

# Prevedibile / imprevedibile

Eventi estremi nel prossimo futuro

a cura di

Emanuela Guidoboni, Francesco Mulargia e Vito Teti



*Rubbettino*

© 2015 - Rubbettino Editore  
88049 Soveria Mannelli  
Viale Rosario Rubbettino, 10  
tel (0968) 6664201  
[www.rubbettino.it](http://www.rubbettino.it)

Progetto Grafico:  
Ettore Festa, HaunagDesign

## In margine a spiegazione e leggi di natura

### ALCUNI NODI CONCETTUALI

Secondo il filosofo australiano D.M. Armstrong, le scienze naturali hanno tradizionalmente perseguito almeno tre obiettivi. Il primo, molto generale, è quello di scoprire ciò che Armstrong definisce la «geografia» e la «storia» dell'universo: l'astronomia, ad esempio, ha avuto il merito di fornirci un quadro accurato di come l'universo, inteso come un tutto, si dispieghi nello spazio e nel tempo. Il secondo obiettivo consiste invece nello stabilire che tipo di oggetti e che sorta di proprietà esistano, ponendo particolare attenzione al modo in cui certe proprietà, dette fondamentali o di basso livello, possano essere utilizzate per spiegare altre proprietà ritenute complesse o di alto livello. Un esempio paradigmatico consiste nella scoperta di come il calore, proprietà di alto livello, possa essere spiegata facendo riferimento esclusivamente al «moto molecolare medio», proprietà presumibilmente di basso livello. Infine, il terzo obiettivo, ma non per questo meno importante, consiste nell'enunciare le *leggi* a cui obbediscono tutti i fenomeni nello spazio e nel tempo<sup>1</sup>.

Se la *scoperta* di quali leggi esistano è compito esclusivo della scienza, la *natura* di tali leggi interessa primariamente la riflessione filosofica, e in particolare la filosofia della scienza.

1. Non è sempre possibile tenere separati questi tre obiettivi perché, come lo stesso Armstrong riconosce, si presuppongono logicamente. Nondimeno, essi sono distinguibili. Si veda Armstrong (1983) pp. 3-4.

La ragione principale di tale interesse può essere individuata nel ruolo che le leggi rivestono nella spiegazione e nella previsione dei fenomeni, un ruolo così determinante da aver spinto, ormai più di sessanta anni fa, Carl Gustav Hempel a sostenere che spiegare non significhi nient'altro che *mostrare l'attendibilità dei fenomeni su base nomica*<sup>2</sup>. Sebbene rappresenti tuttora un punto di riferimento per coloro che si occupano di epistemologia, la teoria hempeliana è stata sottoposta a dure critiche, molte delle quali, come vedremo, riguardano le spiegazioni di natura statistico-induttiva (a cui lo stesso Hempel si era interessato a partire dagli anni Sessanta), dove la forza esplicativa e predittiva delle leggi è ridimensionata dalla natura stocastica degli eventi a cui esse si applicano. Si pensi in tal senso alle difficoltà che si incontrano nel tentativo di prevedere eventi calamitosi di origine naturale come terremoti, alluvioni e simili. Non sorprende, quindi, che la previsione di tali eventi rappresenti oggi una delle maggiori preoccupazioni degli scienziati, considerando soprattutto il forte impatto che le previsioni hanno sul comportamento degli individui.

Pertanto, alla luce di queste osservazioni, in questa nota cercherò di illustrare i nodi concettuali più importanti sollevati nell'ampio dibattito sulla natura della spiegazione e previsione scientifiche, con particolare riferimento a quei contesti in cui, a causa della complessità dei fattori in gioco e della mancanza di informazioni rilevanti, tanto la spiegazione quanto la previsione, potendosi avvalere unicamente di leggi probabilistiche, risultano spesso problematiche.

2. Carl Gustav Hempel è stato uno dei massimi esponenti dell'Empirismo logico, nonché uno dei maggiori filosofi della scienza del xx secolo. I suoi lavori hanno contribuito in modo determinante alla comprensione di molti problemi filosofici scaturiti dal confronto con le scienze e in particolare con la fisica.

## LA TEORIA DELLA SPIEGAZIONE DI HEMPEL E IL NESSO CON LA PREVISIONE

Il primo tentativo sistematico di fornire un *criterio di demarcazione* tra spiegazioni scientifiche e pseudo-spiegazioni, si deve certamente a Carl Gustav Hempel. Nel celebre articolo del 1948, *Studies in the Logic of Scientific Explanation* scritto insieme a Paul Oppenheim, Hempel avanza la tesi che la spiegazione di un certo evento, *E*, consiste nella *derivazione* di un asserto che descrive quello stesso evento a partire da asserti di leggi scientifiche, *L*, e da altri asserti, noti come condizioni iniziali, *C*, che descrivono fatti empirici conosciuti. In un linguaggio più tecnico, l'asserzione che descrive l'evento da spiegare è detta *explanandum*, mentre le leggi e le condizioni iniziali sono dette asserzioni *explanans*. Pertanto, in base a tale concezione, la struttura generale della spiegazione scientifica può essere rappresentata graficamente come segue.

*Explanans*  $C, C^2, C^3 \dots C^n$  Condizioni iniziali  
*Explanans*  $L^1, L^2, L^3 \dots L^n$  Leggi generali  
*Explanandum* *E*.

Apparirà forse chiaro come la *deduzione* svolga qui un ruolo essenziale al punto che tale concezione ha preso il nome di *modello nomologico-deduttivo* della spiegazione scientifica (d'ora in poi modello ND). La linea orizzontale, che divide le asserzioni *explanans* dall'asserzione *explanandum*, sta appunto a significare che l'argomentazione è un' *argomentazione deduttiva valida*, in cui la conclusione, ovvero l'asserzione *explanandum* (*E*), segue *logicamente* dalle premesse, cioè dalle leggi e dalle condizioni iniziali che insieme costituiscono le asserzioni *explanans* ( $C^n$  e  $L^n$ )<sup>3</sup>.

La teoria della spiegazione avanzata da Hempel presenta il vantaggio di essere feconda, dal momento che può essere

3. Un argomento si dice *valido* quando non si dà il caso che, se le premesse sono vere, la conclusione è falsa.

estesa anche alla spiegazione delle leggi stesse, e di essere dotata di un ampio contenuto informativo. Tuttavia, uno degli aspetti più interessanti del modello ND è rintracciato nella sua capacità di dare voce a intuizioni profonde, la più importante delle quali è che una buona spiegazione mostra perché un certo evento *sarebbe dovuto* accadere. Sostenere che un evento segue logicamente da condizioni antecedenti più certe leggi generali, vuol dire innanzitutto che le spiegazioni a cui ci riferiamo sono spiegazioni *deterministiche* in quanto permettono di asserire che, se avessimo saputo *prima* quelle leggi e quelle condizioni iniziali, avremmo potuto *prevedere* con assoluta certezza il verificarsi dell'evento. Simili osservazioni indussero quindi Hempel e Oppenheim a sostenere che tra spiegazione e previsione vi è una sostanziale *simmetria*<sup>4</sup>. Pertanto, non è possibile rendere conto del concetto di spiegazione senza fare riferimento alla previsione, cioè, in ultima analisi, a cosa accadrà nel futuro. Detto diversamente, secondo il modello ND, la differenza tra spiegazione e previsione non è di carattere concettuale, ma semplicemente di ordine temporale: se una descrizione di un evento è inferita prima del suo verificarsi siamo in presenza di una previsione; se la descrizione è inferita dopo, allora l'evento è stato spiegato<sup>5</sup>.

Nonostante il suo carattere intuitivo, la tesi della simmetria tra spiegazione e previsione ha sollevato diverse critiche.

4. Si noti che la tesi della simmetria segue dalle due tesi che sono alla base del modello ND, ossia che l'*explanandum* è conseguenza deduttiva delle asserzioni *explanans* e che queste ultime devono contenere almeno una legge di forma universale (la quale stabilisce un legame deterministico tra premesse e conclusione).

5. Questo inoltre significa che, in contesti deterministici, come ad esempio nella meccanica newtoniana, si possono non solo prevedere ma anche *postvedere* certi tipi di eventi e questo perché le leggi scientifiche sono *temporalmente simmetriche*. Dopotutto, è proprio la validità universale delle leggi di natura che permise a Laplace di formulare la celebre tesi secondo cui se un demone dotato di un'intelligenza infinita conoscesse la posizione di tutte le cose presenti nell'universo e di tutte le forze che agiscono su di esso, sarebbe in grado di esprimere in un'unica formula il movimento dei grandi corpi celesti e dei più piccoli atomi dell'universo: un demone a cui *nulla sarebbe incerto ed il futuro, così come il passato, sarebbe interamente presente davanti ai suoi occhi*. Si veda Laplace (1814).

In particolare, è stato sostenuto che un'argomentazione pre-dittiva non è sempre una spiegazione potenziale. Questo è chiaro soprattutto nel caso delle argomentazioni di natura *statistico-induttiva* dove, sulla base di certi dati, si è soliti fare proiezioni anche piuttosto accurate, ad esempio, sul numero di persone che perderanno l'aereo durante un particolare week-end. Come sappiamo, tali proiezioni hanno una base induttiva e sono il risultato di una generalizzazione di casi passati. Tuttavia, molti ritengono che dati statistici di questo tipo non costituiscano leggi di alcun tipo e quindi che non possano essere usati per fornire una *spiegazione* (in linea col modello ND) del numero di persone che perdono l'aereo durante i fine settimana<sup>6</sup>. In sostanza, l'esempio mostra come le spiegazioni statistiche pongano una seria minaccia all'idea avanzata da Hempel di una connessione deduttiva tra asserzioni *explanans* e asserzione *explanandum*: se lo scopo è quello di spiegare eventi come quello menzionato, sostengono i critici del modello ND, il carattere deduttivo delle argomentazioni non può essere conservato.

Il cuore della critica fa leva sul fatto che non tutte le spiegazioni, pur se di forma inferenziale, hanno carattere deduttivo (ma induttivo) e che alcune leggi hanno valore statistico. Osservazioni come queste spinsero quindi Hempel a formulare un ulteriore modello di spiegazione, noto come *modello statistico-induttivo* (SI), proprio per fornire una spiegazione rigorosa di eventi *singolari* governati da leggi statistiche<sup>7</sup>.

Le leggi statistiche (o probabilistiche) asseriscono che quando si verificano determinate condizioni c'è un certa *probabilità induttiva* che ne risulti un determinato evento, oppure asseriscono che una certa *percentuale* di una data popolazione manifesta una certa proprietà<sup>8</sup>. Questo significa

6. Tale obiezione è presente in Lambert e Brittan (1981), cap. II - § 5, da cui traggio, modificandolo parzialmente, anche l'esempio.

7. Si veda in particolare Hempel (1965) e Hempel (1962).

8. Bisogna osservare che anche le leggi statistiche sono enunciati quantificati universalmente. Tuttavia, a differenza delle leggi universali a cui si fa riferimento

che nella spiegazione di eventi fondata su leggi statistiche l'*explanandum non è una conseguenza deduttiva delle premesse explanans*. Un esempio è forse il modo migliore per chiarire quest'ultimo aspetto: supponiamo di voler spiegare perché John è stato colpito da un ictus (evento singolare) sulla base della generalizzazione statistica (che in questo contesto assumiamo come vera) secondo cui il novanta per cento delle persone della sua età hanno un ictus<sup>9</sup>. Le premesse del nostro argomento, pertanto, saranno:

- (i) Il 90% per cento delle persone di età x sono colpite da ictus;
- (ii) John è di età x.

Stando così le cose, dovrebbe risultare chiaro che la conclusione che ci aspettiamo, e cioè che

- (c) John è colpito da un ictus

non è conseguenza logica di (i) e (ii) prese congiuntamente. In altri termini, (c) *potrebbero essere falsa nonostante entrambe le premesse siano vere*. Ora, sebbene (c) non segua logicamente da (i) e (ii), si potrebbe pensare che a seguire da (i) e (ii) sia invece la seguente conclusione:

- (c') La *probabilità* che John sia colpito da un ictus è del 90%.

Sfortunatamente le cose non sono così semplici. Infatti, come Lambert e Brittan fanno notare, (c') non segue deduttivamente da (i) e (ii) più di quanto non lo faccia (c)<sup>10</sup>. Per capirne il motivo, si consideri il seguente argomento e si assumano come vere entrambe le premesse:

- (i\*) Il 40% delle persone di nazionalità y sono colpite da ictus;
- (ii\*) John è di nazionalità y;

- 
- (c\*) La *probabilità* che John sia colpito da un ictus è del 40%.

nel modello ND, quelle statistiche non danno luogo a connessioni deterministiche ma stabiliscono un nesso di *supporto induttivo* tra proprietà che appartengono a classi diverse.

9. L'esempio è di I. Scheffler, anche se ne ho modificato in parte il contenuto. Si veda Scheffler (1963), p. 35.

10. Lambert e Brittan (1981) p. 25.



L'unica conclusione possibile in questo caso è che la probabilità che John abbia un ictus *non* può essere contemporaneamente del novanta e del quaranta per cento. In altre parole, nonostante entrambi gli insiemi di premesse siano assunti come veri, le rispettive conclusioni non sono compatibili, e questo non sarebbe possibile se esse seguissero deduttivamente dalle premesse. Di conseguenza, in entrambi gli argomenti esaminati, le asserzioni *explanans* – in cui figurano leggi statistiche – conferiscono (solo) un nesso di supporto induttivo all'*explanandum*, cioè al fatto che John ha un ictus.

L'idea che le leggi statistiche stabiliscano un nesso di supporto induttivo tra premesse e conclusione può essere illustrato anche come segue: supponiamo di voler spiegare perché l'assunzione di un certo farmaco, *x*, curi spesso, ma non sempre, una certa malattia, *y*. Assumiamo quindi come vere (a) la generalizzazione statistica secondo cui tutti coloro che sono colpiti da *y* e vengono curati con il farmaco *x* hanno una certa probabilità di guarire e (b) il fatto che John sia stato curato con *x*. Ora, alla luce delle osservazioni precedenti, le premesse (a) e (b), prese congiuntamente, ci permettono di assegnare un certo grado di supporto induttivo alla guarigione di John e, dunque, di spiegarla.

Possiamo pertanto osservare che tutte le argomentazioni la cui conclusione descrive un evento individuale e che contengono generalizzazioni statistiche sono di natura induttiva. Si noti, tuttavia, che il supporto induttivo conferito all'*explanandum* può variare a seconda delle premesse. Il problema è che non tutti i valori di probabilità sono ammissibili. Secondo Hempel, infatti, affinché una spiegazione statistica sia valida, le premesse devono conferire alla conclusione un'alta probabilità induttiva (il valore deve essere prossimo a 1). L'imposizione di un tale vincolo, noto come *requisito di alta probabilità induttiva*, ha l'obiettivo di restringere il numero degli argomenti induttivi accettabili e risponde all'esigenza di «salvare» la tesi della simmetria tra spiegazione e previsione dal momento che, *data l'alta probabilità dell'evento*, se

fossimo stati a conoscenza delle premesse, avremmo potuto di fatto predire che esso si sarebbe verificato.

Hempel introduce un ulteriore vincolo che la spiegazione statistica deve rispettare, ossia quello di *specificità massimale* secondo cui le asserzioni *explanans* devono contenere tutta l'informazione rilevante disponibile in un dato contesto conoscitivo. Tale requisito, assente nel modello ND, esprime pertanto un vincolo di natura epistemica che, relativizzando le conoscenze a contesti, assicura che, in quegli stessi contesti, la spiegazione e la predizione dell'*explanandum* siano possibili<sup>11</sup>.

Nonostante il suo indiscutibile successo, la teoria hempe-liana ha sollevato un interessante dibattito che ne ha messo in luce alcune criticità. Tuttavia, prima di passare in rassegna le più rilevanti, è forse utile offrire una panoramica generale del dibattito che coinvolge lo *status* delle leggi di natura, dal momento che, come si è visto, sia il modello ND sia quello SI esigono che almeno una delle premesse della spiegazione (deduttiva o statistico-induttiva, rispettivamente) di un evento sia una legge.

#### CHE COSA È UNA LEGGE DI NATURA?

Il ruolo esplicativo che le leggi svolgono nelle spiegazioni scientifiche è di primaria importanza. Ma che cos'è una legge di natura? Difficile dirlo: tali leggi sono tuttora oggetto di ampio e profondo dibattito in filosofia della scienza e come spesso accade non vi è accordo unanime. Tuttavia, seguendo quella che è forse la tesi più comune, possiamo affermare che le leggi sono *asserzioni esprimenti delle regolarità*<sup>12</sup>. Più

11. Per una spiegazione dettagliata di tali requisiti, si veda Hempel (1965). Entrambi i requisiti sono stati ritenuti problematici. Secondo Salmon (1971), ad esempio, il requisito di specificità massimale tradisce una concezione determinista che esclude la possibilità di fornire spiegazioni autenticamente probabilistiche.

12. Sulle leggi di natura il riferimento classico è Armstrong (1983). Armstrong, inoltre, è considerato uno dei maggiori esponenti della teoria Necessarista.

in particolare, una legge ha la forma di un'asserzione *condizionale di forma universale* nella misura in cui asserisce che ogni oggetto, evento o individuo, che ha certe proprietà ha anche certe altre proprietà<sup>13</sup>.

Per apprezzare meglio in che modo le leggi di natura contribuiscano a fornire spiegazioni e previsioni, possiamo fare appello alle osservazioni di David Hume (1711-1776), secondo cui l'*unica* relazione, sebbene *non* necessaria, che ci permette di compiere *previsioni* è la relazione di *causa-effetto*<sup>14</sup>. Se una tale relazione non esistesse, sembra sostenere il celebre filosofo scozzese, non saremmo in grado di ragionare (come invece ci capita di fare quotidianamente) oltre le nostre attuali osservazioni. Per questo motivo, e mettendo da parte le componenti mentalistiche che egli credeva di aver individuato nel concetto di causa, Hume riteneva che la relazione di causa-effetto fosse una relazione *legisimile* (*law-like*) – mentre concepiva le leggi di natura come mere generalizzazioni di regolarità empiriche. Di conseguenza, se Hume ha ragione si potrebbe sostenere che le nostre inferenze, cioè il passaggio che compiamo da fatti osservati a fatti inosservati, non sarebbero affidabili (e possibili) se non ci fossero talune leggi di natura a garantirlo.

In pieno Novecento, la discussione filosofica riguardante lo *status* delle leggi di natura ha favorito la comparsa di due teorie in competizione tra loro. Secondo la prima, la teoria *Regolarista*, le leggi di natura non sono nient'altro che espressioni di uniformità o regolarità che constatiamo empiricamente, cioè mere *descrizioni* di come il mondo appare ai

13. Un esempio di asserzione condizionale di forma universale può assumere la seguente forma: «Per ogni x, se x ha la proprietà R, allora x ha la proprietà G». Tuttavia, il problema è che, come vedremo tra breve, non tutte le asserzioni universali sono leggi.

14. Le celebri osservazioni di Hume sulla causalità, che tra i vari meriti ebbero quello di risvegliare Kant dal suo «sonno dogmatico», sono contenute nell'altrettanto celebre *A Treatise of Human Nature* (1739). In questa sede, tuttavia, non affronterò le implicazioni scettiche dell'analisi filosofica di Hume.

nostri sensi<sup>15</sup>. Più in particolare, i Regolaristi tendono a negare che le leggi di natura siano *fisicamente* o *nomologicamente* necessarie (una qualsiasi asserzione  $p$ , ad un tempo  $t$  e che esprime una legge di natura, è detta fisicamente o nomologicamente necessaria se e solo se è implicata dall'insieme di tutte le leggi fisiche conosciute a  $t$ )<sup>16</sup>. Al contrario, secondo la teoria *Necessitarista*, le leggi di natura sono principi che governano tutti i fenomeni fisici. Questo significa non solo che l'ordine naturale obbedisce di necessità alle leggi di natura, ma che l'universo non *potrebbe* essere diverso da come ci appare. Di conseguenza, secondo i Necessitaristi, le leggi non sono semplici descrizioni del mondo ma *prescrizioni*, ossia hanno il potere di determinare il comportamento dei fenomeni che cadono nello spazio e nel tempo<sup>17</sup>. Tuttavia, sia i Regolaristi sia i Necessitaristi concordano sul fatto che almeno tre condizioni sono necessarie per far sì che un'asserzione condizionale di forma universale possa essere considerata una legge di natura: (i) che esprima verità fattuali, non logiche; (ii) che sia vera per ogni tempo  $t$  e ogni luogo  $l$  nell'universo; (iii) che non contenga nomi propri (le leggi contengono concetti generali come massa, colore, velocità)<sup>18</sup>.

Il motivo principale per cui i Regolaristi si oppongono alla teoria necessitarista ha a che fare con il loro orientamento empirista<sup>19</sup>. Secondo i Regolaristi, siccome la nostra conoscenza del mondo fisico si basa sull'esperienza e quest'ultima ci fornisce buone ragioni per pensare che in natura esistano solo regola-

15. Per questa ragione i Regolaristi sono detti anche Neohumeani.

16. Sulla teoria Regolarista si veda Lewis (1973).

17. Va notato che la disputa tra Regolaristi e Necessitaristi è principalmente di carattere metafisico dal momento che verte sul carattere *modale* (possibile o necessario) che le leggi conferirebbero ai fenomeni a cui esse si applicano.

18. A differenza dei Regolaristi, i Necessitaristi non considerano tali condizioni congiuntamente sufficienti. Si veda Swartz (1985).

19. Questo però non significa che tutti i Regolaristi debbano rifiutare la concezione nomologico-deduttiva della spiegazione. Tuttavia, molti difensori del modello ND probabilmente opterebbero per la teoria Necessitarista in ragione del forte interesse che quest'ultima nutre nei confronti del potere esplicativo e predittivo delle leggi ma soprattutto del loro essere nomologicamente necessarie.

rità, non siamo legittimati a postulare nessuna altra entità non dimostrabile, come appunto la necessità nomologica, per cercare di garantire a quelle regolarità un fondamento stabile. La regolarità è piuttosto un dato di fatto non ulteriormente analizzabile, un *brute fact*, che va semplicemente assunto come tale. Inoltre, l'idea che le leggi di natura siano necessarie è guardata con sospetto dai Regolaristi dal momento che sembra voler riabilitare l'erronea concezione secondo cui l'ordine dell'universo sarebbe il prodotto perfetto di un Dio saggio ed intelligente. In altre parole, sostengono i Regolaristi, i Necessitaristi avrebbero sostituito Dio con il concetto di necessità nomologica. Ma questo è del tutto insensato. Infatti, nella misura in cui la scienza è riuscita a fornire ottime ragioni per negare che l'ordine naturale sia l'espressione della volontà di Dio, non si vede perché si debba reintrodurre surrettiziamente un concetto altrettanto oscuro, e superfluo, come quello di necessità nomologica. Piuttosto, insistono i Regolaristi, i tempi sono maturi per adottare una concezione *naturalistica* della scienza, che permetta di spiegare il comportamento dei fenomeni fisici senza dover fare appello a teorie prive di fondamento empirico e potere predittivo.

A queste obiezioni i Necessitaristi hanno ribattuto cercando di mostrare come in realtà sia impossibile prescindere dal concetto di necessità nomologica. Una delle ragioni per cui i Necessitaristi non ritengono sufficienti le tre condizioni menzionate in precedenza, consiste nell'osservare che, se lo fossero, allora non saremmo in grado di discernere le verità accidentali dalle leggi di natura<sup>20</sup>. E siccome questa è una conseguenza del tutto contro-intuitiva, non possiamo far altro che rigettare la concezione regolarista. La differenza tra verità accidentali e leggi di natura è ben rappresentata dal seguente esempio proposto da Popper: supponiamo che il più vecchio Dinornitide mai esistito sulla Terra sia morto all'età di 50 anni<sup>21</sup>. Stando così le cose, l'asserzione

20. Su quest'ultimo aspetto di veda Armstrong (1983), pp. 11-23.

21. Popper (1959) pp. 427-428. I Dinornitidi erano grandi uccelli inadatti al volo vissuti in Nuova Zelanda fino al XIX secolo. La loro estinzione è attribuita alla

(1) Nessun Dinornitide vive oltre i 50 anni

risulta vera. Non solo: oltre ad essere vera, (1) rispetta pienamente le tre condizioni menzionate in precedenza. Di conseguenza, secondo i Regolaristi, (1) è una legge di natura. Tuttavia, sembra altrettanto plausibile sostenere che (1) *non* esprima una legge di natura come invece sembra fare la seguente asserzione universale:

(2) Nessun oggetto dotato di massa può superare la velocità della luce.

In altri termini, è piuttosto *implausibile* pensare che (1) sia sullo stesso piano di (2). Infatti, secondo i Necessaristi, mentre (2) sembra a tutti gli effetti una legge di natura, dal momento che esprime una verità *fisicamente necessaria*, (1) non esprime che una verità accidentale. Per usare la terminologia di Popper, le leggi di natura impediscono che talune cose possano accadere, le verità accidentali no. E siccome nulla vieta che un Dinornitide avrebbe potuto vivere oltre i 50 anni, (1) non è una legge di natura<sup>22</sup>.

#### LA TEORIA DELLA SPIEGAZIONE DI SALMON E LA RILEVANZA STATISTICA

A partire almeno dagli anni Settanta del Novecento, l'insoddisfazione nei confronti della teoria hempeliana ha portato alla comparsa di alcune concezioni alternative<sup>23</sup>. Tra

caccia e alla distruzione dell'habitat da parte degli antenati polinesiani dei Maori insediatisi in Nuova Zelanda alcuni secoli prima.

22. Il fatto che nessun Dinornitide sia vissuto oltre i 50 anni sarebbe quindi una «semplice» coincidenza.

23. Si veda in particolare Salmon, Jeffrey e Greeno (1971). Con questo non si vuol certo sostenere che le obiezioni di Salmon alla teoria di Hempel siano le uniche degne di considerazione, né che la discussione su questi temi sia ferma al secolo scorso. Per una accurata ricostruzione dell'ampio e complesso dibattito sulla spiegazione scientifica dagli anni Quaranta del secolo scorso a oggi, rimando al volume *La Spiegazione Scientifica: Modelli e problemi* di R. Campaner e M.C. Galavotti.

le più significative, un posto particolare occupa la teoria della spiegazione di Wesley Salmon, nota come *modello di rilevanza statistica* (SR) e avanzato per la prima volta nel saggio *Statistical Explanation*, ormai divenuto un classico in materia<sup>24</sup>. In tale testo, Salmon osserva che la spiegazione di eventi improbabili (ma non impossibili) – come il fatto che una certa particella  $\alpha$  attraversi il nucleo di un atomo di uranio bombardato – costituisce una prova del fatto che le spiegazioni *non* sono argomentazioni: per quanto uno eserciti l'immaginazione, non potrebbe mai *inferire* il verificarsi di un tale evento a partire da quello che sappiamo della teoria quantistica e dal fatto che il nucleo è stato bombardato. In termini più generali, ammettere che sia possibile spiegare eventi poco probabili significa *ipso facto* negare la tesi hempeliana della simmetria (nonché il requisito di alta probabilità induttiva) dal momento che, «se i fattori individuati come esplicativi portano al verificarsi dell'evento in una *minoranza di casi*, questi *non* ci indurranno a prevedere la sua occorrenza»<sup>25</sup>.

Per fornire una spiegazione accurata di eventi scarsamente probabili, Salmon introduce la nozione chiave di *rilevanza statistica*. Secondo tale nozione, due eventi sono detti statisticamente rilevanti l'uno rispetto all'altro se l'accadimento dell'uno modifica la probabilità di accadimento dell'altro<sup>26</sup>. Un esempio paradigmatico di rilevanza statistica si ha nel caso del fumo. Supponiamo di voler spiegare perché John abbia contratto un cancro ai polmoni dopo aver fumato per anni e assumiamo come vera la generalizza-

24. Si veda Salmon (1971). Si noti che, in ciò che segue, non fornirò un'analisi approfondita della complessa teoria di Salmon, ma mi limiterò a descrivere, senza entrare del dettaglio, il valore esplicativo che le nozioni di rilevanza statistica e causalità assumono nel modello SR.

25. Campaner (2013), p. 2 (corsivo mio). Per una approfondita e aggiornata ricostruzione del concetto di causalità (probabilistica) nelle teorie della spiegazione successive a Hempel, si veda Galavotti (2007).

26. Per una definizione formale della nozione di rilevanza statistica e una sua analisi rimando a Campaner e Galavotti (2012) pp. 19-25.

zione statistica (Gs) secondo cui «il 10% dei fumatori sono colpiti da cancro ai polmoni». Intuitivamente, in base a Gs e alla condizione iniziale data dal fatto che John è stato un fumatore, dovremmo attribuire all'*explanandum*, cioè al fatto che John si è ammalato di cancro, una probabilità del 10%. Nonostante il requisito hempeliano di alta probabilità induttiva ci imporrebbe di non utilizzare Gs per fornire una spiegazione statistico-induttiva dell'*explanandum*, la maggior parte di noi sosterebbe che *il cancro è stato causato dal fumo*. Ed è qui che la nozione di rilevanza statistica ci viene in aiuto, riuscendo a render conto delle nostre intuizioni e, di conseguenza, a superare i limiti esplicativi della teoria hempeliana. In sostanza, l'idea è che una spiegazione statisticamente rilevante del cancro di John non dovrebbe basarsi unicamente su Gs, ma anche sulla generalizzazione che indichi la frequenza relativa del cancro polmonare nei *non* fumatori (chiamiamola Gs\*). Supponiamo ora che tale frequenza sia dell'1%. A questo punto possiamo ragionevolmente affermare che il fatto che John sia un fumatore (condizione iniziale), insieme alle generalizzazioni statistiche Gs e Gs\*, *spiega il cancro ai polmoni di John* poiché la probabilità statistica di ammalarsi di cancro ai polmoni è dieci volte maggiore nei fumatori che nei non fumatori. Questo significa che il fumo è *statisticamente rilevante* per il cancro polmonare e, di conseguenza, il fatto che John sia stato un fumatore risulta essere una buona spiegazione (nel senso di Salmon) del fatto che egli abbia contratto il cancro, dal momento che il fumo ha aumentato sensibilmente la probabilità che John si ammalasse.

Un aspetto particolarmente degno di nota della teoria di Salmon consiste nell'assegnare grande importanza alla nozione di *causalità*, al punto che, secondo Salmon, la spiegazione consiste di fatto in una *identificazione di cause* – all'interno di una cornice essenzialmente probabilistica. Il ricorso alla causalità, tra l'altro, rende conto di una caratteristica della spiegazione che i modelli inferenziali di Hempel mancavano di cogliere adeguatamente, ossia il suo essere *temporalmente*



*asimmetrica*: se vogliamo spiegare un evento (effetto), dobbiamo individuare le condizioni che *precedono* il suo verificarsi e lo rendono possibile (cause). È dunque l'asimmetria della relazione di causa-effetto che è responsabile della asimmetria temporale dei legami esplicativi. Inoltre, nella misura in cui la spiegazione non è una relazione inferenziale tra leggi e asserzioni, ma una individuazione di *concrete interazioni causali*, Salmon rifiuta l'impostazione hempeliana e sposta la sua attenzione sul ruolo che gli eventi occupano all'interno della struttura causale del mondo. Da questo prende il nome una delle sue opere più importanti: *Explanation and the Causal Structure of the World*<sup>27</sup>.

Una caratteristica ulteriore posseduta dal modello di Salmon consiste nel fatto che la spiegazione deve non soltanto includere tutta l'informazione statisticamente rilevante rispetto al fenomeno da spiegare, ma per di più non deve menzionare informazione irrilevante. Come abbiamo visto nell'esempio precedente, le relazioni statistiche sono viste come dei possibili *indicatori* o *sintomi* di relazioni causali. Chiaramente, in questo caso sorge il problema di fornire un criterio rigoroso per distinguere correlazioni autenticamente causali da correlazioni non causali. Salmon identifica tale criterio nel *principio di causa comune* – avanzato per la prima volta da Hans Reichenbach – il quale prescrive che «se due o più eventi accadono (magari in due luoghi diversi) congiuntamente con maggiore frequenza di quanto non ci si aspetterebbe se fossero indipendenti, questa apparente coincidenza va spiegata nei termini di un comune antecedente causale»<sup>28</sup>.

Come è stato osservato, la teoria della spiegazione di Salmon può essere interpretata sia come una teoria della spiegazione scientifica, sia come una teoria della causalità e, benché

27. Per il suo riferirsi agli eventi del mondo e alle loro interazioni causali, la concezione della spiegazione di Salmon è definita *ontica*, mentre quella di Hempel *epistemica*. Si veda Galavotti (2007).

28. Campaner e Galavotti (2012) p. 29.

a partire dall'inizio degli anni Ottanta del Novecento si sia iniziato a pensare che una corretta analisi della spiegazione scientifica debba includere anche fattori di natura contestuale e pragmatica, il modello SR è tuttora considerato una delle più importanti teorie della spiegazione scientifica finora avanzate in filosofia della scienza<sup>29</sup>.

#### LA LUNGA STRADA DELLA PREVISIONE

Come ho cercato di mostrare, il potere esplicativo manifestato dalle leggi nel caso delle spiegazioni statistico-induttive, a differenza di quanto accade nei contesti deterministici, risulta particolarmente problematico a causa della natura stocastica dei fenomeni a cui esse si applicano.

Nel caso della previsione, invece, non sembra necessario disporre di leggi ma di semplici correlazioni statistiche, anche se disporre di leggi consente di prevedere (con assoluta certezza nel caso di leggi deterministiche, con probabilità nel caso di leggi non deterministiche). Questo, tra l'altro, permette di osservare come la nozione di previsione sia una nozione *epistemica*, cioè strutturalmente legata allo stato delle nostre conoscenze. In sostanza, l'idea è che la previsione di un certo fenomeno vari in funzione dell'aumento di conoscenza rispetto a quel dato fenomeno: la nostra capacità di prevedere un terremoto, ad esempio, sembra aumentare in maniera direttamente proporzionale all'aumentare delle conoscenze che possediamo in ambito sismologico e geofisico. Generalizzando, si può dunque dire che un errore di previsione (o una mancata previsione) in un certo ambito scientifico non è nient'altro che la misura della nostra ignoranza in quello stesso ambito. Sbagliamo a fare previsioni perché, semplicemente, non abbiamo (ancora) conoscenze sufficienti in quel particolare campo di ricerca.

29. Sugli aspetti pragmatici della spiegazione il riferimento classico è van Fraassen (1980).

Per tornare al problema della spiegazione scientifica, ho cercato di chiarire come la teoria della spiegazione di Hempel, e in particolare il modello statistico-induttivo, abbia rappresentato il primo tentativo di fornire una spiegazione sistematica di eventi singolari governati da leggi probabilistiche. Tuttavia, principalmente a causa della sua incapacità di fornire un resoconto adeguato di eventi poco probabili, tale modello è stato oggetto di dure critiche che ne hanno successivamente determinato il superamento. Le obiezioni più rilevanti (anche se non le uniche) nei confronti del modello si sono state sollevate da Wesley Salmon che, a partire dai primi anni Settanta del secolo scorso, ha iniziato a sviluppare una teoria della spiegazione scientifica alternativa a quella di Hempel, nota come *modello della rilevanza statistica RS*, in cui la causalità assume un ruolo fondamentale per la comprensione e la previsione dei fenomeni probabilistici. Sebbene la teoria di Salmon rimanga tuttora un'opzione teorica valida, attualmente il dibattito intorno al problema della spiegazione scientifica si caratterizza per la presenza di ulteriori prospettive teoriche, che tuttavia in questa sede non è stato possibile esaminare. Le osservazioni qui espresse mirano piuttosto a tentare di fornire, in particolare a coloro che non si interessano di filosofia della scienza, alcune informazioni per orientarsi con maggiore consapevolezza in un dibattito che coinvolge nozioni, la cui importanza e pervasività vanno ben oltre le (spesso) anguste aule universitarie<sup>30</sup>.

30. Desidero ringraziare Maria Carla Galavotti ed Emanuela Guidoboni per i loro preziosi commenti durante la stesura dell'articolo. Ringrazio inoltre Marco Segala e Alessandro Conti per le osservazioni fatte su una versione precedente del presente lavoro. Come di consueto, qualsiasi errore o imprecisione ancora presente nel testo è da imputare esclusivamente all'autore.

## BIBLIOGRAFIA

- ARMSTRONG D.M. (1983), *What is a law of nature?*, Cambridge University Press, Cambridge.
- CAMPANER R. (2013), *La spiegazione Scientifica*, «Intersezioni» vol. 3, pp. 1-4.
- CAMPANER R., GALAVOTTI M.C. (2012), *La Spiegazione Scientifica: modelli e problemi*, Clueb, Bologna.
- GALAVOTTI M.C. (2007), *Problemi del nesso causalità-probabilità-spiegazione*, in PUCELLA R., DE SANTIS G. (a cura di), *Il nesso di causalità. Profili giuridici e scientifici*, Cedam, Padova, pp. 3-21.
- HEMPEL C.G., OPPENHEIM P. (1948), *Studies in the Logic of Explanation*, «Philosophy of Science», vol. 15, pp. 135-175.
- HEMPEL C.G. (1962), *Deductive Nomological versus Statistical Explanation*, in FEIGL H., MAXWELL G. (a cura di), *Scientific Explanation, Space and Time, Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, III, University of Minnesota Press, Minneapolis, pp. 98-169.
- HEMPEL C.G. (1965), *Aspects of Scientific Explanation*, Free Press, New York, edizione italiana *Aspetti della spiegazione scientifica*, il Saggiatore, Milano 1986.
- HUME D. (1911), *A Treatise of Human Nature*, Book I, Pt. III, Sec. II, Everyman, London, edizione italiana *Opere filosofiche. Vol. 1: Trattato sulla natura umana*, Laterza, Roma-Bari 2008.
- LAMBERT K., BRITTON G. (1979), *An Introduction to the Philosophy of Science*, edizione italiana *Introduzione alla filosofia della scienza*, Boringhieri, Torino 1981.
- LAPLACE P.S. (1814), *Saggio filosofico sulle probabilità*, Theoria, Roma, 1987.
- LEWIS D. (1973), *Counterfactuals*, Harvard University Press, Cambridge.
- POPPER K.R. (1959), *The Logic of Scientific Discovery*, Hutchinson London, edizione italiana *La logica della scoperta scientifica*, Einaudi, Torino 1970.
- SALMON W., JEFFREY R., GREENO, J. (1971), *Statistical Explanation and Statistical Relevance*, University of Pittsburgh Press, Pittsburgh, pp. 29-87.
- SALMON W. (1984), *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*, Princeton University Press, Princeton.
- SCHEFFLER I. (1963), *The Anatomy of Inquiry*, Knopf New York, edizione italiana *Anatomia della ricerca: studi filosofici nella teoria della scienza*, il Saggiatore Milano, 1972.
- SWARTZ N. (1985), *The Concept of Physical Law*, Cambridge University Press, New York.
- VAN FRAASSEN B. (1980), *The Scientific Image*, Oxford University Press, New York, edizione italiana *L'immagine scientifica*, Clueb, Bologna 1985.