



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

**DIPARTIMENTO DI FILOSOFIA, SOCIOLOGIA, PEDAGOGIA E
PSICOLOGIA APPLICATA**

CORSO DI LAUREA IN FILOSOFIA

Le spiegazioni statistiche: origine e sviluppi del dibattito

Relatore:

Ch.ma Prof. Marzia Soavi

Laureando:

Luigi Zannier

Matricola n. 1174911

ANNO ACCADEMICO 2021- 2022

Introduzione

Perché l'elettrone e_1 ha attraversato la barriera di potenziale? Perché il paziente è guarito dall'infezione da streptococco? Perché il volume del gas è aumentato? Molto probabilmente, ci ritroveremo a rispondere a domande di questo tipo utilizzando delle leggi di tipo probabilistico. La scienza o meglio *le scienze*, al plurale, utilizzano spesso le spiegazioni statistiche. Sono principalmente tre i motivi per cui vi si ricorre, afferma Micheal Strevens (Strevens 2014). In primo luogo si possono citare i casi di fenomeni fondamentalmente e irriducibilmente indeterministici, di cui non è possibile quindi dare una spiegazione determinista. È il caso dei fondamenti della materia descritti dalle leggi della meccanica quantistica. Le spiegazioni dei fenomeni quantistici risultano probabilistiche per ragioni metafisiche. A livello macroscopico i fenomeni perdono il loro carattere probabilistico, ma talvolta, per ragioni epistemiche, ne forniamo una spiegazione probabilistica, in quanto il miglior modello scientifico che descrive tali fenomeni ha una formulazione statistica. Questo secondo tipo di spiegazioni probabilistiche di fenomeni deterministici sono usate di frequente, ad esempio, in medicina e in biologia. Infine esistono casi in cui i processi che producono i fenomeni sono particolarmente complessi, per cui il fenomeno da spiegare può essere prodotto in molti modi diversi. Nei sistemi complessi astrarre dai dettagli sembra avere un potere esplicativo maggiore rispetto all'analisi minuziosa. Spiegare tali fenomeni significa mettere in rilievo i fattori di predisposizione che rendono l'accadimento del fenomeno altamente probabile; ne troviamo degli esempi nella meccanica statistica.

Tutti e tre i casi hanno ricevuto e ricevono tutt'ora le attenzioni dei filosofi della scienza, i quali a partire dagli anni '60 hanno cercato di sviluppare dei modelli di spiegazioni scientifica che riuscissero a renderne conto. In questo saggio cercheremo di ricostruire il dibattito dalle sue origini sino agli anni '90 trattando le posizioni degli autori più influenti. Partiremo da Carl G. Hempel, che formula il primo modello di spiegazione statistica cercando di coniugarlo a quello nomologico-deduttivo. È un matrimonio poco felice quello tra i due modelli: la necessità di tenere insieme istanze diverse comporta alcuni problemi che minano il modello statistico-induttivo. È principalmente Wesley C. Salmon, il nostro secondo autore, a mettere in luce le problematiche alla base. Il suo tentativo è quello di sviluppare un modello onnicomprensivo che sia valido tanto per i fenomeni deterministici quanto per quelli probabilistici. L'obiettivo è mostrare come tutti i fenomeni probabilistici abbiano una spiegazione. Il nostro terzo autore, Philip Kitcher, ridimensiona le aspirazioni di Salmon: tutti i fenomeni probabilistici possono avere una spiegazione, il fatto è che non tutte le *domande* (in particolare quelle riguardanti i casi singoli) hanno una risposta. Infine, verrà mostrata brevemente anche la posizione di James Woodward, in quanto modello di stampo hempeliano coerente ed efficace anche alla luce delle spiegazioni statistiche.

Nella conclusione metteremo in rilievo gli snodi del dibattito. L'obiettivo del saggio è mettere in evidenza la nascita degli elementi della spiegazione ritenuti fondamentali, la *contrastività* e la *causalità*, e come essi si rapportino rispetto alla necessità di rendere conto dei fenomeni probabilistici. Lungo tutta la trattazione verrà

dato particolare spazio al contesto teorico secondo cui i due elementi fondamentali della spiegazione vengono declinati. Il motivo sta nel fatto che uno dei problemi maggiori è coniugare il contesto teorico della spiegazione in generale con la necessità di spiegare fenomeni intrinsecamente probabilistici, fenomeni deterministici ma aventi una spiegazione statistica e fenomeni deterministici complessi che risultano maggiormente intelleggibili a livello più astratto tramite leggi statistiche. Vedremo che i tre tipi di spiegazioni di Strevens comportano problematiche diverse, non a caso spesso i diversi tipi di fenomeni probabilistici fungeranno proprio da controesempi ai modelli della spiegazione. Per raggiungere l'obiettivo, ho scelto di concentrarmi sugli autori principali che fungono da snodi del dibattito.

1. Carl G. Hempel

1.1 – Introduzione al modello Nomologico-Deduttivo (N-D)

“Forty years ago a remarkable event occurred. Carl G. Hempel and Paul Oppenheim published an essay, "Studies in the Logic of Explanation," which was truly epoch-making [...] A large preponderance of the philosophical work on scientific explanation in the succeeding four decades has occurred as a direct or indirect response to this article” (Salmon 1989, 3-4). Era con queste parole che Wesley Salmon descriveva a quarant'anni di distanza l'importanza e l'influenza del modello di spiegazione scientifica elaborato da Carl Gustav Hempel e Paul Oppenheim nel loro saggio del secondo Dopoguerra. Tale modello assumerà il nominativo di “received view”.

Secondo Hempel, un evento si spiega “by subsuming it under general laws, i.e., by showing that it occurred in accordance with those laws, by virtue of the realization of certain specified antecedent conditions” (Hempel-Oppenheim 1948, 136). In che senso l'evento va sussunto sotto leggi generali? Possiamo rispondere a tale domanda affrontando le caratteristiche della spiegazione scientifica. Secondo Hempel, una spiegazione può essere divisa in *explanandum*, un'asserzione che descrive il fenomeno da spiegare, ed *explanans*, una classe di asserzioni utilizzate per spiegare il fenomeno in questione. Egli formula quattro condizioni di adeguatezza, le prime tre di carattere logico e l'ultima di carattere empirico, che l'argomento deve rispettare per costituire una spiegazione potenziale:

- (R1): “L'*explanandum* deve essere una conseguenza logica dell'*explanans*”.
 - (R2): “L'*explanans* deve contenere leggi generali, e queste devono essere effettivamente richieste per la derivazione dell'*explanandum*”.
 - (R3): “L'*explanans* deve avere contenuto empirico”.
 - (R4): “Le asserzioni che costituiscono l'*explanans* devono essere vere”.
- (Hempel-Oppenheim 1948, 137)

Queste condizioni, secondo Hempel e Oppenheim, sono necessarie. Salmon ritiene, invece, che le condizioni di adeguatezza possono essere ritenute necessarie e sufficienti: “the Hempel-Oppenheim paper of 1948 did begin by setting out conditions of adequacy, it also offered a definition of deductive-nomological explanation, that is, explicit necessary and sufficient conditions” (Salmon 1970a, 35). La forma della spiegazione nomologico-deduttiva è la seguente:

(I)

$C_1, C_2...C_n$	Afferzioni riguardanti le condizioni antecedenti	<i>Explanans</i>
$L_1, L_2...L_n$	Leggi generali	
E	Descrizione del fenomeno da spiegare	<i>Explanandum</i>

L’approccio alla spiegazione adottato dai due autori è detto epistemico. Questo è caratterizzato, secondo Salmon, dall’aspettabilità nomica, che è l’elemento centrale dell’approccio epistemico alla spiegazione scientifica¹. Secondo la *received view*, vi è una sostanziale simmetria tra spiegazione e previsione. “The difference between the two is of a pragmatic character”(Hempel 1948, 135): la spiegazione è formalmente uguale alla previsione, solo che quest’ultima viene formulata prima che il fenomeno accada, mentre la prima è data a posteriori. La differenza è quindi formulata in termini temporali di accadimento dell’evento e momento della formulazione dell’argomento deduttivo. In realtà si potrebbe dire che è epistemica, perché l’evento viene spiegato solo dopo che è già accaduto.

La simmetria tra spiegazione e previsione ha attirato diverse critiche da parte dei filosofi della scienza. Si possono citare diversi contro-esempi: quello della bandiera e dell’ombra di Sylvain Bromberger (Bromberger 1966), per cui è possibile spiegare la lunghezza dell’ombra a partire dell’altezza dell’asta, ma il contrario risulterebbe contraddittorio²; e quello incentrato sulla causa comune tra il barometro e la tempesta di Micheal Scriven (Scriven 1962), per cui l’abbassamento della lancetta del barometro può predire l’arrivo della tempesta ma non la può spiegare. Un altro ancora è il controesempio della luna e delle maree. I marinai erano capaci di prevedere le maree tramite le fasi lunari, ma non avevano idea della connessione causale che intercorreva tra i due fenomeni. Altri controesempi verranno citati in seguito nella trattazione della spiegazione probabilistica.

C’è un altro aspetto della spiegazione in generale che dobbiamo trattare, prima di rivolgerci nello specifico alle spiegazioni statistiche. In “Studies in the logic of Explanation”, Hempel sostiene che le spiegazioni del modello nomologico-deduttivo sono di tipo *causale*. Date le leggi generali e le condizioni antecedenti l’evento da spiegare doveva necessariamente accadere, nel senso che vi sono delle regolarità in natura, espresse dalle leggi $L_1, L_2...L_n$, per cui ogni volta che si presentano le condizioni $C_1, C_2...C_n$, l’evento E accadrà necessariamente. Sono le leggi, in particolare, a mostrare

1 Una delle tre concezioni della spiegazione che Salmon identifica sulla scorta di Aristotele. Le altre due sono quella modale e quella ontica. Quest’ultima è sostenuta da Salmon.

2 Bas C. Van Fraassen non è d’accordo. Nella sua teoria pragmatica della spiegazione, elabora una storiella dove risulta plausibile spiegare l’altezza di una torre a partire dalla sua ombra sulla base della domanda rivolta all’interlocutore e dei fattori contestuali (Van Fraassen 1980a, 132-134).

tale carattere causale: “Statements such as $L_1, L_2...L_n$, which assert general and unexceptional connections between specified characteristics of events, are customarily called causal, or deterministic, law” (Hempel 1948, 139). In “Aspects of scientific explanation” del 1965, Hempel rifiuta esplicitamente l’idea che le spiegazioni del modello-nomologico deduttivo siano in sé e per sé causali. Le spiegazioni causali sono un tipo di spiegazione. Egli assegna alle leggi della fisica deterministica il ruolo di connessione causale tra gli eventi: “whenever an event of kind A takes place then there occurs, at the same location or at a specifiable different one, a corresponding event of kind B” (Hempel 1965, 348), dice riprendendo Scriven. La concezione di causa di Hempel è comunque molto vaga e richiama in un certo qual modo quella di Hume, caratterizzata dalla regolarità nella successione spazio-temporale di due tipi di eventi, anche se quella del filosofo scozzese ha una connotazione spiccatamente psicologica. Così caratterizzate, le leggi deterministiche vanno distinte dalle leggi statistiche. Le leggi statistiche asseriscono che, date certe condizioni, ci sarà una percentuale di casi in cui l’evento E accadrà, ma non che ad a seguirà necessariamente e invariabilmente b .

A questo punto dobbiamo domandarci che cosa è una legge secondo Hempel. Una generalizzazione del tipo “Tutte le mele nel cesto C sono rosse” può esserlo? No. Riprendendo Goodman, afferma che una legge è una “lawlike sentence”, un’asserzione “legilsimile” di forma puramente universale (non contiene elementi particolari come il cesto C nel luogo s al tempo t) avente uno ambito non-limitato (ha una classe di riferimento potenzialmente infinita) che ha tutte le caratteristiche di una legge generale, con l’eventuale eccezione della verità (Hempel-Oppenheim 1948, 152-157)³. Conferendo una tale forma alla legge, Hempel si espone a ulteriori problemi. Come nota acutamente James Fetzer, Hempel ha condotto studi approfonditi sui problemi del ragionamento induttivo e sui paradossi della conferma, ma non ha indagato i risvolti che gli equivalenti delle asserzioni “legilsimili” possono avere nel campo della spiegazione (Fetzer 2000, 111). Mentre possiamo accettare senza difficoltà una spiegazione del tipo “tutti i corvi sono neri; x è un corvo; allora x è nero”, sembra difficile digerire la spiegazione “tutte le cose che non sono nere non sono corvi; x non è nero; allora x non è un corvo”. Fetzer lo chiama “paradosso della trasposizione”.

1.2 – Il modello Statistico-Induttivo (S-I)

Abbiamo visto che nel modello nomologico-deduttivo le leggi hanno forma strettamente universale – sono delle regolarità di carattere necessario. Esse asseriscono che in *tutti* i casi in cui si presentano certe condizioni $C_1, C_2...C_n$, il fenomeno E avrà luogo. Come abbiamo notato precedentemente, la spiegazione nomologico-deduttiva è caratterizzata dall’aspettabilità nomica, per cui l’evento *doveva* necessariamente accadere; inoltre vi è la tesi della simmetria, fortemente sostenuta da Hempel, tra spiegazione e predizione. In molte discipline scientifiche vengono utilizzate di frequente leggi di carattere *non* necessario, per cui date alcune condizioni $C_1, C_2...C_n$, il fenomeno E avrà una

3 Per un’ulteriore caratterizzazione della concezione della legge: Hempel 1965, pg. 338-343.

probabilità di accadere o meno. Riportiamo un esempio di Hempel riguardante il campo medico:

Esempio 1: Johnny ha preso il morbillo e sua sorella sta guarendo dalla stessa malattia; Johnny si è ammalato perché è stato contagiato dalla sorella.

Non è possibile formulare una legge per cui il morbillo venga trasmesso invariabilmente e necessariamente date certe condizioni; semmai la legge in questione può affermare l'alta probabilità (nel senso di frequenza statistica) che l'evento si dia date certe condizioni. Hempel deve quindi affrontare il problema di rendere conto delle spiegazioni statistico-probabilistiche e formalizzarle alla luce della sua concezione della spiegazione scientifica, in cui è preponderante l'elemento della simmetria tra spiegazione e previsione. Negli anni '60 elabora il modello di spiegazione statistico-induttivo (S-I). Le trattazioni più complete si trovano in testi cruciali come "Deductive-nomological vs Statistical Explanation" del 1962 e "Aspects of scientific explanation" del 1965.

Nel testo del 1965, Hempel riconosce nello specifico due tipi di spiegazione statistica⁴: la spiegazione statistico-deduttiva è relativa alla sussunzione di un'uniformità statistica ristretta sotto un'uniformità statistica più comprensiva; la spiegazione statistico-induttiva invece è legata alla sussunzione non-deduttiva di un evento particolare al di sotto di leggi statistiche.

Per quanto riguarda il primo tipo di spiegazione statistica, Hempel utilizza l'esempio del lancio di due monete (Hempel 1965, 380-381). La probabilità dell'uscita di testa, dopo che è già uscita nel lancio precedente, rimane $\frac{1}{2}$. Questo è spiegabile grazie a due ipotesi: la probabilità che esca una faccia particolare di una moneta è $\frac{1}{2}$; i risultati di due tiri di monete sono statisticamente indipendenti, per cui la probabilità di due risultati di due eventi statisticamente indipendenti equivale al prodotto dei due eventi. Da queste due ipotesi è possibile dedurre che la probabilità che esca nuovamente testa è sempre pari a $\frac{1}{2}$. La spiegazione deduttivo-statistica permette di dedurre una legge statistica a partire da un *explanans* in cui è presente almeno una legge statistica.

La spiegazione statistico-induttiva, invece, permette di rendere conto in modo non-deduttivo dei singoli eventi alla luce di leggi statistiche che conferiscono all'evento un'alta probabilità di accadere, e quindi conferma. Per questo è definito induttivo. Citiamo allora il famoso esempio di John Jones, colpito da un'infezione da streptococco (Hempel 1965, 381-386) – Hempel riporta diverse varianti⁵.

Esempio 2: John Jones viene colpito da un'infezione da streptococco e gli viene somministrata la penicillina; un'alta percentuale di persone affette da streptococco guariscono grazie alla penicillina. John Jones è guarito perché gli è stata somministrata la penicillina.

4 In Hempel 1962, le spiegazioni statistico-deduttive non erano ancora state formulate e aveva trattato solo la seconda.

5 Citiamo alcune varianti. John Jones che subisce un'appendicectomia in Hempel 1966b; John Jones affetto dalla malaria in Hempel 1968; c'è anche la variante già citata di Johnny affetto da morbillo in Hempel 1958.

La somministrazione dell'antibiotico può essere la spiegazione della guarigione del paziente malato. Se volessimo però generalizzare la spiegazione formulando una legge afferente la connessione tra penicillina e la guarigione dall'infezione, tale legge non potrebbe avere carattere necessario, giacché non tutti gli individui che hanno un'infezione da streptococco guariscono con la somministrazione di penicillina. Per quanto la percentuale sia bassa, è effettivo che tali casi siano possibili. Possiamo piuttosto affermare che la penicillina con buone probabilità avrà un effetto positivo, che molto probabilmente il paziente guarirà. La prima cosa che salta all'occhio è che viene a mancare la certezza e la necessità del modello nomologico fornita dalla deduzione logica. Al loro posto, il modello statistico-induttivo può offrire la quasi-certezza e l'alta probabilità. Lo schema che rappresenta questo tipo di spiegazione è il seguente:

(II)

$p(R, S, P) \text{ è prossimo a } 1$ $S_j \cdot P_j$	<i>Explanans</i>
r_1	
(Allora:) è praticamente certo (o molto probabile) che R_j	<i>Explanandum</i>

Il particolare caso di malattia di John Jones (j) era un'istanza dell'infezione da streptococco (S_j), la quale è stata trattata con una certa dose di penicillina (P_j). La probabilità di guarigione $p(R, S, P)$ nei casi in cui S e P sono presenti è prossima a 1. Per questo motivo la guarigione (R_j) era quasi certa. La conclusione è altamente probabile o confermata induttivamente da un certo insieme di evidenze. L'*explanans* del modello di spiegazione statistico-induttivo conferisce all'*explanandum* un più o meno alto grado di probabilità o supporto induttivo. L'aspettabilità nomica è quindi parzialmente conservata grazie al criterio di alta probabilità. Hempel usa la formulazione del corollario sull'interpretazione frequentista della probabilità di Cramer (Hempel 1962a, 130):

“On the information that the statistical probability $p(G, F)$ exceeds $1 - \varepsilon$ (where ε is some very small positive number) and that b is a particular instance of F , it is practically certain that b is an instance of F ” (Hempel 1962a, 144)

Il valore di ε non è fisso. La credibilità razionale per cui possiamo dire che una spiegazione è supportata dall'evidenza, non ha un valore di soglia fisso e immutabile, dipende dal contesto di utilizzo. Possiamo dire che la spiegazione statistica ammette delle gradazioni di supporto induttivo (Hempel 1962a, 162-163).

Approfondiamo i punti di contatto tra il modello-nomologico deduttivo e il modello statistico-induttivo della spiegazione. I due hanno in comune un elemento centrale: sono entrambi dei modelli di spiegazione a leggi di copertura (Hempel 1965, pg 424-425). Entrambi, infatti, sussumono gli eventi generali sotto leggi generali. D'altra parte i due si differenziano per svariati aspetti. Dal punto di vista logico, il secondo usa delle leggi che hanno la forma di asserzioni strettamente universali per cui tutti gli elementi di una classe di riferimento hanno una certa proprietà, mentre il primo

adopera delle asserzioni statistiche che affermano che, in generale, una specifica proporzione dei membri della classe di riferimento ha la suddetta proprietà (Hempel 1962b, 281). Le leggi probabilistiche hanno la seguente forma, che indica la proporzione di istanziazioni di F che sono anche istanziazioni di G :

$$p(G,F) = r$$

dove r può assumere un valore tra 0 e 1.

Quello che le leggi di tipo deduttivo hanno in comune con quelle statistiche, è che entrambi hanno la pretesa di concernere una classe di riferimento potenzialmente infinita. Anche le leggi statistiche hanno un ambito non-limitato, diretto a un insieme infinito di elementi particolari. Non sono semplici report che descrivono la frequenza dei fenomeni, esse affermano delle modalità probabilistiche di connessione tra classi potenzialmente infinite di eventi. Per quanto riguarda l'interpretazione della probabilità delle leggi, Hempel oscilla tra due posizioni⁶. Alcune volte connota la probabilità disposizione all'accadimento di un evento, altre come frequenza a "lungo andare". Facciamo degli esempi per chiarire la differenza. Partiamo dall'interpretazione come disposizione: diciamo che un tetraedro a quattro facce ha una certa disposizione per cui la probabilità di ottenere una faccia in particolare è $\frac{1}{4}$. Non vuol dire che uscirà la terza faccia ogni quattro lanci, ma che la disposizione in un numero potenzialmente infinito di lanci è di $\frac{1}{4}$ dei lanci totali. Il tetraedro può anche non venir mai lanciato, ma la sua disposizione rimane tale. Se invece adottiamo l'interpretazione della frequenza "a lungo andare", la probabilità che l'uscita di una faccia particolare sia $\frac{1}{4}$ corrisponde al fatto che, in media, se lanciamo un numero molto grande di volte il tetraedro, la media dei risultati di ogni faccia si avvicinerà a $\frac{1}{4}$. La frequenza sarà sempre più precisa quanto maggiore il numero di lanci.

Il fatto che manchi la stretta necessità deduttiva non comporta che l'argomento probabilistico sia insufficiente per essere usato a fini esplicativi. Ad esempio, le leggi di Mendel ci permettono di spiegare/predire le percentuali approssimative di determinati fenotipi all'interno di un campione. La legge del decadimento radioattivo di una particella può spiegare/predire il decadimento di una percentuale di atomi all'interno di un campione in un certo lasso di tempo (Hempel 1965, 391-393). Le spiegazioni statistico-induttive sono capaci di prevedere dando buone ragioni sul probabile accadimento del fenomeno. Sulla scia di questi e altri esempi, Hempel afferma che le spiegazioni statistico-induttive hanno una logica diversa e convogliano una concezione alternativa del termine "perché" rispetto a quella deterministica del modello nomologico-deduttivo. Ma quanto sono solide le "quasi-certezze" che la spiegazione statistico-induttiva ci fornisce? Ricordiamoci che è sempre logicamente possibile che accada l'evento improbabile anziché quello atteso.

6 Hempel 1965, pg 377-378 accenna alla probabilità come disposizione. La probabilità come frequenza a lungo andare è presente in Hempel 1968, "Maximal Specificity and Lawlikeness in Probabilistic Explanation" pg 125 e 128; in "Philosophy of Science", Vol. 35, N°. 2, Giugno 1968), pg. 116-133.

1.3 – L’ambiguità della spiegazione statistica e il requisito di massima specificità

Riprendiamo in mano il caso dell’infezione da streptococco del nostro John Jones (*Esempio 2*) e aggiungiamo alcune informazioni al caso: John Jones è un ottantenne dal cuore debole e la sua infezione da streptococco è di un peculiare tipo resistente alla penicillina. Otteniamo la seguente spiegazione:

Esempio 3: John Jones, un’ottantenne dal cuore debole, viene colpito da un’infezione da streptococco resistente alla penicillina; il trattamento con penicillina di individui anziani e con un cuore debole affetti da streptococco resistente alla penicillina ha una bassa probabilità di avere un esito positivo.

In questo modo, la conclusione, ossia la guarigione, risulta essere altamente improbabile. Hempel chiama questo problema “*l’ambiguità della spiegazione statistico-induttiva*”, o anche *ambiguità ontica* (Hempel 1962, pg. 125-128)⁷. Un singolo evento può essere ottenuto da molteplici *classi di riferimento* (S·P, S*·P, S**·P) che conferiscono diverse probabilità all’accadimento dell’evento. Per ogni spiegazione statistica avente un *explanans* vero che conferisce una “quasi-cerchezza” ad un evento particolare, esiste spesso un argomento “rivale”, anch’esso avente un *explanans* vero, ma che designa l’accadimento dell’evento in questione come altamente improbabile.

A questo problema si collega la sua variante dell’*ambiguità epistemica delle spiegazione statistica*. Sia *K* la totalità delle asserzioni ritenute vere in un certo tempo *t*, ovvero la totalità delle conoscenze scientifiche accettate in un preciso momento storico. Il problema è che l’insieme *K* delle asserzioni scientifiche accettate contiene differenti sottoinsiemi di asserzioni che possono essere utilizzati come premesse in argomenti probabilistici e che possono conferire alte probabilità a conclusioni logicamente contraddittorie. Secondo Hempel, l’ambiguità epistemica risiede nel fatto che, dal momento che l’evento è accaduto, una conclusione viene accettata come appartenente a *K*, in quanto *K* è coerente, mentre la conclusione rivale viene scartata; ma dal punto di vista logico è perfettamente possibile formulare una spiegazione scientificamente accettabile di entrambi i casi, indipendentemente dal fatto che siano accaduti (Hempel 1965, 396-397).

Come abbiamo visto, l’aggiunta alle premesse di ulteriori informazioni, restringendo la classe di riferimento, può comportare serie difficoltà. A queste Hempel tenta di porre rimedio adottando il “*requisito dell’evidenza totale*” di Carnap relativo alla conferma induttiva applicandolo alle spiegazioni statistico-induttive. Esso prescrive che, nell’applicazione della logica induttiva a una determinata situazione conoscitiva, l’evidenza totale deve essere presa come base per determinare il grado di conferma induttiva (Hempel 1962, 138-141). Evidenza totale non corrisponde all’intero delle nostre conoscenze, ma solo a quelle rilevanti per il grado di conferma dell’ipotesi in questione. L’evidenza irrilevante viene accantonata per il fatto che risulta indifferente per l’accadimento di un evento. Esso non è un criterio della logica induttiva, ma un

⁷ Altre trattazioni dell’ambiguità della spiegazione statistico-induttiva in Hempel 1965, pg. 394-397 e Hempel 1966b pg. 176-179.

requisito per la sua applicazione concreta e razionale. È sulla base di questo che Hempel formula il “*requisito di massima specificità*” (Hempel 1965, 397)⁸. Poniamo una spiegazione statistica del seguente tipo:

(III)

$$\frac{\begin{array}{l} p(G, F) = r \\ Fb \end{array}}{\text{Gb}} \quad r_1$$

La prima formulazione che Hempel ci dà è quella del saggio del 1962: “A statistical systematization [...] may be regarded as satisfying the requirement of total evidence if it is based on the statistical probability of G within the narrowest class, if there is one, for which the total evidence e available provides the requisite statistical probability.” (Hempel 1962, 146-147). Una maggiore compiutezza formale viene data nel 1965:

“Let s be the conjunction of the premises, and, if K is the set of all statements accepted at the given time, let k be a sentence that is logically equivalent to K . [...] Then, to be rationally acceptable in the knowledge situation represented by K , the proposed explanation must meet the following condition [...]: If $s \cdot k$ it implies that b belongs to a class F_1 , and that F_1 is a subclass of F , then $s \cdot k$ must also imply a statement specifying the statistical probability of G in F_1 , say $p(G' F_1) = r_1$. Here, r_1 must equal r unless the probability statement just cited is simply a theorem of mathematical probability theory.” (Hempel 1965, 400)

La “unless clause” (che potremmo tradurre con “la clausola *se non nel caso*”) è necessaria in quanto i teoremi di pura probabilità matematica non possono spiegare fatti empirici. Evita che la presenza dell’evento da spiegare all’interno dell’insieme K di tutte le conoscenze possa essere direttamente incluso nella spiegazione dando, banalmente, come legge probabilistica $p(G, F \cdot G) = 1$, in quanto l’evento è già accaduto e ciò è risaputo. Questa piccola clausola, quindi, permette di salvaguardare la possibilità stessa delle spiegazioni statistico-induttive. Alla luce del requisito di massima specificità, nel caso dell’infezione da streptococco di John Jones è evidente che dobbiamo utilizzare come classe di riferimento la più ristretta possibile, ossia quella che include l’infezione da streptococco resistente agli antibiotici, l’età avanzata di John e i suoi problemi cardiaci.

In questo modo Hempel risolve l’ambiguità epistemica della spiegazione statistica, tenendo conto all’interno della spiegazione di *tutte* le informazioni aventi potenzialmente rilevanza esplicativa per l’*explanandum*; tuttavia, rimane ancora il primo problema, che Hempel chiama la “*relatività epistemica della spiegazione statistica*”. La spiegazione statistica per un singolo evento è relativa alle conoscenze accettate in un certo tempo. Per questo si può dire che è una spiegazione sempre

8 In Hempel 1962, è chiamato “criterio di adeguatezza dell’evidenza” e risulta un “rozzo” sostituto del requisito dell’evidenza totale. Tuttavia quest’ultimo rimane fondamentale anche nelle formulazioni successive.

potenziale. Si potrebbe obiettare che pure le spiegazioni nomologiche-deduttive sono dipendenti dalle conoscenze scientifiche accettate in un certo momento storico, ed è vero, in quanto tutte le leggi necessitano di una qualche conferma empirica e possono essere falsificate in futuro, ma la relatività epistemica è una questione differente. Prendiamo, ad esempio, due spiegazioni casuali, una deduttiva e un'altra induttiva, aventi entrambe delle premesse vere e una forma corretta. Quella deduttiva può essere accettata come corretta, perché da premesse vere segue necessariamente una conclusione vera. La spiegazione induttiva, invece, può anche non essere corretta, perché, anche se vere, non è detto che le premesse siano massimamente specifiche. E qui si pone un'altra profonda differenza tra i due modelli: per le spiegazioni nomologico-deduttive il requisito di massima specificità è automaticamente soddisfatto, mentre per le spiegazioni statistiche è richiesto nell'applicazione ai casi singoli, in quanto è possibile produrre un contro-argomento rivale che produce una conclusione opposta (Hempel 1965, 402-403). Per questo è necessario relativizzare la spiegazione all'insieme delle conoscenze K tramite il requisito di massima specificità.

Nel saggio del 1968, alla luce di alcune critiche, Hempel si concentra su diverse problematiche riguardanti il requisito di massima specificità e lo riformula. Innanzitutto fa chiarezza su alcuni intrecci poco nitidi precedentemente formulati tra il requisito dell'evidenza totale e quello di massima specificità. I due sono distinti e sono relativi a questioni in sé differenti. Il requisito dell'evidenza totale risponde alla necessità di assegnare un grado di probabilità o credenza ad un certo fenomeno in una determinata situazione conoscitiva. Il requisito di massima specificità, invece, è legato alla capacità dell'*explanans* di spiegare l'*explanandum*, per cui esso appare nomicamente atteso in una determinata situazione conoscitiva. Sono due tipi di probabilità indipendenti tra loro. Infatti, dice Hempel, "*the point of an explanation is not to provide evidence for the occurrence of the explanandum phenomenon, but to exhibit it as nomically expectable*" (Hempel 1968, 121 – corsivo originario). La probabilità contenuta nella spiegazione statistica è la probabilità della conclusione rispetto alle premesse della spiegazione, e non rispetto all'intero insieme K delle conoscenze. Per questo motivo Hempel nega la tesi avanzata nel 1962, per la quale il requisito di massima specificità doveva essere un rozzo sostituto del requisito di evidenza totale. Dopo questa correzione, Hempel tratta le critiche mosse da diversi autori nei confronti del requisito di massima specificità: esso è eccessivamente restrittivo tanto da far perdere ogni capacità esplicativa alle leggi statistiche e non riesce ad evitare le ambiguità e fallacie che cercava di risolvere⁹. Senza entrare nel dettaglio, la nuova forma del requisito si applica ai predicati anziché alle classi ed è meno stringente sulle leggi statistiche contenute in K .

Ora che abbiamo trattato gli elementi principali del modello statistico-induttivo, riportiamo quattro condizioni che devono essere soddisfatte per ottenere una spiegazione statistica valida:

⁹ Non tratteremo per esteso le critiche mosse ad Hempel, giacché in questa sede ci è sufficiente notare la nuova formulazione del requisito di massima specificità e, forse soprattutto, la distinzione tra questo e il requisito formulato da Carnap.

(C1): K , l'insieme delle conoscenze, deve contenere le asserzioni dell'*explanans* e dell'*explanandum* dell'argomento.

(C2): r deve essere prossimo a 1.

(C3): l'asserzione di probabilità nell'*explanans* deve essere legilsimile.

(C4): Il requisito di massima specificità deve essere soddisfatto. (Hempel 1968, 133)

In questo paragrafo abbiamo visto come una spiegazione statistico-induttiva, non avendo carattere di necessità, possa essere insidiata da una contro-spiegazione e come il requisito di massima specificità risolva (o forse no) la questione. Abbiamo, però, lasciato in sospeso una questione senza trattarla, se non indirettamente. Hempel formula molti esempi di lanci di monete. Visto il requisito di alta probabilità, vengono formulati solo gli esempi in cui è altamente probabile che l'evento accada. Dobbiamo chiederci allora cosa è possibile spiegare nel caso in cui esca, ad esempio, testa cinquanta volte di fila. È un evento che possiamo spiegare? Possiamo dire che è nomicamente atteso? Nel prossimo paragrafo tratteremo questa ed altre questioni che risultano controverse a cui Hempel non riesce a porre efficacemente rimedio.

1.4 – Le falle del modello statistico-induttivo

A distanza di pochi anni dalla formulazione del modello statistico induttivo, diversi autori hanno rilevato molteplici problematiche che compromettono dalle fondamenta l'edificio eretto da Hempel tra il 1962 e il 1965. In ordine, tratteremo il problema della rilevanza dell'*explanans* nei confronti dell'*explanandum*, il problema del requisito di massima specificità (il quale non riesce a dare soluzione al primo problema) e il problema risultante dal requisito di alta probabilità.

1.4.1 – Il problema della rilevanza

Già nel 1965, poco dopo le trattazioni più esaustive del modello statistico-induttivo, Salmon muove le prime obiezioni al modello statistico-induttivo formulando diversi contro-esempi che si incentrano sul problema della rilevanza dell'*explanans* nei confronti dell'*explanandum*. Formula questi due controesempi:

Controesempio 1: John Jones era quasi sicuro di guarire dall'influenza entro una settimana perché ha preso la vitamina C; quasi tutte le influenze svaniscono una settimana dopo la somministrazione della vitamina C¹⁰.

Controesempio 2: I sintomi neurotici di John Jones sono fortemente in remissione perché ha seguito un percorso di psicoterapia; una buona

¹⁰ In Salmon 1971, Introduzione, pg. 11 nota che il suo esempio è scorretto, giacché la vitamina C risulta essere rilevante per la guarigione. Afferma che all'epoca non era al corrente degli studi del dottor Linus Pauling riguardo all'efficacia della vitamina C per il trattamento dell'influenza comune.

percentuale delle persone che intraprendono un percorso psicoterapeutico sperimentano una remissione significativa dei sintomi nevrotici.

Né il primo né il secondo esempio sono spiegazioni autentiche: quasi tutte le influenze si risolvono entro una settimana e molti problemi psicologici hanno alte percentuali di remissione spontanea. Secondo Salmon, l'elemento cruciale della spiegazione statistica non è quanto l'*explanandum* è reso probabile dall'*explanans*, bensì la rilevanza statistica dei fatti citati in quest'ultimo. La psicoterapia sarebbe un fattore rilevante se aumentasse in modo evidente la probabilità (anche fosse in generale bassa) di remissione dai sintomi nevrotici rispetto alla remissione spontanea. Sono tanti gli simili esempi che possono essere mossi contro il modello statistico-induttivo:

Controesempio 3: John Jones non è rimasto in cinta perché ha preso la pillola anticoncezionale. Tutti gli individui che assumono la pillola anticoncezionale non rimangono incinta.

Controesempio 4 (Kyburg 1965): Un campione di sale stregato si è sciolto nell'acqua per effetto dell'incantesimo; tutti i campioni di sale stregato si sciolgono in acqua per effetto dell'incantesimo.

Quello che questi contro-esempi mostrano è che per avere una spiegazione statistica l'alta probabilità non è né necessaria né sufficiente, ma è invece richiesta la rilevanza statistica degli elementi riportati nella spiegazione nei confronti del fenomeno da spiegare. Il modello hempeliano pare avere criteri eccessivamente "larghi" che permettono argomenti che intuitivamente non costituiscono spiegazioni legittime. Infatti vengono soddisfatti tutti i requisiti necessari e sufficienti richiesti per la formulazione di una spiegazione valida. Come nota Salmon, i controesempi mostrano, in primo luogo, che i requisiti non sono sufficienti; ma anche ponendo che siano solo necessari, è evidente che servano ulteriori criteri per bandire i controesempi, cosa che il criterio di massima specificità non è capace di fare (Salmon 1970a, 35).

1.4.2 – Il problema del criterio di massima specificità

La soluzione adottata da Hempel, in entrambe le sue formulazioni, al problema dell'ambiguità è stata criticata nel 1974 da Alberto Coffa.

Analizzando la natura del problema dell'ambiguità, potremmo concludere che questo è legato all'inconsistenza induttiva. Se l'ambiguità riguardasse effettivamente quest'ultima, per cui da due argomenti induttivi si possono ricavare due conclusioni opposte con alta conferma, sarebbe stato sufficiente aggiungere una clausola che richiede che l'*explanandum* sia vero (Coffa 1974, 144-145) – o in una caratterizzazione epistemica, che sia conosciuto. Coffa sostiene che Hempel ha ignorato questa semplice soluzione, forse proprio perché il problema reale che sta alla base dell'ambiguità della spiegazione statistica è diverso: "We would like to suggest that when Hempel turned his attention to the theory of inductive explanation what he stumbled upon was the fact that

the problem of defining a model of inductive explanation for single events was the other side of the coin of the single case problem. He stumbled, that is, upon the reference class problem” (Coffa 1974, 147). Quello della classe di riferimento è un problema di vecchia data che si è sviluppato in seno alla teoria frequentista della probabilità quando si tenta determinare la probabilità di un evento singolo. Un singolo evento può appartenere a diverse classi di riferimento che sono caratterizzate da diverse probabilità. Assegnandolo a classi di riferimento diverse, lo stesso evento può avere diverse probabilità di accadere. Il problema di Hempel è quindi da collocare nelle premesse, piuttosto che nelle conclusioni.

La soluzione che dà Hempel, il requisito di massima specificità, restringe di fatto le classi di riferimento ammissibili nella premessa nomica. Il problema è però che esso è molto rigido ma non abbastanza coinciso, in quanto la richiesta di identificare tutte le informazioni rilevanti comporta la scomoda conseguenza che nessuna classe di riferimento è ammissibile, giacché è sempre possibile aggiungere una proprietà che a lungo termine mostri una differenza di frequenza rispetto alla classe originaria (Coffa 1974, 154). Secondo Coffa, è forse per questo che Hempel ha formulato la tesi della relatività epistemica della spiegazione statistico-induttiva, proprio perché è impossibile risolvere in ultima istanza il problema della scelta classi di riferimento (e quindi dell’ambiguità) attraverso un qualche requisito. Data la relatività della spiegazione alla situazione conoscitiva, Hempel si libera per vie traverse del problema di possibili altre proprietà che possono modificare a lungo andare la frequenza della classe di riferimento originaria. Coffa nota una certa stranezza nella teoria di Hempel: nel tentativo di formalizzare la vera spiegazione induttivo-statistica, si ritrova a relativizzarla e, quindi, a sostenere implicitamente che non ci sia, che non sia possibile¹¹. È assimilabile ironicamente a “a man who establishes conclusively that Hegel's philosophy is strict nonsense, and then proceeds to devote the rest of his life to produce the definitive edition of Hegel's writings” (Coffa 1974, 155). La conclusione di Coffa è non esiste un argomento induttivo, che questo non è capace di formalizzare le spiegazioni in campo probabilistico. Bisogna rigettare la soluzione di Hempel. La tesi della relativizzazione epistemica è volta a fuggire l’indeterminismo.

Salmon muove ulteriori critiche al criterio di massima specificità di Hempel, soprattutto per l’inefficacia della “unless-clause”. Formula il seguente contro-esempio (Salmon 1989, 78). Supponiamo di voler sapere perché una pianta ha i boccioli rossi. Ci viene risposto che in questa specie il colore rosso è una caratteristica recessiva e viene determinato da un singolo gene; inoltre, entrambi i genitori della pianta avevano i boccioli rossi. Data un minuscola probabilità che avvenisse una mutazione, possiamo dire che la pianta aveva un’alta probabilità di avere boccioli rossi. Questa è una perfetta spiegazione statistico-induttiva. Tuttavia il requisito di massima specificità è troppo largo e può essere aggirato. Sappiamo che il rosso è all’estremo opposto dello spettro dei colori del viola. Possiamo dunque dire che sappiamo che il bocciolo è su una pianta

11 L’argomentazione di Coffa può essere oggetto di dibattito. Hempel ritiene che siano possibili delle spiegazioni autenticamente statistiche? Se ritiene di no, allora l’argomentazione di Coffa risulterebbe fallace. A questa domanda dobbiamo affiancarne un’altra: Hempel è un determinista? Salmon, come vedremo, sostiene convintamente di sì, ma pure questo è disputabile.

i cui genitori hanno boccioli rossi e che il bocciolo su questa pianta ha il colore che sta all'estremo opposto nello spettro visibile del colore viola. Questa informazione ci permette di eliminare la possibilità della mutazione del colore. Infatti, date queste premesse, possiamo dire che la probabilità che il colore del bocciolo della pianta sia rosso equivale a 1 e quindi si potrebbe sostenere che la classe di riferimento contenuta nella legge statistica della spiegazione precedente non era massimamente specifica. Questo uso distorto del criterio di massima specificità è possibile per il fatto che non possiamo sapere indipendentemente che il colore è all'estremo opposto del colore viola. Ne veniamo a conoscenza solo congiuntamente all'osservazione che il colore del bocciolo è di fatto rosso. Ancora una volta il requisito permette ciò che cercava di evitare.

Per eliminare questo tipo di spiegazioni improprie, Salmon ritiene che sia necessaria una modifica al requisito di massima specificità necessità, in particolare alla "unless-clause" inserendo dei vincoli temporali alle condizioni accettabili nelle premesse della spiegazione. Data una spiegazione statistica del tipo (III), possiamo emendare il requisito di massima specificità nel modo che segue:

“Let s be the conjunction of the premises, and, if K is the set of all statements accepted at the given time, let k be a sentence that is logically equivalent to K . [...] Then, to be rationally acceptable in the knowledge situation represented by K , the proposed explanation must meet the following condition [...]: If $s \cdot k$ it implies that b belongs to a class F_1 , and that F_1 is a subclass of F , then $s \cdot k$ must also imply a statement specifying the statistical probability of G in F_1 , say $p(G' F_1) = r_1$. Here, r_1 must equal r unless the probability statement just cited is simply a theorem of mathematical probability theory, *or unless b 's membership in F_1 cannot be known before its membership in G has been ascertained*” (Salmon 1989, 79 – corsivo originale).

In questo modo viene evitata la possibilità di partizionare in maniera irrilevante la classe di riferimento, ma questa non può essere la soluzione definitiva. Ci sono problemi ulteriori che inficiano il modello di Hempel.

1.4.3 – Il problema del requisito di alta probabilità

Altre difficoltà, forse le maggiori, insorgono se si afferma che un evento è spiegabile quando abbiamo ragioni per affermare che esso aveva un'alta probabilità di accadere, ovvero quando diamo un carattere induttivo alle spiegazioni statistiche. Ricostruiamo la questione dalle fondamenta.

Nel paragrafo 1.2 è stato accennato al fatto che il modello statistico è altrettanto capace di prevedere, anche se in forma più limitata, rispetto al modello nomologico-deduttivo. In quest'ultimo, la simmetria tra spiegazione e previsione è data dall'aspettabilità nomica, ma nel modello statistico-induttivo viene a mancare la stretta necessità, visto che le leggi assegnano solo un coefficiente di probabilità. La possibilità di prevedere un singolo evento è quindi data dal requisito di alta probabilità, che è alla

base dell'argomento induttivo, congiunto con il requisito di massima specificità. Se nel saggio del 1962 Hempel sembra ritenere la simmetria come un dato di fatto¹², in *Aspects of scientific explanation* (1965) la difende dalle argomentazioni di Hanson e Rescher. Il primo sostiene che non è possibile spiegare eventi indeterministici come quelli della fisica quantistica, il secondo ogni predizione è una spiegazione, ma non ogni spiegazione è una predizione (Hempel 1965 407-410). Per Hempel, essenzialmente, la bontà di una spiegazione risiede proprio nel fatto di rendere un evento nomicamente atteso, ovvero che esso possa essere previsto con un'alta probabilità data da un forte supporto induttivo dato dall'argomento induttivo. Questo è il carattere, afferma Salmon, della concezione epistemica della spiegazione, che Hempel sostiene (Salmon 1984b, 294-295).

Il problema maggiore della spiegazione statistica si sviluppa proprio a questo livello. Se l'evento, per essere spiegato (e quindi previsto), deve avere un'alta probabilità, incappiamo in alcune *asimmetrie* e incoerenze quando trattiamo eventi con media o bassa probabilità. Appare piuttosto controversa l'idea che, date le leggi di Mendel, se due genitori aventi gli occhi marroni danno vita ad un figlio con occhi marroni, l'evento può essere spiegato dall'alta probabilità che ciò avvenisse (0,75), ma se da questi stessi genitori nasce un figlio con occhi azzurri, l'evento risulta inspiegabile vista la bassa probabilità (0,25). Eppure ci sembra intuitivo che si possano spiegare entrambi i casi, in quanto facenti entrambi parte della stessa legge o pattern che governa la trasmissione genetica e i fenotipi risultanti. Le combinazioni delle coppie di geni che possono risultare hanno la stessa identica probabilità. L'unica cosa che cambia è che l'azzurro è un gene recessivo e quindi, se abbinato al gene degli occhi marroni, prevale quest'ultimo. Non c'è nient'altro di intrinsecamente diverso tra i due fenomeni eccetto ciò che abbiamo già sottolineato. Uno è solo più probabile dell'altro.

Riguardo all'inefficacia del requisito di alta probabilità, possiamo citare il controesempio della paresi e della sifilide elaborato da Scriven ancora nel 1959 (Scriven 1959) nel tentativo di mostrare l'asimmetria presente tra spiegazione e predizione:

Controesempio 5: La paresi è una complicazione della sifilide che può colpire solo individui affetti da sifilide non trattati con la penicillina. Tuttavia solo il 25% di essi sarà colpito dalla paresi. John Jones ha sviluppato la paresi perché è affetto dalla sifilide e non è stato trattato con la penicillina.

Accettando la simmetria tra spiegazione e previsione, ci ritroveremmo in una contraddizione: possiamo spiegare il fatto che sviluppa la sifilide, ma non potremmo prevederlo. Rapportato alla questione dell'alta probabilità, dovremmo affermare che non è nemmeno possibile spiegare la paresi di John Jones, in quanto aveva solo il 25% di probabilità di svilupparla.

Secondo Richard C. Jeffrey, il criterio di alta probabilità non è un buon metro per valutare l'efficacia delle spiegazioni statistiche (Jeffrey 1969, 109-110). Una spiegazione del perché, ad esempio, è uscita testa in due lanci di moneta per Hempel

¹² Salta subito all'occhio l'uso martellante dell'accoppiata "explanation or prediction", che dà l'idea dell'intercambiabilità delle due cose. Tuttavia manca una trattazione "critica".

risulta impossibile vista la bassa probabilità dell'evento. Jeffrey controbatte affermando che non importa quale sia la probabilità dell'accadimento dell'evento, ma la comprensione dei processi stocastici alla base, ovvero bisogna rifarsi sulla conoscenza delle leggi che governano i fenomeni indicando che l'evento è il risultato di tali leggi. Per questo motivo possiamo spiegare senza distinzioni tanto l'evento probabile quanto quello improbabile. La conclusione è che le inferenze statistiche stesse non sono spiegazioni, solo in alcuni casi possono esserlo.

Il requisito di alta probabilità risulta problematico per la spiegazione statistica anche agli occhi di Hempel stesso. Nel saggio del 1976 "Nachwort 1976: Neuere Ideen zu den Problemen der statistischen Erklärung", arriva persino ad eliminare il requisito. Come nota Salmon, così facendo Hempel finisce per creare più problemi di quanti ne risolve – in primo luogo mina dalle basi la concezione di modello a leggi di copertura (Salmon 1984b, pg. 294). Una rivisitazione del modello non sembra più possibile. Il modello nasce dal tentativo di tenere assieme istanze troppo diverse, ovvero l'aspettabilità nomica e la spiegazione di singoli fenomeni probabilistici. Si apre così la crisi.

1.5 – La crisi irreversibile del modello statistico-induttivo e il suo superamento

Le difficoltà del modello statistico-induttivo di Hempel, come abbiamo visto, sono tante. Il modello è legato ad un presupposto deterministico. Salmon ritiene che molti filosofi finora (fino agli anni 70-80) hanno elaborato la propria concezione di spiegazione scientifica seguendo un criterio di adeguatezza che è così formulabile:

“If, on one occasion, the fact that circumstances of type *C* obtained is taken as a correct explanation of the fact that an event of type *E* occurred, then on another occasion, the fact that circumstances of type *C* obtained cannot correctly explain the fact that an event of type *E'* (incompatible with *E*) occurred” (Salmon 1984b, 299).

Questo criterio risulta perfettamente valido per un mondo deterministico, in quanto, date certe condizioni, ad una causa corrispondono sempre gli stessi effetti. Anche in una spiegazione statistica può funzionare, ma solo a patto che sia presente il criterio di alta probabilità, per cui possiamo spiegare solo l'evento che ha un'alta probabilità. Se però l'indeterminismo è vero, dovremmo accettare che è possibile spiegare entrambi gli eventi *E*, avente alta probabilità, ed *E'*, con bassa probabilità. D'altra parte Salmon nota come in questo caso venga a mancare la *contrastività* della spiegazione, che in Hempel era solamente implicita nel concetto di aspettabilità nomica: possiamo spiegare perché una persona ha gli occhi di un certo colore, ma non perché quel colore piuttosto che un altro. La contrastività è stata concettualizzata in modo dettagliato da Bas Van Fraassen nella sua pragmatica della spiegazione (Van Fraassen 1980a). Senza entrare eccessivamente nel dettaglio, secondo Van Fraassen una spiegazione è una risposta ad una *W-question* in cui viene messo in luce l'elemento (il tema della risposta) che

favorisce l'evento da spiegare piuttosto che le sue alternative contenute nella classe contrasto. In questo modo si spiega perché è accaduto proprio quell'evento piuttosto che un altro.

Salmon ribadisce il determinismo latente di Hempel anche in altre occasioni¹³. Hempel ha epistemicamente relativizzato la spiegazione statistica alla situazione, oltre che per le questioni già viste, anche sulla base del presupposto che le generalizzazioni statistiche non possono avere classi di riferimento omogenee. Il determinista afferma che gli eventi sono completamente determinati dalle condizioni antecedenti, non c'è margine per il caso. Ne consegue che la spiegazione statistica, secondo il determinista, possiede delle classi di riferimento sempre e comunque disomogenee, nel senso che è sempre possibile in futuro trovare nuove partizioni rilevanti. In questo quadro, la spiegazione statistica risulta relativa alla situazione conoscitiva proprio perché solo l'ignoranza di altri fattori rilevanti in senso causale potrebbe portare il determinista ad utilizzare a fini esplicativi una classe di riferimento non omogenea. Questa diventa omogenea proprio quando tutti i fattori causalmente rilevanti diventano noti e la spiegazione cessa di essere statistica, diventando deduttiva. Se ne può concludere che, per il determinista, non esistono spiegazioni genuinamente statistiche, esse sono semmai una forma imprecisa di spiegazione deduttiva in virtù della mancanza di conoscenza di tutti i fattori che determinano in tutti i suoi aspetti un fenomeno.

Per l'indeterminista la questione della spiegazione statistica risulta differente: egli accetta la possibilità di classi di riferimento autenticamente omogenee. Per autenticamente omogenee s'intende non solo epistemicamente, ma oggettivamente omogenee. Questo significa, ad esempio, che per l'indeterminista non esistono ulteriori fattori rilevanti che determinano il decadimento radioattivo spontaneo degli atomi dei vari elementi, e quindi non ci sono modi di produrre ulteriori partizioni statisticamente rilevanti. Se per il determinista la spiegazione statistica poteva solo essere epistemicamente relativa e quindi potenziale o incompleta (ottimale solo in relazione a una determinata situazione conoscitiva), per l'indeterminista è possibile avere una spiegazione autenticamente statistica di un fenomeno.

Salmon afferma che, in una nota privata di Hempel a lui diretta, questi nega di sostenere il determinismo e di non aver seguito il ragionamento di Salmon per via di profondi dubbi riguardanti l'intelligibilità della nozione di omogeneità oggettiva. È plausibile, tuttavia le argomentazioni di Salmon sembrano convincenti. Questi si fa avvocato di un cambio di concezione della spiegazione, dalla concezione epistemica sostenuta da Hempel a quella ontica (Salmon 1984b, 301). Il passaggio richiede, a sua volta, un cambiamento gestaltico della visione del mondo. Come abbiamo già affermato diverse volte, la concezione epistemica è incentrata sull'elemento dell'aspettabilità nomica, per cui spiegare significa cercare ragioni che mostrano che l'evento era da attendersi qualora le condizioni iniziali fossero state già note in anticipo. L'approccio ontico si stacca da questo e focalizza l'attenzione sui meccanismi fisici alla base dei fenomeni in da spiegare. Ponendo un processo stocastico per cui possono risultare due fenomeni, uno con bassa e l'altro con alta probabilità, la concezione ontica è capace di spiegare entrambi in quanto afferenti allo stesso meccanismo, indipendentemente dal

13 Vedi Salmon 1989, 75-76.

valore di probabilità. Il cambiamento gestaltico diventa visibile rispetto al principio di adeguatezza, formulato all'inizio del capitolo. Esso può essere valido solamente in un mondo deterministico. In rapporto all'indeterminismo risulta inapplicabile, in quanto un mondo governato da processi stocastici permette che alle medesime condizioni possano seguire – e quindi siano spiegabili – prima un evento in un'occasione e un evento incompatibile in un'altra.

2. Wesley C. Salmon

2.1 Introduzione alla concezione di spiegazione scientifica

Per introdurre il modello di spiegazione statistica elaborato da Salmon, continuiamo la trattazione della concezione ontica della spiegazione. Salmon ritiene che i successi della fisica del ventesimo secolo, prima tra tutte la teoria dei quanti, hanno eroso la possibilità di difendere una visione deterministica del mondo. La maggior parte degli scienziati difende l'interpretazione della teoria dei quanti che ritiene che i fenomeni quantistici siano fondamentalmente e irriducibilmente di natura probabilistica. L'indeterminismo sembra molto concretamente una possibilità reale. Nel già citato esempio del decadimento radioattivo degli atomi di uranio, non c'è nessun fattore determinante oltre alla probabilità statistica che l'evento accada. L'emissione spontanea di particelle alfa è governata completamente dalla probabilità: la particella alfa presente nel nucleo ha un'energia minore rispetto alla barriera di potenziale costituita dall'energia del nucleo. Come ci aspetteremmo, nella stragrande maggioranza dei casi la particella viene trattenuta, ma talvolta riesce a passare grazie all'effetto tunnel. Questo meccanismo può essere spiegato con una funzione d'onda che assegna un'alta probabilità alla particella di essere trattenuta e una minuscola probabilità di fuoriuscire.

Alla luce di ciò, Salmon ritiene necessario elaborare un concetto di spiegazione scientifica compatibile con l'indeterminismo. Come notavamo nel paragrafo §1.5, l'approccio ontico è aperto alla possibilità dell'indeterminismo, mentre quello epistemico, che ha in Hempel il suo "paladino", s'imbatte in numerose difficoltà quando tenta di spiegare i processi stocastici. Per prima cosa, allora, è necessario rifiutare i quattro punti cardine della concezione epistemica:

- 1) "La spiegazione deve mostrare che il fatto da spiegare era da aspettarsi.
- 2) Una spiegazione deve conferire un posto privilegiato al fatto da spiegare rispetto a varie eventualità alternative.
- 3) Una spiegazione deve mostrare perché ha avuto luogo un risultato piuttosto che un altro.
- 4) È impossibile che le circostanze di tipo C possano spiegare in un'occasione l'occorrenza di un evento di tipo E e in un'altra occasione, spieghi l'occorrenza di un'alternativa incompatibile E'" (Salmon 1984b, 302).

Rifiutate le quattro dottrine, ci possiamo chiedere che cosa significa spiegare secondo la concezione ontica: “to explain an event is to exhibit it as occupying its (nomologically necessary) place in the intelligibile pattern” (Salmon 1982, 54), ossia ascrivere l’evento entro le regolarità che si trovano in natura, a cui noi diamo la forma di leggi scientifiche.

I pattern possono essere di natura deterministica o probabilistica. Di solito viene fatta una distinzione netta tra le relazioni causali e quelle statistiche o probabilistiche. Salmon, tuttavia, ritiene che la dicotomia vada messa in questione (Salmon 1982, 58). Non c’è nessun motivo per ritenere che le “influenze” probabilistiche non siano causali. Supponiamo, ad esempio, che un mattone venga scagliato violentemente contro una finestra e che l’impatto rompa il vetro. Poniamo adesso lo stesso esempio, ma ipotizziamo che sia una pallina da golf che viaggia a velocità moderata a colpire la finestra e che in 9 casi su 10 rompa il vetro. In questi casi, appare evidente affermare che l’impatto della pallina da golf sia la causa della rottura. Possiamo allora affermare che esistono cause indeterministiche. E se ci sono cause che hanno un’influenza probabilistica, si può dire che la spiegazione scientifica sia causale, indipendentemente dal fatto che l’evento da spiegare abbia una natura (o meglio, i meccanismi che lo governano) probabilistica o determinista. Il tentativo di Salmon è di reintrodurre la *causalità* all’interno della spiegazione (specialmente per quanto riguarda quella statistica), o come, dice enfaticamente egli stesso, “to put the «cause» back into «because»”(Salmon 1977a, 107). A questo scopo Salmon svilupperà un modello di causa probabilistica che sia compatibile con la spiegazione statistica.

L’altro elemento centrale del modello di spiegazione elaborato da Salmon va ricavato dalle critiche che muoveva a Hempel riguardo al problema della rilevanza. Come abbiamo osservato nel paragrafo §1.4.1, Salmon e altri autori hanno elaborato diversi controesempi che mettevano in luce una criticità dei due modelli di Hempel. I criteri sono troppo larghi e permettono le formulazioni di spiegazioni paradossali, come quella del sale stregato che si scioglie in acqua perché stregato, o John Jones che non rimane in cinta perché ha assunto la pillola anticoncezionale. L’incantesimo del sale e la pillola anticoncezionale sono elementi irrilevanti per la spiegazione dei due fenomeni. Il sale stregato si è sciolto non già perché stregato, ma per via della sua composizione atomica, tutti i sali, stregati e non, si sciolgono in acqua. Allo stesso modo, John Jones non sarebbe rimasto in cinta anche nel caso in cui egli non avesse assunto la pillola anticoncezionale, giacché è un uomo. L’intento di Salmon, quindi, è formulare un modello che sia capace di bandire spiegazioni di questo tipo. La soluzione che adotta è la *rilevanza statistica*. Gli elementi adottati come spiegazione di un evento devono essere statisticamente rilevanti per la probabilità dell’accadimento dell’evento stesso: “to say that a certain factor is statistically relevant to the occurrence of an event means, roughly, that it makes a difference to the probability of that occurrence – that is, the probability of the event is different in the presence of that factor than in its absence” (Salmon 1971, 11)¹⁴.

14 Questo soluzione viene adottata da Salmon fino alla svolta di fine anni 70, quando la rilevanza statistica passerà in secondo piano rispetto alla causalità, la quale verrà riformulata in termini fisici. Nella seconda fase del suo pensiero, saranno le cause a risolvere i problemi di irrilevanza.

Nel modello a rilevanza statistica, la spiegazione si colloca su due livelli (Salmon 1977a, 103): il primo è costituito dalla rilevanza statistica, il secondo dalla relazione causale che intercorre tra le dipendenze statistiche. Salmon sviluppa il suo modello a partire dai primi anni 70, dopo aver addotto le prime critiche a metà anni 60.

2.2 – La rilevanza statistica

Prendiamo in esame il primo elemento, la rilevanza statistica. Discuteremo la forma la spiegazione statistica, l'interpretazione della probabilità adottata e il concetto di omogeneità della classe di riferimento. Tramite queste nozioni Salmon cerca di riaffermare l'oggettività della spiegazione statistica, che era stata epistemicamente relativizzata da Hempel. La prima formulazione completa ed esaustiva del suo modello risale al 1970, incorporata in una raccolta dell'anno successivo.

2.2.1 – La forma della spiegazione

Come prima cosa possiamo chiederci quale forma hanno le spiegazioni del modello a rilevanza statistica. Sono argomenti come per la *received view*? Dalle critiche di Salmon che abbiamo analizzato, possiamo già dedurre che la risposta è no. La tesi che le spiegazioni siano argomenti è il “terzo dogma dell'empiricismo”, titolo anche del saggio del 1977 in cui Salmon cerca di smontare la tesi. Terzo in quanto in quanto i primi due erano quelli identificati da Willard Van Orman Quine nel suo saggio “Two Dogmas of Empiricism” del 1951. Il primo è la distinzione tra verità analitiche e verità sintetiche, il secondo il riduzionismo, per cui le asserzioni hanno significato solo grazie a certe costruzioni logiche di termini che si riferiscono all'esperienza immediata. La stessa tesi di Salmon era già stata sostenuta nel 1969 da Jeffrey e ripresa da Salmon due anni dopo.

Secondo Hempel anche le spiegazioni statistiche erano argomenti (solo che di tipo induttivo), nella misura in cui l'evento da spiegare era atteso alla luce di certi fatti esplicativi. Salmon ritiene, invece, che solo nei casi in cui la probabilità del fenomeno è pari a 1 è possibile ammettere che le relative spiegazioni siano argomenti nomologico-deduttivi. Questo perché è presente una differenza tra le generalizzazioni del tipo “tutti gli *A* sono *B*” e quelle statistiche come “ $P(A,B)=1$ ”: secondo quest'ultima è possibile che ci siano degli *A* che non sono *B*, mentre la prima generalizzazione afferma che non è possibile. Si può dire che solo nel *caso speciale* in cui tutti gli *A* sono effettivamente *B* e non possono essere altro è possibile ammettere che le spiegazioni siano argomenti. “From the standpoint of the present theory, deductive-nomological explanations are just a special case of statistical explanation” (Salmon 1970a, 79).

In generale, inferenza e spiegazione differiscono profondamente e Salmon mette in luce tre asimmetrie che intercorrono tra le due. Come mostrano i controesempi che abbiamo illustrato nel paragrafo §1.4.1, le irrilevanze inficiano le spiegazioni ma non costituiscono un problema per gli argomenti. Un argomento avente delle premesse irrilevanti, mantiene a pieno la sua validità deduttiva dal punto di vista logico. Non si può dire lo stesso per la capacità esplicativa. La stessa differenza è presente negli

argomenti e spiegazioni induttivi. L'aggiunta di un fatto irrilevante alle premesse di un argomento induttivo non comporta particolari problemi dal punto di vista logico, semplicemente non aumenta né diminuisce la probabilità della conclusione. Dal punto di vista della spiegazione, invece, il fattore irrilevante la compromette.

Un altro problema degli argomenti induttivi è che, per essere validi, richiedono che la probabilità dell'occorrenza del fatto da spiegare sia alta, quanto più prossima a probabilità 1. Questo requisito dettato dalla logica porta a un'ulteriore asimmetria tra argomento e spiegazione. Una moneta truccata può dare testa con una probabilità di 0,9 e croce di 0,1; ne consegue che potremmo spiegare il fatto che tale moneta dia testa ma non croce. In molti casi, come quello già citato della sifilide elaborato da Scriven, è evidente che è possibile spiegare l'evento improbabile, anche se l'argomento induttivo non ce lo permette per questioni logiche.

L'ultima asimmetria consiste nel fatto che gli argomenti non sono soggetti alle stesse restrizioni temporali delle spiegazioni (Salmon 1977a, 101-102). Possiamo predire con accuratezza un'eclissi lunare usando le leggi del moto e le condizioni iniziali precedenti all'eclissi; allo stesso modo possiamo "retrodire" l'eclissi usando le stesse leggi e le condizioni posteriori all'eclissi. Ovviamente, se le spiegazioni sono argomenti, solo quello predittivo è una spiegazione. Spieghiamo gli eventi sulla base delle cause, non degli effetti. Ecco l'altra simmetria: mentre per gli argomenti non c'è differenza logica tra predizione e retrodizione, per la spiegazione c'è ed è decisiva. Ancora più evidente è nel caso dell'esempio dell'asta e dell'ombra di Bromberger, che abbiamo brevemente illustrato nel paragrafo §1.1. C'è una differenza temporale e causale in gioco: è l'asta a produrre l'ombra e non viceversa; parimenti la luce prima si scontra contro l'asta e poi proietta l'ombra a terra. Per questo è legittima solo la spiegazione della lunghezza dell'ombra a partire dall'altezza dell'asta. Inferire una cosa, non equivale a spiegarla. Grazie alle tecniche di dendrocronologia possiamo inferire le piogge annuali di alcune zone dell'Amazzonia fino a 8000 anni fa; ma questa inferenza non corrisponde a una spiegazione della pioggia annuale di 8000 anni fa.

Il modello a rilevanza statistica non assume la forma inferenziale, non afferma che l'evento spiegato era da attendersi per conferma induttiva. "An explanatory argument shows that the probability of the explanandum event relative to the explanatory facts is substantially greater than its prior probability" (Salmon 1970a, pg. 36), dato che quest'ultima che non contempla le condizioni ausiliarie. La spiegazione a rilevanza statistica consiste invece in "an assembly of facts statistically relevant to the explanandum, regardless of the degree of probability that results" (Salmon 1971, 11), detto concisamente. Come possiamo notare, non vengono menzionate l'elemento portante del modello hempeliano, chiamato anche, non a caso, modello a legge di copertura". Secondo Salmon, l'assemblaggio dei fattori rilevanti è sufficiente a fornire una spiegazione, almeno in un primo momento. In questo modo evita la questione spinosa di dover definire il concetto di legge o enunciato legiforme, che aveva causato non pochi problemi ad Hempel¹⁵. Prima di vedere nello specifico la sua forma completa,

15 In un secondo momento, Salmon riconosce l'insufficienza delle sole rilevanze statistiche e formula una nozione fisica di causa. Anche la storia causale gli permetterà, comunque, di evitare il problema della definizione del concetto di legge.

quando si parla di spiegazione statistica è necessario chiarire il concetto di probabilità. Abbiamo visto che Hempel oscillava tra due interpretazioni. Analizziamo ora le concezioni della probabilità e le diverse caratterizzazioni della spiegazione che esse comportano.

2.2.2 – L'interpretazione della probabilità

Con probabilità si possono intendere diverse cose. Salmon analizza le quattro concezioni principali in relazione alla spiegazione statistica, ovvero come la spiegazione dovrebbe essere secondo una certa concezione della probabilità.

L'interpretazione logica della probabilità afferma che “probability or degree of confirmation is a logical relation between evidence and hypothesis” (Salmon 1970a, 37). Ci sono alcune regole per l'applicazione della logica statistica, la principale è la già citata “evidenza totale” di Carnap. Se equipariamo un fatto da spiegare a un'ipotesi, troviamo che ci sono molteplici gradi di conferma corrispondenti a differenti evidenze possibili. Il requisito di evidenza totale, allora, stabilisce che il valore di probabilità da scegliere nell'applicazione pratica è quello che incorpora tutte le evidenze rilevanti disponibili. Questo valore può corrispondere a un quoziente di “fair bet” (credenza nell'alta probabilità che qualcosa accada), una stima di una frequenza relativa o un valore usato nel calcolo dell'utilità stimata. Questa interpretazione della probabilità è adottata da Hempel per le spiegazioni statistiche, ma Salmon argomenta che è un uso improprio. Non si capisce, inoltre, perché sia richiesta una premessa di carattere generale, visto che è possibile un'inferenza induttiva da fatti particolari ad altri fatti particolari.

L'interpretazione soggettiva o personalistica ritiene che la probabilità sia semplicemente una credenza ordinata sulla base del calcolo matematico della probabilità. Salmon sostiene che il modello hempeliano si adatti bene a questa interpretazione, in quanto, come abbiamo già detto all'interno di questo capitolo, l'argomento in fondo non fa altro che conferire una probabilità maggiore rispetto a quella precedente. Questo aspetto ricalca il teorema di Bayes, che riguarda l'aggiornamento delle probabilità, e quindi della credenza, alla luce della nuova evidenza.

L'interpretazione frequentista della probabilità afferma che la probabilità è il limite della frequenza relativa di un attributo in una sequenza infinita di eventi. Da questo punto di vista, non è possibile assegnare una probabilità ad un singolo evento specifico, giacché la frequenza è una media relativa calcolata nel tendere all'infinito. Il problema del caso singolo è centrale ed unico, visto che non è presente nelle due concezioni precedenti.

L'interpretazione disposizionale (propensity interpretation) è molto simile a quella frequentista, tanto che in comune hanno il problema del caso singolo. Differiscono per il fatto che la probabilità frequentista è una rilevazione della frequenza relativa in una serie infinita, mentre la probabilità disposizionale afferma la propensione di un evento ad accadere con una certa probabilità.

Salmon è un sostenitore dell'interpretazione frequentista della probabilità, essa viene utilizzata per l'induzione, come dimostra il testo del 1967 "The Foundations of Scientific Inference" (Salmon 1967, 83-96). L'interpretazione frequentista viene anche usata per il modello a rilevanza statistica, tuttavia non vi è alcun legame speciale tra le due cose. Come dice egli stesso, "this does not mean that the statistical-relevance approach is tied in any crucial way to a frequency theory of probability" (Salmon 1984a, 36). Anzi, se si volesse utilizzare altre interpretazioni è possibile farlo, le sue considerazioni possono essere tranquillamente tradotte nelle altre. La scelta frequentista è di carattere pragmatico: viene adottata per il semplice fatto che risulta più intuitivo comprendere esempi statistici di carattere frequentista.

2.2.3 – Il problema della classe di riferimento e la rilevanza statistica

Come tratta il frequentista la probabilità di un singolo evento? Salmon riprende dal suo mentore Hans Reichenbach l'idea che, per assegnare un valore di probabilità ad un singolo evento, è necessario collocare questo all'interno di una *classe di riferimento* e trasferire la frequenza relativa della classe di riferimento all'evento singolo¹⁶. Facciamo un esempio: vogliamo sapere qual è la probabilità di estrarre una pallina rossa da una certa urna. La *classe di riferimento* (*A*) è la sequenza infinita di estrazioni dall'urna e la *classe di attribuzione* (*B*) corrisponde all'estrazione di una pallina rossa. Collocando l'evento nella classe adeguata, otteniamo una specifica probabilità $p(A, B)$. Ogni evento può essere collocato in molteplici classi di riferimento. L'urna può avere diverse proporzioni di palline di colori diversi, l'estrazione può essere fatta alla cieca, le palline estratte possono essere rimesse o meno nell'urna. Sono innumerevoli i fattori che possono variare la probabilità dell'evento e quindi determinare una classe di riferimento diversa. È il *problema della scelta della classe di riferimento* che abbiamo già trovato in Hempel e che egli cercava di risolvere con l'introduzione del requisito di massima specificità.

Reichenbach suggerisce di adottare "the narrowest class for which reliable statistics can be compiled" (Reichenbach 1949, 374). Così facendo vengono messe insieme due istanze che guardano a poli opposti: per avere statistiche affidabili si tende ad allargare la classe di riferimento e quando si stringe la classe di riferimento si producono statistiche meno affidabili. Queste sono entrambe necessarie, perché per trasferire il valore di probabilità dalla sequenza all'evento singolo bisogna avere una base abbastanza ampia per determinare il numero d'istanze e, d'altra parte, non bisogna includere nella classe di riferimento i casi irrilevanti rispetto al fenomeno in esame. Introduciamo un ulteriore termine tecnico. Un insieme di sottoclassi mutualmente esclusive ed esaustive della classe è detta *partizione* della classe. Salmon sottolinea il punto seguente: se non sono presenti ulteriori fattori *statisticamente rilevanti*, non si deve suddividere la classe di riferimento arbitrariamente per crearne una più ristretta (Salmon 1970a, 42). Aggiungere partizioni irrilevanti riduce l'evidenza induttiva per determinare la frequenza limite della nostra classe di riferimento. Facciamo un esempio: chiediamoci qual è la probabilità che un certo individuo, John Smith, abbia di

¹⁶ L'idea viene formulata in Reichenbach: 1949, sez. §72, pg. 372, e ripresa in Salmon 1970a, pg. 40.

sopravvivere altri dieci anni. I fattori statisticamente rilevanti saranno l'età, il sesso, il tipo di occupazione e lo stato di salute. Il colore dei suoi occhi o la targa della sua automobile sono fattori che non possiedono alcuna influenza sulla probabilità che John Smith sopravviva altri dieci anni. Questi due elementi, se aggiunti, darebbero vita a delle suddivisioni inutili, in quanto queste avrebbero la stessa probabilità della stessa classe di riferimento ma senza i due fattori.

La nozione di rilevanza statistica è centrale per il modello di Salmon, riesce a risolvere il problema della scelta della classe di riferimento ed evita il caso imbarazzante di non poter spiegare gli eventi con basse probabilità, imbarazzante soprattutto quando tali eventi sono correlati da pattern della natura ad eventi con alta probabilità, per cui possiamo spiegare questi ultimi ma non i primi. Concludiamo il paragrafo fornendo una formulazione più tecnica del concetto di rilevanza statistica:

una certa proprietà C è detta statisticamente rilevante per la classe A se, dividendo la classe A in due sottoclassi $A.C$ e $A.-C$, otteniamo $p(A.B, C) \neq p(A, B)$. (Salmon 1970a, 42)

È da sottolineare che la partizione data da C deve avere probabilità *diversa*, non maggiore o uguale alla classe di riferimento iniziale. Un fattore è statisticamente rilevante anche se ha una correlazione statistica negativa rispetto al fenomeno da spiegare. Questo sta a dire che, per quanto possa essere contro-intuitivo, anche la rilevanza negativa è funzionale alla spiegazione, e quindi un evento può essere spiegato mostrando che risulta meno probabile di quanto si pensasse inizialmente.

James C. Greeno elabora un esempio chiarificatore di questo approccio (Greeno 1971, 89). Albert è un ragazzo americano che è stato condannato per un furto d'automobile e vogliamo avere una spiegazione di perché egli ha commesso tale gesto B sulla base di una teoria della delinquenza giovanile. Selezioniamo la classe di riferimento iniziale A : adolescenti americani. La probabilità di delinquenza giovanile (B) negli adolescenti americani corrisponde a

(1)

$$P(B|A)=p$$

La spiegazione (1) corrisponde alla probabilità iniziali della classe di riferimento iniziale, che è determinata dalla domanda/richiesta di spiegazione "perché questo adolescente americano ha commesso un reato così grave?" (Salmon 1970a, 51). Aggiungiamo dei fattori rilevanti per la delinquenza giovanile, come il reddito del nucleo familiare. Diciamo che è superiore a 30.000\$, quindi C . Otteniamo quindi

(2)

$$P(B|A.C)=p'$$

Questa spiegazione (2) può essere considerata la probabilità a posteriori. Anche se il fattore C , l'alto reddito, diminuisce la probabilità della delinquenza giovanile B , per cui $p' < p$, rimane un fattore statisticamente rilevante ed è dunque necessario che venga incluso. La seconda spiegazione è perciò da considerare migliore della prima, in quanto

più completa. Le spiegazioni non vanno valutate in base al grado di probabilità conferito, ma per la giusta collocazione dell'evento nella classe di riferimento che conferisce la probabilità corretta (Greeno 1971, 90).

2.2.4 – L'omogeneità della classe di riferimento

Una volta trovati tutti i fattori o proprietà statisticamente rilevanti per l'*explanandum*, ci ritroviamo con una classe di riferimento che non può essere ulteriormente partizionata in modo rilevante, ovvero abbiamo una classe di riferimento che è detta *omogenea*. Salmon fornisce la seguente definizione di omogeneità della classe di riferimento:

“A reference class *A* is homogeneous with respect to an attribute *B* provided there is no set of properties C_i in terms of which *A* can be relevantly partitioned” (Salmon 1977b, 399)

Quando scegliamo una classe di riferimento, la partizioniamo usando tutti i fattori rilevanti. A loro volta le partizioni che otteniamo devono tutte essere omogenee, nel senso che non è possibile ricavare ulteriori sottoclassi al loro interno (Salmon 1984a, 37). Con le nozioni di omogeneità e di rilevanza statistica, Salmon riformula il metodo di scelta della classe di riferimento di Reichenbach. Lo scopo è cercare la classe di riferimento omogenea che sia più larga possibile, non quella più ristretta. Salmon la definisce *regola della classe di riferimento*:

“choose the broadest homogeneous reference class to which the single event belongs” (Salmon 1970a, 43).

Un'altra caratteristica fondamentale dell'omogeneità è che essa non è relativa solo alla classe a cui l'evento da spiegare appartiene. Quando s'indaga la rilevanza statistica è necessario guardare non solo alla classe di appartenenza dell'evento, ma anche alle classi ad essa associate per via della partizione. L'omogeneità deve essere tale sia per la classe di riferimento che per la classe ad essa complementare rispetto all'attributo in questione (Salmon 1970a, 58-62). Riprendiamo gli esempi della paresi di John Jones e del sale stregato. Vista la bassa incidenza della paresi nei pazienti con sifilide non trattata, potremmo dubitare dell'omogeneità della classe di riferimento; d'altra parte, notiamo come la classe complementare, quella dei soggetti non affetti dalla sifilide, è perfettamente omogenea, visto che non si trovano in essi casi di paresi. L'omogeneità di quest'ultima classe può portarci a ritenere che pure quella di riferimento sia omogenea – e così è. Nel caso del sale stregato avviene l'opposto: la classe di riferimento è omogenea, ma non lo è la classe ad essa associata, in quanto è possibile procedere con ulteriori partizioni che sono statisticamente rilevanti per la solubilità in acqua (il sale non stregato, lo zucchero e tante altre sostanze sono solubili in acqua). La mancanza di omogeneità nella classe complementare ci porta a concludere che la classe di riferimento del sale stregato non è la più ampia possibile e che, di conseguenza, l'incantesimo non è un fattore rilevante per la solubilità in acqua. Le

partizioni irrilevanti riducono l'omogeneità della propria classe complementare. Salmon chiama la proprietà che abbiamo analizzato *omogeneità multipla*, nel senso che l'omogeneità è da riferirsi non solo alla classe di riferimento a cui l'*explanandum* appartiene, bensì anche alle partizioni ad essa associate.

Adesso che abbiamo illustrato gli elementi principali, possiamo chiederci Salmon riesce ad evitare lo "spettro" di Hempel. Abbiamo visto che Hempel riteneva che tutte le spiegazioni statistiche fossero relative a una determinata situazione conoscitiva. Aveva chiamato questa condizione la relatività epistemica delle spiegazioni statistiche. La domanda è questa: che tipo di omogeneità è quella del modello a rilevanza statistica?

Salmon riconosce che la sua nozione, come quella di Reichenbach, non riesce a dipanare tutte le questioni teoriche e pratiche (Salmon 1970a, pg. 43-45). A livello teorico è sempre possibile avere due classi di riferimento ugualmente ampie ma aventi due valori di probabilità diversi. A livello pratico, spesso manca una conoscenza completa dei fenomeni da spiegare. Ad esempio capita molto frequentemente di sospettare o sapere che la classe di riferimento adottata per una spiegazione non è omogenea, ovvero che possano esserci altri fattori statisticamente rilevanti, ma ancora non sappiamo quali essi siano e quindi non siamo in grado di procedere con ulteriori partizioni rilevanti. In questo caso diremo che la classe di riferimento è *epistemicamente omogenea*, ovvero relativamente alle conoscenze che attualmente possediamo. In altri casi sappiamo che la classe di riferimento non è omogenea e sappiamo pure quali sono i fattori statisticamente rilevanti. Tuttavia, ci risulta eccessivamente difficile comprendere quali elementi appartengono a ogni sottoclasse. Per questo motivo ci accontentiamo della classe non omogenea, senza operare ulteriori partizioni; questa classe di riferimento può essere chiamata *praticamente omogenea*. Salmon cerca di andare oltre a questi tipi di omogeneità. Come dice egli stesso:

“We need, it seems to me, a reasonable concept of homogeneity [...] according to which a given reference class is objectively homogeneous with respect to the occurrence of a given attribute, quite independently of [...] the specific knowledge situation” (Salmon 1977b, 401).

Il determinista afferma che una classe di riferimento è omogenea solo quando tutti gli *A* sono *B*. Egli afferma che i fattori causali determinano sempre quali *A* sono *B* e quali non lo sono. Salmon argomenta che ciò non è necessario perché la classe di riferimento sia omogenea (Salmon 1970a, 45-46). Esistono svariati casi in cui una classe di riferimento è omogenea anche quando non tutti gli *A* sono *B*. Prendiamo un campione di materia radioattiva e osserviamone il decadimento. Non c'è alcun fattore statisticamente rilevante che possa differenziare quel campione nello specifico dalla frequenza relativa del decadimento radioattivo di atomi instabili. Lo stesso accade nel caso in cui un fascio di elettroni venga fatto collidere contro una barriera di potenziale, in cui alcuni elettroni passeranno oltre e molti altri verranno respinti indietro. La differenza tra quelli che passano e quelli che vengono respinti è data semplicemente dal caso, non è presente alcuna motivazione e fattore che possa renderne conto. Non possiamo fare alcuna partizione rilevante per mostrare la "necessità" dell'evento, la classe di riferimento è

omogenea così come è. Questi sono casi di *omogeneità oggettiva*. Salmon afferma che questo tipo di omogeneità non è afflitto relativismo epistemico che dominava il statistico-induttivo di Hempel.

Gli esempi della meccanica quantistica sembrano proprio incarnare l'idea di omogeneità oggettiva, in quanto mostrano che non sono possibili ulteriori partizioni rilevanti della classe di riferimento per spiegare l'accadimento dell'evento. Non è possibile introdurre ulteriori fattori rilevanti che intervengano nel decadimento radioattivo, è un fenomeno *intrinsecamente* probabilistico e, quindi, indeterministico. Secondo Salmon, l'esistenza di leggi irriducibilmente statistiche è una conferma dell'esistenza di classi di riferimento oggettivamente (Salmon 1977b, 411-412; Salmon 1984a, 41).

Abbiamo analizzato le nozioni fondamentali del modello a rilevanza-statistica. Ce ne sarebbero di ulteriori, come il "posto di selezione", la "casualità" (*randomness*), ecc., ma al fine di ricostruire le origini del dibattito sulla spiegazione statistico-probabilistica gli elementi trattati sono da ritenersi sufficienti. Volgiamo adesso lo sguardo all'altra grande componente del modello di spiegazione scientifica di Salmon, la *causalità*.

2.3 – La causalità della spiegazione

Come abbiamo anticipato nel paragrafo §2.1, Salmon cerca di reintrodurre la causa all'interno della spiegazione, "to put the «cause» back into «because»". La causalità è il secondo "ingrediente" alla base del modello a rilevanza statistica.

Nella prima fase del suo pensiero, la causalità viene trattata in forma interamente statistica. A una domanda "why" rispondiamo con una spiegazione causale "because", dove questo secondo "perché" ha proprio una connotazione causale. L'intreccio tra la causalità e la nozione di rilevanza statistica potrebbe, però, essere oggetto di critiche. Come dice Salmon stesso, "this attempt to put the «cause» back into «because» does, however, go againts an influential philosophical tradition" (Salmon 1977c, 193). Hume aveva trovato degli elementi basilari per le relazioni causali: contiguità, priorità e congiunzione costante. Non era però riuscito a trovare una qualche connessione necessaria empirica ed evidente tra la causa all'effetto che non si rimandasse a poteri occulti e misteriosi, con la conseguenza che la causalità risulta essere un'associazione mentale frutto dell'abitudine. Da questo momento in poi, la nozione di causa pare essere circondata da un'aura di sospetto. Non a caso, Hempel era stato cauto a trattare la nozione di causa, arrivando persino ad eliminarla dal suo modello di spiegazione. Nonostante goda di un certo discreto tra i filosofi, la fisica moderna continua a utilizzare efficacemente questa nozione. Coscienti del suo complesso status, come prima cosa dobbiamo domandarci questo: *possiamo affermare che tutte le rilevanze statistiche siano causali? Ci sono rilevanze statistiche non causali?*

2.3.1 – La causalità in termini statistici: screening-off, causa comune e biforcazione congiuntiva e interattiva

Ad un primo sguardo, possiamo rispondere all'ultima domanda in modo affermativo. Consideriamo l'esempio del barometro e della tempesta di Scriven, citato nel paragrafo §1.1 per criticare la tesi della simmetria tra spiegazione e predizione. La correlazione statistica tra il barometro e la tempesta è presente: la lancetta si abbassa con alta probabilità ogni qual volta sta per arrivare la tempesta. I due eventi sono detti statisticamente dipendenti. Potremmo mai spiegare che il barometro è la causa della tempesta? Assolutamente no, è il calo di pressione ad esserlo. Questa può essere se mai vista come una "*spiegazione sintomatica*", che può avere valore solo quando manchi una reale conoscenza delle relazioni causali in gioco, ovvero quando non sappiamo che tale spiegazione rinvii a dei sintomi o effetti piuttosto che a delle cause. Anche se fosse questo il caso, sarebbe una spiegazione incompleta, perché la relazione causale sarebbe capace di fornire una classe di riferimento maggiormente omogenea rispetto alla spiegazione sintomatica. Il punto centrale non è l'incremento della probabilità dell'evento (che può essere minimo), bensì il fatto che otteniamo una partizione migliore che rende statisticamente irrilevante quella precedente (Salmon 1970a, 54).

Il problema in questione è riconoscere la differenza tra una rilevanza causale e una rilevanza meramente statistica. Per risolverlo dal punto di vista statistico, Salmon prende in prestito da Reichenbach la nozione di *screening off*, che potremmo tradurre in italiano come "adombramento" o "messa in ombra". La relazione che intercorre tra il calo della pressione e la tempesta mette in ombra quella che quest'ultima ha con il calo della lancetta del barometro. Ma l'opposto non avviene. La dipendenza statistica che intercorreva precedentemente scompare e i due eventi si rivelano essere statisticamente indipendenti. Salmon dà una definizione formale:

"More formally, we may say that D screens off C from B in reference class A iff (if and only if) $P(A.C.D, B) = P(A.D, B) \neq P(A.C, B)$ " (Salmon 1970a, 55).

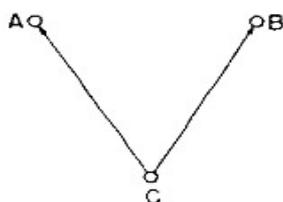
Riprendendo l'esempio, diciamo che A è la classe dei giorni in prossimità della mia casa, B è la classe dei giorni in cui c'è una tempesta, C è la classe dei giorni in cui c'è un calo della lancetta del barometro e D è la classe di giorni in cui c'è un calo di pressione atmosferica. Data la definizione, risulta proprio che il calo di pressione mette in ombra il calo della lancetta del barometro dalla classe di riferimento dei giorni di tempesta, ma il contrario non è possibile. Questo perché il calo di pressione è la *causa comune* della tempesta e dell'abbassamento della lancetta del barometro.

Lo screening off è uno strumento statistico che permette di adombrare le spiegazioni sintomatiche mettendo in rilievo i veri nessi causali. È possibile dire che funge da ponte proprio tra i due elementi centrali del modello di Salmon: mette in luce la rilevanza statistica *tramite* il riconoscimento dei nessi causali che intercorrono tra i fenomeni, che possiamo anche chiamare *cause comuni*. In questo modo, richiamiamo un'altra nozione di Reichenbach, il *principio di causa comune*. Questo afferma che

“if an improbable coincidence has occurred, there must exist a common cause”
(Reichenbach 1956, 157 – corsivo originale).

Lo screening off è innestato in questo principio, per il quale non esistono coincidenze fortuite. È sempre (o quasi, come vedremo a breve) possibile trovare una causa comune a due eventi statisticamente dipendenti che fa scomparire la coincidenza/correlazione. La relazione che la causa comune intrattiene con due eventi apparentemente correlati a livello statistico è rappresentabile con la *biforcazione congiuntiva*, altra nozione che Salmon riprende da Reichenbach.

Illustrazione 1: Biforcazione congiuntiva ACB



La biforcazione congiuntiva sopra rappresentata mostra schematicamente la relazione causale e statistica che *C* intrattiene con *A* e *B*.

La formula di Reichenbach sembra efficace, tuttavia Salmon nota come non tutte le biforcazioni siano semplicemente risolvibili tramite lo screening-off e il principio di causa comune. In alcune biforcazioni, gli effetti di una causa comune mantengono una relazione di rilevanza statistica, risultano statisticamente dipendenti anche dopo che la causa comune viene messa in luce. Salmon chiama questo tipo di casi *biforcazioni interattive* (in inglese “*interactive forks*”), dove interattive è legato proprio alla persistenza della correlazione statistica tra due fenomeni anche dopo l’identificazione della loro causa comune (Salmon 1978, 694). Un esempio di tali biforcazione è il fenomeno del Compton-Scattering. Un fotone viene fatto collidere contro un bersaglio di grafite. Nello scontro si disperdono (da qui scattering) un fotone ed un elettrone. Per il principio di conservazione dell’energia, la differenza energetica tra il fotone iniziale e quello disperso equivale all’energia cinetica dell’elettrone che si è staccato. La dipendenza statistica permane per il fatto che non possiamo prevedere dove andrà il fotone e dove l’elettrone, ma solo dedurre che se il fotone è in una certa posizione con una certa energia, allora l’elettrone avrà un moto angolare e un’energia complementari. La causa comune, l’urto del fotone, non è capace di adombrare la dipendenza statistica che intercorre tra il fotone e l’elettrone dispersi.

Nel 1970, Salmon sostiene che lo screening off sembra essere capace di bloccare le “spiegazioni sintomatiche” senza la necessità di introdurre una nozione di relazione causale, infatti la definizione è formulata in termini di sola rilevanza statistica. Questo perché tutti i fattori causali possono essere messi in rilievo in termini di rilevanza statistica, grazie anche all’apporto dello screening off. In questa prima fase del suo pensiero, ritiene con ferma convinzione che la rilevanza statistica sia sufficiente a fornire una spiegazione genuina dei fenomeni:

“One might ask on what grounds we can claim to have characterized explanation. The answer is this. When an explanation (as herein explicated) has been provided, we know exactly how to regard any *A* with respect to the property *B*. We know which ones to bet on, which to bet against, and at what odds. We know precisely what degree of expectation is rational. We know how to face uncertainty about an *A*'s being a *B* in the most reasonable, practical, and efficient way. We know every factor that is relevant to an *A* having property *B*. We know exactly the weight that should have been attached to the prediction that this *A* will be a *B*. We know all of the regularities (universal or statistical) that are relevant to our original question. What more could one ask of an explanation?” (Salmon 1970a, 78)

Il tentativo di reintrodurre la causa nella spiegazione sembra così compiuto, ma la soluzione non convince Salmon stesso. Verso la fine degli anni 70, presenta i primi dubbi riguardo all'onnipotenza della rilevanza statistica. C'è da chiedersi se le rilevanze statistiche spieghino effettivamente qualcosa e Salmon conclude che esse necessitano a loro volta di una spiegazione. Dire che l'evento *A* è statisticamente correlato all'evento *C*, in quanto *C* è la causa di *A* e *B*, non è sufficiente a spiegare perché *A*. Le relazioni statistiche non hanno un potere esplicativo autonomo, semmai forniscono l'evidenza per una relazione causale senza però spiegarla. Com'è possibile, allora, avere una spiegazione genuina?

“We do, I believe, have a bona fide explanation of an event if we have a complete set of statistically relevant factors, the pertinent probability values, *and* causal explanations of the relevance relation” (Salmon 1978, 699 – corsivo mio).

È proprio in questi anni che Salmon sviluppa il suo modello di interazione causale e lo integra nella spiegazione a rilevanza statistica. Quest'ultima passerà in secondo piano e verrà progressivamente marginalizzata nei confronti del modello causale.

2.3.2 – La struttura causale del mondo: i processi, la trasmissione del marchio e la teoria “at-at” del moto

Nella seconda fase del suo pensiero, Salmon ritiene che le correlazioni statistiche siano elementi necessari per la spiegazioni, ma non sufficienti. Per avere una spiegazione completa bisogna fornire anche le ragioni causali in termini fisici, che spiegano anche le relazioni statistiche. Quest'ultime vengono ad assumere il semplice ruolo di base su cui costruire le spiegazioni causali. Salmon tenta allora di elaborare una teoria della causa che possa essere efficace a spiegare sia i fenomeni deterministici che, soprattutto, quelli probabilistici.

Uno degli aspetti più brillanti della sua concezione di causa è l'elemento fondante e basilare. L'approccio dominante alla causalità, che si rifà alla trattazione

humeana, concepisce le relazioni causali come successione di eventi contigui localizzati nello spazio e nel tempo. Su questo punto Salmon si dimostra rivoluzionario:

“one of the fundamental changes that I propose in approaching causality is to take *processes* rather than events as basic entities” (Salmon 1984a, 139 – corsivo mio).

Il *processo*, al contrario dell'evento, ha una durata molto maggiore in termini spaziotemporali e sono responsabili per la *propagazione causale*, nel senso che trasmettono la componente causale da un punto all'altro. I processi sono delle strutture o qualità che persistono nel tempo e si trasmettono. Degli esempi di processo possono essere la luce del Sole che viaggia fino alla Terra oppure un oggetto in stasi. La velocità di trasmissione e l'influenza causale hanno dei limiti posti dalla natura, che possono essere identificati alla luce teoria della relatività di Albert Einstein. La velocità della luce nel vuoto è la velocità massima o limite, per cui nessun oggetto può viaggiare ad una velocità maggiore, sia esso un corpo o un'onda. Per questo motivo, si può dire che ogni evento o processo, collocato in un preciso punto del tempo e dello spazio, può subire un'influenza causale da parte di altri eventi solo se questi sono presenti all'interno del “cono di luce di Minkowski” che è proiettabile dal primo evento. Salmon sostiene, quindi, che il cono di luce di Minkowski può essere chiamato “cono della rilevanza causale”.

A questo punto Salmon introduce una distinzione. Dire che tutti i processi hanno come limite massimo di velocità quello della luce è falso. Ci sono delle specie di processi, gli *pseudo-processi*, che possono “violare”, per così dire, tale limite senza risultare contravvenire ai principi della relatività¹⁷, almeno questa è l'idea di Salmon. La differenza principale tra i processi e gli pseudo-processi è che solo i primi sono causali e quindi solo i processi trasmettono informazioni fungendo da segnali. Non essendo capace di trasmettere informazioni, gli pseudo-processi possono viaggiare a velocità arbitrariamente superiore a quella della luce. Inoltre, collegato a questo, possiamo dire che i processi trasmettono la propria struttura, mentre gli pseudo processi necessitano il supporto esterno di un processo. Detto in questo modo i concetti possono risultare eccessivamente astratti, Salmon fornisce anche degli esempi concreti della differenza tra i due tipi di processo. Una macchina viaggia in una giornata assoluta proiettando un'ombra. Quando passa sotto ad un grattacielo, la macchina continua a esistere (trasporta la sua struttura), mentre momentaneamente l'ombra scompare per riapparire istantaneamente una volta passato il grattacielo. Poniamo un altro esempio: immaginiamo una stanza rotonda, al cui centro è posto un faretto che poggia su una base rotante. La base ruota lentamente a velocità costante. Il fascio di luce che inizia dalla sorgente, il faro, e giunge sino al muro è un processo. Il punto di luce che si sposta lungo la parete tonda è invece uno pseudo-processo, può spostarsi anche a velocità

17 “A basic consequence of that theory [of relativity, n.d.r.] is that no capable of transmitting information can be propagated faster than light.' There are, nevertheless, certain pseudo-processes that can travel with arbitrarily high velocities, not limited by the speed of light” (Salmon 1977c, pg. 194). La possibilità che lo pseudo-processo possa fisicamente viaggiare a velocità maggiori di quella della luce non sembra così certo e potrebbe essere oggetto di dibattito.

maggiore di quella della luce . Data la definizione precedente, possiamo dedurre che il fascio di luce che ruota lungo la parete non può fungere da segnale. In che senso? Come facciamo a capirlo?

Per mostrare concretamente la differenza, Salmon riprende da Reichenbach il “*mark method*”, anche detto “*criterion of mark transmission*”, che potremmo tradurre come “metodo del segno o marchio” e “criterio della trasmissione del segno”. È un metodo di distinzione a posteriori che, come dice Salmon stesso, può essere paragonato al lavoro del detective: “just as the detective makes his mark on the murder weapon for purposes of later identification, so also do we make marks in processes so that the energy present at one space-time locale can be identified when it appears at other times and places” (Salmon 1984a, 146). Continuiamo con l’esempio del faretto nella stanza tonda. Se applichiamo un vetro o un filtro di colore rosso (che è un processo causale) al faretto o in qualsiasi punto del fascio di luce che va dal faretto al muro, la luce che trapassa il vetro rosso sarà rossa. Questo sta a significare che siamo intervenuti su un processo causale e che vi abbiamo applicato una modifica locale (in un punto preciso) che è stata trasportata lungo tutto il resto del processo. Abbiamo dato vita ad un’*interazione causale*. Se proviamo a fare lo stesso con il punto di luce che si sposta lungo le pareti, ciò non accade. Poniamo lo stesso vetro rosso sulla parete nel punto dove sta passando il fascio di luce. La luce che arriva in quel punto risulterà essere rossa, ma non appena il fascio di luce si sposta ritorna bianco. Questo secondo processo risulta, quindi, essere uno pseudo-processo, giacché non riesce a mantenere la modifica che è stata applicata, non riesce a trasmettere l’informazione introdotta. Le interazioni causali sono possibili solo tra processi. Un processo e uno pseudo-processo o due pseudo processi non possono produrle.

Questa caratteristica dei processi causali, la trasmissione del marchio, rispetta tutti i criteri formulati da Hume e pare essere proprio quel tipo di connessione causale che egli cercava. La congiunzione è costante per il fatto che il marchio viene trasmesso in tutti i punti del processo causale che inizia da *A* e termina in *B*. Nel 1977 Salmon formula così la sua nozione di trasmissione del segno:

“A mark that has been introduced into a process by means of a single intervention at point A is transmitted to point B if and only if it occurs at B and at all stages of the process between A and B without additional interventions”
(Salmon 1977c, 197 – corsivo originale).

Alcuni anni dopo Salmon riformula la tesi della trasmissione del segno in termini controfattuali per adattarla ad una critica mossa da Nancy Cartwright. Ritorniamo all’esempio del faretto rotante. Applichiamo al muro un filtro rosso. Qualche frazione di secondo prima che il raggio di luce giunga sul posto in cui è stato messo il filtro rosso aggiungiamo un altro filtro ma questa volta al faretto stesso. In questo modo la luce diverrà rossa proprio nel momento in cui si sposta sul filtro apposto al muro e rimarrà tale anche dopo averlo superato. In questo modo il requisito appena formulato viene soddisfatto: un singolo intervento viene apposto ad un certo punto *A* e trasmesso a *B* senza ulteriori interventi. La formulazione del 1977 pare non essere capace di

differenziare in modo adeguato i processi dagli pseudo-processi e l'esempio di Cartwright lo dimostra. Salmon riformula allora la trasmissione del marchio in termini controfattuali nel modo che segue:

“Let P be a process that, in the absence of interaction with other processes, would remain uniform with respect to a characteristic Q , which it would manifest consistently over an interval that includes both of the space-time point A and B ($A \neq B$). Then, a *mark* (consisting of a modification of Q into Q'), which has been introduced into process P by means of a single local interaction at point A , is *transmitted* to point B if P manifest the modification Q' at B and at all stages of the process between A and B without additional interventions” (Salmon 1984a, 148).

Salmon non analizza i controfattuali ma sostiene un approccio pragmatico che si concentri sulle connessioni fisiche piuttosto che sulla forma logica dei condizionali. Un esperimento potrebbe essere efficace per la determinazione della verità delle asserzioni controfattuali. In essi è possibile tenere fisse alcune condizioni e farne variare altre a piacimento – almeno in un esperimento ben progettato. D'altra parte questo, rimarca Salmon, è più un suggerimento che una conclusione frutto di un'analisi approfondita: “it should be carefully noted that I am *not* offering the foregoing experimental procedure as an analysis of counterfactuals; it, indeed, a result that we should expect any analysis to yield” (Salmon 1984a, 150 – corsivo mio).

Con la trasmissione continua del marchio viene dato un fondamento al concetto di propagazione causale. Salmon mette in guardia dal considerare la sua soluzione banale, infatti ritiene che questa sia da accostare alla soluzione dell'antico paradosso di Zenone del movimento della freccia. Riportiamo il paradosso come descritto da Aristotele:

“Il terzo argomento a cui abbiamo accennato poco sopra dice che la freccia in moto è ferma. Esso si fonda sulla premessa che il tempo è costituito di istanti. Infatti se non si ammette questo non si può fare il sillogismo. Ma Zenone commette un paralogismo: se infatti, egli dice, sempre ogni cosa è in quiete o in moto e «niente si muove» quando occupa uno spazio uguale a sé, e il mobile occupa sempre in ogni istante uno spazio uguale a sé, la freccia che si muove è ferma” (Pasquinelli 1958, 261-262).

L'istante è l'unità più piccola e indivisibile del tempo, per cui nell'istante t occupa lo spazio x . Il movimento è illusorio, perché in ogni istante la freccia è uguale a sé ed è ferma. Il paradosso era stato formulato da Zenone per negare che l'Essere divenisse mostrando la contraddittorietà della tesi del divenire, e quindi del movimento. Il paradosso è stato risolto grazie alla “teoria at-at del moto” elaborata da Bertrand Russell, la quale afferma che

“motion is a functional relation between time and position, then motion consists solely of the pairing of times with positions. Motion consists not of traversing an infinitesimal distance in an infinitesimal time; it consists of the occupation of a unique position at each given instant of time” (Salmon 1970b, 23).

Grazie a questa formulazione, il paradosso non risulta più contraddittorio, perché viene meno l'idea che un oggetto per muoversi debba spostarsi *attraverso* degli infinitesimali di tempo e spazio. Gli infinitesimali possono essere tranquillamente eliminati perché il moto viene a configurarsi come un oggetto che sta *in* (at) certi punti *in* (at) determinati momenti¹⁸. Tale teoria del moto è una soluzione estendibile al problema della propagazione causale, di come un fenomeno possa trasferire una qualità, esercitare una certa influenza o modificare la struttura nei confronti di un altro fenomeno. È il problema del trasferimento del segno. La contiguità delle soluzioni sta nel fatto che il moto, prendiamo come esempio quello della freccia, è un processo causale.

2.4 – Le problematiche della teoria di Salmon

Con il modello della causalità arriva a compimento la teoria di Salmon, soprattutto nella formulazione data nel testo del 1984 “Scientific Explanation and the Causal Structure of the World”. Apparentemente la teoria si mostra solida. Il modello a rilevanza statistica di Salmon riesce a risolvere molte problematiche che erano riscontrabili nel modello statistico-induttivo di Hempel. *In primis*, è capace di spiegare gli eventi con bassa probabilità, senza relegarli all'inspiegabile. In secondo luogo, riabilita la causalità, un elemento importante abbandonato da Hempel. Infine, risolve molte altre problematiche, forse di rango minore, ma comunque significative: l'irrilevanza statistica, il problema della classe di riferimento e la soluzione delle dipendenze statistiche non causali. Ma non è tutto oro quel che luccica: diversi autori riscontrano delle problematiche sia nel modello a rilevanza statistica sia in quello causale.

2.4.1 – Le critiche al modello a rilevanza statistica

Le primissime critiche al modello a rilevanza statistica risalgono a qualche anno dopo la sua prima formulazione estesa del 1971. Nel 1973 Stegmüller sostiene che il modello a rilevanza statistica sia un'analisi statistica approfondita piuttosto che un modello di spiegazione scientifica. Sempre su questo piano si muovono due critiche di Fetzer nel 1981 (forse tardive). “*Statistically relevant properties are not necessarily causally relevant (or, nomically relevant) properties, and conversely*” (Fetzer 1981, 92), afferma correttamente. Ci possono essere delle proprietà che a livello meramente statistico sono rilevanti, ma non lo sono causalmente sul piano fisico. Ad esempio avere un nome che inizia con la lettera “F” potrebbe risultare statisticamente rilevante per l'incidenza di

¹⁸ Il nome della teoria, “at-at”, viene proprio da questo fatto. In italiano potremmo tradurla con “teoria in-in del moto”.

mortalità tra i ventunenni maschi; tale proprietà potrebbe persino adombrare proprietà causalmente rilevanti, come avere la tubercolosi. Questa osservazione è condivisa pure da Salmon, il quale verso la fine degli anni settanta sviluppa un modello più concentrato sulla nozione fisica di causa, relegando in secondo piano l'analisi statistica alla funzione di base. La seconda critica è relativa alla definizione dell'omogeneità data da Salmon. Secondo Fetzer, ogni classe di riferimento che abbia una probabilità diversa da 0 o 1 non risulta omogenea. Lo è solo quella avente un membro con una probabilità uguale a 0 o 1. Salmon rifiuta questo punto e difende il concetto di omogeneità oggettiva, riformulato in termini migliori nel 1984.

Le prime critiche rivolte alla al modello a rilevanza statistica non sono troppo incisive. Lo stesso Salmon riconosce la sterilità della sola rilevanza statistica e la subordina alla formulazione fisica del modello di causalità, dove entrano in gioco i processi, le interazioni causali e la trasmissione dei segni. Delle obiezioni più consistenti e incisive sono state avanzate da Philip Kitcher nel 1985. Hempel riteneva che gli eventi con bassa probabilità potessero essere spiegati, Salmon replicava che tutti gli eventi, indipendentemente dal valore di probabilità, potessero avere una spiegazione. Kitcher fa un po' di chiarezza in mezzo a questi due poli opposti:

“There are degrees of scientific understanding, and, equally, degrees of ununderstanding. An explanation is ideally complete if it eliminates all our ununderstanding. An account may advance our understanding without being ideally complete. We may have to settle for less. For there may be phenomena for which no ideally complete explanation is possible” (Kitcher 1985, 633).

Ci sono diversi gradi di comprensione e spiegazione. Bisogna innanzitutto specificare qual è la domanda a cui dobbiamo di preciso rispondere attraverso la pragmatica della spiegazione. Poniamo come esempio l'effetto tunnel della meccanica quantistica: diciamo che alcuni elettroni hanno una probabilità di 0.9 di essere respinti da una barriera di potenziale e 0.1 di attraversarla. L'elettrone e_1 viene respinto mentre l'elettrone e_2 passa la barriera. La meccanica quantistica è capace di rendere conto delle probabilità che hanno di passare e di essere respinti, di spiegare perché hanno tale probabilità, ma di fronte al caso singolo non dà risposte. Alle domande “perché l'elettrone e_1 è stato respinto *piuttosto* che e_2 ” e specularmente “perché e_2 è passato piuttosto che e_1 ” la nostra migliore risposta è al quanto parziale, “il caso”.

La problematica della spiegazione nella meccanica quantistica viene ripresa anche da James Woodward (Woodward 1989 §3), il quale sostiene che il problema di Salmon è da ricercare nell'interpretazione frequentista della probabilità, la quale non rende adeguatamente conto dei fenomeni quantistici e probabilistici in genere. La probabilità e la frequenza sono due cose distinte. Non è possibile ridurre le probabilità alla frequenza limite relativa, questa se mai può fungere da evidenza per le affermazioni riguardo alla probabilità. La spiegazione statistica è data non dalla frequenza relativa, ma dalla legge che conferisce una certa probabilità. Come Kitcher, Woodward ritiene che la meccanica quantistica possa spiegare deducendo i valori di probabilità che possono essere assegnati ai casi singoli (e non solo nei grandi insiemi di fatti, come

parrebbe secondo l'interpretazione frequentista), ma non può spiegare perché accade un evento piuttosto che un altro. La spiegazione che la meccanica quantistica fornisce è minimale. Un altro esempio è quello della genetica, che Salmon aveva utilizzato per minare il requisito di alta probabilità di Hempel. Possiamo spiegare perché c'è una certa probabilità che un individuo erediti un certo fenotipo spiegando la probabilità che ha di ereditare certi geni e sviluppare quindi determinate caratteristiche. Risulta invece impossibile spiegare perché sia stato ereditato un gene piuttosto che un altro; sappiamo solo che in generale c'è una probabilità pari a 0,5, non sappiamo perché poi venga trasmesso un gene nello specifico, attribuiamo il fatto al caso. Molto simile è il caso della paresi: possiamo spiegare perché John Jones è stato colpito dalla paresi piuttosto che le persone sane, ma non perché John Jones rispetto ad altri individui affetti da sifilide non trattata. L'elemento che Kitcher e Woodward intendono preservare è la contrastività della spiegazione.

2.4.2 – I controesempi alle spiegazioni causali e al modello di causa

Ulteriori obiezioni contro il modello di spiegazione di Salmon sono state formulate rispetto alla tesi che tutte le spiegazioni siano causali e alla nozione fisica di causa. Alcune critiche sono state formulate sempre da Kitcher nel 1985 (Kitcher 1985, §2) e più approfonditamente nel 1989. Egli ritiene che l'approccio causale alla spiegazione del secondo Salmon abbia il merito di ovviare a problemi di asimmetria e irrilevanza dei due modelli di Hempel. Il risultato è di rilievo, tuttavia lo stesso può essere ottenuto con qualche elemento di pragmatica della spiegazione (Kitcher 1989, 421). L'elemento causale non è strettamente necessario. Kitcher elabora alcuni controesempi che mettono in dubbio la tesi che le spiegazioni siano *tutte* causali (Kitcher 1989, §3.2 e §3.3). Non tutte le spiegazioni coinvolgono fenomeni causalmente correlati, inoltre, anche nel caso di fenomeni aventi una relazione causale spesso è richiesta una spiegazione non-causale.

Fanno parte del primo caso le spiegazioni formulate nelle scienze formali come la matematica e i linguaggi formali. Ad esempio, è possibile spiegare perché un'assiomatizzazione matematica di un gruppo finito è migliore di un'altra in quanto unifica meglio i suoi elementi; oppure in logica possiamo spiegare perché una formula è ben formata tramite le regole di tale linguaggio formale. Ancora più problematici per Salmon sono i casi del secondo tipo, di fenomeni causali che possono avere una spiegazione non-causale. Un esempio banale può essere l'azione di sciogliere un nodo complesso. Se un individuo non riesce, possiamo spiegare il fatto mostrando come non abbia seguito la sequenza corretta di movimenti per sciogliere il nodo. Più interessante è forse il caso di una frequenza di nascite maschi-femmine con un rapporto leggermente favorevole per i maschi (1,04). Elencare tutti gli infiniti fattori causali (tutti i fatti biologici, le circostanze dell'accoppiamento, la gravidanza ecc.) risulterebbe solo una perdita di tempo e non porterebbe ad alcuna spiegazione. Questa è da ricercare nelle pressioni evolutive, per cui data la maggior mortalità precoce maschile il rapporto di nascite leggermente favorevole per gli uomini favorisce il rapporto ottimale in età riproduttiva tra maschi e femmine di 1:1, ossia l'equilibrio evolutivo. In questa spiegazione si tralasciano i dettagli causali, si astrae per affermare una tendenza

generale. Un esempio simile a questo può essere quello della legge dei gas $PV=nRT$, dove P è la pressione, V il volume, n la quantità di sostanza, R la costante dei gas e T la temperatura. Una spiegazione causale della variazione di pressione o temperatura di un gas dovrebbe elencare tutti gli infiniti micro-urti che avvengono tra gli atomi che compongono il gas. Il problema è che i singoli urti non ci dicono nulla rispetto al comportamento del gas in generale, che è invece ben illustrato dalla legge dei gas che esibisce la relazione che intercorre tra pressione, volume e temperatura astruendo dai particolari causali. Questi esempi mostrano che spesso i casi singoli non possono essere spiegati tramite il riferimento alla storia causale del fenomeno. A volte la domanda richiede che si riconduca il caso singolo a una classe di appartenenza in cui è presente una regolarità di natura, altre volte, anche se vogliamo una spiegazione di un caso singolo, dobbiamo rifarci a qualche generalizzazione per ottenere la spiegazione desiderata. Quest'ultimo punto mostra la necessità di prendere in considerazione le spiegazioni teoriche, che Salmon non aveva indagato. Stiamo parlando della spiegazione della presenza di certe proprietà in una classe di elementi o la spiegazione di leggi da parte di leggi più generali. Tali spiegazioni si configurano come derivazioni. Posso spiegare le leggi del moto di Keplero derivandole da quelle più generali di Newton, e pure queste possono a loro volta essere derivate dalla teoria della relatività di Einstein; oppure attraverso la meccanica quantistica possiamo spiegare molte proprietà degli elementi della tavola periodica.

Esempi simili a quelli di Kitcher sono stati elaborati nello stesso anno, il 1989, anche da James Woodward e sono rivolti contro il modello di causa sviluppato da Salmon. Egli sostiene che "Salmon's conception of explanation seems to fit most neatly simple physical systems, whose behavior is governed by the principles of classical mechanics and electromagnetism" (Woodward 1989, 359). Anche nella fisica classica, tuttavia, sono presenti numerosi casi di spiegazione non-causale. Woodward argomenta che la geodetica curva di una particella che si muove nello spazio viene spiegata dalla teoria della relatività generale senza appellarsi a interazioni causali. La traiettoria che la particella segue è definita dalla struttura dello spazio-tempo che a sua volta può essere spiegata in termini di distribuzione della massa e dell'energia, ma non diciamo che c'è un'interazione causale tra la massa e l'energia da una parte e lo spazio-tempo dall'altra. Lo stesso punto è valido anche per la relatività speciale in merito alla contrazione dello spazio e dilatazione del tempo.

Oltre ai fenomeni non-causali della fisica classica, ci sono alcuni fenomeni causali che trovano una migliore spiegazione in termini non-causali. Woodward si riferisce ai sistemi complessi, nei quali risulta inutile prestare attenzione agli innumerevoli casi singoli che lo compongono al fine di dare una spiegazione. Una spiegazione di carattere generale, che trascura i singoli processi causali, risulta più efficace. Salmon aveva sostenuto che la legge ideale dei gas non avesse efficacia esplicativa se non alla luce della meccanica statistica, ovvero all'equazione di Maxwell-Boltzmann (Salmon 1984a, 227-228). Come nota bene Woodward, quest'ultima non descrive in realtà i singoli urti, bensì attribuisce solo delle velocità molecolari o dell'energia entro certi valori, entro una certa media. L'astrazione dai dettagli è presente sia nella legge dei gas che nella meccanica statistica. Molti esempi di spiegazioni non-

causali di sistemi complessi possono essere trovati nella biologia evolutiva. Le pressioni evolutive possono spiegare perché certi organismi possiedono dei tratti in comune. Le equazioni Lotka-Volterra, ad esempio, sono capaci di prevedere le variazioni numeriche delle popolazioni di prede e predatori. In queste equazioni si prescinde dai dettagli causali, non si fa riferimento alle singole interazioni o alla storia causali dei gruppi di soggetti in esame.

Una questione di livello diverso, che già abbiamo citato nel paragrafo precedente, è la meccanica quantistica. Woodward sostiene che in essa il principio di causa comune non sia applicabile. Proprio come dimostrano le biforcazioni interattive formulate da Salmon stesso, i fenomeni quantistici risultano parzialmente inspiegabili. Nel fenomeno dello scattering, come nel “paradosso EPR”, ci ritroviamo di fronte a delle correlazioni alquanto misteriose che sembrerebbero coinvolgere degli effetti a distanza¹⁹. “When we ask for the causal (or other sort of) mechanism involved in the production of the EPR correlations, we find ourselves at a loss. If one adopts an ontic or causal conception of scientific explanation, the foregoing situation is profoundly disturbing” (Salmon 1984a, 251). Nella trattazione della spiegazione nella meccanica quantistica, Salmon si mostra cauto anche se sembra propendere per un’interpretazione realista della teoria. Riprende l’elettrodinamica quantistica di Feynman e la cronodinamica quantistica per suggerire che non vi siano propriamente interazioni a distanza e che quindi sia possibile una spiegazione di tipo causale (Salmon 1984a, 255-256). La questione centrale, secondo Salmon, è la conservazione dell’energia all’interno dei sistemi quantistici, che ci porta alla seguente domanda: “does this kind of conservation require explanation by means of some special mechanism? *Or is this one of the fundamental mechanisms by which nature operates?*” (Salmon 1984a, 258 – corsivo originale). Pare proprio propendere per il primo caso: non si arrende all’idea che la teoria attuale sia quella definitiva e sostiene che ancora molto deve essere scoperto. Un ulteriore meccanismo potrebbe fungere da causa comune e spiegare (o adombrare) la correlazione misteriosa. In sostanza, secondo Salmon alcuni aspetti della meccanica quantistica sono parzialmente inspiegabili per il fatto che è la teoria ad essere manchevole.

A queste affermazioni, Woodward risponde dicendo che tale meccanismo ipotetico non potrebbe essere compatibile con i principi della meccanica quantistica: “as is well known, various no hidden variable theorems seem to show in principle that no common-cause mechanism and indeed no realistic theory of the sort that Salmon envisions could exist which reproduces the experimentally observed correlations” (Woodward 1989, 361). Oltre a ciò, non risulta chiaro come la storia causale potrebbe

19 Non mi dilungo nella descrizione dei fenomeni quantistici per questioni di spazio. In breve il “Gedankenexperiment” dai risvolti paradossali formulato da Einstein, Podolsky e Rosen era mirato a mostrare le lacune e gli ipotetici paradossi presenti nella teoria dei quanti formulata a metà anni 20 (per cui verrebbero violati importanti principi della fisica come quello di località) e, in virtù di ciò, a sostituirla con una teoria a variabili nascoste. Sembrerebbe che due particelle potrebbero interagire a distanza in modo istantaneo tramite una sorta di *entanglement* (legame). Secondo l’interpretazione dominante della scuola di Copenaghen, così è. Alcune quantità (es. lo spin) passano da uno stato indefinito precedente all’osservazione a una quantità definita che viene conservata dopo l’osservazione. La misurazione su una delle due particelle entangled influisce direttamente sull’altra, che assume il valore complementare rispettando in modo *sui generis* il principio di conservazione.

spiegare i casi ordinari, come il decadimento radioattivo. Il potere esplicativo della teoria dei quanti è tale (nei casi in cui si ritiene che spieghi) non già grazie ad un'integrazione con il modello causale descritto da Salmon.

Molte sono state le critiche mosse al modello causale, ma Salmon ha sempre continuato a rinnovarlo cercando di rimanere al passo con gli sviluppi più recenti fino alla sua tragica morte, avvenuta nel 2001 a causa di un incidente stradale.

3. Philip Kitcher

3.1 – Introduzione al modello unificazionista della spiegazione

Agli inizi degli anni '70 le critiche avevano affondato il modello induttivo-statistico di Hempel, il quale sembrava ormai superato. Contemporaneamente vedeva la luce il modello a rilevanza statistica di Salmon, il quale appariva maggiormente capace di catturare le spiegazioni statistiche, poi rielaborate in termini causali. Salmon abbracciava in pieno la concezione ontica della spiegazione e questa sembrava essere un approccio efficace alle tanto problematiche spiegazione statistiche. Come abbiamo visto nei paragrafi precedenti, anche questo modello ha i suoi non piccoli problemi. Già pochi anni dopo la prima formulazione viene fatta notare la sterilità della mera rilevanza statistica. Dopo la svolta causale di Salmon, Kitcher critica efficacemente il suo modello e rifiuta l'idea che le spiegazioni siano tutte causali, o meglio che le cause forniscano sempre la miglior spiegazione ad un evento.

Un nuovo impulso alla concezione epistemica, di cui Hempel era sostenitore, venne dato dal modello di spiegazione elaborato a partire dalla seconda metà degli anni '70 proprio da Philip Kitcher e maggiormente negli anni '80²⁰. La concezione mantiene alcuni assiomi fondamentali ma assume nuova veste. Viene conservato e difeso il modello a leggi copertura, ma rifiutata l'idea che il potere esplicativo sia dato in sé da un argomento (Kitcher 1981, 509). Kitcher concepisce la spiegazione come un atto concreto che adopera argomentazioni scientifiche. La differenza con Hempel è che questi argomenti sono di tipo diverso da quelli classici, meno rigidi e più flessibili dal punto di vista della struttura logica. Il cambiamento maggiore, però, avviene nel cuore dell'idea di spiegazione. Hempel sosteneva che spiegare equivalesse a mostrare che un evento era nomicamente atteso. Questa idea, aveva argomentato Salmon, compromette la possibilità di una spiegazione statistica genuina. Kitcher fa un passo avanti rispetto ad Hempel, il principio della spiegazione è da ritrovarsi altrove. La capacità esplicativa è legata alla nozione di *unificazione*, ovvero alla capacità di costruire una visione del mondo coerente in cui i diversi fenomeni trovano il loro posto e in esso vengono compresi. Non è l'argomento in quanto tale ad avere una forza esplicativa, questa gli viene data dal potere unificante che esprime. Non si tratta di un'invenzione di Kitcher,

20 Le trattazioni principali e più esaustive sono Kitcher 1981 e 1989.

come riconosce egli stesso. Già Hempel aveva dato alcuni spunti in questo senso, ma senza sviluppare l'idea in profondità:

"What scientific explanation, especially theoretical explanation, aims at is not [an] intuitive and highly subjective kind of understanding, but an objective kind of insight that is achieved by a systematic unification, by exhibiting the phenomena as manifestations of common underlying structures and processes that conform to specific, testable, basic principles" (Hempel 1966a, 83)

Lo spunto di Hempel è comunque significativo: rigetta l'idea che spiegare significhi rendere meramente familiare ciò che non lo è e conferisce alla comprensione un significato oggettivo.

Nel 1976, Kitcher riprende in particolare la teoria unificazionista sviluppata da Michael Friedman nel 1974 correggendo alcuni passaggi tecnici. L'idea di Friedman è che "science increases our understanding of the world by reducing the total number of independent phenomena that we have to accept as ultimate or given" (Friedman 1974, 15). Nel suo saggio, Kitcher sostiene che la formulazione di Friedman soffre di diverse problematiche, specialmente in riguardo alle spiegazioni teoretiche. La sua definizione formale finisce per bandire anche alcune spiegazioni legittime. Nello stesso saggio, Kitcher dà una sua prima definizione di unificazione:

"The unification achieved by Newtonian theory seems to consist not in the replacement of a large number of independent laws by a smaller number, but in the repeated use of a small number of types of law which relate a large class of apparently diverse phenomena to a few fundamental magnitudes and properties. *Each explanation embodies a similar pattern: from the laws governing the fundamental magnitudes and properties together with laws that specify those magnitudes and properties for a class of systems, we derive the laws that apply to systems of that class*" (Kitcher 1976, 212 – corsivo mio).

Spiegare significa unificare quanti più fenomeni e leggi possibili utilizzando uno stesso pattern dell'argomentazione, mostrare che spieghiamo molti fenomeni a partire dallo stesso modo di argomentare.

All'interno dell'approccio epistemico, il modello unificazionista di Kitcher è aperto alla possibilità di un mondo indeterminista – cosa che il modello di Hempel sembrava precludere. L'unificazione delle conoscenze come principio della spiegazione permette di abbracciare una visione indeterminista, dal momento che per spiegare non dobbiamo dimostrare come un evento sia nomicamente atteso. Non dobbiamo applicare alcun requisito di alta probabilità. Salmon riconosce questa qualità del modello "avversario":

"Understanding, on this view, involves having a world-picture – a scientific Weltanschauung – and seeing how various aspects of the world and our experience of it fit into that picture. The world-picture need not be a

deterministic one; nothing in this view precludes basic laws that are irreducibly statistical” (Salmon 1989, 182).

Sempre nell’ultimo capitolo della sua storia della spiegazione scientifica (Salmon 1989), Salmon afferma che questa versione della concezione epistemica è compatibile (se non complementare) al suo approccio. La differenza tra i due approcci alla spiegazione sta principalmente nel punto di vista. Uno parte da una prospettiva generale per comprendere il caso singolo entro essa, l’altro si concentra sui meccanismi che intervengono nel particolare per slanciarsi verso il generale. Questo fa sì che i due approcci siano compatibili e, azzarderei a dire, complementari. Quello di Salmon è certamente un riconoscimento non di poco conto:

“Whereas the unification approach is «top-down», the causal/mechanical is «bottom-up». [...] These two ways of regarding explanation are not incompatible with one another; each one offers a reasonable way of construing explanations. Indeed, they may be taken as representing two different, but compatible, aspects of scientific explanation” (Salmon 1989, 183).

3.2 – Derivazione e unificazione

Adesso che abbiamo inquadrato la teoria di Kitcher in una panoramica più ampia all’interno del dibattito, entriamo nel dettaglio e vediamo quali sono le nozioni che sviluppa per formalizzare il concetto di unificazione e quale forma dà all’argomentazione. Partiamo da quest’ultimo elemento per poi approdare ad una formulazione maggiormente tecnica del concetto di unificazione.

3.2.1 – Il pattern generale dell’argomentazione

Secondo Kitcher, spiegare corrisponde a “[to] *derive descriptions of many phenomena, using the same patterns of derivation again and again*” (Kitcher 1989, 432). Le argomentazioni scientifiche usate per spiegare hanno una struttura comune, raffigurano *un modo simile di argomentare*. Dobbiamo allora chiederci che cosa intende Kitcher con “*pattern argomentativo*”. Non è l’argomento classico usato da Hempel e composto dalla coppia premesse-conclusione, tale struttura è molto rigida e non potrebbe avere il ruolo unificatore che gli è proprio. Kitcher propone una forma molto diversa. Un pattern argomentativo è composto da diversi elementi: delle *asserzioni schematiche*, delle *istruzioni di riempimento* e una *classificazione*. Vediamo uno ad uno questi elementi.

Le *asserzioni schematiche* sono delle formulazioni linguistiche in cui alcune espressioni non-logiche vengono sostituite con delle “lettere prendi-posto”. Diamo alcuni esempi chiarificatori di possibili asserzioni schematiche che un pattern argomentativo della genetica classica potrebbe contenere:

- (1) “There are two alleles A, a . A is dominant, a [is] recessive.”
 (2) “ AA individuals (and Aa) have trait P , aa individuals have trait P' .
 (3) “The genotypes of the individuals in the pedigree are as follows: i_1 is G_1 , i_2 is G_2, \dots, i_n is G_n .”
 ecc...
 (Kitcher 1989, 439)

Dopodiché abbiamo le *istruzioni di riempimento*. Queste indicano come rimpiazzare le lettere delle asserzioni schematiche usando termini non-logici. Continuiamo con l'esempio del pattern della genetica classica:

“ A, a are to be replaced with names of alleles, P, P' are to be replaced with names of phenotypic traits, i_1, i_2, \dots, i_n are to be replaced with names of individuals in the pedigree, G_1, G_2, \dots, G_n are to be replaced with names of allelic combinations (e.g. AA, Aa , or aa), ecc...” (Kitcher 1989. 439).

L'ultimo elemento del pattern argomentativo è la *classificazione*, il quale serve a specificare le caratteristiche inferenziali da attribuire agli enunciati schematici. Alcuni possono essere premesse di altri, che quindi fungono da conclusioni. A loro volta, queste possono essere premesse per altre conclusioni. La classificazione, inoltre, specifica le regole inferenziali da adottare per la derivazione. Riportiamo un esempio:

“(1), (2), and (3) are premises; the demonstration appended to (3) proceeds by showing that, for each individual i in the pedigree, the phenotype assigned to i by the conjunction of (2) and (3) is that assigned in the pedigree; ecc...” (Kitcher 1989. 439).

Kitcher fornisce anche delle condizioni per l'applicazione del pattern argomentativo. Una derivazione particolare è un'istanziamento del pattern argomentativo generale se:

- “(i) The sequence has the same number of terms as the argument of the general argument pattern.
 (ii) Each sentence in the sequence is obtained from the corresponding schematic sentence in accordance with the appropriate set of filling instructions.
 (iii) It is possible to construct a chain of reasoning which assigns to each sentence the status accorded to the corresponding schematic sentence by the classification.”
 (Kitcher 1981, 517)

Una caratteristica peculiare dei pattern è determinata principalmente dalle istruzioni di riempimento (e anche dalla forma delle asserzioni schematiche), le quali dettano la gamma di termini non-logici che possono sostituire le lettere, e in parte dalla classificazione, che identifica la struttura logica che le derivazioni particolari possono

assumere partendo dal pattern argomentativo. Stiamo parlando della *stringenza*, la caratteristica variabile che può determinare il numero e la somiglianza delle istanziazioni del pattern. Se si restringe la sostituzione delle “lettere prendi-posto” con un solo termine non-logico, otteniamo un solo argomento, perciò diciamo che il pattern è massimamente stringente (di fatto uguale a sé stesso). Se si permette la sostituzione con qualsiasi termine non-logico, ci si ritrova con gli argomenti di cui si occupano i logici, i quali sono poco stringenti. Pure la struttura, determinata dalla classificazione, influisce sulla stringenza, in quanto possiamo dare una struttura più rigida in cui abbiamo solo una coppia fissa di premesse e conclusioni, oppure una struttura più libera. Un pattern massimamente stringente ci è di poca utilità al fine di unificare i fenomeni e le conoscenze, giacché l’argomento che otteniamo è l’unica istanziazione del pattern. I pattern più larghi ammettono tante istanziazioni e quindi unificano le conoscenze e i fenomeni, d’altra parte il rischio di un pattern eccessivamente liberale è quello dell’indistinzione totale, come diceva sarcasticamente Hegel “la notte in cui [...] tutte le vacche sono nere” (Hegel 1807, 12). Mettere insieme argomenti decisamente differenti non comporta alcuna unificazione. Per esserci, è necessario che gli argomenti abbiano un’effettiva somiglianza. Al fine di ottenere un pattern veramente unificante, le istruzioni di riempimento e la classificazione vanno calibrate adeguatamente, in modo da avere un equilibrio che permetta di unificare le conoscenze sotto una struttura argomentativa comune e che allo stesso questa struttura non sia eccessivamente generica da permettere la comparazione di argomentazioni evidentemente estranee.

3.2.2 – Unificazione e sistematizzazione

Le diverse componenti, come abbiamo visto, ci permettono di formulare pattern più o meno stringenti. La possibilità di elaborare pattern dell’argomentazione anche molto differenti tra loro ci pone di fronte al problema dei tanti possibili modi di unificare le nostre conoscenze, che possono essere migliori o peggiori. È il problema dell’*explanatory store*. Kitcher ritiene che è *il* principale compito della teoria della spiegazione:

“The heart of the view that I shall develop [...] is that successful explanations earn that title because they belong to a set of explanations, the explanatory store, and that *the fundamental task* of a theory of explanation is to specify the conditions on the explanatory store” (Kitcher 1989, 430 – corsivo mio)

L’*explanatory store*²¹, che indichiamo con *E*, è il “set of arguments available for explanatory purposes” (Kitcher 1981, 512). Le argomentazioni variano nella storia. Nel XVIII secolo le orbite planetarie venivano spiegate per mezzo della fisica newtoniana, oggi ci affidiamo alla teoria della relatività. Per questo motivo, possiamo dire che l’*explanatory store E* è sempre associato ad un insieme di conoscenze (o asserzioni)

21 Potremmo tradurre il termine in italiano con “riserva esplicativa”. Il termine “reserve” viene usato come sinonimo per descrivere l’*explanatory store* in Kitcher 1981, 512.

scientifiche K accettate in un determinato momento storico²². In concreto, l'explanatory store è sempre l'explanatory store relativo ad un certo insieme di conoscenze, esso può essere allora definito $E(K)$, che è “that set of arguments which best unifies K ” (Kitcher 1981, 519).

Ora che abbiamo un quadro più completo, mostriamo rapidamente il processo di unificazione senza però entrare eccessivamente nel dettaglio. Ripartiamo dall'insieme delle nostre conoscenze K . Le *sistematizzazioni* sono i diversi insiemi di argomenti che sono capaci di derivare membri di K da altri membri. Ogni sistematizzazione può avere diversi *insiemi generatori*, che sono degli insiemi di pattern argomentativi tali che ogni derivazione della sistematizzazione è un'istanziatura di qualche pattern nell'insieme generatore. Dopodiché, per ogni sistematizzazione accettabile scegliamo l'insieme generatore che meglio unifica la sistematizzazione – questo insieme generatore è chiamato *base* per la sistematizzazione. L'ultimo passaggio è confrontare le diverse basi in base al loro potere unificante: compariamo la diversa capacità delle basi di produrre quante più conclusioni usando quanti meno pattern, tutto ciò sempre tenendo conto della necessità che le argomentazioni siano genuinamente simili, ossia la necessità che il pattern possieda la giusta dose di stringenza. Finalmente, la base che meglio unifica la sistematizzazione delle nostre conoscenze è l'*explanatory store*.

3.2.3 – Asimmetria, rilevanza e causalità

Dal momento che le spiegazioni secondo Kitcher sono derivazioni, dobbiamo chiederci come il suo modello affronti i classici problemi di asimmetria e irrilevanza che tormentavano il modello Hempelian. Vediamo brevemente come risolve i due problemi²³. In entrambi i casi, i criteri di unificazione e stringenza sono capaci di evitare le spiegazioni indesiderate come quella dell'altezza dell'asta a partire dalla lunghezza dell'ombra e quella della solubilità del sale stregato per via dell'incantesimo. Kitcher mostra che, se ammettessimo tali spiegazioni, dovremmo formulare due pattern che catturino lo schema argomentativo sottostante che viene impiegato in tutti i casi di spiegazioni di dimensioni degli oggetti a partire dalle rispettive ombre e di solubilità di sostanze stregate a causa dell'incantesimo. In questo modo dovremmo, però, formulare altri due pattern per rendere conto di tutti i casi che i primi due non spiegano: un pattern per tutti i casi di spiegazione delle dimensioni di oggetti che non proiettano ombre e uno per la solubilità delle sostanze. Il problema è che questi altri due pattern sono altrettanto capaci di spiegare i casi dell'ombra e del sale stregato, perciò ammettendo le spiegazioni indesiderate ci ritroviamo con più pattern di quelli strettamente necessari²⁴.

22 Ovviamente non esiste mai un consenso unanime su tutte le conoscenze ritenute tali in un certo momento storico. Quella di Kitcher è un'idealizzazione di cui è ben consapevole.

23 Faremo solo un breve accenno. Per la trattazione completa cfr. Kitcher 1981 §7 e Kitcher 1989 §7.3.

24 Per il problema dell'asimmetria la questione è più complessa (Kitcher 1989, §7.3.2). Kitcher sostiene che sarebbe possibile usare anche solo un pattern per cui le dimensioni di tutti gli oggetti possono essere spiegati tramite le dimensioni della loro ombra, tuttavia ci sono oggetti che non producono un'ombra (o perché la luce è assente o perché trasparenti). Il pattern sarebbe comunque possibile formulando una legge generale di tipo disposizionale del gettare ombra, per cui è un oggetto ha la proprietà di gettare l'ombra se in presenza di luce ed è o è reso opaco (ad esempio può essere dipinto). L'argomentazione di Kitcher è che tale proprietà disposizionale non risulta proiettabile

Utilizzando una quantità maggiore di pattern, la nostra base non sarebbe effettivamente quella con il maggior potere unificante, lo sarebbe invece quella che comprende i due pattern necessari. Con questo ragionamento Kitcher mostra che il suo meccanismo è capace di risolvere i problemi di asimmetria e irrilevanza, anche se in modo indiretto e forse poco intuitivo. Sarebbe bastato notare come l'ombra e l'incantesimo non sono la causa rispettivamente delle dimensioni dell'asta e della solubilità del sale.

La causalità, per Kitcher, non ha un ruolo primario. Essa è derivativa dal "perché" della risposta: "the "because" of causation is always derivative from the "because" of explanation" (Kitcher 1989, 377). Di fatto, usiamo spesso la nozione di causa nelle spiegazioni, ma il motivo non risiede nel potere esplicativo della nozione di causa in sé, essa è un prodotto del tentativo dell'uomo di dare una visione generale e unificata del mondo. La causalità risulta avere uno statuto dipendente dalle nostre pratiche esplicative che producono unificazione. Detto ciò, Kitcher fa propri i dubbi di Hume e in generale degli empiristi riguardo l'intelligibilità della nozione di causa e di conseguenza non elabora un modello di causa come aveva fatto Salmon. Il rapporto tra unificazione e causalità non risulta ben chiaro. Woodward sottolinea che l'ordine causale del mondo è di fatto indipendente dall'unificazione, come dimostrano i test sperimentali (Woodward 2003, §8.6).

In questo capitolo abbiamo esposto il modello di spiegazione di Kitcher e abbiamo, in particolare, approfondito il concetto di unificazione. Nella sezione che segue volgiamo la nostra attenzione all'argomento centrale della nostra trattazione, ossia il dibattito sulle spiegazioni statistico-probabilistiche. Possiamo già intuire quale sia la posizione di Kitcher riportando alla mente le critiche rivolte a Salmon che abbiamo visto nel paragrafo §2.4.1.

3.3 – Lo sciovinismo deduttivista riguardo alle spiegazioni statistiche

Da un certo punto di vista, potrebbe sembrare che Kitcher riproponga una versione più conciliante e meno rigida del modello deduttivista di Hempel. È un'impressione sbagliata. Pensiamo alla spiegazione dei fenomeni probabilistici. Hempel riteneva che fosse possibile spiegare un evento statistico tramite un argomento di tipo induttivo qualora avesse un'alta probabilità di accadere. La posizione di Kitcher è alquanto più radicale, per lui la spiegazione è solamente deduttiva e quindi gli eventi probabilistici non possono avere spiegazione:

“Following Salmon (who took the label from Coffa), I shall call the thesis that all explanation is deductive deductive chauvinism” (Kitcher 1989, 448).

Lo sciovinismo deduttivista non comporta che in generale non esista alcun tipo di spiegazione dei fenomeni probabilistici. Kitcher considera la spiegazione un atto concreto, pratico di rispondere a una domanda. Alcune domande riguardo ai fenomeni

(pensiamo agli oggetti microscopici o di dimensioni atomiche) e il pattern costituito sulla base di tale proprietà risulterebbe molto artificioso. Altrettanto artificiosa è l'argomentazione di Kitcher.

probabilistici hanno una spiegazione. Ad esempio, in genetica possiamo spiegare in modo deduttivo la probabilità di ottenere un certo fenotipo sulla base di una certa ascendenza. Questo tipo di spiegazioni sono quelle che Hempel chiamava statistico-deduttive. La spiegazione della probabilità risultante viene infatti dedotta come conclusione a partire dalle premesse, che contengono le leggi della genetica e il pedigree dell'individuo. Quello che non è possibile spiegare, è perché abbiamo ottenuto un fenotipo *piuttosto che* un altro, più di preciso un gene piuttosto che un altro, ovvero non è possibile una spiegazione statistico-induttiva che riguardi il caso singolo.

Kitcher rifiuta la strategia di Hempel. Quest'ultimo, come abbiamo visto, aveva adottato il criterio di alta probabilità, grazie al quale un evento avente un'alta probabilità di accadere era ritenuto una base deduttiva "imperfetta". L'implicazione sottostante è che tali fenomeni potessero avere una spiegazione pienamente deduttiva in futuro e che il carattere statistico fosse dato dalla mancanza di conoscenze riguardo al fenomeno – e quindi che il mondo sia sostanzialmente deterministico. Kitcher accetta l'interpretazione che Salmon dava del modello statistico-induttivo di Hempel e del suo pensiero. In virtù di ciò, Kitcher non segue la strada tracciata da Hempel, ma, potremmo dire, si ferma saggiamente un passo prima: riconosce il carattere indeterminista della meccanica quantistica, ma nega che essa abbia la capacità di spiegare gli eventi singoli in modo contrastivo:

In one sense, an ideal explanatory account is a deductive derivation [...]. In another sense, an ideal explanatory account is the best that the phenomena will allow. Deductive chauvinists should concede that QM (or some other essentially indeterministic theory) might be the best there is, that it might provide ideal explanatory accounts (of individual events) in the second sense, but they should deny that QM provides ideal explanatory accounts (of individual events) in the first sense. (Kitcher 1989, 450)

Come aveva dimostrato Kitcher con il suo controesempio dell'effetto tunnel diretto criticamente a Salmon, attraverso la pragmatica della spiegazione è possibile mostrare come non sia possibile dare una risposta *completa* alle domande riguardanti gli eventi singoli. Non è possibile specificare delle ragioni per cui nell'effetto tunnel un elettrone *piuttosto che* un altro riesce ad attraversare (tunnels through) una barriera di potenziale. Il fatto che le equazioni assegnino una maggiore probabilità al respingimento della particella, ovvero che questo è l'evento da attendersi con un'alta probabilità, non spiega nulla del perché è stata respinta piuttosto che essere passata.

L'incapacità di rispondere alla domanda relativa al caso singolo (perché e_1 piuttosto che e_2), non comporta che la meccanica quantistica non abbia alcun potere esplicativo. Senza entrare nel dettaglio della pragmatica della spiegazione di Van Fraassen che Kitcher riprende, possiamo dire che la teoria è capace di spiegare il passaggio di un elettrone oltre una barriera di potenza avente energia maggiore della particella e assegna a questo tipo di eventi una certa probabilità. In questo senso la meccanica quantistica può rispondere correggendo delle conoscenze di sfondo inadeguate o aggiungendone se mancanti: un individuo potrebbe pensare che non sia

possibile, la meccanica quantistica risponde che lo è. Non solo ci dice che è in generale possibile, ma anche che probabilità ha di accadere. Tutto questo è spiegabile in forma deduttiva usando l'equazione di Schrödinger nelle premesse.

L'indeterminismo pone il deduttivista di fronte ad una possibile obiezione. Si potrebbe sostenere che, data la natura indeterministica delle componenti ultime della materia, anche tutti i fenomeni macroscopici sono indeterministici (almeno parzialmente) e di conseguenza non è possibile formulare una vera e propria deduzione²⁵. Un modello statistico-induttivo con il requisito di alta probabilità non è un'opzione percorribile per i problemi evidenziati da Salmon e altri. Analizziamo la questione con un caso concreto e vediamo se l'obiezione è legittima. Quando Galileo spiega il motivo per cui il posizionamento di un cannone ad un'angolazione di 45° permette al proiettile di raggiungere la massima distanza, la situazione viene chiaramente idealizzata non tenendo conto delle miriadi di fattori che potrebbero influire (la resistenza dell'aria e il vento, la forma del cannone e del proiettile ecc...). I fattori del caso reale, tutto sommato, non comportano una differenza eccessiva con la *spiegazione ideale*, per questo sono trascurabili. La spiegazione ideale astrae da caso singolo concreto per creare una generalizzazione fedele alla realtà, per questo motivo possiamo considerare le derivazioni in questione esplicative:

“We regard the derivations we give as explaining the actual phenomena, because we can provide justifying arguments for concluding that the actual world is not likely to be significantly different from the ideal world (the probability that there will be a large difference between the phenomena of the actual world and the phenomena of the pretend world is small)” (Kitcher 1989, 453).

Possiamo affermare che il moto del proiettile reale venga spiegato dalla nostra spiegazione ideale, giacché tra l'astrazione e la realtà non sembra intercorrere una differenza eccessiva (le premesse idealizzate possono essere considerate vere). Nei casi, però, in cui le differenze tra il caso ideale e quello attuale siano preponderanti, Kitcher ritiene che il trattamento sia equivalente a quello della meccanica quantistica, ossia non possiamo spiegare il caso singolo, perché *a* piuttosto che *b*. Possiamo spiegare perché John Jones è stato colpito dalla paresi piuttosto che un qualunque individuo non affetto da sifilide, ma non possiamo spiegare perché lui piuttosto un altro individuo affetto da sifilide, proprio come non spieghiamo perché un elettrone piuttosto che un altro è riuscito a passare una barriera di potenziale, e tanto meno perché una è stata respinta piuttosto che essere passata. L'asimmetria tra le due domande è dovuta al fatto che sappiamo che la sifilide è una condizione necessaria ma non sufficiente per l'insorgenza della paresi – almeno allo stato attuale delle nostre conoscenze.

25 Affinché la conclusione dell'argomento sia vera, le premesse devono essere vere. Costruire un argomento su premesse false non è possibile, perciò dobbiamo chiederci se esse siano effettivamente false o meno alla luce dell'indeterminismo delle componenti ultime della materia.

Ricapitoliamo brevemente le posizioni degli autori finora analizzati: per Hempel era possibile spiegare il caso singolo solo se avente un'alta probabilità, per Salmon tutti i casi singoli sono spiegabili, per Kitcher (e Woodward) nessuno.

3.4 – I difetti del modello unificazionista

Anche il modello unificazionista non è perfetto, abbiamo già notato lungo la trattazione alcuni difetti. Kitcher aveva mostrato come il suo modello fosse capace di superare l'asimmetria. In realtà, pare fornire una soluzione tangente al problema senza risolverlo dalle fondamenta. Come nota Woodward (Woodward 2003, §8.6), secondo Kitcher le asimmetrie e le irrilevanze non sono esplicative per il semplice fatto che i possibili pattern che da esse possono essere prodotte unificano peggio in confronto ad altri pattern. Il punto della questione sembra piuttosto un altro: è innaturale spiegare l'altezza di un oggetto a partire dalla sua ombra, giacché è l'oggetto a produrre l'ombra e non viceversa; il sale si scioglie nell'acqua perché è una sostanza solubile, non perché è stregata. Quello che sembra mancare è il concetto di causa, che Kitcher trascura. Su questi problemi il modello causale Salmon risulta maggiormente efficace.

Una critica molto incisiva è stata mossa da Barnes (Barnes 1992, §4). Kitcher ha discusso solo un tipo di asimmetria. Un altro tipo è quella temporale, la quale risultava già problematica per Hempel. Esplicitiamo il problema. Prendiamo in esame un sistema chiuso governato dalle leggi di Newton, che sono temporalmente simmetriche. In un tale sistema, le stesse leggi possono tanto predire quanto retrodurre gli eventi. Queste due inferenze non sono ovviamente uguali dal punto di vista esplicativo, spieghiamo a partire dalle condizioni precedenti all'evento, ma la teoria di Kitcher non è capace di cogliere la differenza. Riprendendo l'esempio intuitivo che era stato mosso contro Hempel, risulta evidente come l'inferenza di un'eclissi lunare nel passato a partire dal presente non spiega l'eclissi stessa. L'eclissi è spiegabile solo a partire da condizioni iniziali antecedenti all'evento da spiegare, ovvero con la posizione degli astri precedente all'eclissi. Con il solo criterio dell'unificazione (e congiuntamente quello della stringenza), possiamo formulare due pattern: il pattern predizione e il pattern retrodizione. Dal momento che le leggi di Newton sono temporalmente simmetriche, entrambi i pattern hanno lo stesso identico grado di unificazione. Per questo motivo si dovrebbe concludere che tanto la predizione quanto la retrodizione siano pattern esplicativi.

Nonostante i diversi problemi che inficiano la sua validità, il modello di spiegazione di Kitcher ha il merito di aver ridato vigore alla concezione epistemica tramite l'idea intuitiva di unificazione. Questa idea ha il suo valore – tanto che, come vedremo, verrà ripresa da un autore più contemporaneo, Woodward – tuttavia non sembra possibile utilizzarla come unico principio per una teoria della spiegazione scientifica, va integrata con altri elementi.

Siamo arrivati così alla fine della nostra breve ricostruzione delle origini del dibattito sulle spiegazioni probabilistiche. Nel capitolo che segue abbiamo dedicato un paragrafo all'esposizione del modello di spiegazione scientifica di Woodward, mentre

quello finale è un resoconto del viaggio intrapreso, in cui vengono sottolineati i punti cruciali, gli snodi del dibattito.

4. Conclusioni

4.1 – Il modello bipartisan di James Woodward

Nelle spiegazioni scientifiche la nozione di causa sembra avere una certa importanza. Le problematiche di asimmetria e rilevanza non vengono risolte integralmente tramite il modello unificazionista, pare che solo la nozione di causa riesca a cogliere il problema alla radice. Rinunciare alla causalità o subordinarla ad un ruolo marginale come Kitcher comporta perdere uno strumento esplicativo importante. Il modello di Salmon incorporava sia la causalità, sia le spiegazioni statistiche, ma abbiamo anche visto che non concilia le due istanze nel migliore dei modi. Serve un'alternativa più efficace.

Tra gli anni '80 e i primi del 2000, Woodward sviluppa un modello di spiegazione scientifica che si colloca nel campo dell'approccio epistemico. Contrariamente a quanto abbiamo visto negli autori precedenti, Woodward non tenta di fornire una teoria "universale" della spiegazione, non intende catturare tutti gli usi, tutti i modi in cui in scienza si dice che spieghiamo. Il suo interesse è rivolto alle spiegazioni causali (Woodward 2003, 4). Un tratto caratteristico della modernità è proprio questo, che vengono meno i sistemi onnicomprensivi – non solo in filosofia della scienza, ma nella filosofia tutta. Il tentativo di Woodward è di convogliare i due elementi che erano i capisaldi dei protagonisti della nostra ricostruzione, ovvero tenere insieme la deduzione (Hempel e Kitcher) e la causalità (Salmon).

4.1.1 – L'interdipendenza funzionale delle variabili

Il concetto di unificazione viene riproposto in veste molto diversa rispetto a quello di Kitcher. La derivazione è sempre presente, tuttavia non vengono accettate le mere generalizzazioni di Hempel. Le leggi contenute nell'*explanans* devono rispettare necessariamente il *requisito di interdipendenza funzionale*:

“The law occurring in the explanans of a scientific explanation of some explanandum E must be stated in terms of variables or parameters variations in the values of which will permit the derivation of other explananda which are appropriately different from E” (Woodward 1979, 46).

La peculiarità delle *variabili* è che la scala di valori che possono assumere esprime una gamma di stati e condizioni differenti. Date condizioni diverse, le variabili assumono valori diversi che rappresentano stati fisici differenti. L'interdipendenza funzionale ci permette di salvare la contrastività della spiegazione. Come dice Woodward, “we are

[...] shown why, conditions being what they are, the explanandum phenomenon rather than one of these alternative outcomes occurred” (Woodward 1979, 55). I valori mutano vicendevolmente, per cui possiamo dire che dati certi valori una cosa diversa sarebbe accaduta. In questo senso, Woodward ritiene che la spiegazione abbia anche un aspetto controfattuale. L’interdipendenza funzionale ci permette di affermare che, se alcune variabili fossero state manipolate creando condizioni differenti, le altre variabili sarebbero variare in modo tale che si sarebbe prodotto un altro fenomeno rispetto a quello da spiegare. L’aspetto controfattuale evita i problemi di irrilevanza. Se John prende la pillola, non rimane in cinta. Se John non avesse preso la pillola, non sarebbe comunque rimasto in cinta. In questo caso manca l’interdipendenza funzionale tra le variabili della generalizzazione invariante. Il ragionamento controfattuale ci mostra che l’assunzione della pillola è irrilevante al fine di spiegare perché John non sia rimasto incinta.

In un certo senso, si può dire che pure Woodward è un unificazionista. L’unificazione non è data dal pattern argomentativo come in Kitcher, ma proprio dall’interdipendenza funzionale delle variabili. Una teoria è capace di spiegare in quanto unifica, in quanto è capace “to draw together an apparently disparate set of phenomena, to account systematically for these phenomena in terms of variations in the values of the same set of parameters in some small set of laws” (Woodward 1979, 59-60). Le leggi, così come definite da Woodward, hanno la forza di rimuovere l’apparente arbitrarietà degli eventi del mondo. Il fenomeno da spiegare viene mostrato sotto una nuova luce, in quanto facente parte di una certa struttura, di cui esso è un’istanziamento.

4.1.2 – Le cause e la manipolazione

Le variabili sono centrali anche per quanto riguarda la nozione di causa. È da considerare causale “any explanation that proceeds by showing how an outcome depends (where the dependence in question is not logical or conceptual) on other variables or factors counts as causal” (Woodward 2003, 6). È una nozione molto larga che permette di accomodare i tanti diversi tipi di causalità. Anche la legge dei gas, in questo senso, risulta fornire spiegazioni causali²⁶, mentre per Salmon dovevamo rifarci alla meccanica statistica per ritrovarne la base causale (Woodward dimostra che nemmeno questa sarebbe causale seguendo la nozione di Salmon). In tutti i diversi casi, le variabili sono un elemento comune. Come abbiamo visto prima, esse ci mostrano come i fenomeni sono correlati e, soprattutto, come una loro possibile manipolazione comporti la variazione delle altre. Se si interviene su alcune variabili producendo un variazione nel loro valore, data l’interdipendenza funzionale anche le altre variabili subiranno una modifica relativa. In questo sta il fondamento della nozione manipolazionista di causa di Woodward:

²⁶ Data la definizione di Woodward è perfettamente legittimo sostenere che la legge dei gas è causale. D’altra parte risulta intuitivamente una stonatura. Più che spiegazioni causali, paiono essere spiegazioni sintomatiche, così come descritte da Salmon.

“the distinguishing feature of causal explanations, so conceived, is that they are explanations that furnish information that is potentially relevant to manipulation and control: they tell us how, if we were able to change the value of one or more variables, we could change the value of other variables” (Woodward 2003, 6)

Viene fornita anche una condizione necessaria e sufficiente per l’attribuzione di causa ad un certo fenomeno nei confronti di un altro:

“A necessary and sufficient condition for X to be a direct cause of Y with respect to some variable set V is that there be a possible intervention on X that will change Y (or the probability distribution of Y) when all other variables in V besides X and Y are held fixed at some value by interventions” (Woodward 2003, 55).

Sottolineiamo che la manipolazione deve essere *possibile* in linea di principio e non effettiva. Ci possono essere diversi motivi che concorrono all’impossibilità di effettuare un intervento rispetto a certe variabili, ad esempio può essere che non abbiamo gli strumenti adatti, ovvero un problema di ordine tecnologico, oppure che gli eventi in questione siano passati e non vi sia la possibilità di intervenire retroattivamente. Woodward esplicita chiaramente questo punto. La manipolazione è da ritenersi in chiave controfattuale, come se avessimo avuto la possibilità di intervenire.

La differenza tra la nozione di causa di Salmon e quella di Woodward è notevole. Salmon aveva formulato la sua nozione in termini metafisici molto precisi. La causa di Woodward ha un impegno ontologico decisamente minimale. Per capire questa scelta dobbiamo dare uno sguardo alla genealogia antropologica²⁷ del concetto di causa che Woodward elabora. Egli nega la tesi di alcuni filosofi che legano il concepimento delle cause ai tentativi teoretici degli scienziati e dei filosofi di predire, creare teorie, unificare le nostre conoscenze o altro ancora. Il motivo per cui ci interessano le cause non è un’astratta curiosità sulla struttura metafisica dell’universo, quanto la necessità e l’utilità pragmatica del loro utilizzo. Scopriamo le cause per il fatto che esse sono *utili* alla sopravvivenza dell’uomo. Se non fossimo stati capaci di manipolare la natura, ci dice Woodward, non avremmo mai sviluppato il concetto di causa. L’intuizione della causa deriva proprio dalla loro applicazione. La concezione manipolazionista che viene sviluppata ha alla base il presupposto che vi sia continuità tra l’uso ordinario delle spiegazioni causali e quello scientifico, e soprattutto il rifiuto di una separazione netta tra la teoria e la pratica sperimentale scientifica. Appare evidente come il modello di causa così tratteggiato risulti molto adatto all’ambito sperimentale.

Il modello di spiegazione causale di Woodward è capace di rendere conto anche dei fenomeni probabilistici. La definizione può essere adottata anche per essi. Per definire un fenomeno causa di un altro non è necessario che il cambiamento del valore

²⁷ Antropologica ma non antropocentrica. È solo la modalità della scoperta delle cause ad essere antropologica. Le cause in sé sono pur sempre parte della natura ed esistono indipendentemente dall’attività pratica e scientifica dell’uomo.

di una variabile cambi quello della variabile interdipendente, è sufficiente che esso aumenti o diminuisca concordemente la probabilità che l'evento accada o meno. L'idea di spiegazione statistica alla base è simile alle spiegazioni statistico-deduttive di Hempel e quelle unificazioniste di Kitcher, solo che a differenza loro coinvolge anche la nozione di causa. Come abbiamo visto, solo essa sembra capace di risolvere i problemi di irrilevanza in modo efficace.

4.2 – Il valore delle origini del dibattito

Siamo arrivati al termine della nostra ricostruzione ed è venuto il momento di tirare le somme. I modelli di Hempel e Salmon sono ritenuti ormai sorpassati dal dibattito contemporaneo. La posizione di Kitcher ha i suoi vantaggi, tuttavia, come abbiamo visto, incappa in diverse difficoltà e, soprattutto, mette in secondo piano le cause. L'approccio che ritengo più efficace per affrontare le spiegazioni statistiche è quello elaborato da Woodward, dal momento che preserva la contrastività come Kitcher ma non rinuncia alle cause. Detto questo, lo scopo di questo breve viaggio alle origini non è solo sostenere una delle posizioni illustrate riguardo alle spiegazioni statistiche. Quello che cerchiamo di evidenziare in questo ultimo paragrafo sono gli elementi centrali della spiegazione scientifica razionalizzati e formalizzati nella seconda metà del '900 e come essi siano stati rapportati ai fenomeni probabilistici.

Hempel è stato il primo a fornire un modello per le spiegazioni statistiche, ma il determinismo latente lo porta ad un modello poco coerente, soprattutto per via del requisito di alta probabilità²⁸. Che si possa spiegare perché un bambino abbia gli occhi marroni ma non azzurri è quanto mai paradossale. Alla base c'è una confusione tra conferma induttiva e spiegazione. Il requisito di alta probabilità ha senso in un contesto di conferma induttiva della verità di una certa asserzione scientifica, ma è disastroso nella spiegazione. Salmon sembra molto preoccupato (in senso positivo) dagli ultimi sviluppi della fisica, in particolare dalla meccanica quantistica. Essendo questa essenzialmente indeterministica, gli sembra una conferma della possibilità di spiegazioni autenticamente statistiche²⁹. Un modello come quello hempeliano non riesce ad accomodarle. È a partire da questi presupposti che Salmon elabora il suo modello di spiegazione. In un secondo momento Salmon si accorge che la rilevanza statistica ha un valore limitato ed è semmai uno specchio della *causalità*. Tutti i fenomeni statistici hanno una spiegazione: nel primo periodo sono l'insieme dei fattori statisticamente rilevanti, nel secondo la storia causale del fenomeno. Kitcher ribadisce la validità della concezione epistemica, che era propria di Hempel. Quello che Kitcher mette in luce è che Salmon si è spinto troppo oltre: il problema non è la spiegazione dei fenomeni statistici, quanto le specifiche domande a cui si dovrebbe dare risposta. Usando la

28 Accettiamo l'interpretazione di Salmon riguardo al determinismo latente di Hempel. Il requisito di alta probabilità in un orizzonte indeterminista non sembra avere una vera e propria *raison d'être*.

29 È da notare che le ambizioni di Salmon vengono frenate. L'omogeneità oggettiva è più un ideale, l'omogeneità epistemica è il dato di fatto quotidiano, Salmon stesso lo riconosce. Di molti fenomeni probabilistici non abbiamo semplicemente abbastanza conoscenza o informazioni e dettagli.

pragmatica di Van Fraassen, Kitcher mette così in luce la distinzione fondamentale tra la spiegazione del fenomeno in generale e la spiegazione del caso singolo. La *contrastività* (implicita nella derivazione ed esplicitata da Van Fraassen) è un elemento inalienabile della spiegazione. Woodward si muove sulla stessa scia, solo riesce a integrare la componente causale, che risulta pragmaticamente lo strumento migliore contro i problemi di asimmetria e irrilevanza.

Contrastività e causalità sono due capisaldi su cui le teorie della spiegazione si basano calibrando in modo variabile il loro peso. Nel corso della nostra ricostruzione, abbiamo visto come siano emerse lungo il dibattito e come si siano intrecciate con la spiegazione statistica. È possibile spiegare la distribuzione delle probabilità ai casi singoli, ma non perché nel caso singolo è avvenuto un evento piuttosto che un altro. John Jones è stato colpito dalla paresi perché ha la sifilide e non è stato trattato, per questo motivo ha sviluppato la paresi e non è successo alla popolazione sana. D'altro canto non sappiamo spiegare perché tra tutte le persone affette da sifilide è successo proprio a lui. Allo stesso modo spieghiamo la probabilità del decadimento radioattivo, ma non abbiamo idea di perché proprio quel singolo elettrone e non un altro hanno attraversato la barriera di potenziale. Nei fenomeni deterministici la contrastività è presente anche nella spiegazione dei casi singoli, questo non avviene per i fenomeni probabilistici. Le spiegazioni statistiche possiedono contrastività solo per quanto riguarda le domande relative alla distribuzione della probabilità: perché il fenomeno *E* ha una certa probabilità *x* di accadere piuttosto che una probabilità *y*. Per quanto riguarda la causalità, l'efficacia esplicativa dipende dal contesto. Nei sistemi complessi dominati da meccaniche statistiche, utilizzare la storia causale del fenomeno pare poco rilevante. La legge dei gas non è causale, esprime solo dei rapporti. Se ci appellassimo alle cause, dovremmo elencare (cosa impossibile) una miriade di urti atomici senza però avere un quadro d'insieme. D'altra parte, sembra lecito poter dire che la sifilide è la (o una) causa della paresi di John Jones. Anche un fenomeno come lo scattering può essere compreso utilizzando le cause: il fotone che colpisce l'atomo causa il distacco di un elettrone. Ovviamente dobbiamo anche tenere conto della nozione di causa che utilizziamo, quella di Woodward è capace di accorpate sotto l'etichetta di causale una gamma molto più ampia di fenomeni. Nella contemporaneità, tutte queste idee appaiono abbastanza intuitive, in realtà ci sono voluti anni di dibattito per arrivare a certi punti saldi – almeno per i filosofi che intendevano formalizzare un modello di spiegazione scientifica.

In questa ricostruzione, forse non abbiamo rimarcato adeguatamente il contributo di Kitcher, che è da considerarsi cruciale nel dibattito sulle spiegazioni statistiche. Implicitamente, mostra a Salmon (e a Hempel³⁰) come la comprensione umana non sia legata alla struttura metafisica dell'universo³¹. Avere delle leggi che descrivono fenomeni indeterministici in un mondo indeterministico non comporta, come per automatismo, che i fenomeni menzionati in tali leggi siano comprensibili. Non

30 Accettiamo l'interpretazione di Salmon rispetto a Hempel. Quest'ultimo cerca di elaborare un modello di spiegazione scientifica coerente al determinismo.

31 Lo stesso fa Woodward nei confronti di Salmon rispetto alla causalità. Woodward elabora un modello di causa che rispecchi la pratica, non richiede che esso dipenda dalle nostre teorie fisiche.

intendiamo dire che non spiegano nulla. Come dicono anche Kitcher e Woodward, forniscono delle spiegazioni minimali: spiegano perché le probabilità si distribuiscano in un certo modo, tuttavia non ci spiegano perché nel singolo caso è avvenuto un evento piuttosto che un altro. Il caso è caso e per quanto vi si rintracci una certa regolarità statistica, darvi una spiegazione completa risulta impossibile. Se fosse comprensibile, forse non sarebbe nemmeno affascinante. Nel novembre 1964, un anno prima di ricevere il premio nobel per il proprio lavoro sull'elettrodinamica quantistica, Richard Feynman diceva "I think I can safely say that nobody understands quantum mechanics" (Feynman 1965, 129). Questa e altre sue citazioni simili vengono riproposte di frequente nei testi divulgativi riguardo alla meccanica quantistica, tuttavia ritengo che in questa sede assuma un significato particolare e originale.

Bibliografia

Barnes, Eric

- 1992, “Explanatory Unification and the Problem of Asymmetry”; in *Philosophy of Science*, Vol. 59, N° 4, Dicembre 1992, pg. 558-571.

Bromberger, Sylvain

- 1966, “Why Questions”; in *Mind and Cosmos - Essays in Contemporary Science and Philosophy*, Robert Colodny, University of Pittsburgh Press, pg. 86-111.

Coffa, Alberto J.

- 1974, “Hempel’s Ambiguity”; in *Synthese*, Vol. 28, N° 2, Ottobre 1974 pg. 141-163

Fetzer, James

- 1981, *Scientific Knowledge. Causation, Explanation, and Corroboration*, D. Reidel Publishing Company Dordrecht.
- 2000, “The Paradoxes of Hempelian Explanation”; in *Science, Explanation, and Rationality: Aspects of the Philosophy of Carl G. Hempel*, Oxford University Press, pg. 111-137.

Feynman Richard

- 1965, *The Character of Physical Law*, The British Broadcasting Corporation; ristampato da The M.I.T. press.

Greeno, James C.

- 1971, “Explanation and Information”; in Salmon 1971, pg. 89-104.

Hegel, Georg Wilhelm Friedrich

- 1807, *La fenomenologia dello spirito*; a cura di Gianluca Garelli, Einaudi, 2008.

Hempel, Carl G.– Oppenheim, Paul

- 1948, “Studies in the Logic of Explanation”; in *Philosophy of Science*, Vol. 15, N° 2, Aprile 1948, pg. 135-175.

Hempel, Carl G.

- 1958, “The theoritician’s dilemma: a study in the logic of theory construction”; in *Concepts, Theories, and the Mind-Body Problem*, Minnesota Studies in the Philosophy of Science, Vol. II, pg. 37-98.
- 1962a, “Deductive-Nomological vs. Statistical Explanation”; in “Scientific Explanation, Space & Time”, Minnesota Studies in the Philosophy of Science, vol. III, Herbert Feigl and Gordon Maxwell, University of Minnesota Press, pg. 98-169.
- 1962b, “Explanation in Science and in History”, in *Frontiers of Science and Philosophy*, Robert G. Colodney, University of Pittsburgh Press, pg. 9-33.
- 1965, “Aspects of scientific explanation”; in *Aspects of scientific explanation and other essays*, The free press, pg. 331-500.
- 1966a, *Philosophy of Natural Science*, Englewood Cliffs, Prentice-Hall.

- 1966b “Recent problems of induction” in Robert G. Colodney 1966 “Mind and Cosmos”, University of Pittsburgh Press.
- 1968 “Maximal Specificity and Lawlikeness in Probabilistic Explanation”, in *Philosophy of Science*, Vol. 35, N° 2, Giugno 1968 ,pg. 116-133
- 1976, “Nachwort 1976: Neuere Ideen zu den Problemen der statistischen Erklärung” in *Aspekte wissenschaftlicher Erklärung*, 1977, Walter de Gruyter, pg. 98-123.

Jeffrey, Richard C.

- 1969, "Statistical Explanation vs. Statistical Inference"; in *Essays in Honor of Carl G. Hempel*, Nicholas Rescher, Dordrecht D. Reidel Publishing, pg. 104-113.

Kitcher, Philip – Salmon, Wesley

- 1989, *Scientific Explanation*, Minnesota Studies in the Philosophy of Science”, Vol. 1, University of Minnesota Press.

Kitcher, Philip

- 1976, “Explanation, Conjunction, and Unification”; in *The Journal of Philosophy*, Vol. 73, N° 8, 22 Aprile 1976, pg. 207-212.
- 1981, “Explanatory Unification”; in *Philosophy of Science*, Vol. 48, N° 4, Dicembre 1981, pg. 507-531.
- 1985, “Two Approaches to Explanation”; in *The Journal of Philosophy*, Vol. 82, N° 11, Novembre 1985, Eighty-Second Annual Meeting American Philosophical Association, Eastern Division, pg. 632-639.
- 1989 “Explanatory Unification and the Causal Structure of the World”; in Kitcher-Salmon 1989, pg. 410-505.

Kyburg Jr., Henry E.

- 1965, “Discussion: Salmon’s Paper”; in *Philosophy of Science*, Vol. 32, N° 2, Aprile 1965, pg. 147-151.

Pasquinelli, Angelo

- 1958, *I presocratici. Frammenti e testimonianze*, Einaudi editore; ristampato nel 1976.

Quine, Willard Van Orman

- 1951, “Two Dogmas of Empiricism”; in *Philosophical Review*, Vol. 60, pg. 20-43; ristampato in *From a Logical Point of View*, 1953, Harvard University Press, pg. 20-46.

Reichenbach, Hans

- 1949, *The theory of probability: An Inquiry into the Logical and Mathematical Foundations of the Calculus of Probability* traduzione di Ernest H. Hutten e Maria Reichenbach, University of California Press, Berkley e Los Angeles, 2^a ed., (1^a ed. 1948)
- 1956, *The Direction of Time*, Berkeley University of California Press; ristampato nel 1971.

Salmon, Wesley

- 1965, “The status of prior probabilities in Statistical Explanation”, in *Philosophy of Science*, Vol. 32, N° 2, Aprile 1965, pg. 137-146.
- 1967, *The Foundations of Scientific Inference*, University of Pittsburgh Press.
- 1970, “Statistical Explanation”; in Salmon 1971 pg., 29-87.
- 1970b *Zeno’s Paradoxes*, The Bobbs-Merrill; ristampato nel 2001 da Hackett Publishing.
- 1971, *Statistical Explanation and Statistical Relevance* a cura di W. Salmon, Ricard C. Jeffrey, James G. Greeno, University press of Pittsburg,
- 1977a, “A Third Dogma of Empiricism”; in *Basic Problems in Methodology and Linguistics*, Robert E. Butts and Jaakko Hintikka, Dordrecht: Reidel, pg. 149-166; ristampato in Salmon 1998, pg 95–107.
- 1977b, “Objectively Homogeneous Reference Classes”; in *Synthese*, Vol. 36, N° 4, Dicembre 1977, pg. 399-414.
- Salmon: 1977c, “An «At-At» Theory of Causal Influence”; in *Philosophy of Science*, Vol. 44, N° 2, Giugno 1977, pg. 215-224; ristampato in Salmon 1998, pg. 193-199.
- 1978, “Why Ask, "Why? An Inquiry concerning Scientific Explanation”; in *Proceedings and Addresses of the American Philosophical Association*, Vol. 51, N° 6, Agosto 1978, pg. 683-705.
- 1982, “Comets, Pollen, and Dreams: Some Reflections on Scientific Explanation”; in *What? Where? When? Why?*, R. McLaughlin, Australasian Studies in History and Philosophy of Science, Vol. 1, Springer, Dordrecht; ristampato in Salmon 1998, pg. 50-67.
- 1984a, *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*, Princeton University Press, Princeton.
- 1984b: “Scientific Explanation: Three Basic Conceptions” pg. 294-295; in *Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, 1984, Vol. 2: Symposia and Invited Papers, 1984, pg. 293-305,
- 1989, *Four Decades of Scientific Explanation*, University of Pittsburg Press, edizione 2006.
- 1998, *Causality and Explanation*, Oxford University Press, New York

Scriven, Micheal

- 1959, “Explanation and Prediction in Evolutionary Theory” in *Science*, New Series, Vol. 130, N° 3374, 28 Agosto 1959, pg. 477-482.
- 1962, “Comments on Professor Grunbaum’s Remarks at the Wesleyan Meeting”; in *Philosophy of Science*, Vol. 29, N° 2, Aprile 1962, pg. 171-174.

Strevens, Michael

- 2014, “Probabilistic Explanation”; in *Physical Theory: Method and Interpretation*, Lawrence Sklar, Oxford University Press, pg. 40-62.

Van Fraassen, Bas

- 1980, *The Scientific Image*, Oxford: Oxford University Press,
- 1980a, “The Pragmatics of Explanation”; in Van Fraassen 1980, pg. 97-157

Woodward, James

- 1989, “The Causal/Mechanical Model of Explanation”; in Kitcher and Salmon 1989, pg. 357–383.
- 2003, *Making Things Happen: A Theory of Causal Explanation*, Oxford University Press.