuando tale inferenza affermiamo che l'ipotesi H è confermata (relativamente a S) dal fatto di fornire una spiegazione dell'evento noto E . Si osservi che in questo caso l'informazione confermantente espressa nella premessa 1 non riflette alcuna nuova scoperta

⁵ Si noti che H può essere un'ipotesi già formulata in precedenza oppure essere stata concepita nel tentativo di spiegare E .

ta di carattere empirico, comprendendo piuttosto la scoperta di relazioni *logiche* intercorrenti fra H ed E (alla luce di S).

Nella storia delle scienze empiriche, è molto comune che si argomenti in favore di un'ipotesi in base alla sua capacità di rendere conto di fenomeni già noti ma altrimenti privi di spiegazione, conformemente allo schema di inferenza abduttiva appena descritto. Per esempio, due fra i maggiori successi inizialmente riconosciuti della meccanica newtoniana furono di carattere esplicativo, consistendo nella capacità di fornire una spiegazione deduttiva del moto dei pianeti (approssimativamente conforme alle leggi precedentemente formulate da Keplero) e del moto dei gravi (approssimativamente conforme alla legge galileiana).

3.2. Inferenze abduttive nelle scienze mediche: due esempi

Esempi di inferenze abduttive nel senso appena descritto ricorrono anche nelle scienze mediche. Qui ne illustreremo nei dettagli due: il primo è tratto dagli albori della medicina scientifica e riguarda l'ipotesi della contaminazione nell'eziologia della febbre puerperale, formulata da Semmelweis verso la metà dell'Ottocento; il secondo appartiene invece alla ricerca medica più recente e si riferisce a un'influente ipotesi sulla patogenesi dell'AIDS.

ESEMPIO 1. *L'ipotesi della contaminazione nell'eziologia della febbre puerperale (prima parte)*. Il medico ungherese Ignaz Semmelweis (1818-65) condusse le sue ricerche sull'eziologia della febbre puerperale fra il 1844 e 1848, mentre lavorava al primo reparto di maternità dell'Ospedale Generale di Vienna. Il punto di partenza delle sue indagini era costituito dall'osservazione (E) che una percentuale preoccupante delle donne che partorivano nel suo reparto contraeva una malattia grave e spesso fatale, nota appunto come febbre puerperale, e che tale percentuale era ampiamente maggiore di quella riscontrata nel secondo reparto di maternità dello stesso ospedale. Semmelweis considerò diverse ipotesi sull'origine della febbre puerperale, fra le quali almeno tre sembravano in grado di fornire una possibile spiegazione dello strano fenomeno E . (i) L'ipotesi iatrogena (H_1) suggeriva di spiegare E come una conseguenza di visite maldestre condotte dagli studenti di medicina, alla luce della circostanza che questi ultimi esercitavano il loro tirocinio esclusivamente nel primo reparto. (ii) Secondo l'ipotesi psicosomatica (H_2), invece, le pazienti del primo reparto erano maggiormente vulnerabili alla malattia per il fatto che nel primo reparto, a differenza del secondo, il prete che somministrava l'estrema unzio-

ne, preceduto da un inserviente che suonava una campanella, doveva attraversare le corsie per raggiungere la morente, terrificando così le pazienti al punto da debilitarle. (iii) Secondo l'ipotesi della contaminazione (H_3), infine, a provocare la morte delle partorienti era in molti casi la contaminazione da particelle di materia cadaverica trasportate da professori, assistenti e studenti che – nel primo reparto soltanto – passavano direttamente dalla dissezione di cadaveri all'esame fisico delle pazienti. Si osservi che H_3 postulava una circostanza all'epoca tutt'altro che pacifica, vale a dire che la pratica comunemente adottata – e seguita anche nel primo reparto – di lavarsi le mani con acqua e sapone fosse insufficiente a rimuovere completamente le particelle cadaveriche.

Poiché ciascuna delle ipotesi H_1 - H_3 forniva una spiegazione del fenomeno E , tutte e tre le ipotesi risultavano confermate – sulla base di inferenze abduttive – da questo specifico, e comune, successo esplicativo. Tuttavia, nel 1847, Semmelweis venne a conoscenza del tragico evento (E^*) della morte di un suo collega, il professor Kolletschka. Kolletschka si era ferito accidentalmente nel corso di un'autopsia. Poco dopo era deceduto manifestando sintomi molto simili a quelli della febbre puerperale. L'ipotesi H_3 offriva una spiegazione anche di E^* , mentre H_1 e H_2 non erano ovviamente in grado di farlo. In considerazione di questo e altri successi esplicativi di H_3 , non condivisi da H_1 e H_2 , Semmelweis concentrò sempre più la sua attenzione sull'ipotesi della contaminazione. Come vedremo più avanti, inoltre, le inferenze abduttive appena descritte furono accompagnate e seguite da diversi controlli empirici appositamente escogitati, che condussero infine Semmelweis alla risoluzione del suo problema proprio in favore dell'ipotesi H_3 (si veda l'Esempio 3).⁶

ESEMPIO 2. *L'“ipotesi del lavandino” nella patogenesi dell'AIDS (prima parte)*. Negli anni novanta del secolo scorso si considerava ormai stabilita l'esi-

⁶ La scoperta di Semmelweis, di cui egli fornì un vivido e dettagliato resoconto (Semmelweis 1861), è uno degli episodi più noti e romanzeschi della storia della ricerca medica. Per un verso, il pionieristico lavoro di Semmelweis è stato considerato un luminoso esempio dell'inventiva e dell'audacia di un ricercatore osteggiato dal suo ambiente, al punto da attrarre l'attenzione di Celine (1952), medico egli stesso oltre che scrittore geniale e controverso. Per altro verso, le indagini di Semmelweis sono state viste come un caso paradigmatico di ricerca scientifica in medicina. Data la varietà di posizioni metodologiche e teoriche esistenti, non è allora sorprendente che i filosofi della scienza abbiano proposto una ricca rassegna di interpretazioni, talora divergenti, circa la natura dei metodi di Semmelweis e il significato della sua parabola scientifica. Così, studiosi diversi hanno rilevato nelle ricerche di Semmelweis soprattutto la centralità del ragionamento abduttivo (Lipton 2004, pp. 75-98) o di quello analogico (Thagard

stenza di un legame causale fra l'infezione da Hiv e le manifestazioni cliniche dell'Aids. Si supposeva che l'Hiv causasse l'Aids deprimendo progressivamente un'importante componente del sistema immunitario, cioè i cosiddetti linfociti CD4+. Si riteneva infatti, sulla base di precedenti osservazioni di laboratorio, che queste cellule rappresentassero un bersaglio biologico privilegiato del virus, che sarebbe stato in grado di distruggerle, per esempio attraverso il comune meccanismo della citolisi. Tuttavia, l'elaborazione di un resoconto pienamente soddisfacente della storia naturale della malattia sembrava imbattersi in una notevole anomalia (*E*), talora indicata come "il paradosso centrale della patogenesi virale": la proporzione di linfociti CD4+ infetti in pazienti malati appariva decisamente troppo bassa (anche secondo le stime più generose, non più di 1 su 100) per determinare l'irrimediabile compromissione del sistema immunitario (Sheppard, Ascher e Krokwa 1993). Secondo un'efficace metafora impiegata da alcuni studiosi, sembravano esserci "più cadaveri che pallottole" (Ascher *et al.* 1995).

Nel 1995, David Ho e altri studiosi presentarono la cosiddetta "ipotesi del lavandino", che per qualche tempo ha rappresentato il modello patogenetico dell'Aids più popolare e discusso (Ho *et al.* 1995; Wei *et al.* 1995). In breve, Ho e i suoi collaboratori elaborarono un semplice modello matematico secondo il quale il declino della quantità misurata di linfociti CD4+ (l'abbassamento del livello dell'acqua nel lavandino) emergeva come l'effetto relativamente lento di un elevatissimo turnover (circa due miliardi di cellule al giorno), prodotto dalla continua distruzione da parte dell'Hiv (lo scarico del lavandino) e da un continuo sforzo di compensazione del sistema immunitario (il rubinetto), che da ultimo, nel volgere di anni, avrebbe condotto al collasso del sistema (il lavandino si svuota). A sostegno dell'ipotesi di Ho (*H*), alcuni ricercatori argomentarono che essa forniva una possibile soluzione del "paradosso delle pallottole", offrendo una spiegazione del fatto (*E*) che la gran parte dei linfociti CD4+ non apparissero infetti. In estrema sintesi, tale spiegazione può

1999, pp. 137-138), l'adozione di una logica induttiva della scoperta (Pera 1983) o un'implicita applicazione dell'approccio bayesiano al "problema di Duhem" (Giorello e Moriggi 2004). Altri ancora hanno ricostruito il lavoro di Semmelweis nei termini del modello popperiano per congetture e confutazioni (Antiseri 1977) o secondo il modello ipotetico-deduttivo (Hempel 1966, pp. 15-19; si veda anche il nostro Esempio 3). Non sono mancati neppure gli studiosi che vi hanno ravvisato un'applicazione dei metodi induttivi di Mill (Copi e Cohen 2001, p. 504) o un'anticipazione dei metodi statistici oggi impiegati dall'epidemiologia clinica (Salmon 1983; Vineis 1999, pp. 17 ss.). Infine, c'è chi ha visto nelle difficoltà di Semmelweis a convincere i colleghi della validità delle sue teorie un classico esempio della tenacia dei paradigmi accettati, in linea con le tesi di Kuhn (Gillies 2005).

essere delineata come segue: i numerosi linfociti colpiti dal virus, una volta infetti, vengono rapidamente distrutti e continuamente sostituiti da nuove cellule; di conseguenza, in ogni istante la maggior parte dei linfociti presenti sono di recente creazione, e non sono ancora stati infettati (Maddox 1995).

Anche in questo caso, come in quello di Semmelweis, l'argomentazione abduttiva in favore dell'ipotesi di Ho contribuì ad attirare su di essa l'attenzione dei ricercatori, motivando i controlli sperimentali cui fu in seguito sottoposta (si veda l'Esempio 4).

4. Il metodo ipotetico-deduttivo nelle scienze mediche

4.1. Il metodo ipotetico-deduttivo

Alcune procedure deduttive e induttive ampiamente utilizzate nella valutazione delle ipotesi scientifiche sono quelle coinvolte nel cosiddetto *metodo ipotetico-deduttivo*. Tale metodo si basa sull'idea che possiamo mettere alla prova un'ipotesi deducendone alcune previsioni di carattere osservativo o sperimentale, e controllando poi se si realizzano oppure no. Per i nostri scopi, faremo uso di una nozione di *predizione (deduttiva)* che soddisfa i requisiti indicati qui di seguito:

- (9) Data la conoscenza di sfondo S , l'ipotesi H fornisce una *predizione (deduttiva)* di un evento (descritto da un enunciato) E nel caso in cui:
- (i) non siamo certi della verità di E ;
 - (ii) S non implica logicamente E ;
 - (iii) $(S \ \& \ H)$ implica logicamente E .

Evidentemente, i controlli osservativi o sperimentali volti ad accertare se un evento predetto E si realizza possono avere due esiti: (i) si stabilisce che E non si realizza o, equivalentemente, che si verifica l'evento non- E ; (ii) si stabilisce che l'evento E effettivamente si realizza. Come vedremo tra poco in modo più dettagliato, nel primo caso possiamo concludere (deduttivamente) che l'ipotesi H è falsificata da E (alla luce di S), mentre nel secondo caso possiamo concludere che H è confermata (induttivamente) da E (relativamente a S).

Molti episodi della storia della scienza possono essere interpretati come applicazioni più o meno consapevoli ed esplicite del metodo ipotetico-deduttivo. Nel 1695, per esempio, l'astronomo Edmund Halley applicò la meccanica

newtoniana a una cometa che aveva osservato nel 1682 e ne dedusse la previsione che la cometa avrebbe impiegato circa settantacinque anni per compiere un'orbita completa e tornare visibile dalla Terra. Halley morì nel 1743, quindici anni prima del ritorno della cometa, che ricomparì puntualmente il giorno di Natale del 1758. In accordo con il metodo ipotetico-deduttivo, il successo della previsione di Halley apparve ai ricercatori come una straordinaria conferma della meccanica newtoniana. Questo tipo di procedura di ricerca e di valutazione delle ipotesi è stato ampiamente usato anche nelle scienze mediche fin dai loro esordi, almeno a partire dalle ricerche di William Harvey (*De motu cordis*, 1628) sul movimento del cuore e la circolazione del sangue negli animali.⁷ La stessa insistenza di Claude Bernard (*Introduzione allo studio della medicina sperimentale*, 1865) sulla necessità del “ragionamento sperimentale” come base della medicina moderna riflette l'adozione dei principi di fondo di ciò che oggi è appunto comunemente indicato come metodo ipotetico-deduttivo.⁸

Come anticipato, il metodo ipotetico-deduttivo si fonda su due tipi di inferenze, corrispondenti ai due possibili esiti del controllo empirico di un evento predetto E . Cominciamo dal caso in cui l'osservazione attesti che E non si verifica, cioè in cui si osservi non- E . Il corrispondente tipo di inferenza, che chiameremo *falsificazione ipotetico-deduttiva*, può essere rappresentato come segue:

(10) FALSIFICAZIONE IPOTETICO-DEDUTTIVA

- | | |
|----|--|
| 1. | S |
| 2. | H fornisce una predizione deduttiva di E |
| 3. | non- E |
| | |
| | non- H . |

È possibile mostrare che lo schema di inferenza (10) soddisfa i criteri della validità deduttiva, vale a dire che dalla verità delle premesse consegue con ne-

⁷ Secondo Johansson e Lynøe (2009, p. 142), che ne forniscono un'esposizione dettagliata, le ricerche di Harvey sono “giustamente lodate come un eccellente esempio del modo in cui la ricerca medica dovrebbe essere condotta”. Oltre all'impiego del metodo ipotetico-deduttivo, Johansson e Lynøe rinvencono nel lavoro di Harvey vari altri tipi di inferenze induttive quali generalizzazioni, inferenze abduttive, analogiche e di altro genere.

⁸ Secondo Federspil (1980, p. 8), “non è difficile rendersi conto che tutta la medicina scientifica, nel suo complesso, è stata elaborata con questa metodologia. [...] L'analisi delle conoscenze biomediche, considerate globalmente, rivela una costante aderenza ai principi del metodo ipotetico-deduttivo”.

cessità la verità della conclusione (nella quale si asserisce che H è falsa). Esso rappresenta quindi una particolare forma di inferenza deduttiva.⁹

Il secondo tipo di inferenza che ci interessa, che chiameremo *conferma ipotetico-deduttiva*, rappresenta invece una forma di conferma induttiva relativizzata, illustrata come segue:

(11) CONFERMA IPOTETICO-DEDUTTIVA

- | | |
|----|--|
| 0. | S |
| 1. | H fornisce una predizione deduttiva di E |
| 2. | E |
| | |
| | $H.$ |

Vale la pena di integrare la presentazione dello schema di inferenza (11) con un principio di carattere quantitativo, formulato in base alla nozione di evidenza *sorprendente*. Tale nozione deve essere definita in relazione alla conoscenza di sfondo S : diciamo che l'evento E è tanto più sorprendente quanto meno tale evento appare plausibile in base a S . Nelle analisi filosofiche e nella pratica della scienza è ampiamente diffusa la convinzione che un'ipotesi H che fornisce una predizione dell'evento E è tanto maggiormente confermata dall'osservazione di E quanto più tale osservazione è sorprendente nel senso appena definito.

4.2. Il metodo ipotetico-deduttivo nelle scienze mediche: due esempi

Riprendendo la discussione dei due casi storici introdotti in precedenza (si veda il paragrafo 3.2), illustriamo qui di seguito due esempi di applicazione del metodo ipotetico-deduttivo nelle scienze mediche. Il primo dei due esempi, che sviluppa la precedente esposizione delle ricerche di Semmelweis, illustra sia la falsificazione sia la conferma ipotetico-deduttiva. Il secondo, ancora tratto dalla recente ricerca sulla patogenesi dell'AIDS, illustra invece soltanto la falsificazione di un'ipotesi.

⁹ Alcuni studiosi, a partire da Karl Popper (1902-94), hanno considerato la falsificazione ipotetico-deduttiva come la pietra miliare del corretto metodo scientifico. Per un'applicazione dell'approccio falsificazionista di Popper alla ricerca medica, si veda Antiseri (1977).

ESEMPIO 3. *L'ipotesi della contaminazione nell'eziologia della febbre puerperale (seconda parte)*. Avendo concentrato la sua attenzione sulle ipotesi H_1 - H_3 , Semmelweis le sottopose a svariati controlli sperimentali che condussero alla falsificazione di H_1 e H_2 e alla conferma dell'ipotesi della contaminazione H_3 . Consideriamo, per esempio, la falsificazione dell'ipotesi psicosomatica H_2 . Semmelweis si chiese se vi fossero effetti osservabili deducibili dall'ipotesi che si potessero mettere alla prova dell'osservazione. Supponendo che l'arrivo del sacerdote non venisse rilevato dalle pazienti, l'ipotesi H_2 avrebbe fornito una ben precisa predizione (E): una pronta e significativa diminuzione della mortalità da febbre puerperale nel primo reparto, in cui Semmelweis operava, a livelli simili a quelli del secondo. Egli decise quindi di persuadere il sacerdote a raggiungere le pazienti morenti silenziosamente e senza farsi notare. Poiché ciononostante non si registrò alcuna diminuzione della mortalità (non- E), l'ipotesi psicosomatica H_2 risultò falsificata. Successivamente, Semmelweis sottopose a controllo empirico anche H_3 . Anche in questo caso, si chiese quali predizioni osservabili conseguissero dall'ipotesi. Pensò così che, se la contaminazione da particelle cadaveriche fosse stata all'origine della febbre puerperale (H_3), allora, in presenza di opportune misure antisettiche in grado di eliminare chimicamente il materiale infettivo dalle mani di medici e studenti, l'incidenza della malattia nel primo reparto sarebbe dovuta scendere ai livelli del secondo (E). Emise perciò una direttiva che, a partire dal maggio del 1847, faceva obbligo di lavarsi le mani con una soluzione di ipoclorito di calcio prima di procedere alla visita delle pazienti. La mortalità per febbre puerperale nel suo reparto cominciò ben presto a diminuire, e per il 1848 calò fino all'1,27%, a fronte dell'1,33% registrato nel secondo reparto. In tal modo, H_3 risultava confermata dagli esiti dell'esperimento. Tale conferma appariva inoltre molto forte, per il fatto che l'effetto osservato a seguito del lavaggio delle mani sarebbe apparso altamente sorprendente alla luce della sola conoscenza di sfondo.

ESEMPIO 4. *L'“ipotesi del lavandino” nella patogenesi dell'AIDS (seconda parte)*. La medicina sperimentale contemporanea ha elaborato diversi metodi per indagare la “dinamica” di diverse famiglie di cellule del corpo umano *in vivo*. Una delle procedure più ingegnose e affidabili per questo tipo di osservazioni può essere descritta sinteticamente come segue. In primo luogo, si somministra a un individuo (per via orale, o per iniezione) una sostanza (come glucosio o acqua) che è stata arricchita con deuterio, un isotopo dell'idrogeno – la cui assunzione non presenta rischi – che viene incorporato nella sintesi del DNA durante la riproduzione cellulare. In seguito, a scadenze di tempo appo-

sitamente programmate, vengono prelevati opportuni campioni di tessuto o di sangue. Le cellule della popolazione di interesse vengono quindi purificate in laboratorio e sottoposte alla misurazione dell'arricchimento isotopico del DNA. In tal modo si rileva la proporzione di DNA isotopico in funzione del tempo, dalla quale attraverso metodi di calcolo standard si possono stimare dati come il tasso di riproduzione o la sopravvivenza media nella popolazione di cellule interessate.

Le tecniche sperimentali appena descritte si sono rivelate decisive per sottoporre a controllo l'ipotesi di Ho e colleghi (*H*) sulla patogenesi dell'AIDS. Come si ricorderà (si veda l'Esempio 2), tale ipotesi postulava – e rappresentava matematicamente – un frenetico turnover dei linfociti CD4+ durante l'infezione da HIV. Dall'ipotesi *H* si poteva perciò derivare deduttivamente una ben precisa predizione (*E*): il calcolo sperimentale del tasso di riproduzione dei linfociti CD4+ in pazienti HIV-positivi (ma non sottoposti a trattamento antiretrovirale) avrebbe dovuto rivelare, in media, livelli significativamente più alti di quelli fisiologici ottenuti in pazienti comparabili ma HIV-negativi. In un importante studio sulla dinamica dei linfociti CD4+, Hellerstein *et al.* (1999) non osservarono però alcuna differenza fra i due gruppi, mostrando che la previsione *E* risultava smentita e falsificando così l'"ipotesi del lavandino". Riferendosi ai lavori di Ho e colleghi, Hellerstein e collaboratori esplicitarono le conseguenze negative dello studio, rilevando che in base ai loro risultati "alcuni modelli possono essere esclusi" (ivi, p. 86). Nel commentare gli stessi risultati, un altro affermato studioso del settore concluse che essi "pongono fine a quattro anni di avvincente (sebbene spesso aspro) dibattito riguardo all'ipotesi della produzione/distruzione dei linfociti CD4+", vale a dire appunto riguardo all'"ipotesi del lavandino" (si veda Pantaleo 1999).¹⁰

5. Le ipotesi causali e i metodi di Mill nelle scienze mediche

5.1. Le ipotesi causali

Le ipotesi formulate nella ricerca scientifica spesso riguardano relazioni *causali*. Un'ipotesi di questo genere, vale a dire un'*ipotesi causale*, asserisce che eventi di un determinato tipo causano eventi di un altro tipo o, in altri termini, che una determinata *condizione* o *circostanza* è causa di un certo *fenomeno*.

¹⁰ Per una ricostruzione più dettagliata di questo episodio della ricerca sulla patogenesi dell'AIDS, del suo contesto storico e dei suoi sviluppi, rimandiamo a Crupi (2007).

Come ogni altro genere di ipotesi, le ipotesi causali possono figurare come conclusioni di inferenze induttive. L'induzione di ipotesi causali può essere utilmente guidata da *metodi di induzione eliminativa*, così chiamati perché mirano all'eliminazione di tutte le ipotesi causali considerate all'inizio di un processo di indagine ad eccezione di una, che viene così inferita induttivamente in base alle informazioni disponibili. Questi metodi – già definiti da Francesco Bacone (1561-1626) e poi ripresi da John F. W. Herschel (1792-1871) e soprattutto da John Stuart Mill (1806-73) – sono generalmente noti come “metodi di Mill”. Come vedremo a breve, i metodi di Mill forniscono una buona rappresentazione di forme di ragionamento induttivo spontaneamente adottate da coloro che – nella vita quotidiana e nella scienza – si propongono di valutare ipotesi che specificano i rapporti causali fra determinati aspetti, proprietà o fattori qualitativi. A questo proposito occorre segnalare che almeno fino alla metà del Novecento la maggior parte delle ipotesi causali nella ricerca medica avevano carattere qualitativo, e che ancora oggi questo tipo di ipotesi causali svolge un ruolo centrale nelle scienze mediche. Di conseguenza, una forma assai diffusa di ragionamento induttivo tra i ricercatori medici era ed è ancora oggi costituita dall'impiego tacito e spontaneo di schemi di inferenza essenzialmente riconducibili ai metodi di Mill.¹¹

Come si è detto, ipotesi causali della forma $H = \text{“La condizione } C \text{ è causa del fenomeno } F\text{”}$ sono comuni nelle scienze empiriche, ma il loro significato non è affatto privo di ambiguità. Vi sono infatti almeno due modi fondamentalmente diversi in cui H può essere interpretata. H è spesso intesa come l'affermazione che C è condizione *necessaria* per il verificarsi di F , cioè come l'asserzione che, in assenza di C , F non può accadere. Per esempio, affermando che il bacillo di Koch – cioè il *Mycobacterium tuberculosis* – causa la tubercolosi si intende che la tubercolosi non può insorgere senza il bacillo. D'altra parte, H può anche essere intesa come l'affermazione che C è condizione *sufficiente* del verificarsi di F , cioè come l'asserzione che, in presenza di C , F non può non accadere. Per esempio, si può dire che la decapitazione è causa sufficiente della morte.

Come notato da Fletcher e Fletcher (2005, p. 3), la conoscenza delle cause delle malattie – che nei manuali di medicina sono solitamente discusse sotto i titoli di “eziologia”, “patogenesi” e simili – costituisce un essenziale contributo delle scienze mediche alla pratica clinica. Tale conoscenza guida infatti i medici nel loro approccio a fondamentali compiti clinici quali la prevenzione,

¹¹ Non è quindi un caso che Copi e Cohen (2001), uno dei più completi e diffusi manuali di logica informale, illustri i metodi di Mill attraverso circa tre dozzine di esempi tratti dalla storia, anche recente, della medicina.

la diagnosi e il trattamento. Le notevoli implicazioni cliniche della conoscenza delle cause delle malattie stanno alla base del forte interesse per le ipotesi causali che è da sempre un tratto distintivo delle scienze mediche. Si pensi, per esempio, alla scoperta che C è condizione necessaria della malattia F , cioè alla scoperta che F non può presentarsi in assenza di C . Tale scoperta dà fondamento, tra l'altro, alla ricerca terapeutica: infatti, l'eliminazione della malattia F sarebbe garantita dall'identificazione di interventi opportuni in grado di rimuovere la sua condizione necessaria C . Molti successi nel contrasto delle malattie infettive si sono basati precisamente su ricerche di questo genere: si è dapprima scoperto che un certo tipo di germe era condizione necessaria di una malattia, per poi individuare sostanze o strumenti in grado di debellare quel germe così da evitare anche l'insorgenza della malattia.¹²

La distinzione fra condizioni necessarie e condizioni sufficienti rimuove solo in parte l'ambiguità associata all'impiego di ipotesi causali. Essa ci permette comunque di stabilire una stretta relazione fra i due tipi di ipotesi causali e le corrispondenti *ipotesi di regolarità*. A dispetto delle diverse interpretazioni della causalità discusse nella letteratura filosofica (sulle quali ci è impossibile soffermarci in questa sede), vi è infatti ampio consenso sulle due considerazioni che seguono:

- (i) dall'ipotesi causale " C è condizione necessaria di F " consegue l'ipotesi di regolarità "se non si presenta C , allora non si presenta neppure F ";
- (ii) dall'ipotesi causale " C è condizione sufficiente di F " consegue l'ipotesi di regolarità "se si presenta C , allora si presenta anche F ".

Occorre notare che in virtù di (i) e (ii) è possibile eliminare un'ipotesi causale se, sulla base di osservazioni, l'ipotesi di regolarità che ne consegue risulta falsificata. Come emergerà nel seguito, questa semplice considerazione apre la strada all'applicazione dei metodi di Mill nella valutazione di ipotesi causali. Per questo motivo, e per semplicità di esposizione, parleremo d'ora in poi liberamente di "ipotesi causali" anche in riferimento alle corrispondenti ipotesi di regolarità.

¹² Storicamente, il ruolo delle ipotesi causali nella ricerca medica è emerso in modo esplicito e sistematico a partire dalla seconda metà dell'Ottocento nell'ambito dell'approccio metodologico biosperimentale, o fisiopatologico, caratterizzato appunto dal tentativo di elaborare spiegazioni causali delle malattie. A questo riguardo, Corbellini (2007, pp. 26 ss.) nota che i due ricercatori ai quali si deve la sistematizzazione di questo approccio – Claude Bernard (1813-78) e Carl Ludwig (1816-95) – sostengono una concezione del metodo sperimentale in medicina largamente coincidente con quella elaborata da Mill.

5.2. *Il metodo della concordanza*

Nel suo *Sistema di logica deduttiva e induttiva* (1843), Mill delinea cinque metodi induttivi. Qui ci occuperemo solo dei primi due (per molti versi i più fondamentali), noti come metodo della concordanza e della differenza, che si applicano rispettivamente alle condizioni necessarie e alle condizioni sufficienti di un determinato fenomeno. Come vedremo, ciascuno dei due metodi consente di selezionare – come conclusione di un’appropriata inferenza induttiva – una specifica ipotesi causale a dispetto di altre inizialmente considerate.

Supponiamo di avere formulato un’ipotesi iniziale secondo la quale la condizione necessaria del fenomeno F è una fra le condizioni C_1, \dots, C_5 . Possiamo denotare tale ipotesi iniziale come la disgiunzione $D = “H_1, \text{ oppure } \dots, \text{ oppure } H_5”$, dove H_i è l’ipotesi che C_i è condizione necessaria di F . Il metodo della concordanza viene impiegato per eliminare dalla lista C_1, \dots, C_5 delle possibilità inizialmente ammesse da D almeno alcune tra le condizioni non necessarie di F . Eliminare una condizione C_i dal novero delle possibili condizioni necessarie di F significa mostrare che in qualche caso F si presenta anche in assenza di C_i . Di conseguenza, il metodo della concordanza richiede di esaminare casi in cui si presenta F e di controllare, per ciascuna condizione C_i , se essa è presente oppure no. L’applicazione del metodo della concordanza è illustrata dall’acquisizione dell’evidenza E relativa dall’osservazione dei tre casi rappresentati nella Tavola 1, in cui viene registrata, per ciascun caso, la presenza (+) o assenza (–) delle condizioni C_1, \dots, C_5 .

Tavola 1

Caso	Possibili condizioni necessarie					Fenomeno F
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	
1	+	+	+	–	–	+
2	+	+	–	–	+	+
3	+	–	–	+	+	+

Vediamo che le condizioni C_2, \dots, C_5 si presentano in alcuni casi, ma non in tutti: ciò significa che nessuna di esse è condizione necessaria di F . Possiamo quindi concludere deduttivamente, sulla base dell’evidenza E , che le corrispondenti ipotesi causali H_2, \dots, H_5 sono false. L’unica condizione che non viene eliminata da E è C_1 , poiché essa si presenta in tutti e tre i casi considerati. La circostanza per cui i casi considerati concordano nella presenza di una sola specifica condizione, eliminando in tal modo tutte le altre, è ciò che suggerisce di denominare il primo metodo milliano come “metodo della concordanza”.

Si noti che, anche se E esclude tutte le ipotesi considerate in D tranne la sola H_1 , non è possibile concludere che E verifica H_1 , nel senso di implicarla logicamente. Infatti, resta logicamente possibile che H_1 sia falsa anche se E è vera, dal momento che i tre casi descritti da E non ci permettono in alcun modo di escludere che prima o poi ci imbatteremo in un ulteriore caso in cui la concordanza viene meno, essendo C_1 assente pur in presenza di F . Se ciò accadesse, significherebbe evidentemente che le vere condizioni necessarie di F non erano incluse nella lista contemplata dall'ipotesi iniziale D , per quanto essa potesse apparire inizialmente plausibile. Ciò significa che non è possibile *dedurre* H_1 dall'evidenza empirica E , e quindi che – diversamente da quanto talora suggerito in alcune esposizioni divulgative dei metodi di Mill – il metodo della concordanza *non* consente di raggiungere, sulla base dell'evidenza empirica, la certezza che una determinata ipotesi causale è vera. Ciò che invece il metodo consente di elaborare è un'inferenza induttiva, e più precisamente – come ora mostreremo – un particolare tipo di conferma relativizzata.

In molti casi analoghi a quello che abbiamo appena descritto, sembra naturale sottoscrivere le seguenti valutazioni comparative di plausibilità:

(i) Alla luce della conoscenza di sfondo S , D è più plausibile di H_1 .

In riferimento a (i) è sufficiente osservare che D contempla una lista di possibili condizioni necessarie di F più estesa della sola C_1 indicata da H_1 .

(ii) D è almeno altrettanto plausibile alla luce di $(S \& E)$ di quanto lo era alla luce di S .

In riferimento a (ii), si noti che E non falsifica D né, più in generale, fornisce ragioni per ritenerla meno plausibile.

(iii) Alla luce di $(S \& E)$, D è tanto plausibile quanto lo è H_1 .

In riferimento a (iii), si noti che l'evidenza E “restringe” le ipotesi ammesse da D alla sola H_1 , escludendo tutte le altre.

È facile vedere che (i)-(iii) hanno come conseguenza:

(iv) H_1 è più plausibile alla luce di $(S \& E)$ che alla luce di S .

Notiamo a questo punto che, come si è chiarito più sopra (si veda il paragrafo

2.2), sottoscrivere l'asserzione (iv) equivale a effettuare la seguente inferenza di conferma relativizzata:

$$\begin{array}{l} 0. \quad S \\ 1. \quad E \\ \quad = \\ \quad H_1. \end{array}$$

Prima di passare all'esposizione del metodo milliano della differenza, presenteremo sinteticamente un esempio di applicazione del metodo della concordanza nella ricerca medica.

ESEMPIO 5. *Le cause genetiche del morbo di Alzheimer.* Dopo avere esaminato centinaia di famiglie colpite dal morbo di Alzheimer, un gruppo di ricerca dell'Università di Washington è riuscito a eliminare una dopo l'altra tutte le possibili cause genetiche del morbo inizialmente ipotizzate – in base alla considerazione che ciascuna di esse era assente in alcuni pazienti – con l'eccezione di una, costituita dalla presenza di una piccola zona con caratteristiche peculiari sul cromosoma 14 (Schellenberg *et al.* 1992). Risultò in tal modo confermato il ruolo causale di questa anomalia, presente solo negli ammalati, come condizione necessaria del morbo.¹³

5.3. Il metodo della differenza

Supponiamo ora di avere formulato un'ipotesi iniziale secondo la quale la condizione sufficiente del fenomeno F è una fra le condizioni C_1, \dots, C_5 . Anche in questo caso, denotiamo tale ipotesi iniziale come la disgiunzione $D = "H_1, \text{ oppure } \dots, \text{ oppure } H_5"$, dove H_i è l'ipotesi che C_i è condizione sufficiente di F . Il metodo della differenza viene impiegato per eliminare dalla lista C_1, \dots, C_5 delle possibilità inizialmente ammesse da D almeno alcune tra le condizioni non sufficienti di F . Eliminare una condizione C_i dal novero delle possibili condizioni sufficienti di F significa mostrare che in qualche caso, pur presenza di C_i , F non si presenta. Di conseguenza, il metodo della differenza richiede di esaminare casi in cui *non* si presenta F e di controllare, per ciascuna condizione C_i , se essa è presente oppure no. L'applicazione del metodo della differenza è

¹³ L'esempio è tratto da Copi e Cohen (2001, p. 498), che lo impiegano con scopi simili.

illustrata dall'acquisizione dell'evidenza E relativa dall'osservazione dei tre casi rappresentati nella Tavola 2.

Caso	Possibili condizioni sufficienti					Fenomeno
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	F
1	–	–	–	+	+	–
2	–	–	+	+	–	–
3	–	+	+	–	–	–

Si può vedere che la Tavola 2 si ottiene dalla Tavola 1 sostituendo, in ogni occorrenza, “+” con “–”, e viceversa. Avremmo, naturalmente, potuto considerare una tavola diversa. Il riferimento a due tavole speculari, tuttavia, sottolinea la somiglianza strutturale fra il metodo della concordanza e il metodo della differenza. Esso permette altresì di riprodurre immediatamente, *mutatis mutandis*, le osservazioni fatte a proposito della Tavola 1, con le seguenti conclusioni: (i) l'evidenza E rappresentata nella Tavola 2 conduce all'eliminazione di tutte le possibili condizioni sufficienti considerate dall'ipotesi disgiuntiva D tranne C_1 ; (ii) l'ipotesi causale H_1 – secondo la quale C_1 è condizione sufficiente di F – è induttivamente confermata da E (relativamente alla conoscenza di sfondo S).

Nell'esempio della Tavola 2, C_1 è assente in tutti e tre i casi considerati. Ciò significa che i tre casi concordano tra di loro per l'assenza di C_1 . Non risulta quindi per nulla evidente il significato dell'espressione “metodo della differenza”, coniata da Mill. Tale espressione è invece suggerita dal particolare tipo di esempi – rappresentato nella Tavola 3 – che Mill impiega per illustrare il suo metodo per la ricerca di cause sufficienti.

Caso	Possibili condizioni sufficienti					Fenomeno
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	F
1	+	+	+	+	+	+
2	–	+	+	+	+	–

Vediamo qui che la sola *differenza* tra il caso in cui il fenomeno F si verifica (caso 1) e quello in cui non si verifica (caso 2) è costituita dalla presenza di C_1 nel primo e dalla sua assenza nel secondo. Con riferimento a esempi del tipo

illustrato nella Tavola 3, Mill formula il metodo della differenza in questi termini: se abbiamo osservato un caso in cui si verifica il fenomeno F e un altro in cui non si verifica, e se la sola differenza è la presenza di una determinata condizione C_i nel primo soltanto dei due casi considerati, allora possiamo indurre la corrispondente ipotesi causale H_i , secondo la quale C_i è condizione sufficiente di F . Mill delinea quindi il metodo della differenza con riferimento a un particolare genere di evidenza, caratterizzata dall'osservazione di due soli casi. Occorre comunque notare che tale formulazione è pienamente compatibile con quella da noi presentata in precedenza. L'osservazione del caso 2, infatti, conduce all'eliminazione delle ipotesi H_2, \dots, H_5 , confermando così H_1 . A nostro avviso, il caso 1 – che pure risulta logicamente ridondante, nel senso che non conduce all'eliminazione di alcuna delle possibili condizioni sufficienti considerate – viene comunque presentato da Mill per sottolineare che l'ipotesi iniziale è appunto D e che essa è compatibile con le osservazioni svolte.

Il seguente esempio illustra un'importante classe di applicazioni del metodo della differenza nelle scienze mediche.

ESEMPIO 6. *Il metodo degli interventi simulati.* Nelle scienze biomediche un procedimento tradizionalmente impiegato per comprendere le funzioni fisiologiche di un organo consiste nella sua rimozione chirurgica effettuata in animali da laboratorio e nell'attenta osservazione degli effetti che ne conseguono. La rimozione chirurgica, tuttavia, è normalmente accompagnata da alcune circostanze collaterali, quali la concomitante lesione o asportazione di altri organi durante l'intervento e lo stress postoperatorio. Di conseguenza, è difficile stabilire se gli effetti osservati dipendano dall'una o dall'altra fra le possibili condizioni sufficienti che si sono determinate con l'intervento, vale a dire dalla rimozione dell'organo in questione o da qualcuna delle circostanze concomitanti. Per far fronte a questo problema, Claude Bernard propose il suo metodo degli *interventi simulati*. Per stabilire se la scomparsa (o l'attenuazione) di un certo processo fisiologico riscontrato in una animale dovesse essere attribuita alla rimozione di un determinato organo o a qualcuna delle altre circostanze collaterali associate all'intervento chirurgico, Bernard suggerì di prendere un animale del tutto simile sul quale effettuare un intervento diverso dal primo per la mancata rimozione dell'organo, ma identico a esso per tutti gli altri aspetti rilevanti (modalità di incisione, durata ecc.). Indichiamo quindi con F la scomparsa (o attenuazione) di un certo processo fisiologico, con R la rimozione dell'organo e con C_1 - C_3 le circostanze collaterali associate all'intervento chirurgico. Supponiamo poi che i risultati ottenuti nell'intervento di rimozione e in quello simulato siano compendati nella Tavola 4.

Tavola 4

Caso	<i>Possibili condizioni sufficienti</i>				<i>Effetti fisiologici</i>
	<i>R</i>	<i>C₁</i>	<i>C₂</i>	<i>C₃</i>	<i>F</i>
1. Intervento di rimozione	+	+	+	+	+
2. Intervento simulato	-	+	+	+	-

Secondo il metodo milliano della differenza, i dati della Tavola 4 conducono all'eliminazione di C_1 - C_3 come possibili condizioni sufficienti di F , confermando induttivamente l'ipotesi causale che tale effetto vada attribuito a R , cioè alla rimozione dell'organo.¹⁴

6. Osservazioni conclusive

L'idea, oggi largamente accettata, che la filosofia della scienza debba basarsi su una conoscenza approfondita della storia delle scienze ha spinto gli studiosi ad analizzare le procedure, i problemi e i fondamenti delle singole discipline scientifiche. In tal modo, a partire dall'ambito della filosofia *generale* della scienza – rivolta a problemi metodologici di ampia portata relativi a qualunque indagine scientifica – si sono ramificate e sviluppate diverse filosofie *speciali* delle scienze, quali la filosofia della fisica, la filosofia della biologia o la filosofia dell'economia.¹⁵ A queste pare del tutto naturale affiancare anche la *filosofia delle scienze mediche*.¹⁶ Di fatto, però, quasi nessuno dei più importanti filosofi della scienza del Novecento ha discusso dettagliatamente esempi illustrativi delle forme di ragionamento usate dai ricercatori medici. Si tratta di una circostanza alquanto sorprendente, considerato che la filosofia generale della scienza, per sua natura, può utilmente avvalersi di esempi tratti dai più disparati settori della ricerca scientifica. Per di più, a quanto ci risulta,

¹⁴ Sulle relazioni concettuali fra il metodo della differenza di Mill e le considerazioni metodologiche di Bernard si veda Schaffner (1993, pp. 145-152). Schaffner nota che la raccomandazione, su cui Bernard insisteva con particolare vigore, di effettuare sempre interventi simulati nelle indagini sulle funzioni degli organi è stata ampiamente accolta. L'intervento simulato costituisce infatti una procedura di controllo ormai diffusa in questo tipo di ricerche. Negli anni sessanta del Novecento è stata utilizzata, per esempio, nelle indagini sperimentali sulle funzioni del timo.

¹⁵ Per un'utile panoramica, si veda Vassallo (2003).

¹⁶ Si vedano Corbellini (2003), Federspil *et al.* (2008), Giaretta *et al.* (2008), Wulff, Stig e Rosenberg (1990).

un'indagine sistematica delle forme di ragionamento coinvolte nella ricerca medica non è ancora stata tentata neanche dagli stessi studiosi di filosofia delle scienze mediche.¹⁷ Per questi motivi, la trattazione qui presentata deve essere considerata ampiamente preliminare, e tale da lasciare inevitabilmente ai margini molti temi che altrimenti meriterebbero un'analisi più approfondita. In conclusione, vorremmo segnalarne soprattutto due.

In primo luogo, concentrandoci sulla *valutazione* di ipotesi, abbiamo tralasciato di discutere le forme di ragionamento eventualmente coinvolte nella *scoperta* – cioè nella generazione ed elaborazione – delle ipotesi. La possibilità di una “logica della scoperta” è tema di dibattito ricorrente in filosofia della scienza, che si ripropone nelle scienze mediche come nelle altre discipline. Il lettore interessato può fare riferimento ad alcuni classici testi sull'argomento, come Nickles (1980) e Simon (1977), e a Schaffner (1993, cap. 2) e Thagard (1999) per trattazioni più direttamente legate alla medicina.

In secondo luogo, abbiamo limitato la nostra discussione a ipotesi che potessero essere interpretate ed espone in termini qualitativi. Siamo ben consapevoli, d'altra parte, che le ipotesi di carattere quantitativo – e in particolare le ipotesi statistiche – rivestono un interesse significativo per la scienza medica contemporanea, soprattutto a seguito dell'avvento e degli sviluppi dell'epidemiologia clinica. Basti pensare alle ipotesi statistiche relative alla prevalenza di una determinata patologia, alla sensibilità e specificità di un test diagnostico o alle correlazioni fra una certa condizione – come un fattore di rischio, o un trattamento terapeutico – e le sue possibili conseguenze. Riteniamo comunque che la valutazione di ipotesi quantitative di questo tipo possa essere ricostruita attraverso opportune estensioni e raffinamenti delle forme di ragionamento qui espone.¹⁸ Resta inteso, tuttavia, che tale suggerimento dovrà trovare attuazione in altra sede.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- ANTISERI, D. (1977): “Introduzione”, nell'edizione italiana di Semmelweis (1861).
 ASCHER, M.S. *et al.* (1995): “Paradox Remains”, *Nature*, 375, p. 196.

¹⁷ Il punto di riferimento più ricco di spunti resta a tutt'oggi Schaffner (1993) (si vedano in particolare i capp. 4 e 5).

¹⁸ Pensiamo, in particolare, all'arricchimento degli strumenti logici qui impiegati attraverso l'esplicito riferimento alla teoria della probabilità in una prospettiva bayesiana. Per un'introduzione ormai classica alla filosofia della scienza bayesiana, si veda Howson e Urbach (1993), a cui ci permettiamo di aggiungere Festa (1996) e (1999).

- CÉLINE L. F. (1952): *Semmelweis*, Paris: Gallimard (trad. it. *Il dottor Semmelweis*, Milano: Adelphi 2006).
- COPI, I. M. e COHEN, C. (2001): *Introduction to Logic*, New York: MacMillan (trad. it. *Introduzione alla logica*, Bologna: Il Mulino 2002).
- CORBELLINI, G. (2003): “Filosofia della medicina”, in Vassallo (2003).
 ——— (2007): *EBM. Medicina basata sull’evoluzione*, Roma-Bari: Laterza.
- CRUPI, V. (2007): “The Sink and the Murder Scene: Rise and Fall of a Causal Model in AIDS Pathogenesis”, *L&PS – Logic & Philosophy of Science*, 5, pp. 9-32.
- FEDERSPIL, G. (1980): *I fondamenti del metodo in medicina clinica e sperimentale*, Padova: Piccin.
- FEDERSPIL, G. *et al.* (a cura di) (2008): *Filosofia della medicina*, Milano: Raffaello Cortina.
- FESTA, R. (1996): *Cambiare opinione. Temi e problemi di epistemologia bayesiana*, Bologna: CLUEB.
 ——— (1999): “Bayesian Confirmation”, in M. C. Galavotti e A. Pagnini (a cura di), *Experience, Reality, and Scientific Explanation*, Dordrecht: Kluwer.
- FLETCHER, R. H. e FLETCHER, S. W. (2005): *Clinical Epidemiology: The Essentials*, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- GIARETTA, P. *et al.* (a cura di) (2009): *Filosofia della medicina*, Bologna: Il Mulino.
- GILLIES, D. (2005): “Hempelian and Kuhnian Approaches in the Philosophy of Medicine: The Semmelweis Case”, *Studies in the History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 36, pp. 195-181.
- GIORELO, G. e MORIGGI, S. (2004): “Tra diagnosi e scoperta. Una rilettura del caso Semmelweis”, in G. Federspil e P. Giaretta (a cura di), *Forme della razionalità medica*, Soveria Mannelli: Rubbettino.
- HACKING, I. (2001): *An Introduction to Probability and Inductive Logic*, Cambridge: Cambridge University Press (trad. it. *Introduzione alla probabilità e alla logica induttiva*, Milano: Il Saggiatore 2005).
- HELLERSTEIN, M. *et al.* (1999): “Directly Measured Kinetics of Circulating T-lymphocytes in Normal and HIV-1 Infected Humans”, *Nature Medicine*, 5, pp. 83-89.
- HEMPEL, C. G. (1966): *Philosophy of Natural Science*, Englewood Cliffs (N.J.): Prentice Hall (trad. it. *Filosofia delle scienze naturali*, Bologna: Il Mulino 1980).
- HO, D.D. *et al.* (1995): “Rapid Turnover of Plasma Virions and CD4 Lymphocytes in HIV-1 Infection”, *Nature*, 373, pp. 123-126.
- HOWSON, C. e URBACH, P. (1993): *Scientific Reasoning: The Bayesian Approach*, La Salle (Ill.): Open Court.

- HURLEY, P. J. (1999): *A Concise Introduction to Logic*, Belmont (Calif.): Wadsworth.
- JOHANSSON, I. e LYNØE N. (2009): *Medicine and Philosophy: A Twenty-First Century Introduction*, Frankfurt a.M.: Ontos Verlag.
- LIPTON, P. (2004), *Inference to the Best Explanation*, 2nd edition, London: Routledge.
- MADDOX, J. (1995): “More Conviction on HIV and AIDS”, *Nature*, 377, p. 1.
- NICKLES, T. (a cura di) (1980): *Scientific Discovery: Case Studies*, Dordrecht: Reidel.
- NIINILUOTO, I. (1999): “Defending abduction”, *Philosophy of Science*, 66 Supplement, pp. S436-S451.
- PANTALEO, G. (1999): “Unraveling the strands of HIV’s Web”, *Nature Medicine*, 5, pp. 27-28.
- PERA, M. (1983): “Per una teoria induttivista della diagnosi clinica e della scoperta medica”, in C. Scandellari e G. Federspil (a cura di), *Scoperta e diagnosi in medicina. Discussioni sul metodo*, Padova: Piccin.
- SALMON, W. C. (1983): *Logic*, Englewood Cliffs (N.J.): Prentice Hall.
- SCHAFFNER, K. F. (1993): *Discovery and Explanation in Biology and Medicine*, Chicago (Ill.): The University of Chicago Press.
- SCHELLENBERG, G. D. *et al.* (1992): “Genetic Linkage Evidence for a Familial Alzheimer’s Disease Locus on Chromosome 14”, *Science*, 258, pp. 668-671.
- SEMMELWEIS, I. F. (1861): *Die Ätiologie, der Begriff und die Prophylaxis des Kindbettfiebers*, Wien-Leipzig: Hartlebens Verlag (trad. it. *Come lavora uno scienziato. Eziologia, concetto e profilassi della febbre puerperale*, Roma: Armando 1977).
- SIMON, H. (1977): *Models of Discovery and Other Topics in the Methods of Science*, Dordrecht: Reidel.
- SHEPPARD, H. W., ASCHER, M. S. e KROWKA, J. F. (1993): “Viral Burden and HIV Disease”, *Nature*, 364, p. 291.
- SKYRMS, B. (1999): *Choice and Chance: An Introduction to Inductive Logic*, 4th edition, Belmont (Calif.): Wadsworth (trad. it. della prima edizione *Introduzione alla logica induttiva*, Bologna: Il Mulino 1974).
- THAGARD, P. (1999): *How Scientists Explain Disease*, Princeton (N.J.): Princeton University Press (trad. it. *La spiegazione scientifica della malattia*, Milano: McGraw-Hill 2000).
- VARZI, A., NOLT, J. e ROHATYN, D. (1998): *Logic*, New York: McGraw-Hill (trad. it. *Logica*, Milano: McGraw Hill 2007).
- VASSALLO, N. (a cura di) (2003): *Filosofie delle scienze*, Torino: Einaudi.
- VINEIS, P. (1999): *Nel crepuscolo della probabilità. La medicina tra scienza ed etica*, Torino: Einaudi.

WEI, X. *et al.* (1995): “Viral Dynamics in Human Immunodeficiency Virus Type 1 Infection”, *Nature*, 373, pp. 117-122.

WULFF, H.R., STIG, A.P. e ROSENBERG, R. (1990): *Philosophy of Medicine: An Introduction*, Oxford: Blackwell (trad. it. *Filosofia della medicina*, Milano: Raffaello Cortina 1995).