Il modello della legge di copertura cattura molto bene la struttura di molte spiegazioni scientifiche reali, ma deve anche fronteggiare un certo numero di impegnativi controesempi. Essi sono di due tipi: da un lato ci sono casi di spiegazione scientifica genuina che non corrispondono al modello, neppure approssimativamente. Questi casi suggeriscono che la teoria di Hempel è troppo restrittiva – esclude alcune effettive spiegazioni scientifiche. Dall'altro lato, ci sono casi che soddisfano il modello della legge di copertura, ma che intuitivamente non contano come spiegazioni scientifiche genuine. Questi casi suggeriscono che il modello hempeliano è troppo liberale – ammette cose che dovrebbero essere escluse. Ci concentreremo ora su controesempi del secondo tipo.

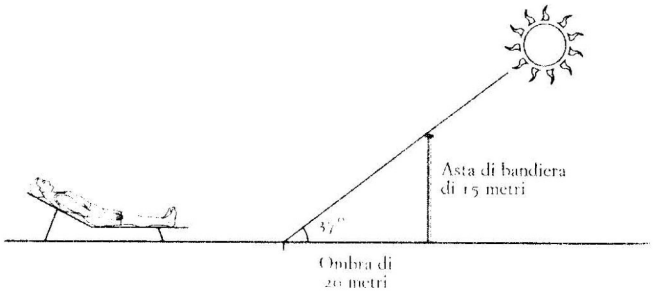
2. *Il problema della simmetria*.

Supponiamo che siate sdraiati sulla spiaggia in un giorno di sole e notiate che l'asta di una bandiera sta gettando un'ombra di 20 metri sulla sabbia (fig. 8).

Qualcuno vi chiede di spiegare perché l'ombra è lunga 20 metri. Questa è una domanda sul perché in cerca di spiegazione. Una risposta plausibile potrebbe essere questa:

Figura 8.

Un'asta di bandiera alta 15 metri getta un'ombra di 20 metri quando il sole ha un'altezza di 37°.



«i raggi di luce che provengono dal sole colpiscono l'asta della bandiera che è lunga esattamente 15 metri; l'angolo di elevazione del sole è di 37°; dato che la luce viaggia in linea retta, un semplice calcolo trigonometrico (tan 37° = 15/20) mostra che l'asta della bandiera getterà un'ombra lunga 20 metri».

Questa sembra essere una spiegazione scientifica del tutto valida. E se la riscriviamo secondo lo schema di Hempel, possiamo vedere che soddisfa il modello della legge di copertura.

Leggi Generali	La luce viaggia in linea retta Leggi della trigonometria
Fatti particolari	L'angolo di elevazione del sole è 37° L'asta della bandiera è alta 15 metri
⇒	
Fenomeno da spiegare	L'ombra è lunga 20 metri

La lunghezza dell'ombra è dedotta dall'altezza dell'asta della bandiera e dall'angolo di elevazione del sole, insieme alla legge dell'ottica secondo cui la luce viaggia in linea retta e alle leggi della trigonometria. Dato che tali leggi sono vere e l'asta è effettivamente alta 15 metri, la spiegazione soddisfa con precisione i requisiti hempeliani. Fin qui tutto bene. Ma ora sorge un problema: supponiamo di scambiare tra loro l'*explanandum* – l'ombra è lunga venti metri – e il fatto particolare che l'asta della bandiera è alta 15 metri. Il risultato è:

Leggi Generali	La luce viaggia in linea retta Leggi della trigonometria
Fatti particolari	L'angolo di elevazione del sole è 37° L'ombra è lunga 20 metri
⇒	
Fenomeno da spiegare	L'asta della bandiera è alta 15 metri

Anche questa «spiegazione» si conforma al modello della legge di copertura. L'altezza dell'asta è dedotta dalla lunghezza dell'ombra che getta e dall'angolo di elevazione del

sole, insieme alla legge dell'ottica secondo cui la luce viaggia in linea retta e alle leggi della trigonometria. Ma sembra molto strano considerare questa una *spiegazione* del perché l'asta della bandiera è alta 15 metri. La spiegazione reale del perché l'asta è alta 15 metri è, presumibilmente, che un artigiano l'ha fatta deliberatamente così – non ha nulla a che fare con la lunghezza dell'ombra che getta. Il modello di Hempel è quindi troppo liberale: permette a qualcosa che ovviamente non lo è di contare come una spiegazione scientifica.

La morale generale dell'esempio dell'asta della bandiera è che il concetto di spiegazione esibisce un'importante asimmetria: l'altezza dell'asta spiega la lunghezza dell'ombra, assunti le leggi e i fatti aggiuntivi rilevanti, ma non viceversa. In generale, se x spiega y, assunti le leggi e i fatti aggiuntivi rilevanti, allora non sarà vero che y spiega x, assunti le stesse leggi e gli stessi fatti. Ciò viene espresso talvolta dicendo che la spiegazione è una relazione asimmetrica, e il modello della legge di copertura di Hempel non rispetta questa asimmetria, dato che proprio come possiamo dedurre la lunghezza dell'ombra dall'altezza dell'asta della bandiera, assunti leggi e fatti rilevanti, così possiamo dedurre l'altezza dell'asta della bandiera dalla lunghezza dell'ombra. In altri termini, il modello della legge di copertura implica che la spiegazione sia una relazione simmetrica, ma in realtà essa è asimmetrica. In questo senso, il modello di Hempel non riesce a catturare completamente cosa significa essere una spiegazione scientifica.

Il caso dell'ombra e dell'asta della bandiera fornisce anche un contro-esempio alla tesi hempeliana secondo cui la spiegazione e la predizione sono due facce della stessa medaglia. La ragione è ovvia: supponete di non sapere quanto sia alta l'asta della bandiera; se qualcuno vi dicesse che essa proietta un'ombra di 20 metri e che il sole si trova a 37° di elevazione nel cielo, voi sareste in grado di *predire* la lunghezza dell'asta, a patto che conosciate le opportune leggi ottiche e trigonometriche. Ma, come abbiamo visto, questa informazione evidentemente non *spiega* perché l'asta della bandiera ha quella data altezza. Così, nell'esempio in esame, predizione e spiegazione si separano. L'informazione che serve a predire un fatto prima che lo conosciamo non serve a spiegare il medesimo fatto dopo che lo abbiamo appreso, il che contraddice la tesi di Hempel.

3. *Il problema dell'irrilevanza*.

Supponiamo che un bambino piccolo si trovi in un ospedale in una stanza piena di donne incinte. Il bambino nota che nella stanza c'è una sola persona che non è incinta – un uomo di nome Gianni –, e chiede al dottore come mai non lo sia. Il dottore risponde: «Gianni ha assunto pillole anticoncezionali regolarmente negli ultimi anni, e le persone che assumono queste pillole regolarmente non diventano mai incinte. Perciò Gianni non è rimasto incinto». Assumiamo, per amore di discussione, che quel che dice il dottore sia vero – Gianni è mentalmente disturbato e prende davvero pillole anticoncezionali, perché pensa che lo possano aiutare. Anche in questo caso, la risposta del dottore al bambino è evidentemente poco utile. La spiegazione corretta del perché Gianni non è gravido, ovviamente, è che egli è un maschio, e i maschi non possono avere una gravidanza.

La spiegazione che il dottore ha dato al bambino, però, corrisponde perfettamente al modello della legge di copertura. Il dottore deduce il fenomeno da spiegare – che Gianni non è rimasto incinto – dalla legge generale secondo cui le persone che assumono le pillole anticoncezionali non restano mai incinte e dal fatto particolare che Gianni ha assunto tali pillole. Dato che tanto la legge generale quanto il fatto particolare sono veri, e dato che essi implicano logicamente l'*explanandum*, secondo il modello della legge di copertura il dottore ha fornito una spiegazione perfettamente adeguata del perché Gianni non è in stato di gravidanza. Ma naturalmente in realtà non l'ha fatto. Quindi il modello della legge di copertura è troppo permissivo: ammette tra le spiegazioni scientifiche cose che intuitivamente non lo sono.

La conclusione che possiamo trarre è che una buona spiegazione di un fenomeno deve contenere informazioni che

sono *rilevanti* per il suo accadere. Questo è il punto dove la risposta del dottore manca il bersaglio. Sebbene quello che egli dice al bambino sia perfettamente vero, il fatto che Gianni abbia preso le pillole anticoncezionali è irrilevante rispetto al suo non essere in stato di gravidanza, perché non lo sarebbe stato neppure se si fosse astenuto dall'assumere le pillole. Questo è il motivo per cui la replica del dottore non costituisce una buona risposta alla domanda del bambino. Il modello di Hempel non rispetta questa caratteristica essenziale del nostro concetto di spiegazione.

4. *Spiegazione e causalità*.

Visto che il modello della legge di copertura va incontro a tanti problemi, è naturale cercare un modo alternativo per comprendere la spiegazione scientifica. Alcuni filosofi credono che la chiave risieda nel concetto di causalità, un suggerimento molto attraente, poiché in molti casi spiegare un fenomeno è proprio dire che cosa lo ha causato. Per esempio, se un perito sta cercando di spiegare la caduta di un aeroplano, allora sta ovviamente cercando la causa della caduta. In realtà, le domande «perché l'aeroplano è caduto?» e «qual è la causa della caduta dell'aeroplano?» sono in sostanza equivalenti. Analogamente, se un biologo sta cercando di spiegare come mai oggi c'è meno biodiversità nelle foreste pluviali tropicali di quanta non ve ne fosse un tempo, allora sta chiaramente cercando la causa della riduzione di biodiversità. Il legame tra i concetti di spiegazione e causalità è molto intimo.

Colpiti da questo legame, molti filosofi hanno abbandonato il modello di spiegazione della legge di copertura, in favore di un'analisi basata sulla causalità. I dettagli variano, ma l'idea di fondo che sta dietro la proposta è che spiegare un fenomeno è semplicemente spiegare che cosa lo ha causato. In alcuni casi le differenze tra le descrizioni in termini di leggi di copertura e di causalità non sono poi molto grandi, poiché dedurre l'occorrere di un fenomeno da una legge generale spesso *è* proprio darne la causa. Per esempio, ricordiamo ancora la spiegazione newtoniana del

perché le orbite dei pianeti sono ellittiche: abbiamo visto che essa soddisfaceva il modello della legge di copertura – dato che Newton deduceva la forma dell'orbita planetaria dalla propria legge di gravitazione, piú alcuni fatti aggiuntivi. Ma questa spiegazione è anche causale, poiché le orbite ellittiche sono causate dall'attrazione gravitazionale tra i pianeti e il sole.

Le descrizioni in termini di leggi di copertura e di causalità non sono però equivalenti – ci sono casi in cui divergono. In realtà molti filosofi preferiscono l'approccio causale alla spiegazione proprio perché ritengono che esso possa evitare alcuni dei problemi del modello della legge di copertura. Ricordiamo il problema dell'asta della bandiera: perché le nostre intuizioni ci dicono che l'altezza dell'asta spiega la lunghezza dell'ombra, assunte le leggi, ma non viceversa? Plausibilmente perché l'altezza dell'asta è la causa dei 20 metri di lunghezza dell'ombra, mentre il fatto che l'ombra sia lunga 20 metri non è la causa dei 15 metri di altezza dell'asta. Quindi, a differenza del modello della legge di copertura, l'approccio causale alla spiegazione offre la risposta «giusta» al caso dell'asta della bandiera – rispetta l'intuizione secondo cui non possiamo spiegare l'altezza dell'asta facendo riferimento all'ombra che getta.

La morale generale del problema dell'asta della bandiera era che il modello della legge di copertura non può render conto del fatto che la spiegazione è una relazione asimmetrica. Ora, è ovvio che anche la causalità è una relazione asimmetrica: se x è la causa di y, allora y non è la causa di x. Per esempio, se il cortocircuito ha causato l'incendio, allora evidentemente l'incendio non ha causato il cortocircuito. È quindi molto plausibile suggerire che l'asimmetria della spiegazione deriva dall'asimmetria della causalità. Se spiegare un fenomeno è dire che cosa lo ha causato, allora, visto che la causalità è asimmetrica, dobbiamo aspettarci che lo sia anche la spiegazione – come in effetti è. Il modello della legge di copertura si scontra con il problema dell'asta della bandiera proprio perché cerca di analizzare il concetto di spiegazione scientifica senza riferimento alla causalità.

Lo stesso è vero per il caso della pillola anticoncezione-

le. Il fatto che Gianni prenda le pillole anticoncezionali non spiega perché non è gravido in quanto le pillole non sono la causa della mancata gravidanza. Piuttosto, è il sesso di Gianni la causa del suo non essere gravido. Ecco perché pensiamo che la risposta corretta alla domanda «Perché Gianni non è gravido?» sia «perché è un maschio, e i maschi non diventano gravidi», e non sia invece quella fornita dal dottore. La riposta del dottore soddisfa le richieste del modello della legge di copertura, ma dato che non identifica correttamente la causa del fenomeno che desideriamo spiegare non rappresenta una spiegazione genuina. La morale che avevamo tratto dall'esempio della pillola anticoncezionale era che una spiegazione scientifica genuina deve contenere informazioni che sono rilevanti per l'*explanandum*. In effetti questo è un altro modo per dire che la spiegazione deve indicare la causa dell'*explanandum*. Le analisi della spiegazione scientifica basate sulla causalità non si scontrano con il problema dell'irrilevanza.

È facile criticare Hempel per non aver rispettato il rapporto stretto tra causalità e spiegazione; e molti lo hanno fatto. In qualche modo si tratta di una critica un po' ingiusta, dato che Hempel aderiva a una dottrina filosofica nota come *empirismo*, e gli empiristi sono tradizionalmente molto sospettosi riguardo al concetto di causalità. L'empirismo afferma che ogni nostra conoscenza nasce dall'esperienza. David Hume, che abbiamo incontrato nel capitolo scorso, fu un eminente empirista e affermò che è impossibile avere esperienza delle relazioni causali. Egli concluse quindi che tali relazioni non esistono – la causalità è un'invenzione della nostra immaginazione! Si tratta di una conclusione molto difficile da accettare: non è ovviamente un fatto obiettivo che far cadere dei vasi di vetro causa la loro rottura? Hume lo negò. Egli ammetteva che molti vasi che sono stati fatti cadere si sono di fatto rotti; ma la nostra idea di causalità include più di questo: essa comprende l'idea di un legame causale tra la caduta e la rottura, ovvero afferma che la prima produce la seconda. Secondo Hume nessun legame del genere può essere trovato nel mondo: tutto ciò che vediamo è il vaso lasciato cadere e poi il vaso che si rompe un momento dopo. Noi non abbiamo esperienza di una connessione causale tra il primo evento e il secondo. La causalità è quindi una finzione.

La maggior parte degli empiristi non ha accettato completamente questa sorprendente conclusione; ma, come conseguenza dell'opera di Hume, ha sviluppato la tendenza a considerare la causalità un concetto da trattare con grande cautela. Così per un empirista l'idea di analizzare il concetto di spiegazione in termini di causalità sembrerebbe perversa. Se lo scopo di qualcuno è chiarire il concetto di spiegazione scientifica, come era nel caso di Hempel, c'è poco costrutto nell'utilizzare nozioni che sono a loro volta bisognose di chiarificazione. E per gli empiristi la causalità è certamente bisognosa di una chiarificazione filosofica. In questo senso, il fatto che il modello della legge di copertura non menzionasse la causalità non era una mera svista da parte di Hempel. Negli ultimi anni l'empirismo ha perso molta popolarità. Inoltre parecchi filosofi sono giunti alla conclusione che il concetto di causalità, per quanto filosoficamente problematico, sia indispensabile per il modo in cui comprendiamo il mondo. Così l'idea di un modello della spiegazione scientifica basato sulla causalità è più accettabile di quanto non lo sarebbe stato ai tempi di Hempel.

Non vi è dubbio che le analisi della spiegazione basate sulla causalità sott-