

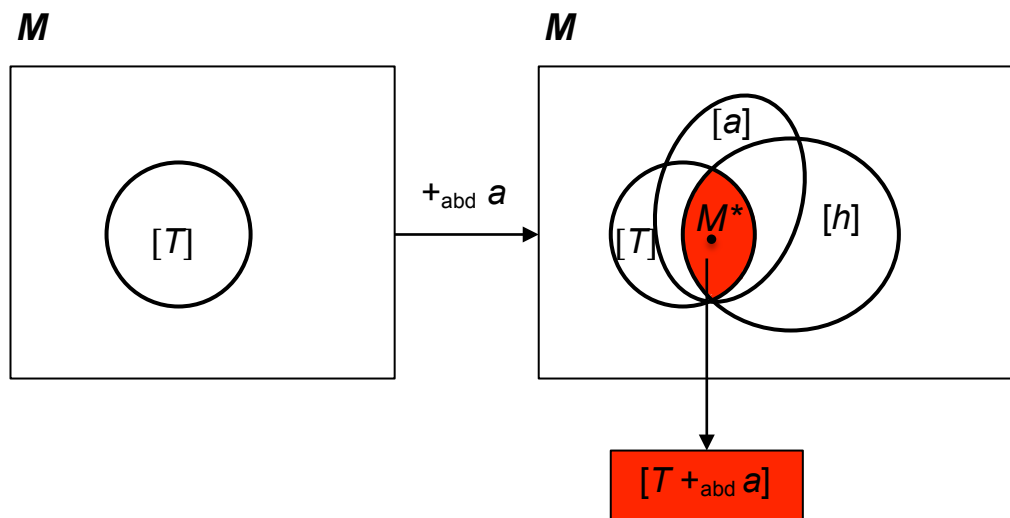
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE

**XXV CICLO DEL DOTTORATO DI RICERCA IN
FILOSOFIA**

Settore scientifico-disciplinare:
LOGICA E FILOSOFIA DELLA SCIENZA

**CAMBIAMENTO TEORICO, ABDUZIONE
E VEROSIMILITUDINE**

Aspetti filosofici ed epistemologici
della teoria AGM



DOTTORANDA
FEDERICA RENAR

COORDINATRICE
PROF.SSA MARINA SBISÀ

SUPERVISORE DI TESI
PROF. ROBERTO FESTA

CO-SUPERVISORE DI TESI
DOTT. GUSTAVO CEVOLANI

ANNO ACCADEMICO 2011/2012



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE

**XXV CICLO DEL DOTTORATO DI RICERCA IN
FILOSOFIA**

**CAMBIAMENTO TEORICO,
ABDUZIONE E VEROSIMILITUDINE**

Aspetti filosofici ed epistemologici
della teoria AGM

Settore scientifico-disciplinare:
LOGICA E FILOSOFIA DELLA SCIENZA

DOTTORANDA
FEDERICA RENAR

COORDINATRICE
PROF.SSA MARINA SBISÀ

SUPERVISORE DI TESI
PROF. ROBERTO FESTA

CO-SUPERVISORE DI TESI
DOTT. GUSTAVO CEVOLANI

ANNO ACCADEMICO 2011/2012

Indice

Capitolo 1

INTRODUZIONE **8**

1.1 Contenuto e struttura della tesi 10

PARTE PRIMA

Il cambiamento teorico nell'epistemologia e nella filosofia della scienza

Capitolo 2

CAMBIAMENTO DI CREDENZE NELL'EPISTEMOLOGIA **16**

2.1 Statica delle credenze: giustificazione e conoscenza 17

2.1.1 Approccio fondazionalista alla giustificazione delle credenze 22

2.1.2 Approccio coerentista alla giustificazione delle credenze 28

2.2 Dinamica delle credenze 34

2.2.1 Approccio fondazionalista alla dinamica delle credenze 35

2.2.2 Approccio coerentista alla dinamica delle credenze 38

2.2.3 Fondazionalismo vs. coerentismo: un esempio 39

2.3 Breve sommario 42

Capitolo 3

CAMBIAMENTO TEORICO NELLA FILOSOFIA DELLA SCIENZA 45

3.1	Dalla statica alla dinamica della scienza	46
3.2	La logica del cambiamento teorico	51

PARTE SECONDA

La teoria AGM del cambiamento teorico

Capitolo 4

LA TEORIA AGM 58

4.1	Alcune nozioni logiche e insiemistiche di base	59
4.2	La teoria AGM	63
	4.2.1 La “statica” di AGM	64
	4.2.2 La “dinamica” di AGM	67
4.3	Espansione, contrazione e revisione: un approccio assiomatico	74
	4.3.1 Espansione	75
	4.3.2 Contrazione	79
	4.3.3 Revisione	83
	4.3.4 Le identità di Levi e di Harper: interdefinibilità di contrazione e revisione	88
4.4	Sviluppi della teoria AGM	95
	4.4.1 I cambiamenti epistemici senza priorità (CSP)	96
	4.4.2 La teoria AGM delle basi di credenze (BdC)	97
	4.4.3 Il cambiamento di teorie congiuntive (approccio <i>BF</i>)	103
	4.4.4 Il cambiamento con sfere di similarità (<i>S</i>)	106

PARTE TERZA
Implicazioni della teoria AGM
per la filosofia della scienza e l'epistemologia

Capitolo 5

DUHEM, QUINE, LAKATOS E LA TEORIA AGM	113
5.1 Il problema di Duhem per la contrazione e la revisione	114
5.1.1 Il problema di Duhem	114
5.1.2 Il problema di Duhem in AGM	117
5.1.3 Contrazione per massima scelta	120
5.1.4 Contrazione per accordo totale	123
5.1.5 Contrazione per accordo parziale	126
5.2 La ragnatela di Quine e il radicamento epistemico	130
5.2.1 La concezione olistica della conoscenza di Quine	131
5.2.2 Il radicamento epistemico	135
5.2.3 Proprietà formali del radicamento epistemico	138
5.3 Lakatos, revisione schermata, contrazione protettiva e contrazione scudo	144
5.3.1 I programmi di ricerca di Lakatos	144
5.3.2 Revisione schermata e contrazione protettiva	146
5.3.3 Contrazione scudo	
5.4 AGM, coerentismo e fondazionalismo	151

Capitolo 6

AGM E ABDUZIONE **155**

6.1	Abduzione	156
6.1.1	Abduzione come inferenza logica	157
6.1.2	Abduzione come procedimento euristico della scoperta	163
6.1.3	Abduzione come inferenza alla miglior spiegazione	166
6.1.4	Esempi di abduzione	170
6.2	Abduzione in AGM	176
6.2.1	Cambiamento teorico abduttivo	177
6.2.2	Modello di cambiamento abduttivo nella meccanica newtoniana	183
6.2.3	Modello di cambiamento abduttivo nel <i>corpus scientifico</i> di Hansson	189
6.3	Fonderentismo del cambiamento abduttivo	199

Capitolo 7

AGM E VEROSIMILITUDINE **204**

7.1	Verosimilitudine come scopo della ricerca	204
7.2	Due approcci alla verosimilitudine	208
7.2.1	L'approccio similitudinario alla verosimilitudine	209
7.2.2	L'approccio BF alla verosimilitudine	211
7.3	AGM e verosimilitudine	215
7.3.1	AGM e l'approccio similitudinario	217
7.3.2	AGM e l'approccio BF	220
7.4	AGM e verosimilitudine nomica	222
7.4.1	Verosimilitudine nomica	223
7.4.2	AGM e l'approccio BF alla verosimilitudine nomica	225

7.5	AGM, abduzione e verosimilitudine	227
-----	-----------------------------------	-----

Capitolo 8

	CONCLUSIONI	233
--	--------------------	------------

8.1	Breve sommario della tesi	233
-----	---------------------------	-----

8.2	Considerazioni conclusive	237
-----	---------------------------	-----

	<i>Bibliografia</i>	239
--	----------------------------	------------

	<i>Indice dei nomi</i>	274
--	-------------------------------	------------

	<i>Tavola dei simboli</i>	278
--	----------------------------------	------------

	<i>Tavola degli acronimi e delle definizioni</i>	283
--	---	------------

Indice delle figure

Figura 2.1	La piramide come immagine dello stato epistemico fondazionalista	26
Figura 2.2.	Muro di mattoni come immagine dello stato epistemico fondazionalista	27
Figura 2.3.	Giustificazione delle credenze fondazionalista	27
Figura 2.4.	La zattera come immagine dello stato epistemico coerentista	32
Figura 2.5.	La ragnatela come immagine dello stato epistemico coerentista	32
Figura 2.6.	Il crollo della piramide come immagine del cambiamento dello stato epistemico fondazionalista	37

Figura 2.7.	Il cambiamento di credenze secondo l'approccio fondazionalista	37
Figura 2.8.	La zattera come cambiamento di credenze coerentista	39
Figura 3.1.	Le tre fasi del cambiamento teorico	52
Figura 3.2.	Frecce e bersaglio come immagine del progresso scientifico	54
Figura 4.1.	Atteggiamenti epistemici	67
Figura 4.2.	Cambiamento dello stato epistemico di X in risposta a un input epistemico	68
Figura 4.3.	Cambiamenti di atteggiamento epistemico dovuti all'espansione	69
Figura 4.4.	Cambiamenti di atteggiamento epistemico dovuti alla contrazione	70
Figura 4.5.	Cambiamenti di atteggiamento epistemico dovuti alla revisione	71
Figura 4.6.	Espansione, contrazione e revisione di stati epistemici	72
Figura 4.7.	Espansione di K con a	75
Figura 4.8.	Contrazione di K rispetto ad a	79
Figura 4.9.	Revisione di K rispetto ad a	84
Figura 4.10.	Espansione, contrazione e revisione di stati epistemici	89
Figura 4.11.	Espansione, contrazione e revisione di stati epistemici	90
Figura 4.12.	Identità di Levi	91
Figura 4.13.	Identità di Harper	92
Figura 4.14.	Base di credenze	99
Figura 4.15.	Atteggiamenti epistemici nel modello a sfere	107
Figura 4.16.	L'espansione proposizionale $[K + a]$	108
Figura 4.17.	La contrazione proposizionale $[K - a]$	110
Figura 4.18.	La revisione proposizionale $[K * a]$	111
Figura 5.1.	Un esempio di contrazione per massima scelta	122
Figura 5.2.	Un esempio di contrazione per accordo totale	125
Figura 5.3.	Un esempio di contrazione per accordo parziale	127

Figura 5.4.	Contração per massima scelta $T - a$ nel modello a sfere	129
Figura 5.5.	Contração per accordo totale $T - a$ nel modello a sfere	129
Figura 5.6.	Contração per accordo parziale $T - a$ nel modello a sfere	130
Figura 5.7.	La ragnatela di Quine	134
Figura 6.1.	Espansione abduttiva di T con a	180
Figura 6.2.	Revisione abduttiva di T con a	182
Figura 6.3.	Cambiamento dello stato epistemico di X in risposta a un input epistemico	191
Figura 6.4.	Cambiamento del corpus scientifico in risposta a nuovi dati	191
Figura 6.5.	Cruciverba come immagine dell'approccio fonderentista	202
Figura 7.1.	Contenuto di verità T_v e contenuto di falsità T_f della teoria T	205
Figura 7.2.	Verosimilitudine secondo Popper	206
Figura 7.3.	Verosimilitudine nel modello a sfere	209
Figura 7.4.	Espansione e verosimilitudine	218
Figura 7.5.	L'espansione della teoria falsa T con l'input vero a	219
Figura 7.6.	La contração della teoria falsa T con l'input falso a	219
Figura 7.7.	La revisione della teoria falsa T con l'input vero a	220
Figura 7.8.	Ipotesi CD di Kuipers	226
Figura 7.9.	L'espansione abduttiva $T +_{abd} a$, con T e h veri e $a \neq h$, è più verosimile di $T + a$	229
Figura 8.1.	Cambiamento teorico, abduzione e verosimilitudine	237

Indice delle tabelle

Tabella 2.1.	Statica delle credenze: fondazionalismo vs. coerentismo	42
Tabella 2.2.	Dinamica delle credenze: fondazionalismo vs. coerentismo	43
Tabella 7.1.	Tavola delle verità per l'espansione abduttiva $T +_{abd} a \neq T$	228
Tabella 7.1.	Tavola delle verità per l'espansione abduttiva $T *_{abd} a \neq T$	230

Capitolo 1

Introduzione

*Non c'è nulla di
immutabile tranne
l'esigenza di
cambiare.*

Eraclito

La *teoria AGM*, che costituisce il nucleo centrale di questo lavoro, è una teoria del *cambiamento di credenze*, sviluppatasi nel corso degli ultimi trent'anni nell'ambito della logica e dell'Intelligenza Artificiale.¹ Si occupa del modo in cui un agente idealmente razionale - sia questo un individuo qualunque, uno scienziato, una comunità scientifica o un computer - cambia il suo stato epistemico, cioè l'insieme di tutte le sue credenze, alla luce di nuove informazioni.²

¹ In letteratura ci si riferisce alla teoria AGM in diversi modi: teoria del "cambiamento di credenze" (*belief change*); del "cambiamento teorico" (*theory change*); della "revisione delle credenze" (*belief revision*); della revisione delle teorie (*theory revision*); della "dinamica delle credenze" (*belief dynamics*); del "cambiamento epistemico" (*epistemic change*); del "cambiamento doxastico" (*doxastic change*).

² Per indicare l'insieme delle credenze di un agente razionale si usa in letteratura sia l'espressione "stato epistemico" - che si riferisce alle *conoscenze* - sia quella di "stato doxastico" - che si riferisce alle *credenze*. Niiniluoto (1999) afferma che nel contesto AGM è più corretto parlare di "stato doxastico" poiché la teoria AGM non si occupa esplicitamente di *conoscenze*, ma di *credenze* indipendentemente dalla loro relazione col mondo e quindi indipendentemente dalla loro verità o falsità. Nonostante queste considerazioni abbiamo scelto di seguire la maggior parte degli studiosi nell'utilizzare l'aggettivo "epistemico" (si veda, per esempio Gärdenfors 1988). Nel seguito parleremo, quindi, "stato epistemico", ma anche di "input epistemico", "cambiamento epistemico", "radicamento epistemico" e così via, pur tenendo presente che,

L'analisi del cambiamento di credenze è un problema tradizionale dell'epistemologia e della filosofia della scienza. Tuttavia, solamente negli ultimi decenni, diversi studiosi hanno iniziato ad analizzare sistematicamente, anche con metodi logico-formali, i meccanismi della dinamica epistemica.

Dalla collaborazione del filosofo della scienza svedese Peter Gärdenfors (nato nel 1949), del filosofo del diritto argentino Carlos Alchourrón (1931-1996) e del logico australiano David Makinson (nato nel 1941) prende forma la teoria AGM, così chiamata dalle iniziali dei loro nomi. Il loro articolo *On the Logic of Theory Change*, pubblicato nel *Journal of Symbolic Logic* nel 1985, è considerato l'atto di nascita della teoria che sta tuttora conoscendo un impetuoso sviluppo. Nel 2010, in occasione del venticinquesimo anniversario della nascita di AGM è stata pubblicata un'influente rassegna sulla sua storia e sulle versioni più recenti.

Il mio scopo è offrire una valutazione preliminare delle implicazioni della teoria AGM per l'epistemologia e la filosofia della scienza.³ Anche se fra epistemologia e filosofia della scienza esistono stretti legami – tanto che la seconda può essere considerata una provincia della prima, cioè come l'analisi di quella parte fondamentale della conoscenza che è la scienza – ci sono importanti differenze di interessi tra epistemologi e filosofi della scienza. I primi, infatti, concentrano l'attenzione sulla conoscenza ordinaria, relativa alla realtà della vita quotidiana; i filosofi della scienza, invece, si occupano dei problemi metodologici sollevati dalla pratica scientifica (Festa, 2006a, p. 2). Inoltre, gli epistemologi

strettamente parlando, si stanno considerando le credenze e non le conoscenze dell'agente.

³ Dato che il termine "epistemologia" viene talvolta utilizzato per indicare sia la "filosofia della scienza" sia la "teoria della conoscenza" o "gnoseologia", per chiarezza preferiamo identificare l'epistemologia con la teoria della conoscenza così da riprodurre la distinzione, comune nella letteratura di lingua inglese, tra *philosophy of science* ed *epistemology*. Nel seguito parleremo quindi di epistemologia solo con riferimento alla teoria della conoscenza.

tradizionalmente si dedicano soprattutto al problema *statico* di come giustificare una determinata credenza, mentre i filosofi della scienza analizzano anche il problema *dinamico* del cambiamento delle credenze, nell'ambito dell'analisi del cambiamento teorico e del progresso scientifico. Nella mia tesi di laurea (2007), in cui si analizzavano le strette relazioni tra la teoria AGM e le teorie epistemologiche "tradizionali", ho notato che già da tempo gli epistemologi erano profondamente interessati al problema del cambiamento delle credenze e, in particolare, alla teoria AGM. In questi ultimi cinque anni, l'interesse per le implicazioni filosofiche di AGM è cresciuto esponenzialmente. In particolare, recentemente diversi studiosi hanno analizzato alcuni problemi all'interfaccia tra filosofia della scienza e teoria AGM. L'esempio più significativo è dato dalla pubblicazione, nel 2011, del volume *Belief Revision Meets Philosophy of Science*, una raccolta di contributi di filosofi della scienza, logici e teorici AGM sulle implicazioni di tale teoria per la filosofia della scienza. Nello stesso anno esce un'altra pubblicazione importante ai fini del presente lavoro, vale a dire il numero (75) di *Erkenntnis* interamente dedicato alla relazione tra AGM e le teorie post-Popperiane della verosimilitudine.

1.1 Contenuto e struttura della tesi

Il presente lavoro è suddiviso in tre parti, che riflettono l'articolazione degli argomenti trattati.

Nella *prima* parte (capp. 2 e 3) ci occuperemo del *cambiamento* nell'epistemologia e nella filosofia della scienza. In ambito epistemologico, viene naturale parlare di *cambiamento di credenze*; mentre in filosofia della scienza parleremo di *cambiamento teorico* dato che una teoria può essere idealmente considerata come l'insieme delle

credenze di uno scienziato o di una comunità scientifica. Nel *secondo* capitolo illustreremo le analisi del cambiamento di credenze offerte dalle due concezioni epistemologiche tradizionali, cioè il fondazionalismo e il coerentismo. Nel *terzo* capitolo vedremo come, negli ultimi decenni, i filosofi della scienza hanno affrontato l'analisi del cambiamento teorico razionale e del progresso scientifico, spesso ispirandosi all'idea di Popper per cui “la scienza è una delle pochissime attività umane – se non l'unica – in cui [...] possiamo chiaramente e razionalmente parlare di *progresso*. In tutti gli altri domini soggetti agli sforzi umani vi è mutamento, ma raramente un progresso” (Popper, 1963, pp. 371-372, *corsivo nostro*).

Nella *seconda* parte (cap. 4) illustreremo la teoria AGM, che studia in quali modi lo stato epistemico di un agente idealmente razionale cambia alla luce di nuove informazioni. La teoria AGM analizza tre operazioni di cambiamento di credenze: l'espansione, la contrazione e la revisione. Presenteremo poi alcuni sviluppi più recenti della teoria AGM che ci saranno utili nei capitoli successivi. In particolare illustreremo il cambiamento epistemico senza priorità, il cambiamento di basi di credenze, il cambiamento di teorie congiuntive e, infine, il cambiamento a sfere.

Nella *terza* parte (capp. 5, 6 e 7) ci occuperemo delle relazioni tra le operazioni di cambiamento analizzate dalla teoria AGM e alcuni problemi centrali nella filosofia della scienza e nell'epistemologia.

Nel *quinto* capitolo considereremo le relazioni concettuali fra il cosiddetto *problema di Duhem* e il modo in cui la teoria AGM definisce l'operazione di contrazione. Esamineremo, poi, la distinzione proposta da Quine tra *centro* e *periferia* di un sistema di credenze e la confronteremo con la nozione, definita nell'ambito della teoria AGM, di *radicamento epistemico*. Esplicheremo anche alcuni interessanti collegamenti fra i concetti di *nucleo* e *cintura protettiva* dei programmi di

ricerca scientifica di Lakatos e delle particolari operazioni di cambiamento di credenze, cioè la *revisione schermata*, la *contrazione protettiva* e la *contrazione scudo*. Infine, faremo alcune considerazioni sulla relazione tra AGM, fondazionalismo e coerentismo.

Nel *sesto* capitolo, dopo aver introdotto il concetto di abduzione, presenteremo le operazioni di *cambiamento abduttivo* introdotte da alcuni studiosi con lo scopo di rendere la teoria AGM potenzialmente più adeguata ad analizzare la logica della scoperta scientifica e la giustificazione delle ipotesi scientifiche. Vedremo che, da un punto di vista epistemologico, la teoria del cambiamento abduttivo sembra avvicinarsi a una posizione intermedia fra fondazionalismo e coerentismo, nota come *fonderentismo*.

Nel *settimo* capitolo ci occuperemo del rapporto tra cambiamento teorico e approssimazione alla verità intesa, in termini popperiani, come verosimilitudine. Tale nozione si basa sull'idea intuitiva che una teoria è altamente verosimile se dà molte informazioni riguardo a un determinato dominio di indagine e se molte di queste informazioni sono vere, o approssimativamente vere. Sebbene nella teoria AGM la verità e la verosimilitudine non appaiano tra i fini cognitivi del cambiamento teorico, alcuni studiosi hanno affrontato il problema di come i cambiamenti teorici ci permettano di passare da una teoria meno verosimile a una più verosimile. Considereremo, poi, delle operazioni di cambiamento abduttivo "guidate" dalla verosimilitudine, che permettono di incrementare la verosimilitudine della teoria alla quale vengono applicate.

Infine nell'*ottavo* capitolo offriremo alcune considerazioni conclusive sui risultati ottenuti in questo lavoro.

1.2 Avvertenza

Simbolismo. In questa tesi vengono utilizzati alcuni simboli logici e matematici. Il significato della maggior parte dei simboli viene, comunque, spiegato nel capitolo 4.1. Gli altri vengono sempre spiegati al momento della loro introduzione. Inoltre, alla fine della tesi il lettore troverà una tavola di tutti i simboli utilizzati nel testo seguiti dal loro significato. Troverà anche un'analoga tavola degli acronimi e delle abbreviazioni, dove viene indicata la pagina della loro introduzione.

Numerazione delle formule, delle figure e delle tabelle. Le formule, le figure e le tabelle sono numerate in ordine di apparizione in ciascun capitolo. Ogni numero viene sempre preceduto dal numero del capitolo in cui sono state introdotte.

Citazioni e bibliografia. I testi sono citati secondo la data della prima pubblicazione; per esempio Hansson (1999), rimanda all'opera di Sven Ove Hansson *A Textbook of Belief Dynamics: Theory Change and Database Updating*, pubblicata originariamente nel 1999, e inclusa nella bibliografia posta alla fine di questa tesi. Per indicare testi del medesimo autore apparsi nello stesso anno vengono usate le lettere a, b, ... Per i testi reperibili anche sul web, viene indicato l'anno di pubblicazione della prima edizione, il periodico (se si tratta di articolo) e l'indirizzo web. Per le voci delle enciclopedie reperibili solo sul web viene indicato il titolo, l'anno di pubblicazione, l'enciclopedia in cui sono incluse e il sito web; per esempio, Hansson (2011) si riferisce allo scritto di Sven Ove Hansson 'Logic of Belief Revision' inserito nel 2011 nella *Stanford Encyclopedia of Philosophy* e reperibile all'indirizzo web indicato in bibliografia. Si farà un'eccezione per i *Collected Papers* di Charles

Sanders Peirce che verranno citati nel modo convenzionale (CP) seguito dal numero del volume e del paragrafo.

Desidero ringraziare sentitamente tutti coloro che in diversi modi mi hanno aiutata in questo lavoro di ricerca. In particolare il mio supervisore, il professor Roberto Festa che mi ha seguita in questo percorso e mi ha dato la possibilità di avvalermi di suoi materiali inediti. Ringrazio vivamente il mio co-supervisore e amico, il dottor Gustavo Cevolani, che ha letto, riletto e commentato la tesi, dandomi continui spunti e consigli sui temi da affrontare. Ringrazio tutti coloro che in occasione di conferenze e convegni, forse senza accorgersene, mi hanno suggerito nuove idee, in particolare, il dottor Luca Tambolo che mi ha fornito nuove chiavi di lettura e il dottor Vincenzo Crupi per l'utile materiale che mi ha prontamente inviato. Infine, ringrazio di cuore la dottoressa Nicoletta Segulin per la sua infinita generosità e disponibilità nella pronta risoluzione dei problemi informatici.

Parte Prima

*Il cambiamento teorico
nell'epistemologia
e nella filosofia della scienza*

Capitolo 2

Cambiamento di credenze nell'epistemologia

Un uomo che si vanta di non cambiare mai opinione è uno che si impegna a camminare sempre in linea retta, uno stolto che crede all'infallibilità.

Johann Wolfgang Goethe

L'epistemologia è una riflessione critica sui modi e sui principi della conoscenza. Come abbiamo già visto, l'epistemologia che da sempre studia il problema della *giustificazione* della nostra conoscenza, cioè il problema "statico" di come siano giustificate le credenze che accettiamo, si è aperta anche all'analisi approfondita del problema "dinamico" del cambiamento delle credenze, cioè del modo in cui modifichiamo le nostre credenze. Gli epistemologi che si sono dedicati a questi studi hanno evidenziato che il problema statico e il problema dinamico sono strettamente legati fra loro. In altre parole, da diverse concezioni della giustificazione delle credenze derivano concezioni differenti del cambiamento delle credenze.

In questo capitolo affronteremo, in particolare, due concezioni della giustificazione epistemica, protagoniste di una vivace discussione filosofica che ha animato l'epistemologia del ventesimo secolo. Si tratta del fondazionalismo e del coerentismo, che costituiscono due interpretazioni alternative di cosa significa che la credenza a di un agente razionale X sia giustificata rispetto allo stato epistemico K (cioè l'insieme di tutte le credenze di X) cui a appartiene.

Nella *prima* parte di questo capitolo - in cui sono stati particolarmente utili alcuni testi di Nicla Vassallo (2002, 2003a, 2003b) - ci occuperemo della concezione fondazionalista e coerentista del problema statico della giustificazione delle credenze (*primo* paragrafo); nella *seconda* parte, prenderemo in considerazione il problema dinamico del cambiamento delle credenze nell'ambito delle due concezioni appena menzionate (*secondo* paragrafo).

2.1 *Statica delle credenze: giustificazione e conoscenza*

La *conoscenza* viene tradizionalmente identificata con la *credenza vera giustificata*. Già Platone (*Menone*, 97e-98a), afferma che l'opinione (credenza) vera è scienza (conoscenza) solo se è legata alla sua causa. Ciò significa che per conoscere è necessario disporre di *ragioni* per credere, cioè di una *giustificazione* delle proprie credenze. Possiamo esprimere schematicamente la tradizionale concezione platonica della *conoscenza* come segue.

Dato un agente razionale X e una credenza rappresentata dall'enunciato a , possiamo dire che:

- (2.1) X sa che a se e solo se
- (i) a è vero,
 - (ii) X crede che a ,
 - (iii) X è giustificato a credere che a .

Alcuni esempi mostreranno che tutte e tre le condizioni (i)-(iii) sono necessarie per poter parlare, in senso proprio, di “conoscenza”.

Esempio 2.1. Alberto e Berenice: parte prima. È un sabato mattina di giugno. Alberto, appena sveglio, guarda il suo iPhone per controllare le previsioni del tempo di Veglia, una bellissima isola della Croazia a due ore di distanza da Trieste, la sua città. Le previsioni danno cielo sereno con una temperatura di 29 gradi per sabato e di 27 per domenica. Alberto balza fuori dal letto esclamando a sua moglie Berenice: “Alzati subito e preparati! Si parte!”. Berenice non capisce dove voglia andare suo marito visto che dalla finestra della camera vede scendere la pioggia. Decide quindi di girarsi dall'altra parte del letto fingendo di dormire. Alberto, allora, insiste: “Dai alzati, andiamo a Veglia per un paio di giorni! So per certo che lì il tempo è fantastico, l'ho letto sul mio iPhone che non sbaglia mai!”. In realtà, però, in quel momento Veglia è sotto una pioggia che non smetterà almeno fino a lunedì.

Nonostante Alberto creda che a Veglia il tempo sia bello, e anche ammettendo che sia giustificato a crederlo sulla base delle previsioni meteo, non possiamo tuttavia affermare che Alberto lo sappia, poiché di fatto la sua credenza è falsa. Affinché una credenza sia conoscenza, non è sufficiente che venga accettata e sia giustificata, ma deve anche essere vera.

Esempio 2.2. Alberto e Berenice: parte seconda. A questo punto Alberto finge di ricevere una telefonata di lavoro, ma in realtà parla con Camilla, la sua amante storica. Fa credere a Berenice di doversi recare immediatamente da un suo cliente a Milano per concludere un importante contratto. In realtà, però, la tradisce

andando a Veglia con Camilla. Berenice più volte ha sentito un profumo di donna e segni di rossetto sulle camicie di Alberto, ma si fida di lui ed è ciecamente fedele, *mai potrebbe credere* che suo marito la tradisca.

Nonostante sia vero che Alberto tradisce sua moglie e che Berenice sia giustificata a crederlo, Berenice non crede che suo marito la tradisca e quindi non possiamo affermare che lo sappia. Per poter dire che Berenice sa che Alberto la tradisce è necessario che ci *creda*, cioè deve essere soddisfatta la condizione (ii).

Esempio 2.3 L'oroscopo. Berenice dice a Domitilla: “So che domenica incontrerò l'uomo della mia vita perché è scritto nel mio oroscopo”. Domenica Berenice incontra Alberto, suo futuro marito. Non possiamo, però, affermare che Berenice *sapesse* che domenica avrebbe incontrato il compagno con il quale condividerà il resto dei suoi giorni.

Esempio 2.4. Il compleanno di Berenice. Berenice dice ad Alberto: “So che domani ci sarà il sole perché è il giorno del mio compleanno”. Effettivamente l'indomani c'è il sole. Questo non ci autorizza ad affermare che Berenice *sapesse* che l'indomani sarebbe stata una giornata soleggiata.

Esempio 2.5. Al casinò. Berenice è al casinò con Alberto. Al tavolo della roulette Berenice dice ad Alberto: “Puntiamo il 15 nero perché so che uscirà, me lo sento!”. In effetti vincono, ma non per questo possiamo affermare che Berenice *sapesse* che avrebbe vinto.

Gli esempi 2.3, 2.4 e 2.5 ci mostrano che le credenze vere ma non adeguatamente giustificate non possono essere conoscenze.

La definizione di conoscenza 2.1 è stata oggetto di un ampio dibattito, soprattutto dopo che Edmund Gettier (1963), in un breve saggio ormai classico, l'ha criticata sostenendo che le condizioni (i)-(iii) sono *necessarie*, ma non *sufficienti*, a definire la conoscenza. Il controesempio di Gettier alla concezione tradizionale, adattato ai nostri Alberto e Berenice, è il seguente:

Esempio 2.6 (Gettier 1963). Berenice crede che Alberto sia a Milano per stipulare un contratto con un suo cliente; è giustificata a crederlo perché glielo ha detto suo marito e, inoltre, lo ha sentito che ne parlava al telefono. Berenice, quindi crede ed è giustificata a credere che *a*, dove

$a \equiv$ Alberto è a Milano.

Berenice non sa dove si trovi la sua amica Domitilla. Berenice deduce da *a* l'enunciato *b*, dove

$b \equiv$ Alberto è a Milano o Domitilla si trova a Parigi.

Dato che una disgiunzione è vera se almeno uno dei disgiunti è vero, Berenice crede che la disgiunzione *b* sia vera poiché crede che il primo membro *a* sia vero, cioè è convinta che Alberto sia a Milano. Sappiamo, però, che Alberto non si trova a Milano perché è a Veglia con Camilla.

Supponiamo che Domitilla si trovi davvero a Parigi. In questo caso *b* è vero soltanto in virtù del fatto che Domitilla si trova a Parigi. Intuitivamente non diremmo che Berenice sa che *b*. Tuttavia le tre condizioni di 2.1 sono soddisfatte; infatti

- (i) b è vera (poiché Domitilla è a Parigi)
- (ii) Berenice crede che b (poiché crede che Alberto sia a Milano)
- (iii) Berenice è giustificata a credere che b (poiché l'ha dedotto correttamente da a).

L'articolo di Gettier ha sollevato un ampio dibattito epistemologico, nel quale sono state proposte definizioni alternative di conoscenza e condizioni aggiuntive oltre alle classiche condizioni della definizione di conoscenza 2.1.⁴ Nessuna di queste definizioni alternative, comunque, ha messo in discussione il ruolo centrale giocato dalla nozione di giustificazione in una definizione appropriata di conoscenza. In altre parole, quasi tutti gli epistemologi continuano a pensare che ciò che converte la credenza in conoscenza è la *giustificazione epistemica* - quel tipo di giustificazione che ha come obiettivo il conseguimento della verità - e quindi continuano a ritenere essenziale un'analisi di questo concetto. Nel seguito, considereremo brevemente due approcci a questo problema, noti come *fondazionalismo* e *coerentismo*, i quali offrono due definizioni diverse, e in parte opposte, di giustificazione epistemica.

⁴ Vassallo (2003a, pp. 37–49) offre un'eccellente rassegna delle teorie della conoscenza sorte dall'analisi del problema di Gettier. 1) La *teoria delle falsità rilevanti*: aggiunge alla definizione 2.1 la condizione (iv) una credenza vera non deve derivare per inferenza da (o essere basata su) una credenza falsa rilevante. 2) La *teoria della non sconfiggibilità* (Lehrer e Paxson, 1969; Swain, 1974): viene accorpata a 2.1 la condizione (iv) non deve esserci una proposizione p che se aggiunta allo stato doxastico di X , sia capace di sconfiggere la giustificazione di X nella credenza p . 3) La *teoria delle ragioni conclusive* (Dretske, 1971): aggiunge a 2.1 la condizione (iv) se a non fosse vera, X non disporrebbe di ragioni conclusive a favore della verità di a . 4) La *teoria causale* (Goldman, 1967): aggiunge a 2.1 la condizione (iv) il fatto a è causalmente connesso in modo appropriato con la credenza di X in a . 5) La *teoria delle alternative rilevanti* (Goldman, 1976): include in 2.1 la condizione (iv) l'attuale stato di cose in cui a è vera è da X distinguibile o discriminabile da un'alternativa rilevante in cui a è falsa. 6) La *teoria condizionale* (Nozick, 1981): aggiunge a 2.1 due condizioni: (iv) se, in circostanze diverse, a non fosse vera, X non crederebbe che a , e (v) se, in circostanze diverse, a fosse vera, X crederebbe che a .

2.1.1 Approccio fondazionalista alla giustificazione delle credenze

Il fondazionalismo è la più antica concezione della giustificazione; possiamo farla risalire almeno ad Aristotele. Nei *Secondi Analitici* (I (A), 3) Aristotele affronta il cosiddetto *problema del regresso epistemico*, che sorge quando si propone di identificare la giustificazione di una credenza con un'altra credenza (o con un gruppo di credenze) che, per così dire, sta alla base della prima.

Aristotele discute quattro possibili posizioni sul problema del regresso epistemico.

La *prima* posizione si fonda sull'idea che la giustificazione sia basata su un *regresso all'infinito*. Ciò significa che è possibile giustificare la credenza *a* sulla base di *b*, *b* sulla base di *c* e così via all'infinito.

La *seconda* posizione pone come limite del regresso una credenza *z* che non ha giustificazione e che quindi, data la condizione (iii) della definizione 2.1, non può essere a sua volta oggetto di conoscenza.

La *terza* posizione consiste nell'accettare un *circolo vizioso*, per cui è possibile giustificare, per esempio, la credenza *a* sulla base di *b*, la credenza *b* sulla base di *c* e *c* sulla base di *a*.

La *quarta* soluzione consiste nel porre come limite del regresso alcune credenze che hanno *giustificazione immediata*, cioè che non sono giustificate da altre credenze. Possiamo dire che tali credenze, in un certo senso, costituiscono la *base* della conoscenza.

Aristotele adotta la quarta soluzione, rifiutando le prime tre. La sua posizione anticipa le idee principali del fondazionalismo, che è stata la concezione "tradizionale" della giustificazione epistemica per secoli nella storia della filosofia, fino a tempi recenti.

La concezione fondazionalista della giustificazione si basa sull'idea che esistono due tipi di credenze, cioè (i) le *credenze di base* o *fondazionali* e (ii) le *credenze derivate*. Se consideriamo un agente

razionale X e identifichiamo lo stato epistemico di X con l'insieme K di tutte le sue credenze, rappresentate dalle proposizioni che X accetta, allora K sarà suddiviso in un insieme B di credenze di base e in un insieme D di credenze derivate.⁵ Le credenze di base costituiscono le fondamenta sulle quali poggia l'intera sovrastruttura delle credenze derivate. Tali credenze hanno una *giustificazione immediata*, nel senso che la loro giustificazione non deriva da altre credenze. Ciò significa che le credenze in B si *giustificano da sé* (per esempio perché sono considerate autoevidenti) oppure che la loro giustificazione risiede "al di fuori" dello stato epistemico, per esempio in un'esperienza sensoriale (come la percezione) o introspettiva (come la memoria). Al contrario, le credenze derivate vengono giustificate sulla base di altre credenze appartenenti allo stato epistemico dell'agente. In ultima analisi, le credenze derivate traggono la loro giustificazione dalle credenze di base, da cui possono venire *inferite*. La giustificazione si trasmette, quindi, in modo *unidirezionale* – dalle credenze di base a quelle derivate e non viceversa – ed è *gerarchica* nel senso che le credenze di base sono più "fondamentali" delle altre. Secondo la concezione fondazionalista della giustificazione epistemica, X è giustificato a credere a se e solo se a è una credenza di base o è una credenza adeguatamente derivata da una credenza di base.

Le credenze di base possono essere interpretate in diversi modi. René Descartes (1596–1650) e John Locke (1632–1704), pur avendo idee molto diverse, e anzi opposte, sulla natura e l'origine della conoscenza umana, accettano entrambi una visione fondazionalista della giustificazione. Entrambi affermano che l'inferenza deduttiva è l'unico modo per trasmettere con certezza la verità dalle credenze di base a quelle derivate, ma differiscono sulla natura delle credenze di

⁵ Più precisamente, B e D formano una partizione di K , nel senso che B e D sono disgiunti (non hanno elementi in comune) e assieme esauriscono l'intero insieme K .

base (Alston 1992, p. 146). Secondo Descartes, e i razionalisti che ne seguono l'impostazione, le credenze di base sono *innate* e *autoevidenti*. La conoscenza si fonda su *catene* di credenze interconnesse da relazioni inferenziali, grazie alle quali è possibile giungere alle dimostrazioni più complicate. Secondo Locke, e per tutti gli empiristi successivi, le credenze di base sono *sensoriali* e *certe*: Locke le chiama *sorgenti* della conoscenza, dalle quali sgorgano tutte le nostre idee.

In tempi più recenti, gli empiristi Bertrand Russell (1872-1970), Alfred Jules Ayer (1910-1989) e Clarence Irving Lewis (1883-1964) sostengono che le credenze di base derivino dalla conoscenza diretta e certa (*acquaintance*) che acquisiamo grazie ai dati di senso come, per esempio, la percezione della forma o del colore.⁶ In particolare, Ayer e Lewis affermano che i dati derivati dall'esperienza sensibile sono oggetti di conoscenza immediata che poi si traducono in una conoscenza proposizionale incorreggibile e inoppugnabile. Un'idea simile è condivisa da alcuni esponenti del positivismo logico, che affermano che i cosiddetti *enunciati protocollari* - cioè enunciati del tipo "Nell'istante *t*, *X* osserva che *a*" - svolgono il ruolo delle credenze di base. Tali enunciati esprimerebbero la constatazione di una singola osservazione e possono confermare tutti gli altri enunciati, che sono considerati soltanto ipotesi. Moritz Schlick, (1882-1936) asserisce, che gli enunciati protocollari costituiscono una classe di credenze fondazionali e incorreggibili. Tali constatazioni costituiscono un nesso indubitabile tra conoscenza e realtà.⁷ Secondo Rudolf Carnap (1891-1970) gli enunciati protocollari descrivono in modo esatto e incorreggibile le osservazioni sensoriali di un osservatore accorto; sono, quindi, definitivi, non hanno bisogno di conferma e costituiscono la base di tutta la conoscenza scientifica.⁸

⁶ Si rimanda il lettore interessato a Russell (1910), Lewis (1946) e Ayer (1969).

⁷ Si veda, in particolare, Schlick (1934).

⁸ Si veda, in particolare, Carnap (1932).

L'idea che ogni credenza di base, indipendentemente dalla sua natura, debba essere infallibile, incorreggibile e indubitabile è il fulcro del cosiddetto "fondazionalismo forte", condiviso da buona parte dei filosofi, razionalisti ed empiristi.

Nel 1934, con la pubblicazione della *Logica della scoperta scientifica*, Karl Popper colpisce duramente il fondazionalismo forte. Popper (1934, pp. 107-108) sostiene, infatti, che ogni asserzione, comprese quelle di base, ha carattere teorico, o ipotetico; scrive infatti che

[...] la base empirica delle scienze oggettive non ha in sé nulla di "assoluto". La scienza non posa su un solido strato di roccia. L'ardita struttura delle sue teorie si eleva, per così dire, sopra una palude. È come un edificio costruito su palafitte. Le palafitte vengono conficcate dall'alto giù nella palude: ma non in una base naturale o "data"; e il fatto che desistiamo dai nostri tentativi di conficcare più a fondo le palafitte non significa che abbiamo trovato un terreno solido. Semplicemente, ci fermiamo quando siamo soddisfatti e riteniamo che almeno per il momento i sostegni siano abbastanza stabili da sorreggere la struttura.

Le critiche di Popper, e i risultati delle discussioni interne al Circolo di Vienna riguardo agli enunciati protocollari, mitigheranno il rigido fondazionalismo degli inizi. Il fondazionalismo che seguirà verrà chiamato "fondazionalismo moderato" o "fondazionalismo minimo". Tale teoria si sviluppa soprattutto all'interno dell'epistemologia anglo-americana della seconda metà del Novecento; i suoi principali difensori sono Roderick Chisholm (1916-1999), William Alston (1921-2009), Robert Audi (nato nel 1941) e Paul Moser (nato nel 1957).⁹ L'idea che li accomuna è che le credenze di base, pur godendo di una giustificazione immediata, potrebbero essere sbagliate, messe in dubbio o confutate.

⁹ Si rimanda il lettore interessato a Chisholm (1989), Alston (1992), Audi (1989), Moser (1989).

Ciò significa che anche le credenze di base potrebbero venire, prima o poi, abbandonate. Il fondazionalismo moderato rinuncia, quindi, alla pretesa che la conoscenza debba essere infallibile.

Sosa (1980, p. 23) illustra la teoria fondazionalista con l'immagine della piramide:

Per il fondazionalista, ogni pezzo di conoscenza sta all'apice di una piramide che giace su stabili e sicure fondamenta, la cui identità e sicurezza non derivano dalle sezioni o dai piani superiori.



Fig. 2.1 La piramide come immagine dello stato epistemico fondazionalista

Possiamo estendere l'immagine della piramide e immaginare lo stato epistemico di X come un muro di mattoni, dove ogni mattone rappresenta una credenza di X (figura 2.2).

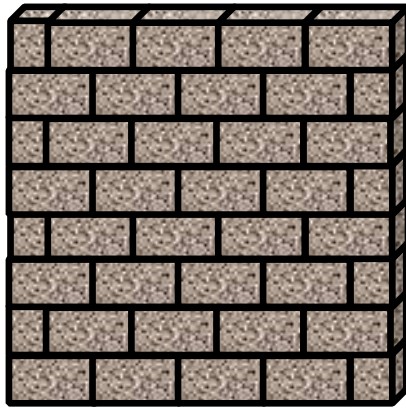


Fig. 2.2 Muro di mattoni come immagine dello stato epistemico fondazionalista

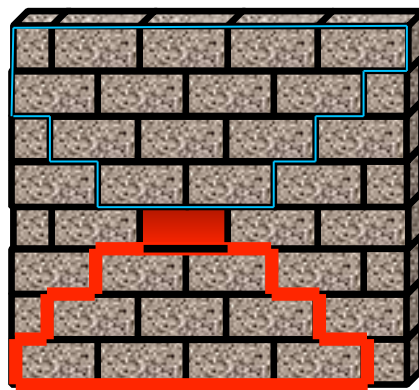


Fig. 2.3 Giustificazione delle credenze fondazionalista

Nella figura 2.3 il mattone rosso rappresenta la credenza di cui si indaga la giustificazione. La linea rossa a forma di piramide indica l'insieme dei mattoni che sostiene il mattone rosso e rappresenta l'insieme delle credenze che giustificano la credenza presa in considerazione. La linea blu a forma di piramide rovesciata rappresenta l'insieme delle credenze che sono giustificate dalla credenza rappresentata dal mattone rosso.

Nel prossimo paragrafo, vedremo come i coerentisti si distaccano da queste immagini della giustificazione proponendo soluzioni diverse.

2.1.2 *Approccio coerentista alla giustificazione delle credenze*

A differenza dei fondazionalisti, i coerentisti rifiutano la distinzione tra credenze di base e credenze derivate, sostenendo che una credenza è giustificata semplicemente dalla sua *appartenenza* a un sistema di credenze *coerente*.

Il coerentismo si basa sull'idea che la giustificazione epistemica vada analizzata nei termini della *coerenza* fra le credenze di uno stato epistemico. In italiano, il termine *coerenza* traduce entrambi i termini inglesi *consistency* e *coherence*. La *consistency* è la coerenza intesa come *coerenza logica*, cioè la *non contraddittorietà* tra credenze. Nel seguito utilizzeremo l'espressione "coerenza logica" o "non contraddittorietà" per intendere *consistency*. La nozione di *coherence*, cui ci riferiremo semplicemente con "coerenza", è invece più complessa e contiene la precedente come caso particolare. Bonjour (1985, p. 93), uno dei più influenti coerentisti contemporanei (ma convertitosi in seguito al fondazionalismo), illustra la nozione di coerenza come segue:

Da un punto di vista intuitivo, la coerenza riguarda il modo in cui un corpo di credenze "sta bene insieme": il modo in cui i suoi componenti si adattano reciprocamente, concordano o si collegano tra loro, così da produrre un sistema di credenze organizzato e solidamente strutturato, piuttosto che una collezione disordinata o un insieme di sottosistemi in conflitto. È ragionevolmente chiaro che questo "stare insieme" dipende da vari tipi di relazioni inferenziali, probatorie ed esplicative che sussistono tra i vari membri di un sistema di credenze, in particolare tra i più olistici e sistematici.

Un problema cruciale per il coerentismo consiste proprio nell'esplicazione del concetto intuitivo di coerenza e nella sua

sostituzione con una nozione ben definita e applicabile nella giustificazione delle credenze.

I primi a proporre una concezione coerentista della giustificazione, prendendo le mosse da Hegel e Spinoza, sono gli idealisti anglo-americani; in particolare, gli inglesi Francis Bradley (1846-1924), Bernard Bonquet (1848-1923) e lo statunitense Brand Blanshard (1892-1987).¹⁰ Questi pensatori propongono una definizione “forte” di coerenza sostenendo che un sistema di credenze è coerente se e solo se ogni membro implica ed è implicato da *tutti* gli altri membri di tale sistema.¹¹ Questa visione, che sottende una convinzione di stampo idealistico secondo la quale la realtà è un tutto unitario, sembra piuttosto improbabile, poiché ipotizza un unico paradigma che includa senza contraddizioni la realtà nella sua totalità e in ciascuno dei suoi aspetti.¹²

La non contraddittorietà è il criterio principale che un sistema di credenze coerente deve soddisfare, ma non è l'unico criterio di coerenza. La coerenza richiede, infatti, anche un elevato grado di interconnessione del sistema, cioè la presenza di strette relazioni logiche, probabilistiche ed esplicative tra gli elementi del sistema (BonJour, 1998). Tali intuizioni portano i coerentisti a definire la coerenza in modi simili, ma con sfumature differenti. Lehrer (1990), per esempio, non accetta che la coerenza sia definita in termini di relazioni esplicative. Nella sua definizione di coerenza, pone piuttosto

¹⁰ Il coerentismo è una concezione relativamente giovane, ne fanno parte i neopositivisti Neurath e Hempel. Anche il filosofo statunitense Willard Van Orman Quine (1908-2000) ha posizioni che si avvicinano al coerentismo. L'approccio coerentista inizia a conquistare notevole influenza a partire dalla cosiddetta “rinascita dell'epistemologia” degli anni Sessanta. Tra gli epistemologi contemporanei che hanno contribuito alla rinascita del coerentismo ricordiamo Wilfrid Sellars (1912-1989), Nicholas Rescher (nato nel 1928), Keith Lehrer (nato nel 1936), Gilbert Harman (nato nel 1938) e Laurence BonJour (nato nel 1943). Il lettore interessato può consultare, in particolare, Neurath (1933), Hempel (1934), Sellars (1963), Rescher (1973), Lehrer (1974), Harman (1973) e BonJour (1985).

¹¹ Se per “implicazione” intendiamo la deducibilità nella logica classica, un esempio di questo tipo di insieme è l'insieme di tutte le tautologie di un dato linguaggio.

¹² Si vedano, in particolare, Bradley (1914), Bonquet (1920) e Blanshard (1939).

l'attenzione sulle relazioni probabilistiche tra i membri di un sistema di credenze. Secondo Rescher (1973), invece, un insieme di enunciati è coerente se e solo se non è contraddittorio e i suoi membri si "sostengono" reciprocamente. Bonjour (1985, p. 96) considera la coerenza una questione di gradi; la coerenza va intesa come una nozione di carattere comparativo. A suo giudizio, si possono formulare alcuni criteri di coerenza che ci danno la possibilità di dire, per esempio, che, tra i due insiemi di credenze A e B – ove $A = \{\text{"Tutti i corvi sono neri"}, \text{"Questo uccello è un corvo"}, \text{"Questo uccello è nero"}\}$ e $B = \{\text{"Questa sedia è marrone"}, \text{"Gli elettroni hanno carica negativa"}, \text{"Oggi è martedì"}\}$ – A è più coerente di B . Sulla base di questo giudizio comparativo di coerenza saremmo più giustificati a credere A piuttosto che B .

Per un coerentista, il problema della giustificazione si pone soprattutto al livello dello stato epistemico di un agente considerato nella sua interezza, piuttosto che delle singole credenze. Di conseguenza, il coerentista tende a ignorare la "storia", la "genesì" o il "pedigree" delle singole credenze individuali.¹³ In uno stato epistemico nessuna credenza è "privilegiata" rispetto alle altre; non c'è, quindi, nessun ordine gerarchico all'interno del sistema di credenze e tutte le credenze si sostengono vicendevolmente: tra le credenze c'è una relazione di *mutuo supporto*. La giustificazione di ogni credenza dipende esclusivamente dalla sua relazione con le altre credenze. In altre parole, una credenza è giustificata sulla base della sua *appartenenza* a un sistema di credenze coerente.

Anche il padre del pragmatismo americano, il logico, filosofo e semiologo statunitense Charles Sanders Peirce (1838-1914) abbraccia la concezione coerentista. Secondo Peirce (1868) un ragionamento va

¹³ Il termine "pedigree", in questo contesto, è stato introdotto da Levi (1980, p. 1) il quale sostiene che la conoscenza non ha a che fare col "pedigree" delle credenze.

immaginato come una *corda di canapa*, piuttosto che come una catena di inferenze (come sosteneva, invece Descartes). Afferma, infatti che

[l]a filosofia dovrebbe [...] occuparsi della moltitudine e varietà dei suoi argomenti piuttosto che della conclusione a cui porta ognuno di essi. Il [...] ragionamento non dovrebbe formare una catena che non è più forte del suo anello più debole, ma una fune di canapa le cui fibre potrebbero essere sempre davvero sottili dato che sono sufficientemente numerose e intimamente connesse. Ciò che conta non è la forza di una particolare proposizione, ma le sue connessioni con molte altre proposizioni.

La metafora è basata sulla corrispondenza fra le fibre e le credenze, la fune di canapa rappresenta un insieme di credenze interconnesse, la robustezza della fune il grado di coerenza dell'insieme e quindi di giustificazione.¹⁴

Sosa (1980, p. 24) illustra la concezione coerentista della conoscenza riprendendo l'immagine del neopositivista Otto von Neurath (1921) che paragona la scienza a una zattera o una barca che naviga in mare aperto:

Per il coerentista un corpo di conoscenze è una zattera che galleggia liberamente. *Ogni asse della zattera aiuta direttamente o indirettamente a mantenere tutte le altre assi al loro posto* e nessuna di esse può mantenere il proprio posto senza l'aiuto delle altre.

¹⁴ Si veda Thagard (2000, p. 508). Per una panoramica sulle metafore funzionaliste e coerentiste si consiglia Thagard e Beam (2004).



Fig. 2.4 La zattera come immagine dello stato epistemico coerentista

Quine afferma che la conoscenza “è un edificio fatto dall'uomo che tocca l'esperienza solo lungo i suoi margini. O, per mutare immagine, la scienza nella sua globalità è come un campo di forza i cui punti limite sono l'esperienza”. Assieme a Ullian nel libro *The Web of Belief* (1970) considera l'immagine della ragnatela che tocca il mondo esterno su cui è sospesa solo con la parte più esterna, la *periferia*.



Fig. 2.5 La ragnatela come immagine dello stato epistemico coerentista

Quine e Ullian (1970, p. 8), inoltre, proponendo un'ulteriore immagine, affermano che, per un meccanico, è sicuramente più utile esaminare il

motore di un'automobile come un tutto, piuttosto che esaminare uno a uno i suoi singoli componenti. Così accade con la credenza: accettiamo o rifiutiamo le credenze alla luce del corpo delle nostre credenze nel suo insieme, non in virtù di una credenza isolata. In questo caso le credenze vengono paragonate alle parti del motore: la validità di un insieme di credenze dipende dal loro lavorare insieme come le parti di un motore.

Tutte queste immagini vogliono suggerire che la conoscenza è un sistema olistico coerente, le cui parti non si confrontano con il mondo esterno, ma ciascuna di esse contribuisce al funzionamento dell'intero sistema.

L'approccio coerentista è stato pesantemente criticato dai fondazionalisti. Schlick (1934), per esempio, il quale identifica la coerenza semplicemente con la non contraddittorietà, critica i coerentisti sostenendo che gli elementi di un sistema non contraddittorio non si sostengono vicendevolmente, cosicché non è possibile giustificare la loro verità in ragione del mero fatto che non si contraddicono. Schlick, si riferisce qui alla teoria coerentista della *verità* e non della *giustificazione*. È possibile, però, trasferire la stessa critica nel contesto della giustificazione. Schlick sostiene che il coerentismo ridurrebbe al minimo l'influenza del mondo esterno sullo stato epistemico di un agente razionale. Appare del tutto problematico giustificare la credenza *a* per il *solo* fatto che *a* è coerente con lo stato epistemico a cui appartiene. A questo proposito Schlick (1934, p. 307) afferma:

Chi prenda sul serio la coerenza come unico criterio della verità deve considerare una favola inventata arbitrariamente altrettanto vera quanto un resoconto storico o quanto le leggi di un trattato di chimica, a patto che le favole siano così ben escogitate che non vi compaia mai una contraddizione. [S]econdo la teoria [coerentista] della conoscenza non si dà problema alcuno di 'osservazione', bensì solo della mutua compatibilità degli asserti.

2.2 *Dinamica delle credenze*

Finora ci siamo occupati del problema statico della giustificazione delle credenze e di come fondazionalismo e coerentismo intendano risolverlo. Nell'ultimo trentennio, gli epistemologi hanno iniziato a prendere seriamente in considerazione il problema dinamico del cambiamento delle credenze la cui soluzione dipende strettamente da quella del problema statico della giustificazione.

Gilbert Harman (1986, pp. 29-30), uno dei primi epistemologi a occuparsi esplicitamente del problema della giustificazione nella dinamica delle credenze, spiega come segue la differenza fra concezioni fondazionaliste e concezioni coerentiste del cambiamento delle credenze:

Il punto chiave è se occorra mantenere traccia delle giustificazioni originarie delle credenze. Quella che chiamo teoria *fondazionalista* dice di sì, quella che chiamo teoria *coerentista* dice di no.

Secondo la teoria fondazionalista alcune credenze “dipendono da” altre per la loro giustificazione; queste altre credenze possono dipendere ancora da altre, fino a giungere alle credenze fondazionali la cui giustificazione non dipende da nessun'altra credenza. Da questo punto di vista ragionare o attuare revisioni di credenze consisterebbe, in primo luogo, nell'eliminare alcune credenze che in quel momento non hanno una giustificazione soddisfacente e, in secondo luogo, nell'aggiungere nuove credenze che non necessitano di nessuna giustificazione, oppure che sono giustificate sulla base di altre credenze giustificate.

Dall'altra parte, secondo la teoria coerentista, non è vero che le credenze hanno, o dovrebbero avere, il tipo di struttura giustificazionale richiesta dalla teoria fondazionalista. Da questo punto di vista le credenze non richiedono alcuna giustificazione. Si dovrà richiedere una giustificazione solo se si ha una specifica ragione di dubitare di una

particolare credenza. Tale ragione consisterebbe in una credenza in conflitto con la prima, o nell'osservazione che le credenze dovrebbero diventare più "coerenti", cioè più organizzate, più semplici o meno *ad hoc*, se quella data credenza venisse abbandonata (e, forse, se venissero attuati ulteriori cambiamenti). Secondo la teoria coerentista, la revisione delle credenze implicherebbe cambiamenti minimi delle credenze in modo da incrementare la coerenza complessiva [del sistema di credenze].

Ci sembra plausibile ritenere che statica e dinamica della credenza siano connesse nel seguente modo. Se il "vecchio" stato epistemico era giustificato, e se un certo cambiamento di quello stato è giustificato, allora il "nuovo" stato ottenuto per effetto di tale cambiamento è giustificato. Ciò significa che, quale che sia la nostra visione della statica della credenza, cioè della giustificazione epistemica, essa deve accompagnarsi a un'adeguata dinamica della credenza, cioè a una teoria del cambiamento di credenze giustificato. Tale teoria specifica il modo in cui un agente razionale dovrebbe cambiare il suo stato epistemico in risposta alle nuove informazioni che riceve nel corso del tempo.

2.2.1 Approccio fondazionalista alla dinamica delle credenze

Un principio fondamentale che permette di discriminare fra concezioni fondazionaliste e concezioni coerentiste del cambiamento di credenze è il cosiddetto *principio di cambiamento minimo o di conservazione*, secondo il quale "quando cambiamo il nostro stato epistemico a seguito di una nuova evidenza, dovremmo continuare a credere nel maggior

numero possibile delle nostre vecchie credenze” (Harman, p. 46).¹⁵ Infatti, il principio di conservazione appare del tutto naturale per una teoria coerentista del cambiamento, mentre è problematico, se non del tutto inaccettabile, per una visione fondazionalista (*ibidem*, p. 30-33).

Per il fondazionalista, ogni credenza *a* dello stato epistemico di *X* è giustificata sulla base di altre sue credenze. Se nuove informazioni costringono *X* ad abbandonare qualcuna di queste credenze, *X* dovrà abbandonare anche *a*, che ha perso la propria giustificazione: è quello che Harman (1986, p. 39) chiama “principio di scardinamento negativo”. A sua volta, *a* permetteva a *X* di giustificare altre sue credenze: anche quest’ultime andranno quindi abbandonate. In altre parole, tutte le credenze giustificate sulla base di credenze non più giustificate devono essere abbandonate. È quindi del tutto plausibile che l’abbandono di anche una sola delle credenze di *X* inneschi una “reazione di eliminazione a catena” che costringe *X* ad abbandonare molte altre credenze, e quindi a cambiare profondamente il proprio stato epistemico. Per questo motivo, il principio di conservazione non può costituire per il fondazionalista un principio di cambiamento valido in generale: non ha alcun senso “continuare a credere nel maggior numero possibile delle nostre vecchie credenze” se queste ultime non sono più giustificate.

Riprendendo l’immagine dello stato epistemico come una piramide dove ogni credenza è rappresentata da un mattone che sostiene i mattoni che stanno sopra di esso, e che viene sostenuto dai mattoni che su cui appoggia, quando un mattone viene tolto, tutti i mattoni appoggiati su di esso cadono e non fanno più parte della piramide. L’entità del “crollo”, cioè il numero di credenze abbandonate, è interamente determinato dalle precedenti relazioni giustificatorie e non può venir limitata da un principio astratto come quello di conservazione.

¹⁵ Si veda anche Quine e Ullian (1970).



Fig. 2.6 Il crollo della piramide come immagine del cambiamento fondazionalista

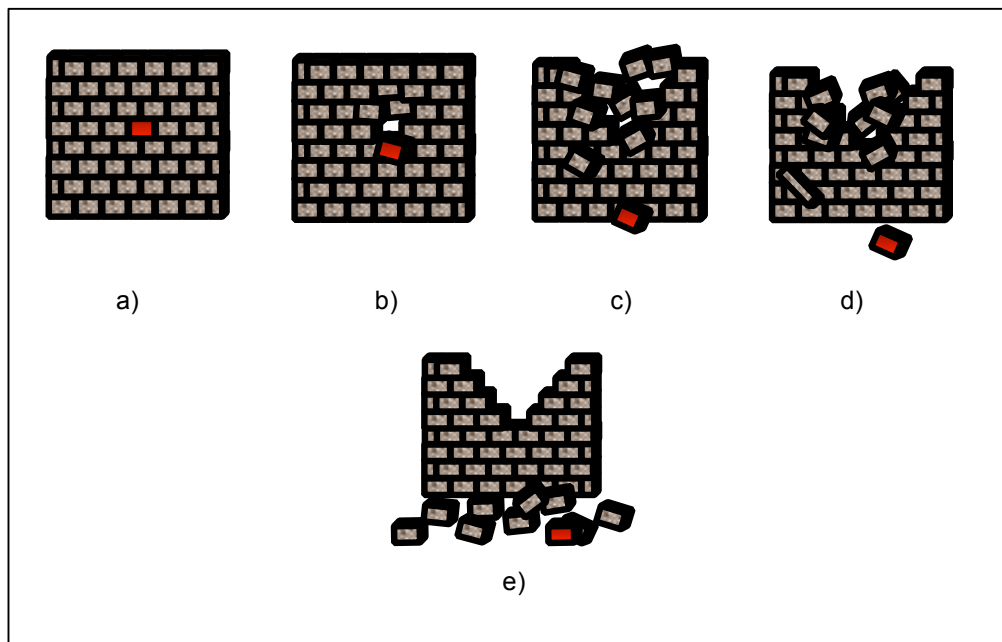


Fig. 2.7 Il cambiamento di credenze secondo l'approccio fondazionalista

Lo stesso accade nell'immagine del muro di mattoni. Se cade il mattone rosso, cadono anche tutti quelli che ne sono sorretti, quelli cioè che formavano la piramide rovesciata segnata in blu nella figura 2.3.

2.2.2 Approccio coerentista alla dinamica delle credenze

In una visione coerentista del cambiamento delle credenze il principio di conservazione risulta invece del tutto plausibile. Per il coerentista, ogni credenza è giustificata per il solo fatto di appartenere a uno stato epistemico coerente. Tutte le credenze dello stato epistemico sono sullo stesso piano e nessuna credenza è privilegiata rispetto alle altre. Per questo motivo, se una credenza *a* viene abbandonata, ciò non costituisce di per sé un buon motivo per abbandonare altre credenze. Anche nel caso in cui *X* avesse accettato la credenza *b* solo perché accettava *a*, nel momento in cui abbandona *a*, *X* non ha alcun motivo di abbandonare anche *b*. Infatti, nel momento in cui è stata accettata, *b* è diventata a pieno titolo una credenza di *X*, alla pari di *a* e indipendentemente dalle sue precedenti relazioni con *a*. In altre parole, nel momento in cui una credenza viene accettata, il suo "pedigree" viene dimenticato. In questa situazione di completa parità fra ogni credenza, il principio di conservazione rappresenta una politica di cambiamento perfettamente sensata: se costretto ad abbandonare *a*, *X* cercherà di mantenere la maggior parte delle sue vecchie credenze, che hanno per lui tutte lo stesso identico valore. Di conseguenza, il cambiamento del suo stato epistemico sarà il più possibile minimale e determinato dall'unica condizione che il nuovo stato epistemico mantenga la propria coerenza interna.

Per illustrare il principio di conservazione possiamo riprendere l'immagine di Neurath della zattera che naviga in mare aperto. Se nello scafo si apre una falla, i naviganti sono costretti a ripararla mentre continuano la navigazione, senza potersi fermare a ricostruire una barca completamente nuova. Affinché continui a galleggiare dovranno aver cura di modificarla il meno possibile. Se ci sarà qualche pezzo marcio, lo si toglierà stando attenti a conservare quelli ancora sani. Si potrà cercare di eliminare anche un unico pezzo di legno e magari adattare le altre parti della zattera in modo da renderla ancora più stabile.



Fig. 2.8 La zattera come immagine del cambiamento di credenze coerentista

2.2.3 Fondazionalismo vs coerentismo: un esempio

Harman (1986, p. 33) offre un interessante esempio di cambiamento delle credenze, che ci permette di mettere a confronto le concezioni coerentiste e quelle fondazionaliste della dinamica delle credenze. Vediamolo qui di seguito.

Karen fa un test attitudinale da cui risulta che è molto portata per le scienze e la musica, mentre ha una scarsa attitudine per la storia e la filosofia. Questi risultati, però, non sono perfettamente compatibili con i suoi voti, che sono alti sia in fisica sia in storia, mentre sono scarsi sia in filosofia sia in musica. Dopo aver riflettuto su queste discrepanze, Karen si convince comunque che il test attitudinale è attendibile. Giustifica il fatto di aver preso un buon voto nell'esame di storia pensando che si trattasse di un corso facile, mentre giustifica il fatto di non essere andata bene in musica pensando di non essersi impegnata abbastanza. Decide quindi di frequentare un altro corso di musica e di lasciar perdere gli altri corsi di storia. Come si può vedere, Karen basa alcune sue credenze su altre: per esempio, la sua credenza che il corso di storia sia facile è giustificata dalla sua credenza di non essere portata per la storia, che è a sua volta giustificata dal fatto che Karen crede nell'affidabilità dei risultati del test attitudinale.

Alcuni giorni dopo il test, Karen viene informata che i risultati del suo test sono sbagliati: si è verificato uno scambio tra i risultati di alcuni test cosicché, per una distrazione degli esaminatori, Karen ha ricevuto i risultati di un altro studente, mentre i suoi sono andati perduti. Alla luce di questa nuova informazione Karen deve cambiare le sue credenze.

Secondo la teoria fondazionalista Karen deve abbandonare tutte le credenze la cui giustificazione dipende dalla sua precedente credenza nei risultati del test attitudinale: Karen non crederà più di essere portata per la musica né di non avere attitudine per le scienze. Non crederà neanche più, di conseguenza, che il corso di storia fosse facile e neppure di non essersi applicata abbastanza in musica. Inoltre, riconsidererà la decisione di frequentare un altro corso di musica e di non iscriversi a un altro corso di storia. Come possiamo vedere, la teoria fondazionalista segue il principio di scardinamento negativo; Karen,

infatti, abbandona a catena tutte le credenze che risultano prive di giustificazione.

Secondo la teoria coerentista, il cambiamento dello stato epistemico di Karen segue un'altra strada. Quando Karen scopre che i risultati del test sono sbagliati, dovrà sicuramente abbandonare le credenze di essere portata per la musica e di non essere portata per la storia. Le credenze che Karen aveva inferito dai falsi risultati del test, però, sono coerenti con le altre sue credenze e quindi – per il principio di conservazione – non deve abbandonarle. Queste credenze, infatti, una volta accettate, sono giustificate per il solo fatto di appartenere allo stato epistemico di Karen, poiché tale stato risulta dotato di un alto grado di coerenza.

Discutendo questo esempio, Harman (1986, pp. 35-37) sostiene che la concezione fondazionalista del cambiamento di credenze può sembrare più razionale, ma che la concezione coerentista appare empiricamente più adeguata. Gli psicologi Ross e Anderson (1982, pp. 147-149) hanno presentato alcuni esperimenti psicologici riguardanti “il fenomeno della perseveranza delle credenze di fronte all'evidenza che le discredita”, i quali sembrano suggerire che i soggetti seguono di fatto il principio di conservazione: continuano, infatti, a mantenere la maggior parte delle loro credenze derivate da un'evidenza e anche dopo che sono stati informati della nuova evidenza –e. Questo fenomeno comune conferma l'idea che i soggetti non tengono traccia della fonte di ogni loro credenza sul mondo, e quindi non le abbandonano quando rinunciano a credenze sulle quali quelle erano state, in primo luogo, giustificate.

Alcuni studi psicologici più recenti, come, per esempio, quelli di Johnson-Laird e Walsh (2009), sembrano mostrare il contrario. Schmeltzer e Markovits (2005, 2007) sostengono una posizione

intermedia e fanno notare che l'attuazione o meno del principio di conservazione dipende dalla specificità delle diverse casistiche.

L'adeguatezza empirica delle concezioni fondazionalista e coerentista delle credenze è stata discussa da filosofi, logici e psicologi, ma è un problema ancora aperto, su cui al momento non esiste accordo fra gli studiosi.

2.3 Breve sommario

Abbiamo diviso questo capitolo in due parti, nella *prima* ci siamo occupati del problema statico di come fondazionalismo e coerentismo giustificano una credenza *a*. Nella *seconda* parte abbiamo, invece, illustrato come fondazionalismo e coerentismo tentano di risolvere il *problema dinamico* del cambiamento delle credenze.

I punti caratteristici dei due differenti approcci sono indicati nelle seguenti tabelle (2.1 e 2.2).

FONDAZIONALISMO	COERENTISMO
1. Distinzione tra credenze di base e credenze derivate	1. Non c'è distinzione tra credenze di base e credenze derivate
2. Ogni credenza derivata è giustificata dalle credenze di base che si giustificano da sé	2. Ogni credenza è giustificata se è coerente con le altre credenze dello stato epistemico
3. Supporto gerarchico e unidirezionale	3. Mutuo supporto olistico
4. Scopo: mantenere sempre traccia delle giustificazioni delle credenze	4. Scopo: mantenere sempre la coerenza complessiva

Tab. 2.1 Statica delle credenze: fondazionalismo vs coerentismo

FONDAZIONALISMO	COERENTISMO
1. Eliminare tutte le credenze che non hanno una giustificazione soddisfacente	1. Mantenere la coerenza complessiva dello stato epistemico
2. Aggiungere nuove credenze che sono diventate giustificate	2. Attuare un cambiamento minimo
3. Soddisfare il <i>principio di scardinamento negativo</i>	3. Soddisfare il <i>principio di conservazione</i>

Tab. 2.2 Dinamica delle credenze: fondazionalismo vs. coerentismo

Il principio di scardinamento negativo e il principio di conservazione esprimono due intuizioni diverse, e in tensione fra loro, riguardo a come un agente razionale dovrebbe cambiare le proprie credenze. Il primo sostiene una concezione fondazionalista del cambiamento, il secondo una concezione coerentista.

In base all'approccio fondazionalista, un agente razionale *X* accetta solamente le credenze di cui può offrire una giustificazione. L'agente *X*, quindi, cambia il suo stato epistemico innanzitutto abbandonando le credenze che non hanno più una giustificazione soddisfacente e aggiungendo nuove credenze che abbiano una giustificazione. Secondo la concezione coerentista, invece, una data credenza di *X* è giustificata per il semplice fatto di essere una credenza di *X*, cioè parte dello stato epistemico coerente di *X*. Un agente razionale *X* non è tenuto a considerare il *pedigree* di ciascuna sua credenza, cioè le origini che giustificano ogni sua credenza.

Dopo aver preso in considerazione il fondazionalismo e il coerentismo, nel sesto capitolo ci sarà utile illustrare un altro approccio alla giustificazione delle credenze chiamato *fonderentismo*. Tale

concezione presentata da Susan Haack nel suo libro *Evidence and Inquiry* (1993) è, come vedremo, il tentativo di unire i pregi del fondazionalismo e del coerentismo, eliminandone gli aspetti più problematici.

Capitolo 3

Cambiamento teorico nella filosofia della scienza

*Non sempre cambiare
equivale a progredire,
ma per progredire
bisogna cambiare.*

Winston Churchill

Secondo molti filosofi e scienziati, la scienza è uno dei pochi campi dell'attività intellettuale umana in cui si può chiaramente parlare di *progresso*. Secondo questa idea, tale posizione privilegiata dipende dal fatto che, nella scienza, il cambiamento è guidato da principi di razionalità più o meno oggettivi e stabili, che rendono possibile giudicare quando un certo caso di cambiamento è o meno un progresso verso gli scopi della scienza. Poiché spesso un cambiamento scientifico è il risultato di una scelta tra due o più teorie rivali, che conduce all'abbandono di una teoria precedentemente accettata a favore di un'altra ritenuta migliore, i principi di cambiamento razionale assumono solitamente la forma di principi di *scelta razionale* fra teorie scientifiche. Tale scelta è determinata da regole metodologiche che possono essere considerate mezzi adeguati per raggiungere i fini (pratici o cognitivi) della ricerca scientifica (Niiniluoto 2011; Cevolani 2009, pp. 11-12).

In questo capitolo, vedremo come i filosofi della scienza hanno affrontato, nel corso dell'ultimo secolo, l'analisi del cambiamento scientifico e della scelta fra teorie, sviluppando diverse *teorie del cambiamento teorico razionale*. Nel *primo* paragrafo offriremo

(seguendo Cevolani e Festa 2009, par. 1 e 2) un breve *excursus* storico della filosofia della scienza dello scorso secolo, mostrando come l'attenzione degli studiosi si sia progressivamente spostata dalla "statica" alla "dinamica" della scienza, portando all'emergere di diversi programmi di ricerca metodologici sul cambiamento teorico. Nel *secondo* paragrafo ci concentreremo sulla nascita e lo sviluppo di uno di questi programmi di ricerca, che possiamo chiamare la *logica del cambiamento scientifico*, del quale ci occuperemo nei successivi capitoli.

3.1 *Dalla statica alla dinamica della scienza*

Tra gli anni Venti e gli anni Sessanta del Novecento, la filosofia della scienza si basa soprattutto sulle idee sviluppate dagli studiosi del cosiddetto Circolo di Vienna. Si tratta di un gruppo di filosofi e scienziati che si incontrano periodicamente a Vienna nel periodo compreso tra il 1922 e il 1938 e che presenteranno le tesi centrali del gruppo in un manifesto programmatico apparso nel 1929, dal titolo *Wissenschaftliche Weltauffassung (La concezione scientifica del mondo)*, scritto da Hans Hahn (1879-1934), Otto von Neurath (1882-1943) e Rudolf Carnap (1891-1970). Il Circolo di Vienna è noto per aver dato origine al movimento neopositivista, chiamato anche "positivismo logico" o "neoempirismo".

L'approccio al metodo scientifico dei positivisti logici, che possiamo chiamare *classico* o *visione ricevuta (received view)*, considera la scienza come l'insieme delle teorie accettate dagli scienziati. I neopositivisti si concentrano quindi soprattutto sui *prodotti* dell'attività scientifica, più che sull'attività scientifica in quanto tale; in altre parole, si

occupano più della *struttura* della scienza, cioè della sua *statica*, che della sua dinamica. In particolare, i neopositivisti propongono di utilizzare gli strumenti formali della logica e della matematica per analizzare la statica della scienza. Si occupano quindi, per esempio, di temi quali l'assiomatizzazione delle teorie scientifiche, la spiegazione e la previsione dei fenomeni sulla base di teorie o la conferma delle ipotesi scientifiche. Questo approccio, inoltre, è prevalentemente *normativo*, nel senso che il filosofo cerca di individuare alcuni criteri generali di razionalità che stanno alla base dell'attività scientifica, cioè il metodo scientifico che gli scienziati dovrebbero seguire nel fare scienza. Il neopositivista, quindi, non è interessato tanto alla pratica scientifica reale degli scienziati in carne ed ossa, quanto alla sua *ricostruzione razionale*, che mira a descrivere il metodo ideale di uno scienziato ideale, che persegue unicamente i fini propri della scienza, come, per esempio, la ricerca della verità.

In contrasto, e spesso in polemica, con la concezione classica ereditata dal neopositivismo, a partire dagli anni Sessanta nasce la cosiddetta *nuova filosofia della scienza*, più attenta agli aspetti storici e sociali della reale ricerca scientifica. Grazie soprattutto agli scritti di Thomas Kuhn (1922-1996), Paul K. Feyerabend (1924-1994) e Imre Lakatos (1922-1974), l'attenzione dei filosofi si sposta, in questo periodo, dalla statica alla *dinamica* della scienza, che non viene più studiata soltanto in riferimento ai suoi prodotti, ma soprattutto in quanto *attività* di scienziati, laboratori e comunità scientifiche concreti, considerata anche nei suoi aspetti storici, sociologici e politici.

Il nuovo approccio al metodo scientifico non è più logico e normativo, ma prevalentemente *storico*, *informale* e *descrittivo*. L'attenzione dei filosofi si concentra sullo sviluppo storico della scienza e su concetti precedentemente trascurati (salvo importanti eccezioni come Popper, 1934), quali quelli di scoperta, progresso e crescita della conoscenza

scientifico. L'influente volume *La struttura delle rivoluzioni scientifiche* di Kuhn (1962), per esempio, studia gli aspetti rivoluzionari del cambiamento teorico nella scienza e può venir considerato come l'opera inaugurale della nuova filosofia della scienza.

Come abbiamo visto, l'approccio classico alla filosofia della scienza è di tipo logico-formale; al contrario, il nuovo approccio è di tipo storico e utilizza metodi informali. Lakatos (1970), per esempio, si occupa soprattutto dello sviluppo dei programmi di ricerca scientifica e della loro evoluzione, cercando una metodologia che offra una spiegazione razionale del progresso scientifico e che sia coerente con i dati storici.

La nuova filosofia della scienza, inoltre, al contrario di quella classica che vuole ricostruire un metodo scientifico in modo ideale, tende a negare che esista un unico metodo scientifico nella storia. Feyerabend (1975) arriverà addirittura a teorizzare l'anarchismo metodologico, sostenendo che non esiste alcun "metodo" che gli scienziati in carne ed ossa seguono o dovrebbero seguire.

Alla fine degli anni Settanta alcuni studiosi cominciano a sviluppare concezioni che possono essere considerate una sintesi tra i due approcci sopra delineati. Tale sintesi dà luogo a una versione della filosofia della scienza che, seguendo Kuipers (2001), possiamo chiamare *neoclassica*.¹⁶ La filosofia della scienza neoclassica studia sia la statica sia la dinamica della scienza; in altri termini, sia i suoi prodotti e i suoi risultati sia le attività e i processi della ricerca scientifica. Inoltre, estende all'analisi della dinamica della scienza metodi formali rigorosi, che si avvalgono di nuovi strumenti oltre a quelli tradizionali della logica, della teoria degli insiemi e del calcolo della probabilità. Tali strumenti provengono almeno in parte dalle nuove logiche emerse dalla *svolta dinamica*, che, durante gli ultimi decenni del Novecento, investe e trasforma la logica classica (cfr. Festa 2005, p. 518). Come nota van

¹⁶ Si vedano, a questo proposito, anche Kuipers (2000) e Festa (2005).

Bentham (1982, p. 435), la logica va ormai intesa come *logica magna*, cioè come “lo studio del ragionamento ovunque e comunque esso abbia luogo”: ciò significa che “un logico ideale si interessa sia alla [logica come] *attività* sia ai suoi *prodotti*, sia agli aspetti *normativi* sia a quelli *descrittivi*, sia al ragionamento *induttivo* sia a quello *deduttivo*”. Sollecitati e coadiuvati dagli sforzi degli informatici e degli studiosi di Intelligenza Artificiale i logici cominciano a sviluppare sistemi inferenziali più adatti a catturare alcuni aspetti della dinamica del ragionamento scientifico e quotidiano che sfuggivano ai sistemi classici. Si assiste, quindi, a una fioritura di logiche non classiche che si estendono in varie direzioni; nascono, tra le altre, le logiche dei *default*, le logiche dinamiche e le logiche non monotone, che trovano presto applicazione anche nell’analisi del cambiamento scientifico.¹⁷

Una tappa importante nello sviluppo della filosofia della scienza neoclassica è il congresso, organizzato a Helsinki nel dicembre del 1977, su *La logica e l’epistemologia del cambiamento scientifico* (cfr. Niiniluoto e Tuomela, 1979), dove vengono presentati alcuni lavori che saranno alla base, nei decenni seguenti, di veri e propri programmi di ricerca metodologica sul cambiamento scientifico. Tra questi, i seguenti quattro programmi di ricerca hanno avuto particolare sviluppo:

(i) le *teorie delle decisioni cognitive* (Carl Gustav Hempel, Jaakko Hintikka e Risto Hilpinen, Isaac Levi, Ilkka Niiniluoto);

(ii) le *teorie post-popperiane della verisimilitudine* (Risto Hilpinen, Ilkka Niiniluoto, Theo Kuipers);

(iii) le *teorie strutturaliste della scienza* (Joseph Sneed, Wolfgang Stegmüller, Wolfgang Balzer);

(vi) le *teorie della dinamica delle credenze* (Isaac Levi, Jon Doyle, Carlos Alchourrón, David Makinson e Peter Gärdenfors).

¹⁷ Si veda, per esempio, van Bentham (1999).

In particolare, il lavoro del filosofo della scienza Peter Gärdenfors (1978) sui condizionali e sul cambiamento di credenze porterà alla nascita di un'influente teoria del cambiamento teorico sviluppata insieme al filosofo del diritto Carlos Alchourrón e al logico David Makinson e nota come teoria AGM, dai nomi dei suoi autori. La teoria AGM, sulla quale si concentrerà nel seguito la nostra attenzione, verrà presentata approfonditamente nel *quarto* capitolo del presente lavoro. La tabella 3.1 offre un riepilogo comparativo delle tre fasi storiche della filosofia della scienza descritte in questo paragrafo.

1929-1962	1962-1977	1977-oggi
Filosofia della scienza classica (visione ricevuta)	Nuova filosofia della scienza	Filosofia della scienza neoclassica
Statica della scienza	Dinamica della scienza	Statica e dinamica della scienza
Prodotti e risultati della ricerca scientifica	Attività e processi della ricerca scientifica	Prodotti, risultati, attività e processi della ricerca scientifica
Approccio formale logico-normativo	Approccio informale storico-descrittivo	Approccio sia formale logico-normativo sia storico-descrittivo

Tab. 3.1 Fasi della filosofia della scienza

3.2 *La logica del cambiamento teorico*

La *logica del cambiamento scientifico* è un programma di ricerca metodologico, emerso nell'ambito della filosofia della scienza neoclassica a partire dagli anni Settanta, che si propone di analizzare in termini formali il cambiamento scientifico e la scelta fra opzioni teoriche alternative. Si tratta di analizzare “il processo che porta all'emergere di nuove teorie e programmi di ricerca scientifici e alla loro eventuale accettazione da parte dei ricercatori” (Cevolani 2009, p. 12). Tale programma può essere a sua volta suddiviso in due ulteriori aree di ricerca, vale a dire la *logica della scoperta scientifica* e la *logica del cambiamento teorico*.

La logica della scoperta scientifica si occupa di come nasce una nuova teoria. Popper (1934, p. 10), d'accordo su questo punto con i neopositivisti, aveva affermato che “[l]o stadio iniziale, l'atto del concepire e dell'inventare una teoria, non [...] sembra richiedere un'analisi logica né esserne suscettibile. La questione: come accada che a un uomo venga in mente un'idea nuova – un tema musicale, o un conflitto drammatico o una teoria scientifica – può rivestire un grande interesse per la psicologia empirica ma è irrilevante per l'analisi logica della conoscenza scientifica”. Secondo l'approccio classico alla filosofia della scienza non è quindi possibile analizzare il problema della scoperta scientifica in termini logici. Nella nuova filosofia della scienza, invece, si tenta di descrivere come uno scienziato arrivi alla formulazione di una nuova ipotesi da un punto di vista storico, sociologico e psicologico. All'interno della filosofia della scienza neoclassica, alcuni studiosi analizzano il problema della scoperta scientifica in termini formali. Kuipers (2001, cap. 11) pone in evidenza come la filosofia della scienza neoclassica abbia strette connessioni con

la filosofia della scienza computazionale, il cui scopo principale è attuare “programmi di computer che riguardino la scoperta, la valutazione e la revisione delle ipotesi” (*ibidem*, p. 287). Sostiene, infatti, che il procedimento della scoperta possa essere analizzato con metodi formali e che possa essere parzialmente programmabile. Questa idea richiede, tra le altre cose, la creazione di nuovi strumenti logici. In questa sede non ci occuperemo della logica della scoperta, ma accenneremo a tale questione nel capitolo 6, quando prenderemo in considerazione il concetto di abduzione. Concentreremo, invece, la nostra attenzione soprattutto sulla logica del cambiamento teorico, la quale si occupa di come la scienza abbandoni le vecchie teorie e ne accetti di nuove. Tale processo può essere suddiviso in tre fasi (cfr. figura 3.1): 1) accettazione di una teoria T_1 ; 2) cambiamento; 3) accettazione di una nuova teoria T_2 , solitamente incompatibile con la teoria T_1 .

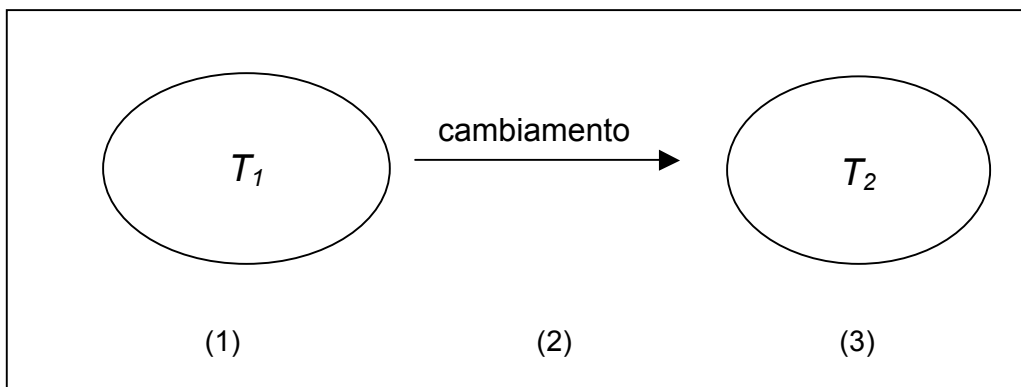


Fig. 3.1 Le tre fasi del cambiamento teorico

Esistono diversi approcci all'analisi della logica del cambiamento teorico: le già citate teorie del cambiamento delle credenze, delle decisioni cognitive, della verosimilitudine e le teorie strutturaliste

rappresentano alcuni esempi. Tali teorie, pur utilizzando metodi di analisi diversi, condividono una concezione della razionalità scientifica che viene chiamata *strumentale* o *mezzi-fini*. Secondo tale concezione, il cambiamento teorico è il risultato di una scelta razionale tra teorie rivali, guidata da regole metodologiche che costituiscono mezzi efficaci per raggiungere i fini della scienza. Il *progresso* scientifico consiste appunto in un cambiamento teorico che contribuisce efficacemente al raggiungimento dei fini della scienza. Come nota Niiniluoto (2011b) “in generale, dire che il passaggio da uno stadio *A* a uno stadio *B* costituisce un progresso significa dire che *B* è, in qualche modo, un miglioramento rispetto ad *A*, cioè che *B* è *meglio* di *A* rispetto a determinati criteri o standard. [...] Quindi, la teoria del progresso scientifico non è semplicemente un resoconto descrittivo degli schemi di sviluppo che di fatto la scienza ha seguito; dovrebbe, invece, specificare i fini o i valori che possono essere considerati i criteri costitutivi della *buona scienza*”.

Una teoria del progresso scientifico, quindi, affronta sia il problema metodologico di identificare le regole che guidano il cambiamento teorico, sia il problema assiologico di identificare i fini della scienza che quelle regole devono aiutare a raggiungere. Come suggerisce Cevolani nel suo libro *La freccia della conoscenza*, secondo la concezione mezzi-fini, possiamo, immaginare la conoscenza scientifica come una freccia scoccata verso un bersaglio, che rappresenta lo scopo della ricerca scientifica: solo se la freccia colpirà il bersaglio, avremo ottenuto un progresso. Possiamo, però, più in particolare, pensare che uno scienziato scocchi più frecce verso un bersaglio e che alcune frecce lo colpiscano e altre no. In questo caso le frecce sono le ipotesi scientifiche proposte dallo scienziato, quelle che colpiscono il bersaglio sono le ipotesi adeguate al raggiungimento dello scopo della ricerca scientifica, mentre le altre sono inadeguate. Può, inoltre accadere che

due frecce che raggiungono entrambe il bersaglio, lo colpiscono più o meno vicino al centro. Ciò significa che alcune ipotesi sono migliori di altre nel tentativo di avvicinarsi ai fini della ricerca. La metafora della freccia suggerisce quindi che nella concezione strumentale della razionalità scientifica la ricerca è *direzionale* e *comparativa*, poiché, come abbiamo appena visto, mira a fini precisi e poiché alcune ipotesi scientifiche possono essere più o meno adeguate di altre nel raggiungimento di tali fini. Nella figura 3.2 il bersaglio rappresenta lo scopo della ricerca scientifica e le frecce raffigurano le diverse teorie. Possiamo dire che le teorie rappresentate sono tutte “buone teorie”, poiché tutte le frecce colpiscono il bersaglio. Tuttavia la teoria rappresentata dalla freccia blu è migliore rispetto a quella rappresentata dalla freccia viola perché è più vicina al centro. È, inoltre, chiaro che, tra tutte, la “teoria migliore”, cioè quella che contribuisce maggiormente al progresso della scienza, è rappresentata dalla freccia gialla che colpisce perfettamente il centro del bersaglio.



Fig. 3.2 Frecce e bersaglio come immagine del progresso scientifico

Per quanto riguarda il problema assiologico, occorre notare che non c'è alcuna unanimità, tra filosofi e scienziati, riguardo a quale sia esattamente il bersaglio, cioè a quali siano i fini fondamentali della ricerca scientifica. Per alcuni studiosi, essi si riducono agli scopi *pratici* della scienza, quali le applicazioni tecnologiche e lo sviluppo di strumenti sempre più adeguati; per altri, essi includono anche scopi *cognitivi* quali la verità, l'alta probabilità o la verosimilitudine delle teorie scientifiche. Il dibattito tra realisti e antirealisti, che ormai da decenni domina la discussione fra i filosofi della scienza, si concentra appunto su quali sono, o dovrebbero essere, i fini della scienza. Per i realisti, la *verità* (o almeno la *verità approssimata* o la *verosimilitudine*) è uno degli scopi principali della ricerca, mentre gli antirealisti non riconoscono particolare rilevanza a tale nozione. I filosofi di ispirazione realista, infatti, tendono a individuare questi fini in determinate relazioni tra le loro ipotesi e il mondo esterno considerato in tutti i suoi aspetti compresi quelli inosservabili; mentre i filosofi di ispirazione anti-realista negano la possibilità o l'interesse di identificare e descrivere gli aspetti inosservabili della realtà.

Nel capitolo 7 del presente lavoro, considereremo il cosiddetto approccio *verosimilitudinario* al progresso e al cambiamento scientifico. Esso si basa, sull'idea, introdotta da Popper (1963, 1972), che il principale fine della scienza sia l'alta verosimilitudine delle teorie scientifiche, cioè una buona approssimazione alla verità attorno a un certo dominio d'indagine (Niiniluoto 1987, 1999b; Kuipers 1987, 2000; Cevolani e Tambolo 2012). In questo senso, l'approccio verosimilitudinario è un approccio dichiaratamente realista ai fini della scienza.

Dall'altra parte, l'*approccio AGM*, che studia il cambiamento di teorie alla luce di una nuova informazione, può essere annoverato fra gli approcci antirealisti (Niiniluoto 1999, 2010, 2011). Considera, infatti, i

concetti di verità e falsità, completamente irrilevanti per l'analisi del cambiamento delle teorie, che è interamente basata sulla coerenza logica, sul contenuto informativo e sull'idea del cambiamento minimo (Gärdenfors 1988, par. 1.1 e 1.3). La teoria AGM appare dunque vicina a una concezione pragmatista della ricerca, in cui le teorie sono considerate sistemi di credenze utili per prendere decisioni pratiche o cognitive, ma che non offrono necessariamente descrizioni adeguate della realtà o strumenti utili per il raggiungimento della verità su di essa.¹⁸ La tradizione pragmatista risalente a Peirce, James e Dewey, filtrata attraverso il lavoro di Levi e Quine, può essere considerata la maggior fonte di ispirazione filosofica della teoria AGM (Cevolani 2009, cap. 5.1). Da Levi, per esempio, Gärdenfors riprende l'idea che uno dei criteri principali per analizzare il cambiamento razionale sia il contenuto informativo delle credenze. Quine, invece, gli suggerisce l'idea che i cambiamenti teorici debbano essere il più possibile conservativi (Quine e Ullian, 1970). Nel prossimo capitolo comprenderemo meglio la posizione di Gärdenfors, illustrando i dettagli della teoria AGM.

¹⁸ Le teorie pragmatiste sostituiscono il concetto di verità come fine della scienza, con "surrogati doxastici" come per esempio la coerenza, il consenso, la verificabilità, ecc. (Si veda Niiniluoto 1999b, cap. 3).

Parte Seconda

La teoria AGM del cambiamento teorico

Capitolo 4

La teoria AGM

*Quand'è stata l'ultima
volta che avete
cambiato idea?
Spero non troppo
tempo fa.*

Sven Ove Hansson

La teoria AGM studia come un agente ideale - cioè un agente idealmente razionale - dovrebbe cambiare le proprie credenze alla luce di nuove informazioni. Le credenze dell'agente costituiscono il suo stato epistemico.

Più in particolare, la teoria AGM analizza tre tipi di cambiamento epistemico. L'agente attua un'*espansione* del proprio stato epistemico quando aggiunge "nuove" credenze logicamente compatibili con le sue credenze. Attua una *contrazione* quando elimina alcune "vecchie" credenze dal suo stato epistemico, senza accettarne di nuove. Infine, attua una *revisione* quando aggiunge al suo stato epistemico alcune nuove credenze incompatibili con altre vecchie credenze, in modo tuttavia da preservare la coerenza logica del nuovo stato, dal quale, quindi, deve eliminare alcune delle vecchie credenze.

Nel *primo* paragrafo vengono forniti gli strumenti logici e insiemistici di base utili alla presentazione di AGM; il *secondo* introduce brevemente le origini e le idee principali della teoria AGM; il *terzo* illustra più in

dettaglio i tre tipi di cambiamento epistemico; infine, l'*ultimo* paragrafo mostra alcune delle varianti più recenti di AGM.

4.1 Alcune nozioni logiche e insiemistiche di base

Nella teoria AGM le credenze dell'agente sono rappresentate dagli enunciati di un linguaggio proposizionale L , che saranno indicati dalle lettere minuscole a, b, c, \dots . In L vengono utilizzati i consueti connettivi logici di negazione, congiunzione, disgiunzione "inclusiva", implicazione "materiale" e bicondizionale che verranno indicati, rispettivamente, da " \neg " ("non"), " \wedge " ("e"), " \vee " ("oppure"), "se ... allora ..." (" \rightarrow "), "se e solo se" abbreviato "sse" (" \leftrightarrow ").¹⁹ Si parlerà di *enunciato di base* o *letterale* per indicare un enunciato atomico o la sua negazione.

Indicheremo gli insiemi di enunciati di L con le lettere maiuscole A, B, C, \dots , oppure elencandone gli elementi tra parentesi graffe " $\{a_1, a_2, a_3, \dots\}$ ". Verranno usati i classici simboli insiemistici " \in ", " \subseteq ", " \subset ", " \cup " e " \cap " che stanno, rispettivamente, per le nozioni di appartenenza, inclusione, inclusione stretta e per le operazioni di unione e intersezione. Più precisamente " $a \in A$ ", che si legge " a appartiene ad A ", significa che a è un elemento dell'insieme A ; " $A \subseteq B$ ", che si legge " A è incluso in B ", significa che A è un sottoinsieme di B ; " $A \subset B$ ", che si legge " A è incluso strettamente in B ", significa che A è un sottoinsieme proprio di B , cioè esiste almeno un elemento di B che non appartiene ad A ; " $A \cup B$ ", che si legge " A unito B ", indica l'insieme di tutti gli elementi di A o di B o di entrambi; " $A \cap B$ ", che si legge " A intersecato B ", indica

¹⁹ Il connettivo " \vee " va interpretato in senso inclusivo, nel senso che l'enunciato " $a \vee b$ " è falso nel caso in cui entrambi gli enunciati a e b sono falsi, ed è vero in tutti gli altri casi.

l'insieme di tutti e i soli elementi che appartengono sia ad A che a B . L'insieme vuoto (privo di elementi) verrà indicato da " \emptyset ". Verrà poi utilizzata l'espressione " $A \setminus B$ " che denota l'*insieme differenza tra A e B* , ossia l'insieme di tutti gli elementi di A che non appartengono a B . I simboli di unione e intersezione saranno applicati anche a insiemi di insiemi: " $\bigcap \mathbf{A}$ " indicherà l'intersezione di tutti gli elementi di \mathbf{A} , mentre " $\bigcup \mathbf{A}$ " indicherà l'unione di tutti gli elementi di \mathbf{A} , ove si suppone che \mathbf{A} è un insieme di insiemi. Per esempio, se $\mathbf{A} = \{A_1, A_2, A_3\}$ allora $\bigcap \mathbf{A} = A_1 \cap A_2 \cap A_3$ e $\bigcup \mathbf{A} = A_1 \cup A_2 \cup A_3$.

L'espressione " $\forall a \in A, F(a)$ " si legge "per ogni a appartenente ad A , a gode della proprietà F "; invece " $\exists a \in A: F(a)$ " si legge "esiste almeno un elemento a di A tale che a gode della proprietà F ". Indicheremo la cardinalità di un insieme A , cioè il numero degli elementi che lo compongono, con " $|A|$ ". Per esempio, se $A = \{a\}$, l'espressione " $|A| = 1$ " si legge "la cardinalità di A è 1", cioè A è costituito da un solo elemento; mentre se $A = \{a, b, c, d, e\}$ " $|A| = 5$ " significa che A include 5 elementi.

La logica che governa le inferenze in L è la logica proposizionale classica. Le inferenze in L sono guidate dalla relazione di implicazione logica classica, denotata dal simbolo " \vdash ". L'espressione " $a \vdash b$ " indica che a *implica logicamente* b , cioè che b è una *conseguenza logica di a* : ciò significa che è impossibile che a sia vero e b sia falso. Utilizzeremo anche la corrispondente operazione di conseguenza logica " Cn ". Un enunciato b segue logicamente da un enunciato a se e solo se " $b \in Cn(\{a\})$ " (quest'ultima espressione può essere abbreviata con " $b \in Cn(a)$ " e corrisponde ad " $a \vdash b$ "). Per ogni insieme di enunciati A , " $Cn(A)$ " indica l'insieme di tutti gli enunciati che seguono logicamente da A . In simboli, " $a \in Cn(A)$ " che corrisponde a " $A \vdash a$ ". L'enunciato a è una

tautologia, cioè a è vero in qualsiasi possibile stato del mondo, o, equivalentemente, in qualunque *mondo possibile*, se e solo se non deriva da nessuna premessa, cioè se deriva dall'insieme vuoto, vale a dire se " $a \in Cn(\emptyset)$ ", che equivale all'espressione " $\emptyset \vdash a$ ". Per brevità indicheremo una qualsiasi tautologia con " $\vdash a$ " oppure con il simbolo "T". Indicheremo, invece, con " \perp " una qualsiasi *contraddizione*, cioè un enunciato logicamente impossibile, vale a dire falso in qualunque mondo possibile.

L'operazione di conseguenza " Cn " è stata introdotta da Tarski (1930), che ne ha dato la seguente definizione:

(Cn) Un'operazione di conseguenza Cn su L è una funzione che associa un sottoinsieme di L a ogni sottoinsieme di L e che gode delle seguenti proprietà:

(Cn.1) *Inclusione* $A \subseteq Cn(A)$.

(Cn.2) *Monotonia* Se $A \subseteq B$ allora $Cn(A) \subseteq Cn(B)$.

(Cn.3) *Iterazione* $Cn(A) = Cn(Cn(A))$.

Per la proprietà di inclusione (Cn.1), un insieme di enunciati è incluso nell'insieme delle sue conseguenze logiche.

La proprietà di monotonia (Cn.2) ci dice che le conseguenze di un insieme di enunciati non diminuiscono con l'aumentare delle premesse. In matematica, le funzioni su sottoinsiemi di numeri reali sono monotone se preservano l'ordinamento dei numeri reali.²⁰ Qualcosa di simile avviene con la funzione Cn ; infatti se A è incluso in B , cioè se A è "più

²⁰ Per esempio $y = f(x)$ è una funzione monotona se è soddisfatta la seguente condizione: se $x < x'$ allora $f(x) \leq f(x')$.

piccolo” di B allora $Cn(A)$ sarà incluso in $Cn(B)$, cioè $Cn(A)$ sarà “più piccolo” di $Cn(B)$.

Per la proprietà di iterazione (Cn.3), l’iterazione dell’operazione Cn equivale all’operazione effettuata una volta sola.

Hansson (1999a, p. 26) assume che “ Cn ” soddisfi le seguenti ulteriori proprietà:

(Cn.4) *Superclassicità*. Se A implica logicamente a nella logica classica, allora $a \in Cn(A)$.²¹

(Cn.4) *Deduzione*. $(a \rightarrow b) \in Cn(A)$ sse $b \in Cn(A \cup \{a\})$.

(Cn.6) *Compattezza*. Se $a \in Cn(A)$, allora esiste almeno un sottoinsieme finito A' di A tale che $a \in Cn(A')$.

Per la proprietà di superclassicità (Cn.4) l’operazione “ Cn ” deve esprimere il concetto di conseguenza della logica classica: quindi, se a è una conseguenza di A secondo la logica classica, allora deve essere $a \in Cn(A)$.

La proprietà di deduzione (Cn.4) impone una stretta relazione tra l’operazione di conseguenza logica e il connettivo dell’implicazione materiale.²²

La proprietà di compattezza (Cn.6) assicura che tutte le conseguenze logiche possano essere effettuate a partire da un insieme finito di premesse.

²¹ Qui con “logica classica” intendiamo la logica delle proposizioni e le logiche dei predicati del primo e del secondo ordine.

²² Tale proprietà si basa sul cosiddetto “teorema di deduzione” della logica classica.

4.2 La teoria AGM

La teoria AGM ha avuto origine dalla confluenza di diversi programmi di ricerca nei campi della logica, della filosofia della scienza, della filosofia del diritto e dell'Intelligenza Artificiale (Hansson, 1999a pp. 3-4, 2011a).

Negli anni Settanta del Novecento il problema di come analizzare formalmente i cambiamenti dello stato epistemico di un agente razionale X , sia questi uno scienziato, una comunità scientifica, un legislatore, un individuo qualunque o un database di un computer, comincia ad attirare l'attenzione di filosofi, logici, informatici e studiosi di IA. Tra i primi a occuparsi di questo problema sono i filosofi William Harper (1977) e Isaac Levi (1977) i cui loro lavori influenzeranno gli inventori di AGM. Il filosofo della scienza Gärdenfors (1978, 1981) si occupa dell'interazione tra cambiamento di credenza e logica degli enunciati condizionali.²³ Il logico e informatico Makinson analizza i procedimenti per aggiornare i *database* dei computer attento agli sviluppi nel campo dell'Intelligenza Artificiale che rendono l'elaborazione di modelli sempre più sofisticati per la revisione dei *database*. Agli inizi degli anni Ottanta il filosofo del diritto Alchourrón coopera con Makinson (1981, 1982) nello studio dei cambiamenti dei codici legali, in particolare dell'abrogazione di una

²³ Un enunciato condizionale è un qualsiasi enunciato della forma “se a allora b ”. Un esempio è il cosiddetto “condizionale materiale”, in simboli “ $a \rightarrow b$ ”. La tavola di verità per il connettivo “ \rightarrow ” mostra che $a \rightarrow b$ è sempre vero quando il suo antecedente a è falso (*ex falso quodlibet*). In logica, un condizionale con antecedente falso è chiamato “enunciato controfattuale” o semplicemente “controfattuale”. Tuttavia, alcuni controfattuali sono veri (per esempio, “Se Roma fosse in Francia, allora sarebbe in Europa”), ma altri sono falsi (per esempio, “se Roma fosse in Francia, allora sarebbe in America”). Questo esempio è sufficiente a dimostrare che un condizionale materiale come “ $a \rightarrow b$ ” non può esprimere il contenuto di un condizionale controfattuale; o, in altre parole, che la logica proposizionale classica non è adatta ad analizzare i condizionali controfattuali. Da qui nasce il problema di sviluppare una logica condizionale in grado di farlo.

legge, cioè della sua eliminazione dal codice cui appartiene.²⁴ Nel 1985 questi tre autori pubblicano l'articolo *On the Logic of Theory Change: Partial Meet Contraction and Revision Functions* che segna la nascita della teoria AGM.²⁵ I logici e gli informatici analizzano con crescente interesse i requisiti di razionalità per il cambiamento epistemico sviluppati dai filosofi, mentre questi ultimi tentano di creare modelli teorici più realistici ed effettivamente applicabili che possano essere implementati in appropriati programmi per computer. In questo lavoro siamo particolarmente interessati all'applicabilità dei modelli teorici del cambiamento epistemico nell'ambito scientifico.

4.2.1 La "statica" di AGM

Prima di considerare come è analizzata la dinamica delle credenze dalla teoria AGM, illustreremo brevemente la statica di AGM. Ci occuperemo, in particolare, dei concetti di *stato epistemico* e *atteggiamento epistemico*.

Stato epistemico: rappresenta lo stato cognitivo di un agente idealmente razionale X in un dato momento t . Non si tratta di una rappresentazione psicologicamente realistica delle credenze umane ma di una *idealizzazione* o - per usare l'espressione carnapiana - *ricostruzione*

²⁴ Anche un codice legale può essere rappresentato da un insieme di enunciati di un linguaggio formale. Sorge, quindi, un problema riguardante sia il contesto della logica sia della filosofia del diritto, su quale sia il metodo razionale di cambiare un dato insieme di enunciati.

²⁵ Già prima di questo articolo, gli autori AGM avevano prodotto importanti risultati che sarebbero poi confluiti nell'articolo del 1985. Questo articolo viene considerato l'atto di nascita di AGM poiché introduce per la prima volta il principale strumento formale della versione matura di questa teoria, cioè le funzioni di *accordo parziale* (*partial meet*) che verranno illustrate nel capitolo 5.1.

razionale di uno stato cognitivo reale (Gärdenfors 1988, p. 9). Lo stato epistemico include tutte le credenze e le conoscenze di un agente ideale X , sia esso un individuo qualunque, uno scienziato, una comunità scientifica, un legislatore, un codice legale, un *database* e così via e viene formalmente rappresentato da un insieme di credenze.

Un *insieme di credenze* è un insieme K di enunciati del linguaggio L , il quale deve soddisfare due requisiti minimali di razionalità, cioè la *coerenza* e la *chiusura sotto conseguenza logica* (*ibidem*, p. 24):

(IC) Un insieme K di enunciati è un *insieme di credenze* (coerente) sse valgono le seguenti condizioni:

- (i) *Coerenza* \perp non è una conseguenza logica di K ;
- (ii) *Chiusura* Se $K \vdash a$ allora $a \in K$.

La condizione (i) proibisce che K contenga qualsiasi contraddizione \perp e, quindi, che un enunciato a e la sua negazione $\neg a$ facciano entrambi parte di K . La condizione (ii) assicura che tutte le conseguenze logiche di K siano incluse in K , ciò significa che $Cn(K)$ è un sottoinsieme di K , cioè $Cn(K) \subseteq K$. Quindi, se, per esempio, gli assiomi della geometria euclidea appartengono al nostro stato epistemico, vi apparterranno anche tutti i suoi teoremi, cioè tutte le conseguenze logiche degli assiomi. Inoltre, poiché le tautologie sono conseguenze dell'insieme vuoto, ogni agente razionale X crederà anche a tutte le tautologie.

Si noti inoltre che, poiché qualsiasi enunciato segue logicamente da se stesso, K è sempre un sottoinsieme di $Cn(K)$, cioè $K \subseteq Cn(K)$. È possibile riformulare il criterio della chiusura logica di K come segue:

$$(4.1) \quad K = Cn(K).$$

Dall'equivalenza (4.1) possiamo notare che gli insiemi di credenze sono entità di dimensioni *infinite*. Basti pensare, per esempio, che se l'enunciato a appartiene a un insieme di credenze, allora vi apparterranno anche, per ogni b di L , gli enunciati $(a \vee b)$ e $(a \vee \neg b)$.²⁶ Anche se L contenesse un solo enunciato atomico a , l'insieme $K = Cn(\{a\})$ comprenderebbe gli infiniti enunciati $a, a \vee a, a \vee (a \vee a), \dots$

Si noti che, a partire da Tarski (1930) e Popper (1963), l'equivalenza (4.1) viene abitualmente utilizzata, per definire la nozione logica di *teoria*. Nel seguito, parleremo quindi indifferentemente di insieme di credenze o teoria K .

Talvolta, per comodità di formalizzazione, è utile considerare insiemi di credenze non coerenti. Ogni insieme incoerente $Cn(\perp)$ include *tutti* gli enunciati di L ; esiste quindi un solo insieme incoerente e logicamente chiuso, cioè $Cn(\perp) = L$. Gärdenfors chiama l'insieme incoerente *inferno epistemico* poiché corrisponde alla situazione epistemica che ogni agente razionale dovrebbe evitare.

Atteggiamenti epistemici: le credenze di X hanno un carattere puramente *qualitativo*. Ciò significa che X , nei riguardi di un determinato enunciato a , potrà soltanto scegliere tra *accettare a* , *rifiutare a* e *sospendere il giudizio su a* , ma non assegnare ad a un certo "grado" o "livello" di credenza. Considerando gli insiemi di credenze è possibile riassumere i tre atteggiamenti epistemici come segue:

²⁶ Si noti che $(a \vee b)$ e $(a \vee \neg b)$ appartengono allo stato epistemico che include a , perché sono conseguenze logiche di a .

- (i) X accetta a se $a \in K$
- (ii) X rifiuta a se $\neg a \in K$
- (iii) X sospende il giudizio su a se $(a \notin K)$ e $(\neg a \notin K)$

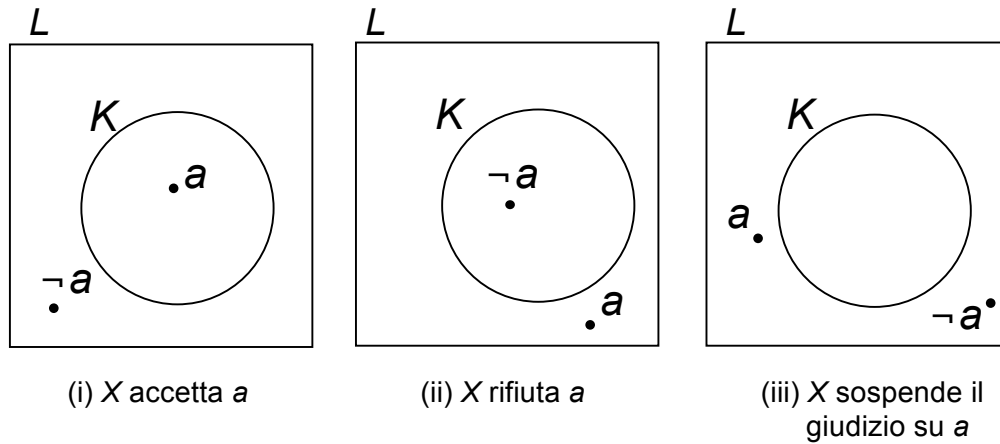


Fig. 4.1 Atteggiamenti epistemici

Nella figura 4.1 ogni punto della superficie del quadrato rappresenta un enunciato di L e il cerchio contrassegnato con K rappresenta tutti gli enunciati accettati dall'agente X .

4.2.2 La “dinamica” di AGM

Un agente razionale X cambia il suo stato epistemico in risposta a un *input epistemico*, cioè a un'informazione proveniente dal mondo esterno. L'input epistemico ha sempre la *priorità* rispetto alle vecchie credenze di K , ciò significa che l'agente ideale X dovrà sempre

accettare l'input epistemico e passare dal suo stato epistemico iniziale a uno nuovo.²⁷

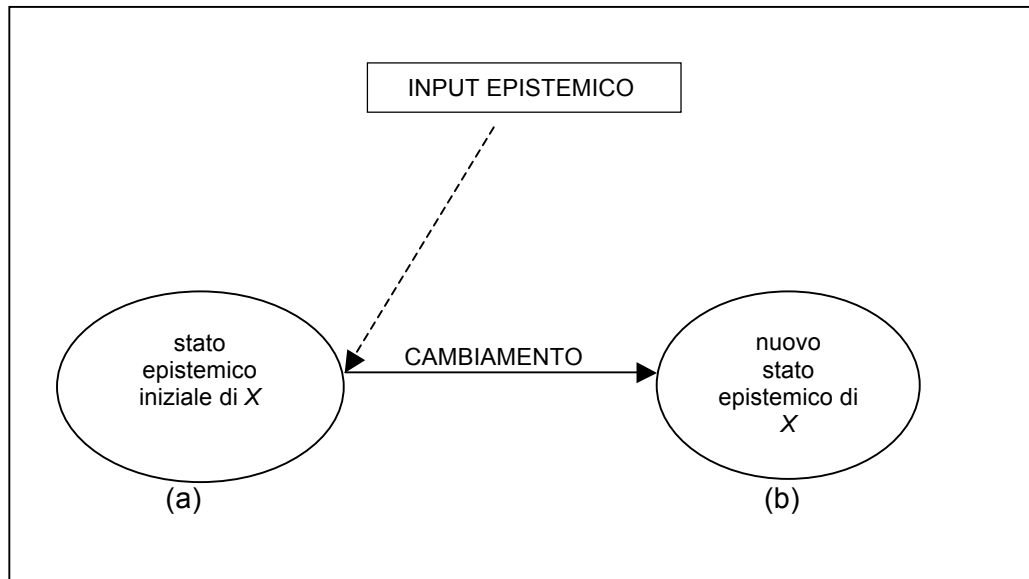


Fig. 4.2 Cambiamento dello stato epistemico di X in risposta a un input epistemico.

Nell'attuazione dei cambiamenti epistemici, X dovrà, quindi, seguire tre principi :

1. *Priorità dell'input*: X non "soppesa" l'input rispetto alle vecchie credenze ma lo accetta sempre.
2. *Principio di coerenza*: X deve sempre mantenere la coerenza logica del suo stato epistemico.
3. *Principio del cambiamento minimo*: il cambiamento di K deve essere conservativo, bisogna, cioè, modificare K il meno possibile. A questo proposito Gärdenfors parla talvolta di *criterio*

²⁷ Nel seguito vedremo che Gärdenfors considera dei casi vacui nei quali lo stato iniziale non cambia perché l'input fa già parte dello stato epistemico iniziale di X .

di *economia informativa* e Harman (1986, p. 46) afferma che “quando cambiamo il nostro stato epistemico a seguito di una nuova evidenza, dovremmo continuare a credere nel maggior numero possibile delle nostre vecchie credenze”.

Da un punto di vista formale i cambiamenti di credenze sono operazioni su insiemi di credenze attraverso le quali l'insieme K , in risposta all'arrivo di un input, rappresentato da un enunciato a , viene cambiato in un *nuovo* insieme di credenze. Qui di seguito illustriamo i tre tipi di cambiamento epistemico.

1. *Espansione*

X attua un'*espansione* quando *aggiunge* al suo stato epistemico una nuova credenza logicamente coerente con le sue credenze iniziali. Da un punto di vista formale, X *espande* l'insieme di credenze K con un enunciato a che non apparteneva a K e che non contraddice gli enunciati di K , quando aggiunge a K l'enunciato a e tutte le conseguenze logiche di $K \cup \{a\}$. Espandendo K con a , X passa dalla sospensione del giudizio su a all'accettazione di a ; invece espandendo K con $\neg a$, X passa dalla sospensione del giudizio su a al rifiuto di a .

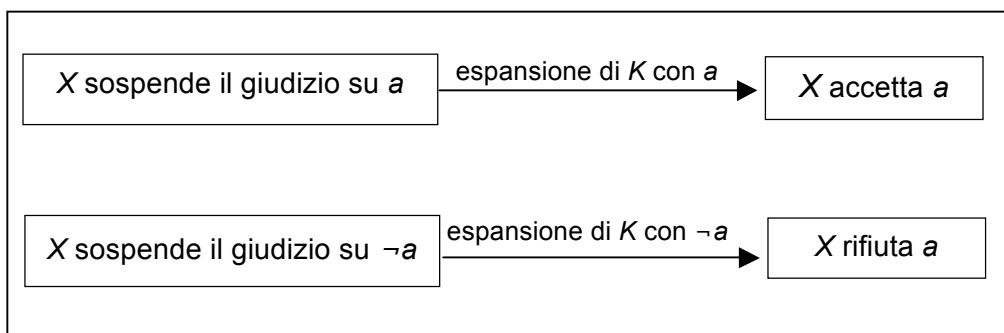


Fig. 4.3 Cambiamenti di atteggiamento epistemico dovuti all'espansione

Proponiamo qui di seguito un esempio di espansione tratto dalle vicende della vita di Galileo Galilei.²⁸

Esempio 4.1. Galileo Galilei scruta il cielo col suo affidabile cannocchiale e nota le macchie solari (a). Dato che Galileo aveva da tempo abbandonato l'idea che il Sole fosse un corpo celeste perfetto, la nuova informazione non contraddice le sue credenze, quindi Galileo espande il suo stato epistemico con la credenza (a) che il sole presenta delle macchie.

2. Contrazione

X attua una *contrazione* quando *elimina* alcune credenze dal suo stato epistemico senza aggiungervi nessuna nuova credenza. Da un punto di vista formale, X *contrae* l'insieme di credenze K rispetto a un enunciato a quando elimina a da K senza aggiungervi $\neg a$ né altri enunciati. Con la contrazione di K rispetto ad a , X passa dall'accettazione di a , alla sospensione del giudizio su a . Con la contrazione di K rispetto a $\neg a$, X passa dal rifiuto di a alla sospensione del giudizio su a .

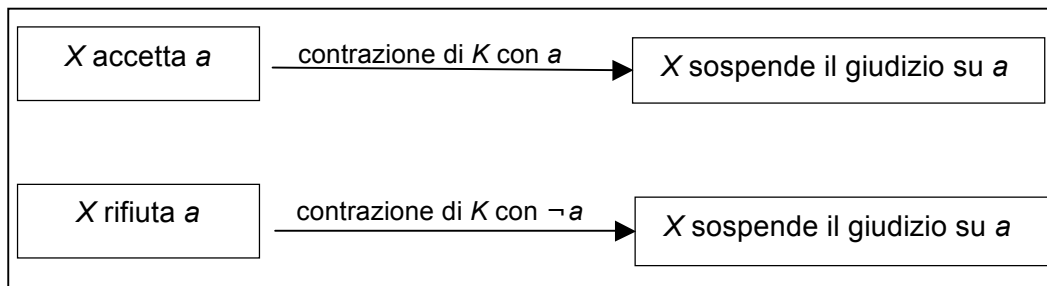


Fig. 4.4 Cambiamenti di atteggiamento epistemico dovuti alla contrazione

²⁸ Le vicende di Galilei sono liberamente adattate alle necessità esplicative del testo.

Continuiamo, ora, con l'esempio di Galileo:

Esempio 4.2. Cesare Cremonini, amico e rivale di Galileo, gli suggerisce che la lente del cannocchiale poteva essere sporca durante l'osservazione e, quindi, che le macchie solari potrebbero essere un mero effetto ottico. Assalito dal dubbio, Galileo contrae il suo stato epistemico eliminando la credenza che ci siano macchie solari. Galileo, quindi, sospenderà il giudizio sull'esistenza delle macchie solari.

3. Revisione

X attua una *revisione* quando aggiunge al suo stato epistemico una nuova credenza non logicamente coerente con le sue credenze iniziali. Da un punto di vista formale, X *rivede* l'insieme di credenze K rispetto a un enunciato a che contraddice gli enunciati di K , quando elimina da K $\neg a$ e vi include a e tutte le conseguenze logiche di $K \cup \{a\}$. Con la revisione di K rispetto ad $\neg a$, X passa dall'accettazione di a al suo rifiuto; viceversa, con la revisione di K rispetto ad a , X passa dal rifiuto di a alla sua accettazione.

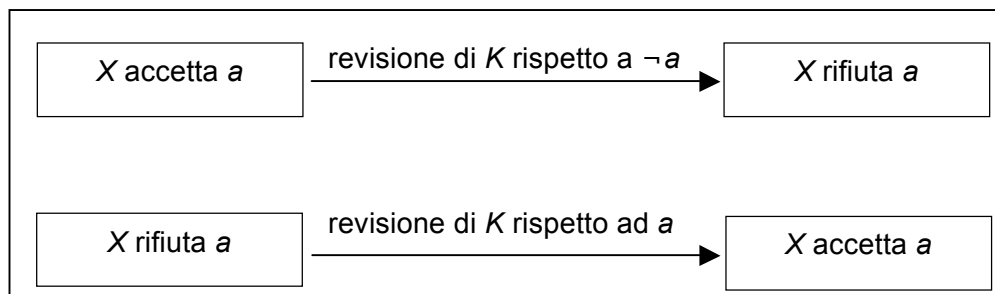


Fig. 4.5 Cambiamenti di atteggiamento epistemici dovuti alla revisione

Torniamo all'esempio di Galileo:

Esempio 4.3. Galileo, tornato al suo studio controlla la lente del cannocchiale e la trova pulitissima. Quindi espande nuovamente il suo stato epistemico con la credenza che ci siano le macchie solari. A questo punto racconta la sua scoperta al suo mecenate Cosimo II de' Medici, il quale ha sempre creduto che il Sole sia perfetto e incorruttibile e che quindi non possa presentare delle macchie. Cosimo de' Medici si fida di Galileo, quindi rivede la sua posizione: abbandona la vecchia credenza che il Sole è perfetto e incorruttibile, che implica quella per cui il Sole non può presentare macchie, e accetta la nuova credenza che esistano le macchie solari.

Possiamo ora schematizzare i passaggi da un atteggiamento epistemico a un altro nelle diverse operazioni di cambiamento epistemico come segue:

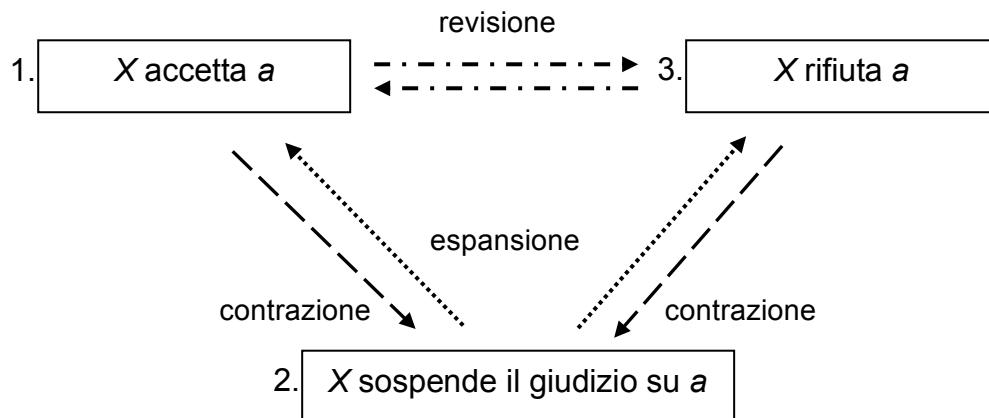


Fig. 4.6 Espansione, contrazione e revisione di stati epistemici

Mentre l'espansione è un'operazione piuttosto semplice, la contrazione e la revisione sono alquanto problematiche. La contrazione è un'operazione complessa innanzitutto perché, in generale, non è sufficiente eliminare solo a da K . Infatti, affinché l'insieme delle credenze di X si mantenga chiuso sotto conseguenza logica, in generale, occorrerà eliminare da K altri enunciati oltre ad a . In particolare, nessun enunciato che implica a può restare in K . Per essere più chiari possiamo riprendere l'esempio su Galileo.

Esempio 4.4. Cosimo de' Medici credeva che non ci fossero macchie sul Sole. Per eliminare questa credenza dal suo insieme di credenze, ha dovuto anche eliminare – tra le altre – la sua credenza che il Sole sia perfetto e incorruttibile.

Inoltre, non solo nella contrazione è necessario abbandonare altri enunciati oltre ad a , ma ci sono anche molti modi alternativi per farlo. Possiamo comprendere meglio la questione prendendo in considerazione un altro esempio.

Esempio 4.5. Cesare Cremonini crede che Galileo viva sia con sua figlia Virginia (a) che con sua figlia Livia (b). Un giorno sente dire a Galileo “Non mi sognerei mai di vivere con due donne sotto lo stesso tetto!”. Questa frase lo porta a contrarre le sue credenze rispetto all'enunciato $a \wedge b$.

Ma come può farlo? Dovrebbe abbandonare la credenza che Galileo viva con Virginia (a) e continuare a credere che viva con Livia (b)? O sarebbe meglio fare il contrario? O, forse, dovrebbe abbandonare sia a che b ?

In realtà AGM non dà una soluzione univoca a queste domande, semplicemente suggerisce di seguire tre principi di razionalità: Cesare Cremonini dovrà (1) accettare l'input; (2) mantenere la coerenza; infine dovrà (3) seguire il principio di cambiamento minimo; dovrà, cioè, fare il possibile affinché “la perdita d'informazione [sia] la più piccola possibile, in modo che nessuna credenza venga eliminata senza necessità” (Gärdenfors, 1988).

Anche la revisione pone i medesimi problemi della contrazione, Gärdenfors (1988) suggerisce che “la revisione di K con a dovrebbe essere il minimo cambiamento di K , coerente e che includa a ”.

Vediamo ora le tre operazioni più nel dettaglio.

4.3 Espansione, contrazione e revisione: un approccio assiomatico

In questo paragrafo illustreremo le caratteristiche formali delle tre operazioni di cambiamento di insiemi di credenze. Utilizzeremo un approccio assiomatico, nel senso che elencheremo i postulati di razionalità che espansione, contrazione e revisione devono soddisfare.

L'approccio costruttivo, il quale ci dice, invece, direttamente come “costruire” l'insieme di credenze che è il risultato delle diverse operazioni, verrà introdotto nel prossimo capitolo, dove si illustreranno alcune implicazioni di AGM per la filosofia della scienza.

4.3.1 Espansione

Abbiamo visto che l'espansione è il tipo più semplice di cambiamento epistemico.

Dati un insieme di credenze K e un enunciato a , " $(K + a)$ " indicherà l'*espansione* di K con a , cioè l'insieme di credenze ottenuto aggiungendo a K un nuovo enunciato a . Nel seguito, ove possibile, ometteremo le parentesi in $(K + a)$.

Nella figura 4.7, che rappresenta l'espansione di K con a , ogni punto dei rettangoli rappresenta un enunciato di L , ogni punto del cerchio contrassegnato con K nel rettangolo (a) rappresenta una credenza *inizialmente* accettata da X , ogni punto dell'ellisse nel rettangolo (b) rappresenta un enunciato di $K + a$.

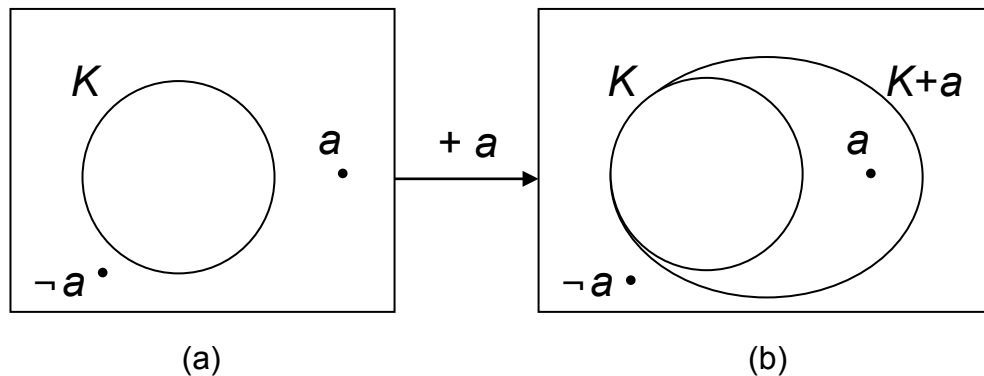


Fig. 4.7 Espansione di K con a

Secondo gli autori di AGM, l'espansione deve soddisfare i seguenti postulati di razionalità proposti da Gärdenfors (1988) e chiamati, appunto, *postulati di Gärdenfors*:

- (+1) *Chiusura* $K + a = Cn(K + a)$.
- (+2) *Successo* $a \in K + a$.
- (+3) *Inclusione* $K \subseteq K + a$.
- (+4) *Vacuità* Se $a \in K$, allora $K + a = K$.
- (+5) *Monotonia* Se $K \subseteq H$, allora $K + a \subseteq H + a$.
- (+6) *Minimalità* $K + a$ è il più piccolo insieme che soddisfi (+1)-(+4).

Illustreremo, qui di seguito, il significato dei postulati (+1)-(+6) ed enunceremo alcune loro conseguenze logiche.

Il postulato della *chiusura* (+1) asserisce che l'insieme $K + a$ è un insieme di credenze *chiuso* sotto deduzione logica. (+1) proibisce operazioni del tipo:

$$(4.1) \quad Cn(b) + a = \{a, b\}.$$

L'espansione delle conseguenze logiche di b con a , infatti, non può dare come risultato un insieme i cui membri sono solamente a e b . L'equivalenza corretta sarà invece:

$$(4.2) \quad Cn(b) + a = Cn(a, b).$$

Ciò significa che il risultato dell'espansione delle conseguenze logiche di b con a sarà l'insieme costituito da a , da b e da tutte le loro conseguenze logiche.

Il postulato di *successo* (+2) richiede che l'espansione *riesca*, cioè che la nuova credenza a faccia parte dell'insieme $K + a$.

Il postulato di *inclusione* (+3) richiede che K sia un sottoinsieme dell'espansione di K con a . Supponendo che $K = Cn(b)$, si darà il caso che

$$(4.3) \quad Cn(b) \subseteq Cn(a, b).$$

Il postulato (+3) garantisce – in accordo col concetto intuitivo di espansione – che, aggiungendo un nuovo enunciato a un insieme di credenze, nessun “vecchio” enunciato venga perduto.

Il postulato di *vacuità* (+4) regola il caso degenere di espansione: se a è già presente in K non si richiede nessun cambiamento in K . Se, per esempio, l'insieme di credenze di X è $K = Cn(a, b)$, varrà l'uguaglianza:

$$(4.4) \quad Cn(a, b) + a = Cn(a, b).$$

Il postulato di *monotonia* (+5) impone che, se H è incluso in K , allora $H + a$ è incluso in $K + a$. Ciò significa che, se H non contiene nessuna informazione in più rispetto a K , allora $H + a$ non deve contenere nessuna informazione in più rispetto a $K + a$. Il significato intuitivo di (+5) è che, quanto più grande è un insieme di credenze, tanto più grande è la sua espansione con un determinato enunciato.

Il postulato di *minimalità* (+6) richiede che, per ogni insieme di credenze K e per ogni enunciato a , $K + a$ sia *il più piccolo* insieme di credenze che soddisfi (+1)-(+4). Con (+6) si vuole evitare di accettare credenze prive di giustificazione.

Gärdenfors (1988, p. 50) nota che (+6) equivale al seguente requisito:

$$(4.5) \quad K + a \subseteq Cn(K \cup \{a\})$$

e che i postulati (+1)-(+4) equivalgono al seguente requisito:

$$(4.6) \quad Cn(K \cup \{a\}) \subseteq K + a.$$

Congiungendo i requisiti (4.5) e (4.6), che derivano dalla richiesta che $K + a$ soddisfi i postulati (+1)-(+6), si ottiene l'uguaglianza che definisce l'espansione:

$$(+) \quad K + a = Cn(K \cup \{a\}).$$

Il *teorema di rappresentazione per l'espansione* (*ibidem*, p. 41) afferma appunto che (+) è l'unica definizione dell'espansione compatibile con i postulati (+1)-(+6):

$$(4.7) \quad \text{L'operazione di espansione "+" soddisfa (+1)-(+6) se e solo se } K + a = Cn(K \cup \{a\}).$$

Un'interessante conseguenza dei postulati dell'espansione è il seguente *principio di composizione*:

$$(PC) \quad (K + a) + b = K + (a \wedge b).$$

(PC) afferma che apprendere prima a e poi b produce gli stessi risultati che apprendere a e b contemporaneamente.

L'espansione gode anche della seguente proprietà:

$$(4.8) \quad (K \cap H) + a = (K + a) \cap (H + a)$$

(4.8) ci dice che espandere l'intersezione di due insiemi di credenze K e H con un enunciato a equivale a intersecare le rispettive espansioni di K e H con a .

4.3.2 Contrazione

Come abbiamo visto, la contrazione è un cambiamento epistemico che consiste nell'eliminazione di una credenza dallo stato epistemico iniziale.

Dati un insieme K e un enunciato a , " $(K - a)$ " indica la *contrazione* di K rispetto ad a . È intuitivamente plausibile intendere $(K - a)$ come un sottoinsieme logicamente chiuso di K che *non* contiene a e da cui nessun elemento di K sia stato tolto inutilmente. Nel seguito, dove possibile, indicheremo $(K - a)$ semplicemente con " $K - a$ ".

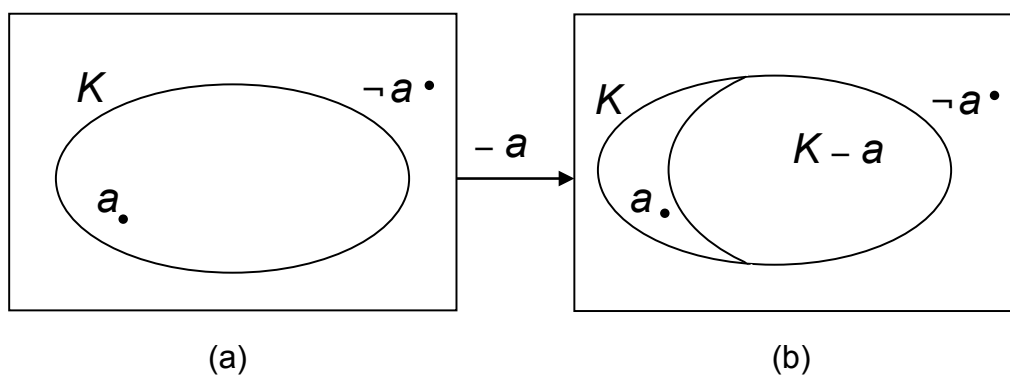


Fig. 4.8 Contrazione di K rispetto ad a

Nella figura 4.8 ogni punto dei rettangoli rappresenta un enunciato di L , ogni punto dell'ellisse contrassegnata con K rappresenta una credenza *inizialmente* accettata da X , mentre ogni punto della parte destra dell'ellisse nel rettangolo (b) rappresenta un enunciato di $K - a$.

Secondo Gärdenfors (1988, pp. 61-63) la contrazione deve soddisfare i seguenti postulati di razionalità, tali postulati possono essere distinti in postulati di base e in postulati supplementari:

Postulati di base per la contrazione

- (-1) *Chiusura* $K - a = Cn(K - a)$.
- (-2) *Inclusione* $K - a \subseteq K$.
- (-3) *Vacuità* Se $a \notin K$, allora $K - a = K$.
- (-4) *Successo* Se $\not\vdash a$, allora $a \notin K - a$.
- (-5) *Recupero* $K \subseteq ((K - a) + a)$.
- (-6) *Estensionalità* Se $\vdash a \leftrightarrow b$, allora $K - a = K - b$.

Postulati supplementari per la contrazione

- (-7) *Intersezione congiuntiva*
 $(K - a) \cap (K - b) \subseteq (K - (a \wedge b))$.
- (-8) *Inclusione congiuntiva*
 Se $a \notin (K - (a \wedge b))$ allora $(K - (a \wedge b)) \subseteq (K - a)$.

Qui di seguito illustreremo il contenuto dei postulati (-1)-(-8) e ne enunceremo alcune conseguenze.

Il postulato di *chiusura* (–1) richiede che il risultato della contrazione sia un insieme di credenze chiuso sotto deduzione logica. Il postulato. (–1) esclude, per esempio, che valga, in generale, un’uguaglianza del tipo:

$$(4.9) \quad Cn(a, b) - a = \{b\}.$$

Il postulato di *inclusione* (–2) richiede che $(K - a)$ non contenga *nulla di nuovo rispetto a K*. (–2) proibisce operazioni del tipo:

$$(4.10) \quad Cn(a, b) - a = Cn(b, c).$$

Nel postulato di *vacuità* (–3) viene considerato il caso in cui a non appartiene a K . Il significato intuitivo di (–3) è che se togliamo da un insieme qualcosa che in quell’insieme non c’è, lo manteniamo invariato. Per esempio:

$$(4.11) \quad Cn(b, c) - a = Cn(b, c).$$

Il postulato di *successo* (–4) richiede che a non appartenga alla contrazione di K rispetto ad a , a meno che a non sia una tautologia. Se infatti a è una tautologia, a appartiene a *qualsiasi* insieme logicamente chiuso, poiché $T \in Cn(\emptyset)$. (–4) esclude, in generale, un’uguaglianza del tipo:

$$(4.12) \quad Cn(a, b) - a = Cn(a, b).$$

Il postulato di *recupero* (–5) afferma che le perdite di credenze, dovute alla contrazione di K rispetto ad a , possono essere *recuperate* a seguito di una successiva espansione di K con a . (–5) può essere illustrato dall’esempio di Galileo, il quale, quando sente le parole di Cremonini

elimina la credenza che esistano le macchie solari, per poi recuperarla quando controlla che le lenti del cannocchiale sono pulite.

Un'interessante conseguenza dei postulati (-1)-(-4) e (+1)-(+6) è data dalla seguente uguaglianza:

$$(4.13) \quad K - a = K \cap (K - a) + \neg a.$$

Il postulato di *estensionalità* (-6) garantisce che enunciati logicamente equivalenti possano essere liberamente sostituiti tra loro nelle operazioni di contrazione. (-6) garantisce, per esempio, la validità dell'uguaglianza:

$$(4.14) \quad Cn(a, b) - a = Cn(a, b) - (a \wedge (b \vee \neg b)).$$

in quanto a e $a \wedge (b \vee \neg b)$ sono logicamente equivalenti.

I sei postulati (-1)-(-6), che prendono in considerazione la contrazione di un insieme K rispetto a un enunciato a , sono noti come *postulati di base per la contrazione*. A tali postulati Gärdenfors aggiunge, poi, i due *postulati supplementari* che riguardano la contrazione di un insieme K rispetto alla congiunzione $a \wedge b$ di due enunciati a e b . Ci sono tre modi per effettuare una contrazione di K rispetto ad $a \wedge b$: o viene eliminato a , o viene eliminato b , oppure vengono eliminati entrambi.

Il postulato di *intersezione congiuntiva* (-7) assicura che una credenza che appartiene sia a $(K - a)$ che a $(K - b)$ appartenga anche a $K - (a \wedge b)$. Ciò garantisce che la contrazione rispetto a una congiunzione non porti a perdere nulla di più di quanto si perda contraendo rispetto a uno solo dei due congiunti.

Il postulato di *inclusione congiuntiva* (–8) afferma che per contrarre K rispetto ad $a \wedge b$, è sufficiente eliminare tutte quelle credenze che si perderebbero effettuando una contrazione di K rispetto a uno solo dei due congiunti. Ciò significa che, se nella contrazione di K rispetto ad $(a \wedge b)$ si perde a , allora $K - (a \wedge b)$ non deve contenere nulla di più di $(K - a)$.

Come si ricorderà, nell'espansione valeva il principio di monotonia "Se $K \subseteq H$, allora $K + a \subseteq H + a$ ". Al contrario nella contrazione il *principio di monotonia* "Se $H \subseteq K$ allora $(H - a) \subseteq (K - a)$ " non vale. Infatti all'aumentare delle credenze contenute in un insieme H non aumentano le credenze contenute nella sua contrazione. Ciò significa che la circostanza che K include più informazioni di H non implica che la contrazione di K rispetto ad a includa più informazioni della contrazione di H rispetto ad a .

4.3.3 *Revisione*

La *revisione* è quel cambiamento epistemico consistente nella sostituzione di una o più credenze dell'insieme di credenze iniziale con una nuova credenza che lo contraddice.

Dati un insieme di credenze K e un enunciato a , " $(K * a)$ " è la revisione di K rispetto ad a . È plausibile supporre che $(K * a)$ sia un insieme logicamente chiuso caratterizzato da una larga intersezione con K e dal fatto di includere a e di non includere $\neg a$. Nel seguito, ove possibile, ometteremo le parentesi in $(K * a)$.

Nella figura 4.9 ogni punto dei rettangoli rappresenta un enunciato di L , ogni punto dell'ellisse contrassegnata con K rappresenta una

credenza *inizialmente* accettata da X , ogni punto dell'ellisse nella parte destra del rettangolo (b) rappresenta un enunciato di $K * a$.

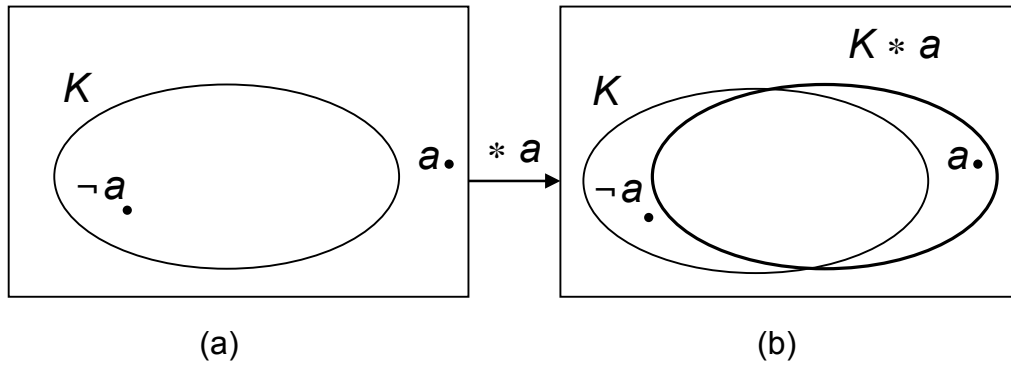


Fig. 4.9 Revisione di K rispetto ad a .

Enunciamo qui di seguito i postulati di Gärdenfors per la revisione, che includono due gruppi, cioè i postulati di base e quelli supplementari.

Postulati di base per la revisione

- (*1) *Chiusura* $K * a = Cn(K * a)$.
- (*2) *Successo* $a \in K * a$.
- (*3) *Inclusione* $K * a \subseteq K + a$.
- (*4) *Vacuità* Se $\neg a \notin K$, allora $K + a \subseteq K * a$.
- (*5) *Coerenza* $K * a = Cn(\perp)$ sse $\vdash \neg a$.
- (*6) *Estensionalità* Se $\vdash a \leftrightarrow b$, allora $K * a = K * b$.

Postulati supplementari per la revisione

- (*7) *Sovraespansione* $K * (a \wedge b) \subseteq (K * a) + b$.
- (*8) *Sottoespansione*
Se $\neg b \notin (K * a)$, allora $(K * a) + b \subseteq K * (a \wedge b)$.

Illustreremo ora il significato intuitivo dei postulati e di alcune loro conseguenze logiche.

Il postulato di *chiusura* (*1) richiede che $K * a$ sia chiuso sotto conseguenza logica. Ciò significa che (*1) proibisce operazioni del tipo:

$$(4.14) \quad Cn(\neg a, b) * a = \{a, b\}.$$

Il postulato di *successo* (*2) afferma che, se si attua una revisione di K rispetto ad a , allora a sarà un elemento di $K * a$. Ciò significa che (*2) proibisce operazioni del tipo:

$$(4.15) \quad Cn(\neg a, b) * a = Cn(b).$$

Presi assieme i postulati di *inclusione* e di *vacuità* (*3) e (*4) implicano che, se $\neg a \notin K$, la revisione coincide con l'espansione, cioè $K * a = K + a$. Infatti se a non contraddice gli enunciati di K , allora per rivedere K rispetto ad a basterà espandere K con a senza togliere nessun enunciato da K . Per esempio:

$$(4.16) \quad \text{Se } a \notin Cn(b, c, d) \text{ allora } Cn(b, c, d) * a = Cn(b, c, d) + a \\ = Cn(a, b, c, d).$$

Dai postulati (*3) e (*4), assieme al postulato di vacuità (+4) per l'espansione, deriva che:

$$(4.17) \quad \text{Se } a \in K, \text{ allora } K * a = K.$$

Infatti,

$$(4.18) \quad Cn(a, b, c) * a = Cn(a, b, c).$$

Inoltre, grazie a (*3), (4.17) e (4.8), otteniamo la seguente uguaglianza:

$$(4.19) \quad K * a = (K \cap (K * a)) + a.$$

Nel postulato di *coerenza* (*5) viene considerato il caso in cui $\neg a$ è una tautologia. In tal caso $\neg a$ non è eliminabile da K . Quindi $K * a$ risulterà contraddittorio perché conterrà sia a che $\neg a$.²⁹ Un esempio di revisione di un insieme di credenze rispetto a una contraddizione è il seguente:

$$(4.20) \quad Cn(a \vee \neg a, b, c) * \neg(a \vee \neg a) = \\ = Cn(a \vee \neg a, \neg(a \vee \neg a), b, c) = Cn(\perp).$$

Il postulato di *estensionalità* (*6) garantisce che enunciati logicamente equivalenti possano essere liberamente sostituiti tra loro. Ciò significa che le revisioni di K operate rispetto a enunciati logicamente equivalenti saranno identiche. (*6) garantisce, per esempio, la validità dell'uguaglianza:

$$(4.21) \quad Cn(a, b) * a = Cn(a, b) * a \wedge (b \vee \neg b).$$

Oltre ai postulati di base (*3) e (*4), anche i postulati supplementari di *sovraespansione* (*7) e di *sottoespansione* (*8) esplicitano le relazioni

²⁹ Questo è un caso limite in cui è necessario, per ragioni di completezza formale, considerare insiemi di credenze *incoerenti* come possibile risultato di un cambiamento epistemico. In particolare se $\neg a$ è una tautologia, a sarà una contraddizione. Per il postulato del successo (*2) l'agente non può rifiutarsi di accettare l'input epistemico a nemmeno nel caso in cui a sia una contraddizione logica. Si precipita quindi nell'*inferno epistemico* di cui parla Gärdenfors.

formali tra espansione e revisione. Tuttavia (*7) e (*8) riguardano la revisione operata sulla base di una congiunzione di enunciati. Si noti che (*7) e (*8), presi assieme, implicano che, se b non contraddice nessuna credenza di $K * a$, cioè se $\neg b$ non appartiene a $K * a$, allora $K * (a \wedge b)$ è identico a $(K * a) + b$. In simboli:

$$(4.22) \text{ Se } \neg b \notin K * a, \text{ allora } K * (a \wedge b) = (K * a) + b.$$

Possiamo illustrare il teorema (4.22) con un esempio tratto da Gärdenfors (1988, p. 44):

Esempio 4.6. Supponiamo che io riveda il mio attuale stato epistemico K accettando la credenza a che J. S. Bach non compose la famosa *Toccatà e fuga in re minore per organo*. Nella revisione $K * a$ non ci saranno neppure alcune mie credenze riguardanti l'originalità di Bach rispetto agli altri compositori del diciottesimo secolo. Se aggiungo al nuovo stato epistemico $K * a$ la credenza b che il compositore della *Toccatà e fuga* scrisse anche un duetto per flauto e liuto (che Bach non scrisse), allora dato che b non è in contraddizione con le credenze di $K * a$, basterà attuare una semplice espansione. Il risultato di questi due cambiamenti, cioè $(K * a) + b$, dovrebbe essere uguale al risultato ottenuto dalla revisione di K con la credenza $(a \wedge b)$ che qualcuno, che non sia Bach, abbia scritto sia la *Toccatà e fuga* in re minore sia un duetto per flauto e liuto, cioè $K * (a \wedge b)$.

Nella revisione, proprio come nella contrazione, non vale il *principio di monotonia*, "Se $H \subseteq K$ allora $H * a \subseteq K * a$ ". Infatti, all'aumentare delle credenze contenute in un insieme H non aumentano le credenze contenute nella sua revisione. Ciò significa che la circostanza che K includa più informazioni di H non implica che la revisione di K rispetto ad a includa più informazioni della revisione di H rispetto ad a . La

plausibilità della violazione del principio di monotonia per la revisione viene mostrato dal seguente esempio (Hansson, 1999a, p. 230).

Esempio 4.7 La porta del bagno è chiusa. All'esterno c'è un interruttore collegato alla lampadina del bagno.

Caso (i): Non so se la lampadina funzioni o meno. Metto l'interruttore su *on* e credo che la lampadina si sia accesa.

Caso (ii): So che la lampadina è rotta. Metto l'interruttore su *on* e non credo che la lampadina si sia accesa.

Supponiamo che H sia l'insieme di credenze nel caso (i) e K l'insieme di credenze nel caso (ii), che a sia l'enunciato "l'interruttore è su *on*", e che b sia l'enunciato "il bagno è illuminato". Quindi siamo nella situazione in cui $H \subseteq K$, $b \in H * a$, $b \notin K * a$, la qual cosa è in conflitto con il principio di monotonia.

4.3.4 Le identità di Levi e di Harper: interdefinibilità di contrazione e revisione

Nell'ambito di AGM sono state accuratamente analizzate le relazioni logiche tra le tre operazioni di cambiamento epistemico. In particolare, è possibile assumere come data l'espansione e considerare una delle operazioni di contrazione e revisione come basilare e definire l'altra nei termini della prima. Due di queste definizioni, dovute a Isaac Levi e William Harper, verranno illustrate qui di seguito.

Identità di Levi. Isaac Levi (1977) definisce la revisione in termini di contrazione ed espansione:

$$(L^*) \quad K * a = (K - \neg a) + a.$$

(L*) ci dice che per attuare la revisione dell'insieme K rispetto ad a , bisogna: (i) "preparare il terreno ad a " cioè rimuovere le "vecchie" credenze incompatibili con a , effettuando una contrazione di K rispetto a $\neg a$, e poi (ii) espandere $(K - \neg a)$ con a .

Secondo Levi espansione e contrazione sono le due forme fondamentali di cambiamento di credenze, mentre la revisione è una forma derivata di cambiamento epistemico che occorre introdurre con (L*). Queste considerazioni ci suggeriscono la seguente versione modificata della figura 4.6:

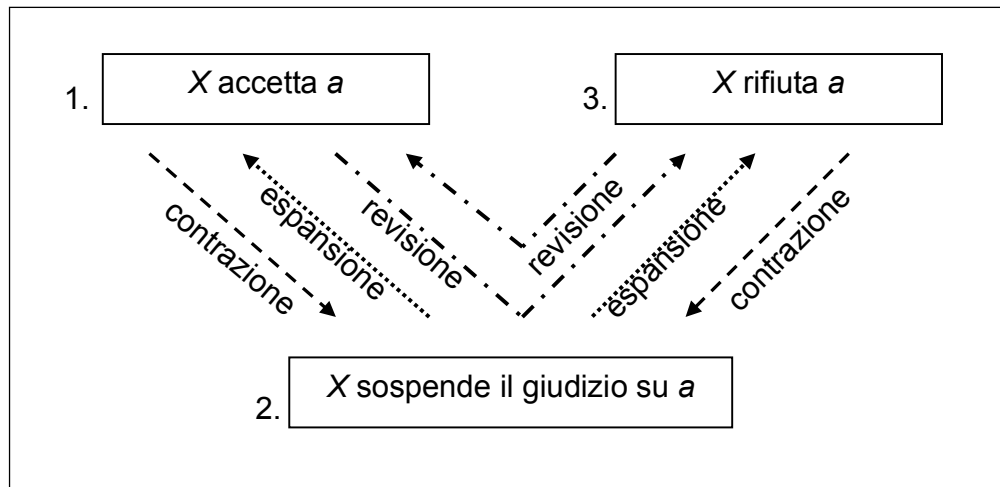


Fig. 4.10 Espansione, contrazione e revisione di stati epistemici

Come si vede, l'unica differenza tra la figura 4.10 e la figura 4.6 consiste nel fatto che nella figura 4.6 la revisione è raffigurata da una "freccia continua" che unisce i rettangoli 1 e 3, mentre nella figura 4.10 la

revisione è raffigurata da una “freccia spezzata” che congiunge i rettangoli 1 e 3 toccando il rettangolo 2.

Utilizzando gli abituali simboli per gli atteggiamenti epistemici di accettazione, rifiuto e sospensione del giudizio e per le operazioni epistemiche otteniamo la seguente variante della figura 4.10:

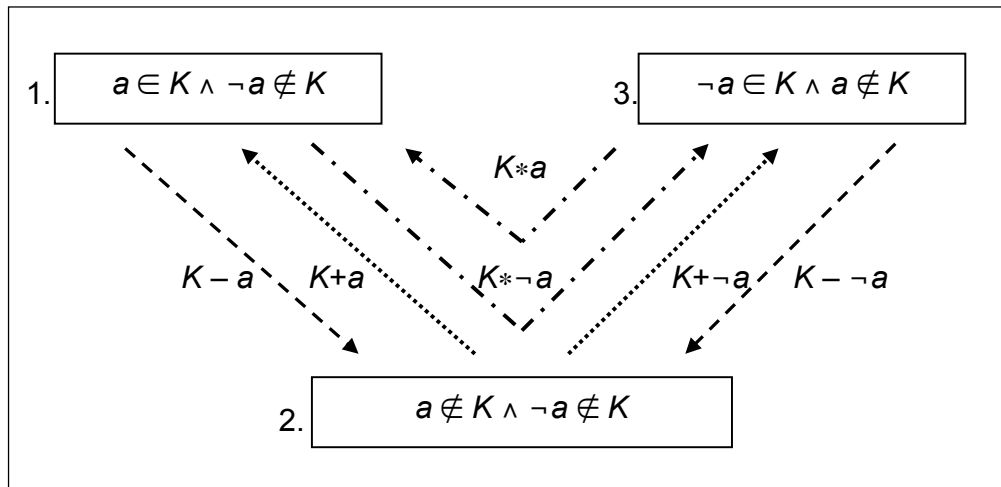


Fig. 4.11 Espansione, contrazione e revisione di stati epistemici

Nella figura 4.12 vengono rappresentate le due operazioni epistemiche attuate per ottenere, sulla base dell'identità di Levi, la revisione di K rispetto ad a . Più precisamente, la figura 4.12a) rappresenta la contrazione di K rispetto a $\neg a$; mentre la figura 4.12b) rappresenta l'espansione con a dell'insieme di credenze risultante dalla contrazione di K rispetto a $\neg a$. Ogni punto dei rettangoli rappresenta un enunciato di L , ogni punto dell'ellisse contrassegnata da K rappresenta un enunciato *inizialmente* accettato da X , ogni punto della parte destra dell'ellisse della figura 4.12a) rappresenta un enunciato di $K - \neg a$ e, infine, ogni punto dell'ellisse nella parte destra della figura 4.12b) rappresenta un

enunciato di $(K - \neg a) + a$, ove $(K - \neg a) + a$ è identico a $K * a$. Si noti, infatti, che la figura 4.12b) è identica alla figura 4.9 che rappresenta la revisione di K rispetto ad a .

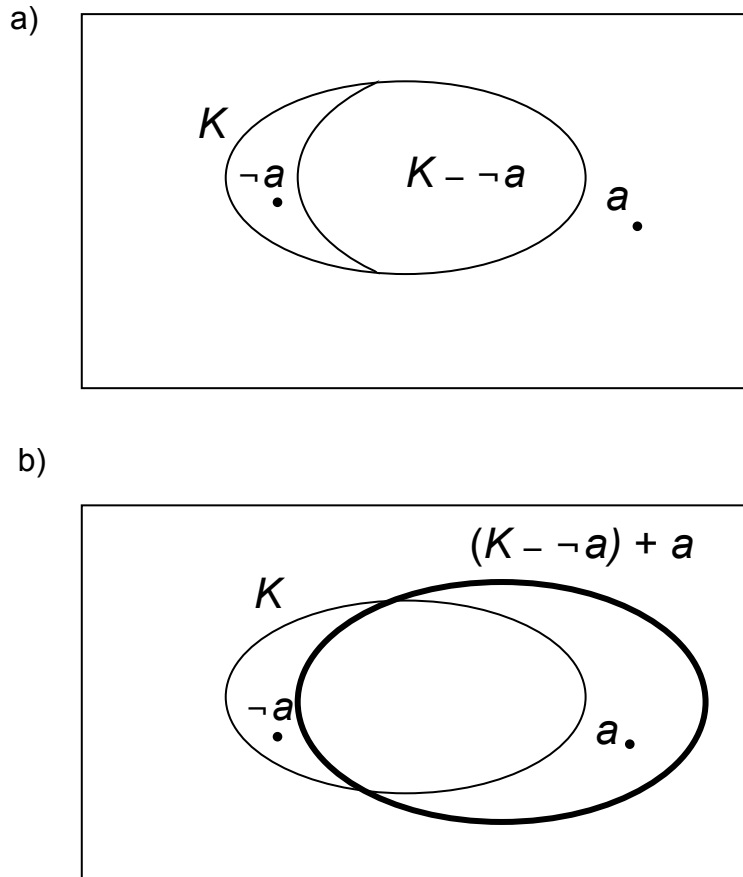


Fig. 4.12 Identità di Levi

Identità di Harper. Abbiamo appena visto che, in base all'identità di Levi, il primo passo di una revisione è costituito da una contrazione e il secondo da un'espansione. Mentre Levi ha mostrato come definire la

revisione nei termini di espansione e contrazione, Harper ha suggerito come definire la contrazione nei termini della sola revisione. L'equivalenza di Harper viene così formulata:

$$(H-) \quad K - a = K \cap (K * \neg a)$$

(H-) ci dice che $K - a$ è dato dall'insieme di tutti gli enunciati di K che continuano a essere accettati anche nella revisione di K rispetto a $\neg a$.

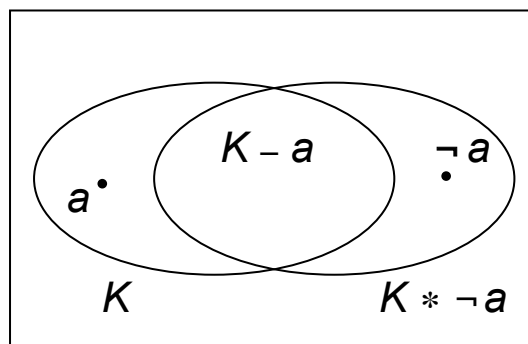


Fig. 4.13 Identità di Harper

Nella figura 4.13 ogni punto del rettangolo rappresenta un enunciato di L , ogni punto dell'ellisse a sinistra rappresenta un enunciato di K , ogni punto dell'ellisse a destra rappresenta un enunciato di $K * \neg a$ e, infine, ogni punto dell'intersezione delle due ellissi rappresenta un enunciato di $K - a$.

Teoremi per la revisione e per la contrazione. I seguenti teoremi (Gärdenfors pp. 69-70) mostrano che le identità di Levi e Harper

derivano dai postulati di Gärdenfors per espansione, contrazione e revisione:

- (4.23) Se la funzione di contrazione “ $-$ ” soddisfa (-1) - (-4) e (-6) e la funzione di espansione “ $+$ ” soddisfa $(+1)$ - $(+6)$, allora la funzione di revisione “ $*$ ” definita da $(L*)$ soddisfa $(*1)$ - $(*6)$. Inoltre, se la funzione di contrazione soddisfa (-7) e (-8) , allora la funzione di revisione definita da $(L*)$ soddisferà, rispettivamente, $(*7)$ e $(*8)$.
- (4.24) Se la funzione di revisione “ $*$ ” soddisfa i postulati di base $(*1)$ - $(*6)$, allora anche la funzione di contrazione definita da $(H -)$ soddisfa i postulati di base (-1) - (-6) . Inoltre, se la funzione di revisione soddisfa, rispettivamente, i postulati supplementari $(*7)$ e $(*8)$, allora la funzione di contrazione definita da $(H -)$ soddisfa (-7) e (-8) .

Interscambiabilità tra revisione e contrazione. I teoremi (4.23) e (4.24) ci dicono che, se l’operazione “ $-$ ” soddisfa i postulati di Gärdenfors per la contrazione allora l’operazione “ $*$ ” definita per mezzo dell’identità di Levi soddisfa i postulati per la revisione, e viceversa. Questi teoremi garantiscono che contrazione e revisione siano *interdefinibili* l’una nei termini dell’altra. È stato inoltre dimostrato un risultato più forte, cioè che contrazione e revisione sono anche *interscambiabili* nel senso seguente (ivi).

Supponiamo di avere introdotto un’operazione di contrazione “ $-$ ” che soddisfa i postulati (-1) - (-8) e di definire un’operazione di revisione “ $*$ ” per mezzo dell’identità di Levi. Sappiamo da (4.23) che quella così

ottenuta è una “buona” operazione di revisione nel senso che soddisfa i postulati (*1)-(*8). D'altra parte, sappiamo da (4.24) che possiamo utilizzare questa operazione “*” per definire una nuova operazione di contrazione, che chiameremo “~”, la quale soddisfa i postulati di Gärdenfors. Diremo allora che “-” e “*” sono interscambiabili se e solo se “-” e “~” sono la stessa operazione, cioè se e solo se definire “*” nei termini di “-” e poi “~” nei termini di “*” ci riporta all'operazione iniziale “-”.

Proviamo ora a sostituire nell'identità di Harper (H-) l'espressione $(K * \neg a)$ con la sua definizione nell'identità di Levi (L*).

Otteniamo, così, $K - a = K \cap (K - \neg \neg a) + (\neg a)$ che, poiché $\neg \neg a \leftrightarrow a$, equivale a:

$$(4.25) \quad K - a = K \cap (K - a) + \neg a.$$

(4.25) corrisponde a (4.13), che è un'equivalenza valida in quanto conseguenza dei postulati di base della contrazione.

Effettuiamo poi il procedimento inverso, cioè sostituiamo il termine $(K - \neg a)$ che troviamo in (L*) con la sua definizione in (H-). Otteniamo quindi $K * a = (K \cap (K * \neg \neg a)) + a$. Dato che $\neg \neg a \leftrightarrow a$, otterremo che:

$$(4.26) \quad K * a = (K \cap (K * a)) + a.$$

(4.26) è identico a (4.19), che è un'equivalenza valida in quanto conseguenza dei postulati di base della revisione.

4.4 Sviluppi della teoria AGM

Nel corso degli ultimi anni, la teoria AGM *standard* ha conosciuto un impetuoso sviluppo, soprattutto per quanto riguarda lo studio delle proprietà formali e delle reciproche relazioni di alcuni tipi di cambiamento diversi rispetto ai tre discussi sopra.

Sono state studiate, per esempio, le cosiddette operazioni di *cambiamento epistemico senza priorità*, in cui l'input non è invariabilmente incorporato nello stato epistemico dell'agente, che, invece, può decidere di rifiutarlo per mantenere le proprie vecchie credenze.

Il presupposto della teoria AGM per cui i cambiamenti sono attuati su insiemi di credenze infiniti, problematico in diversi contesti, è stato abbandonato nell'ambito della teoria delle *basi di credenze* (BdC), che opera su insiemi finiti di enunciati, chiamati, appunto, *basi*. Tale teoria è stata utilizzata in alcune recenti applicazioni della teoria AGM nell'ambito della filosofia della scienza. In particolare, nel cosiddetto approccio BF (*basic feature approach*) sono stati studiati i cambiamenti teorici su *teorie congiuntive*, per brevità *c-teorie*, in cui vengono considerati soltanto gli *aspetti basilari* del dominio d'indagine.

Infine, rappresentando sia la credenza dell'agente sia l'input epistemico come proposizioni (cioè insiemi di mondi possibili) invece che come enunciati, si ottiene una variante della teoria AGM che potremmo chiamare teoria dei *cambiamenti a sfere*.

Le varianti di AGM *standard* sono in continuo sviluppo; nel seguito, considereremo soltanto le quattro versioni di AGM a cui abbiamo appena accennato che verranno utilizzate nella *seconda parte*.

4.4.1 I cambiamenti epistemici senza priorità (CSP)

Abbiamo visto che uno dei presupposti di AGM è la priorità dell'input sulle vecchie credenze. Ciò significa che qualunque sia l'input, esso verrà incorporato nello stato epistemico dall'agente razionale X , che dovrà sacrificare alcune delle vecchie credenze incompatibili con l'input. Questo presupposto non è realistico, perché sia nella vita di tutti i giorni, sia nella scienza, normalmente gli agenti tentano di valutare l'affidabilità di una notizia, per decidere se accettarla o meno.³¹ La teoria del cambiamento senza priorità cerca di cogliere questo aspetto più realistico del cambiamento epistemico (Hansson, 1999b, pp. 234-238). Si tratta, infatti, di un procedimento nel quale, dopo aver ricevuto l'input, viene valutato il suo valore epistemico a confronto con quello delle vecchie credenze che contraddice.

Nei cambiamenti senza priorità sono possibili tre situazioni alternative.

1. L'agente X preferisce mantenere le vecchie credenze piuttosto che accettare l'input. In questo caso all'arrivo dell'input l'agente non agirà in nessun senso, mantenendo il proprio stato epistemico invariato.
2. L'agente X sceglie di accettare l'input attuando un'operazione di *AGM standard*.
3. L'agente X sceglie di mantenere l'input e le vecchie credenze sullo stesso piano, nel senso che non c'è nessuna relazione di priorità. È, per esempio, il caso di uno scienziato X che informa un suo collega Y rispetto a un dato che contraddice lo stato

³¹ Si pensi all'esempio 4.2 nel quale a Galileo viene detto che il suo cannocchiale non è affidabile. Sicuramente Galileo non sarà andato a controllare se la lente era sporca, ma avrà sicuramente ribadito con forza la sua tesi. Sono famosi, infatti, gli epiteti con i quali si rivolgeva nei confronti di coloro che lo contraddicevano. È noto, inoltre, che al suo tempo, le sue tesi venivano rifiutate dai più, non era, infatti, pensabile accettarle soltanto perché costituivano un'informazione nuova.

epistemico di Y. Se entrambi rispettano l'autorità dell'altro, ne discuteranno e tenteranno di giungere a una teoria che "amalgami" gli stati epistemici di entrambi gli scienziati "accomodandone" le credenze. Si tratta di un'ulteriore evoluzione di AGM chiamata *Belief Merging*, di cui non ci occuperemo in questo lavoro.

4.4.2 *La teoria AGM delle basi di credenze (BdC)*

In AGM gli stati epistemici sono rappresentati da insiemi infiniti, i quali contengono un'infinità di enunciati che intuitivamente non sono effettivi "oggetti di credenza" di un agente razionale. Per esempio, se X crede sia a sia b , il suo stato epistemico includerà anche $a \vee b$, $a \leftrightarrow b$ e diverse conseguenze di $a \wedge b$ che sono accettate da X *solo perché* derivano logicamente dalle credenze esplicitamente credute da X.³² Può quindi sembrare più naturale rappresentare gli stati epistemici come insiemi *finiti* di enunciati, i quali rappresentino le credenze esplicitamente accettate dall'agente. Tali insiemi vengono chiamati *basi di credenze* e sono costituiti da *credenze di base*, le quali non derivano da altre credenze, ma, in un certo senso, "stanno in piedi da sole". Le basi di credenze promettono di offrire una rappresentazione delle credenze e del loro cambiamento più vicina agli effettivi procedimenti della mente umana e dei programmi di computer.

Sarà utile considerare alcuni esempi di credenze di base proposti da Hansson (1999a, pp. 21-22):

³² A questo proposito si consiglia l'articolo di Rott (2000a) intitolato per l'appunto *Just Because*.

Gli esempi più chiari sono costituiti dalle credenze basate direttamente sulla memoria. Per esempio, credo di aver visto ieri un fagiano dalla finestra della mia cucina. Credo a ciò sulla base del fatto che ricordo quello che è avvenuto. [...] Tuttavia non tutte le credenze di base derivano direttamente dalla memoria. Vi sono altre credenze che, a fini pratici, devono essere trattate come credenze che stanno in piedi da sole. In particolare, le credenze, che inizialmente sono derivate, dovrebbero diventare credenze di base quando perdiamo traccia delle loro giustificazioni. Un [...] esempio è: 'Parigi è la capitale della Francia'. Vi è una lunga lista di ragioni per le quali credo che Parigi sia la capitale della Francia. Tuttavia, questa credenza sta in piedi da sola, come stanno in piedi da sole le credenze basate direttamente sulla memoria. [...]

'Le rane sono vertebrati' e 'Qualcuno è salito sulla cima del monte Everest' sono altri possibili esempi di credenze che stanno in piedi da sole, come quelle basate direttamente sulla memoria. Questi esempi mostrano che le generalizzazioni e le credenze esistenziali, proprio in quanto credenze particolari, dovrebbero essere trattate come credenze di base.

Da un punto di vista formale, possiamo definire la base di credenze come segue (*ibidem*, p. 18).

(BC) Sia K un insieme di credenze. Allora un insieme finito di enunciati B è un *base di credenza* per K sse $K = Cn(B)$.

La base di credenza viene rappresentata nella figura 4.14 dal cerchio contrassegnato con B . Diremo che (i) la credenza b è una *credenza di base* e che (ii) la credenza a , che appartiene all'insieme $K \setminus B$ è una *credenza derivata*.

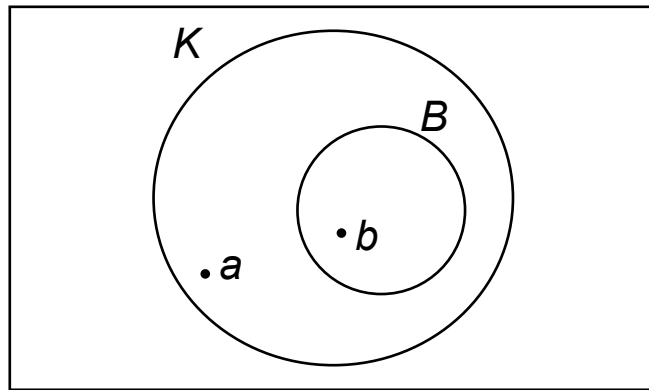


Fig. 4.14 Base di credenze

È interessante notare che per ogni base B , vi è un insieme di credenze $Cn(B)$ che rappresenta le credenze derivate da B . Tuttavia, a uno stesso insieme di credenze possono corrispondere basi diverse. Per esempio, le basi di credenze $\{a, b\}$ e $\{a, a \leftrightarrow b\}$ hanno la stessa chiusura logica; infatti $Cn(a, b) = Cn(a, a \leftrightarrow b)$. Possiamo dire, perciò, che le basi $\{a, b\}$ e $\{a, a \leftrightarrow b\}$ sono *staticamente equivalenti*. Pur rappresentando le stesse credenze tali basi non sono *dinamicamente equivalenti*; infatti daranno luogo a risultati diversi quando vengono sottoposte alla stessa operazione di cambiamento epistemico. Vedremo ora un esempio di revisione attuata su due basi di credenze staticamente, ma non dinamicamente, equivalenti (Hansson, 2011a):

Esempio 4.8. Abe ha le credenze di base a e b , mentre Bob ha le credenze di base a e $a \leftrightarrow b$. Quindi le loro credenze (a livello di insiemi di credenze) sono le stesse.

Abe e Bob ricevono e accettano entrambi l'informazione che a è falsa; di conseguenza entrambi rivedono il loro stato epistemico così da includere la nuova credenza $\neg a$. Ne segue che Abe avrà le credenze di base $\neg a$ e b , mentre Bob avrà le credenze di base $\neg a$ e $a \leftrightarrow b$. Ora i

loro insiemi di credenze non saranno più identici: Abe crederà b , mentre Bob crederà $\neg b$.

Occorre qui rilevare una differenza molto interessante tra insiemi di credenze e basi di credenze: mentre vi è un unico insieme incoerente di credenze costituito dalla totalità degli enunciati del linguaggio L , vi sono diverse basi di credenze incoerenti. Ciò significa che, se gli stati epistemici vengono rappresentati da basi di credenze, si possono specificare diversi stati epistemici incoerenti, come si vede nel seguente esempio:

Esempio 4.9. Le due basi $B_1 = \{a, \neg a, b, \neg c\}$ e $B_2 = \{a, b, \neg(b \vee \neg b), c\}$ rappresentano due diversi stati epistemici incoerenti. Invece gli insiemi di credenze $Cn(B_1)$ e $Cn(B_2)$ sono identici: $Cn(B_1) = Cn(B_2) = L$.

La teoria BdC studia espansione, contrazione e revisione di basi di credenze con risultati diversi dalla teoria AGM *standard*. Infatti, come abbiamo appena visto, due basi di credenze possono essere staticamente equivalenti, ma non dinamicamente equivalenti; basi di questo genere daranno luogo a insiemi di credenze diversi quando vengono sottoposte alla stessa operazione di cambiamento epistemico. In altre parole, il cambiamento di basi di credenze ha maggiore *potere espressivo* del cambiamento su insiemi: applicando a un insieme K una delle tre operazioni di cambiamento *standard* si otterrà un determinato risultato, diverso da quelli ottenuti applicando la stessa operazione a una delle basi B_i la cui chiusura logica genera K .

Per esempio, la revisione delle basi di credenze e la revisione degli insiemi di credenze danno risultati differenti, come mostra il seguente esempio tratto da Hansson (1989).

Esempio 4.10. In un giorno di festa nazionale Alberto passeggia in una via in cui ci sono due fast-food. Mentre cammina incontra Berenice che sta mangiando un hamburger. Alberto trae la conclusione che almeno uno dei due fast-food è aperto ($a \vee b$). Vede, poi, da lontano che il primo dei due fast-food ha le luci accese, crede quindi che il primo fast-food sia aperto (a). Questa situazione può essere rappresentata dalla base di credenza $\{a, a \vee b\}$.

Quando Alberto raggiunge il fast-food con le luci accese, trova un cartello sulla porta che dice che il ristorante rimane chiuso tutto il giorno: le luci sono accese perché i camerieri stanno facendo le pulizie. Alberto dovrà rivedere la sua base di credenza $\{a, a \vee b\}$ rispetto a $\neg a$. Il nuovo stato epistemico di Alberto includerà $(a \vee b)$; ciò significa che Alberto continuerà a credere che uno dei due ristoranti sia aperto.

Consideriamo ora la situazione in cui Alberto non vede né Berenice né altri mangiare un hamburger. Il suo unico indizio per la possibile apertura del primo fast-food è costituito dalle sue luci accese. Lo stato epistemico di Alberto è quindi rappresentato dalla base $\{a\}$. Quando accerterà che il primo fast-food è chiuso, Alberto dovrà rivedere la sua base di credenza $\{a\}$ rispetto a $\neg a$. Il nuovo stato epistemico di Alberto non includerà $(a \vee b)$; ciò significa che Alberto non avrà alcun motivo per credere che uno dei due ristoranti sia aperto.

Supponiamo ora che lo stato epistemico di Alberto venga rappresentato da un insieme di credenze. Allora la distinzione tra $\{a\}$ e $\{a, a \vee b\}$ non può essere effettuata, poiché tali basi di credenza hanno la stessa chiusura logica, cioè $Cn(a) = Cn(a, a \vee b)$.

Grazie al suo maggiore potere espressivo, la teoria BdC consente di definire nuove operazioni di cambiamento epistemico oltre alle tre operazioni *standard*, quali il consolidamento e la semirevisione. L'operazione di consolidamento, che denotiamo con “!”, viene attuata su basi di credenza incoerenti. Tale operazione ristabilisce la coerenza della base di credenze eliminando quegli elementi che la rendono incoerente. Possiamo quindi definire il consolidamento come la contrazione della base rispetto alla contraddizione:

$$(!) \quad B! = B - \perp.$$

La semi-revisione è un tipico caso di cambiamento senza priorità, nel quale X non dà alcuna *priorità* ad a rispetto alle sue vecchie credenze e quindi può rifiutare di incorporare a nel proprio stato epistemico. L'operazione di semi-revisione, che denotiamo con “?”, può essere definita in termini di espansione e consolidamento. La semi-revisione può essere considerata un'operazione in due tappe: (i) dapprima si attua un'*espansione* di B con a , (ii) poi, mediante il *consolidamento* di B , si ristabilisce la coerenza eliminando a oppure eliminando qualche vecchia credenza dell'insieme iniziale. La semi-revisione può, quindi, essere così formulata:

$$(?) \quad B ? a = (B + a)!$$

Cambiamenti di questo tipo catturano alcune intuizioni fondazionalistiche, infatti BdC contempla esplicitamente la possibilità di distinguere tra credenze di base e credenze derivate. Il cambiamento delle credenze derivate, infatti, può avvenire come risultato – e *solo* come risultato – di cambiamenti operati sulle basi di credenza.

4.4.3 Il cambiamento di teorie congiuntive (approccio BF)

In alcuni recenti lavori³³ Festa, Cevolani e altri studiosi hanno proposto di studiare il cambiamento di teorie congiuntive, cioè congiunzioni finite che contengono nell'ordine e senza ripetizione una serie di letterali di L_n . I letterali di L_n sono gli enunciati atomici di L_n che esprimono gli *aspetti basilari* del mondo o, meglio, del dominio di indagine D ; possono essere scritti nel seguente modo:

$$(4.27) \quad \pm b_1 \wedge \pm b_2 \wedge \dots \wedge \pm b_k$$

dove “ \pm ” può essere sostituito dal simbolo di negazione “ \neg ” o da nulla; nel primo caso b_i sarà il letterale positivo, nel secondo caso $\neg b_i$ sarà il letterale negativo. Un letterale è quindi un enunciato atomico b_i oppure la negazione $\neg b_i$ di un enunciato atomico. Per ogni enunciato atomico b_i c'è una coppia di letterali $(b_i, \neg b_i)$ i cui elementi sono reciprocamente duali. Quindi l'insieme $\{b_1, \neg b_1, \dots, b_n, \neg b_n\}$ di letterali di L_n contiene 2^n membri. L'idea fondamentale del *Basic Feature Approach*, che per semplicità chiameremo *approccio BF*, è che l'agente sia interessato ai soli *aspetti basilari del mondo*, espressi dai *letterali* di L_n . Per quanto basato su questo presupposto molto restrittivo, l'approccio BF ha prodotto risultati molto interessanti nel campo dei cambiamenti teorici verosimilitudinari di cui ci occuperemo nel capitolo 7.

Nell'approccio BF, lo stato epistemico di X è, quindi, costituito da una teoria congiuntiva che chiameremo, per brevità, *c-teoria*. Una *c-teoria* T - che può, anche, essere vista come una base di credenze composta esclusivamente da enunciati di base - avrà la seguente forma:

³³ Cevolani e Festa (2009), Cevolani (2009), Cevolani e Calandra (2010), Cevolani, Crupi e Festa (2010), Cevolani, Kuipers e Festa (2012).

$$(T) \quad T = \pm b_{1T} \wedge \pm b_{2T} \wedge \dots \wedge \pm b_{kT}$$

con $k \leq n$. Nel caso in cui $k = n$, allora T è un *costituente*, cioè una congiunzione finita che contiene nell'ordine e senza ripetizione *per ogni* enunciato atomico b_i un letterale $\pm b_i$ di L_n . Ciò significa che un costituente descrive *tutti* gli aspetti basilari del mondo.

Un letterale $\pm b_i$, congiunto di una c-teoria T , sarà chiamato *affermazione di base* o *b-affermazione di T* . L'insieme T^b di tutte le b-affermazioni di una c-teoria T si riferirà al contenuto di base di T . L'insieme formato dai duali delle b-affermazioni di T sarà denotato da T^d . Ovviamente si avrà che $|T^b| = |T^d|$. L'insieme degli enunciati atomici b_i di L_n tali che né b_i né $\neg b_i$ sono b-affermazioni di T sarà denotato con $T^?$. $T^?$ corrisponde all'insieme degli aspetti basilari di D riguardo ai quali T non ha niente da dire. A T^b apparterranno tutte le affermazioni accettate dall'agente razionale X , a T^d tutte le affermazioni rifiutate da X , mentre a $T^?$ sarà costituito dalle affermazioni sulle quali X sospende il giudizio.

Un aspetto interessante dell'approccio BF è che l'input epistemico è rappresentato non da un unico enunciato ma è anch'esso una c-teoria. Si tratta di un c-input che chiamiamo A e che ha la seguente forma.

$$(A) \quad A = \pm a_{1A} \wedge \pm a_{2A} \wedge \dots \wedge \pm a_{kA}$$

Il fatto che l'input sia una c-teoria permette di catturare il fenomeno per cui spesso si ricevono input multipli formati da liste o elenchi di dati.

Prima di entrare nel vivo delle operazioni di cambiamento teorico, occorre notare che è possibile distinguere tre parti del c-input A rispetto alla c-teoria T (Cevolani 2009, p. 168, Cevolani, Kuipers, Festa 2012):

1. A_{rT} : la parte *ridondante* di A rispetto a T , cioè la congiunzione degli elementi di A^b e T^b ; in termini insiemistici $A^b \cap T^b$.
2. A_{cT} : la parte *conflittuale* di A rispetto a T , cioè la congiunzione degli elementi di A^b e T^d ; in termini insiemistici $A^b \cap T^d$.
3. A_{xT} : la parte *extra* di A rispetto a T , cioè la congiunzione degli elementi di A^b e $T^?$; in termini insiemistici $A^b \cap T^?$.

In altre parole, la parte ridondante di A è composta da affermazioni che facevano già parte di T . La parte conflittuale contiene informazioni che contraddicono T . Infine, la parte extra è composta da nuove affermazioni che non sono in contraddizione con T .

Se X riceve un c-input A compatibile con T , attuerà un'*espansione* di T con A , cioè aggiungerà a T la parte extra di A . Formalmente:

$$(T + A) \quad T + A = T \wedge A_{xT}$$

Immaginiamo, per esempio, che lo stato epistemico iniziale di X sia rappresentato $T = \{p, \neg q\}$ e che debba attuare un'*espansione* con $A = \{r, s\}$. Il risultato dell'*espansione* sarà semplicemente $\{p, \neg q, r, s\}$.

X attuerà una *contrazione* di T con A quando eliminerà da T la parte ridondante di A rispetto a T . Cevolani (*ivi*) definisce tale operazione come segue:

$$(T - A) \quad T - A = T_{cA} \wedge T_{xA}; \text{ in termini insiemistici } T / A_{rT}$$

dove $T_{cA} + T_{xA}$ sono rispettivamente la parte conflittuale e la parte extra di T rispetto ad A e T / A_{rT} è l'insieme differenza tra T e la parte ridondante di A rispetto a T .

Se, per esempio, X deve contrarre $T = \{p, \neg q, r, s\}$ rispetto a $A = \{\neg q, r\}$. Il risultato sarà $\{p, s\}$, dato dalla congiunzione di $T_{cA} = \emptyset$ e $T_{xA} = \{p, s\}$ o equivalentemente dall'insieme differenza $T \setminus A_{rT}$.

Quando il c-input A è logicamente incompatibile con T , allora X dovrà attuare una *revisione*. Si applicherà l'identità di Levi, ciò significa che X dovrà dapprima eliminare da T la parte conflittuale T_{cA} di T rispetto ad A ; sostituirla con la parte conflittuale A_{cT} di A rispetto a T e, infine, aggiungere la parte extra A_{xA} di A rispetto a T . Più semplicemente, la revisione di T con A risulterà dalla congiunzione di A con la parte extra di T rispetto ad A ; formalmente (Cevolani 2009, p. 170):

$$(T * A) \quad T * A = A \wedge T_{xA}$$

In questo caso, se, per esempio, X deve rivedere $T = \{p, \neg q, r, s\}$ rispetto a $A = \{q, \neg r\}$, aggiungerà ad A la parte extra di T rispetto ad A , vale a dire $\{p, s\}$. Il risultato sarà $\{p, q, \neg r, s\}$.

4.4.4 *Il cambiamento con sfere di similarità (S)*

Adam Grove (1988) ha formulato una versione *proposizionale* di AGM, che si basa sulla semantica dei mondi possibili. Lo stato epistemico di X viene rappresentato da una *proposizione* di L , cioè da un *insieme di mondi possibili*. Intuitivamente, tale proposizione rappresenta i possibili stati di affari compatibili con le credenze di X ; in altre parole, X crede che il “mondo reale” sia un elemento dell'insieme dei mondi possibili che rappresentano il suo stato epistemico. La proposizione espressa da un enunciato è l'insieme di tutti e soli i mondi possibili nei quali l'enunciato è vero. Lo stato epistemico di X è rappresentato dal *più piccolo* insieme

di mondi possibili $[K]$ nel quale l'agente è certo di trovare il mondo attuale, cioè dal *più grande* insieme di mondi possibili che sia compatibile con le convinzioni dell'agente, il quale equivale alla proposizione espressa dal più forte enunciato accettato da X . Harper (1976) chiama $[K]$ il "contesto di accettazione" di un agente.

Gli atteggiamenti epistemici di X possono venire ridefiniti come segue:

- (i) X accetta $[a]$ sse $[K] \subseteq [a]$.
- (ii) X rifiuta $[a]$ sse $[K] \cap [a] = \emptyset$.
- (iii) X sospende il giudizio su $[a]$ sse $[K] \cap [a] \neq \emptyset$ e $[K] \not\subseteq [a]$.

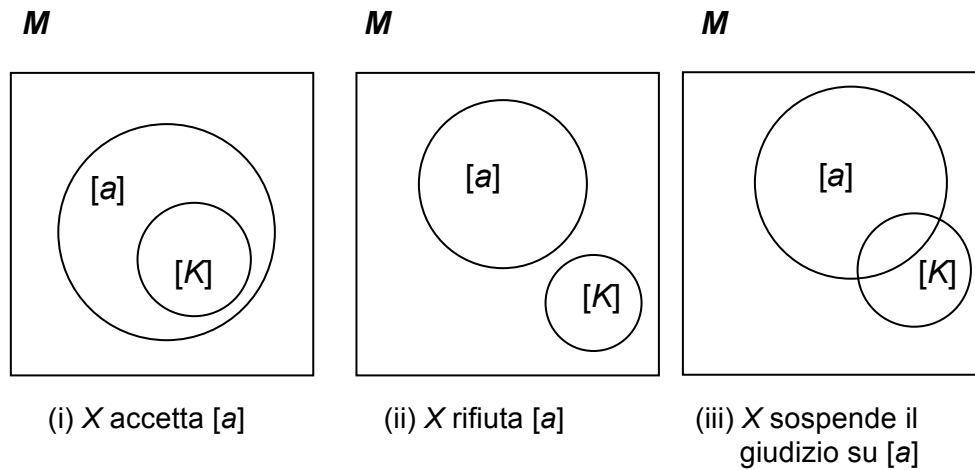


Fig. 4.15 Atteggiamenti epistemici nel modello a sfere

Nella figura 4.15 ogni punto della superficie del quadrato rappresenta un mondo possibile. Il cerchio contrassegnato con $[K]$ rappresenta quei mondi possibili in cui *tutti* gli enunciati appartenenti a K sono veri. Il

cerchio contrassegnato con $[a]$ rappresenta quei mondi possibili in cui l'enunciato a è vero.

Consideriamo ora le operazioni di espansione, contrazione e revisione proposizionali.

Dato un insieme di credenze K e un input a , l'*espansione proposizionale* può essere definita come segue:

$$(+_{\text{prop}}) \quad [K + a] = [K] \cap [a]$$

Nella figura 4.16 l'intersezione dei due cerchi rappresenta l'espansione proposizionale di K con a , la quale è l'insieme di tutti i mondi possibili in cui sia a sia gli enunciati di K sono veri insieme.

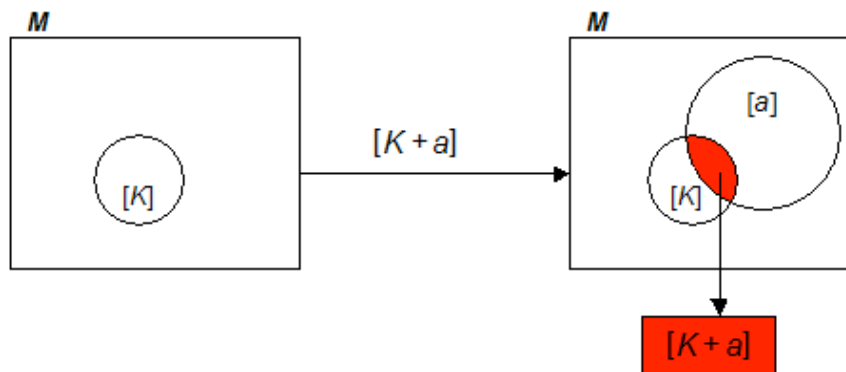


Fig. 4.16 L'espansione proposizionale $[K + a]$

Nel caso della contrazione X deve eliminare a da K e quindi passare dall'accettazione di a alla sospensione del giudizio su a . La contrazione di K rispetto ad a sarà un insieme di mondi possibili $[K - a]$ che conterrà tutti i mondi in $[K]$ assieme a tutti i mondi di $[\neg a]$ che erano

precedentemente esclusi da $[K]$. Si tratta, quindi, di un soprainsieme di $[K]$ che interseca $[\neg a]$. Ispirandosi a Lewis (1973), Grove immagina che $[K]$ sia circondato da un sistema concentrico S di *sfere di similarità*. Le sfere più vicine a $[K]$ contengono i mondi più simili a $[K]$ e, quindi, sono quelle che, nel caso di cambiamento epistemico, X dovrebbe preferire. Indichiamo con S_a la più piccola sfera di S che interseca $[a]$, mentre con $[s_K(a)]$ indichiamo l'insieme dei mondi possibili di $[a]$ più simili a $[K]$, che possiamo formalmente definire come segue.

$$[s_K(a)] \quad [s_K(a)] = [a] \cap S_a$$

Dato un insieme di credenze K e un input a , la *contrazione proposizionale* può essere definita come segue:

$$(-_{\text{prop}}) \quad [K - a] = [K] \cup [s_K(\neg a)]$$

Nel caso in cui a sia una tautologia, cioè se $[\neg a] = \emptyset$, allora sarà anche $[s_K(\neg a)] = \emptyset$ e $[K - a] = [K]$.

Nella figura 4.17 la parte colorata rappresenta la contrazione proposizionale di K rispetto ad a , costituita dall'unione di $[K]$ con $[s_K(\neg a)]$.

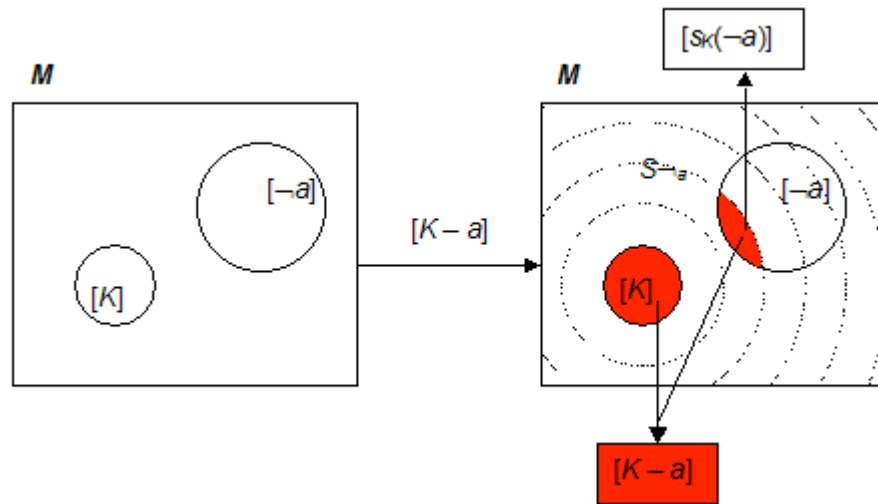


Fig. 4.17 La contrazione proposizionale $[K - a]$

Dato un insieme di credenze K e un input a , possiamo ora definire la *revisione proposizionale* come segue:

$$(*_{\text{prop}}) \quad [K * a] = [s_K(a)]$$

Nel caso della revisione di K rispetto ad a , X dovrà passare dal rifiuto all'accettazione di a . Quindi da una situazione di partenza in cui $[K]$ e $[a]$ saranno disgiunti, $[K * a]$ sarà un sottoinsieme di $[a]$.

Nella figura 4.18 possiamo vedere che la revisione di K rispetto ad a è costituita dall'insieme dei mondi possibili $[s_K(a)]$ rappresentato dalla parte colorata, cioè dall'intersezione tra $[a]$ e S_a .

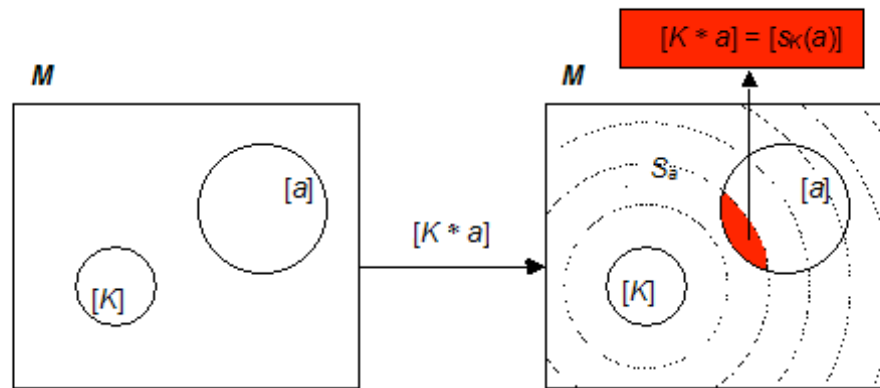


Fig 4.18 Revisione proposizionale $[K * a]$

Grove dimostra che espansione, contrazione e revisione proposizionali soddisfano i postulati di razionalità di Gärdenfors.

Le operazioni proposizionali su mondi possibili ci saranno utili nel capitolo 7, nel quale ci occuperemo della relazione tra i cambiamenti epistemici e la verosimilitudine.

Parte Terza

Implicazioni della teoria

AGM

per la filosofia della scienza e

l'epistemologia

Capitolo 5

Duhem, Quine, Lakatos e la teoria AGM

*Secondo alcuni autorevoli
testi di tecnica di
aeronautica, il calabrone
non può volare a causa
della forma e del peso del
proprio corpo in rapporto
alla superficie alare. Ma il
calabrone non lo sa e
perciò continua a volare.*

Igor Sikorsky

In questo capitolo considereremo alcuni temi e problemi tradizionali della filosofia della scienza alla luce della teoria AGM del cambiamento di credenze introdotta nel capitolo precedente.

Nel *primo* paragrafo, discuteremo le relazioni concettuali fra il cosiddetto *problema di Duhem* e il modo in cui la teoria AGM definisce l'operazione di contrazione di un insieme o base di credenze. Ci occuperemo, poi, della distinzione proposta da Quine tra *centro* e *periferia* di un sistema di credenze che può essere avvicinata alla nozione, definita nell'ambito della teoria AGM, di *radicamento epistemico* (*secondo* paragrafo). Discuteremo inoltre i concetti di *nucleo* e *cintura protettiva* dei programmi di ricerca scientifica di Lakatos notando che l'idea di fondo è molto vicina ad alcuni particolari tipi di cambiamento di credenze come la *revisione schermata* e la *contrazione scudo* (*terzo* paragrafo). Concluderemo con alcune considerazioni sulla relazione tra AGM e le diverse concezioni della giustificazione delle credenze considerate nel capitolo 2, vale a dire il fondazionalismo e il coerentismo.

Come abbiamo notato nel capitolo 4.2.1, in logica è usanza comune chiamare “teoria” un insieme di enunciati logicamente chiuso, cioè quello che la teoria AGM chiama “insieme di credenze”. Rispetto a questa terminologia, una base di credenze, che è un insieme finito e non logicamente chiuso di enunciati, non sarebbe quindi una “teoria”. Nel seguito, useremo invece questo termine per indicare in generale la rappresentazione dello stato epistemico di un agente razionale X , che supponiamo essere uno scienziato o comunità di scienziati. Occupandoci di problemi di filosofia della scienza, ci sembra, infatti, accettabile da ora in poi utilizzare il termine *teoria* - che indicheremo con “ T ” - sia per gli insiemi sia per le basi di credenze accettate da un agente di questo tipo.

5.1 Il problema di Duhem per la contrazione e la revisione

In questo paragrafo dapprima illustreremo brevemente il cosiddetto problema di Duhem per poi vedere come si possa suggerirne un'analisi formale grazie ad AGM.

5.1.1 Il problema di Duhem

La cosiddetta “tesi di Duhem” esprime la convinzione, largamente discussa e oggi accettata dalla quasi totalità dei filosofi della scienza, per cui una particolare ipotesi o legge scientifica non viene mai controllata empiricamente per così dire “in isolamento”, ma solo come elemento di un *corpus* teorico più complesso. Secondo Pierre Duhem (1861-1916), fisico e storico della scienza francese, “un esperimento di fisica non può mai condannare un'ipotesi isolata, ma soltanto un insieme teorico” (Duhem 1906, p. 207). Un'importante conseguenza di questa tesi è il cosiddetto “problema di Duhem” per

cui il fatto che i risultati sperimentali contrastano con le previsioni derivate dal sistema teorico, indica che *almeno una* delle ipotesi del sistema non è accettabile; non indica, però, *quale* sia tale ipotesi: “il fisico non può mai sottoporre al controllo dell’esperienza un’ipotesi isolata, ma soltanto tutto un insieme di ipotesi. Quando l’esperienza è in disaccordo con le sue previsioni, essa gli insegna che almeno una delle ipotesi costituenti l’insieme è inaccettabile e deve essere modificata, ma non gli indica quale dovrà essere cambiata” (*ibidem*, p. 211).

Nella storia della scienza, non è difficile rinvenire molti casi che illustrano e confermano la tesi di Duhem. Supponiamo, per esempio, di dover controllare la legge di gravitazione h_1 deducendone una previsione osservabile e riguardo la posizione che il pianeta Urano occuperà nell’istante t . Non è possibile prevedere e dalla sola legge di gravitazione h_1 , poiché e viene dedotta dall’intera teoria della meccanica newtoniana, che chiamiamo T , la quale, oltre a comprendere h_1 , comprende anche le tre leggi del moto che chiamiamo h_2 , h_3 , h_4 e ulteriori ipotesi ausiliarie. Indichiamo con la lettera A la congiunzione di tutte le ipotesi ausiliarie che descrivono, per esempio, le posizioni, velocità e masse di Urano e del Sole. Possiamo, quindi, affermare che è possibile dedurre e da T , cioè dalla congiunzione $(h_1 \wedge h_2 \wedge h_3 \wedge h_4 \wedge A)$.

La previsione e è deducibile dalla congiunzione $(h_1 \wedge h_2 \wedge h_3 \wedge h_4 \wedge A)$; se osservando la posizione di Urano nell’istante t , notiamo che la previsione e non si è realizzata, siamo autorizzati ad affermare $\neg e$. Possiamo quindi ragionare sulla base del *modus tollendo tollens*³⁴, come segue:

³⁴ Il *modus tollendo tollens* (che potremmo tradurre, più o meno, come “modalità che nega qualcosa col negarne un’altra”), o MTT, è un tipo di inferenza deduttiva, già individuato dagli stoici, che gioca un ruolo molto importante nell’analisi del metodo scientifico. La forma di MTT può essere rappresentata così:

$$(h_1 \wedge h_2 \wedge h_3 \wedge h_4 \wedge A) \rightarrow e$$

$$\neg e$$

$$\neg (h_1 \wedge h_2 \wedge h_3 \wedge h_4 \wedge A)$$

La conclusione di questo argomento mostra che la congiunzione $(h_1 \wedge h_2 \wedge h_3 \wedge h_4 \wedge A)$ è falsa o, equivalentemente, che è vera la disgiunzione $(\neg h_1 \vee \neg h_2 \vee \neg h_3 \vee \neg h_4 \vee \neg A)$; cioè, che almeno una delle ipotesi h_1, h_2, h_3, h_4 , o delle ipotesi ausiliarie è falsa. Si noti che questa è l'unica conclusione che siamo autorizzati a trarre: in particolare, non possiamo dire nulla riguardo alla verità o alla falsità di un'ipotesi particolare come h_1 , che era quella che ci eravamo proposti di controllare con le nostre osservazioni. In altre parole, la logica ci può dire solo che *qualche parte della teoria T deve essere eliminata*, ma non quale. Il problema di Duhem consiste appunto nel capire come selezionare le parti del sistema teorico da eliminare come conseguenza della confutazione sperimentale; capire, cioè quali sono le parti *responsabili* della falsificazione di T . Tale scelta dipende da considerazioni extra-logiche, che riguardano uno svariato numero di fattori (storici, sociali, ecc.). Duhem afferma, a questo proposito, che "la logica pura non è affatto il nostro unico criterio di valutazione. Infatti determinate opinioni pur non cadendo sotto i colpi del principio di contraddizione sono tuttavia perfettamente irragionevoli. Quei motivi che non discendono dalla logica e tuttavia indirizzano la nostra scelta, le "ragioni ignote alla ragione" che parlano all'*esprit de finesse* e non all'*esprit géométrique* costituiscono

Se F allora G .

$\neg G$.

$\neg F$.

La prima premessa di MTT è costituita da un condizionale con antecedente F e conseguente G ; il conseguente del condizionale viene negato nella seconda premessa ($\neg G$); infine, nella conclusione ($\neg F$) si nega l'antecedente. Ciò significa che, negando (*tollendo*) il conseguente nelle premesse, concluderemo negando (*tollens*) l'antecedente.

ciò che propriamente si definisce *buon senso*" (*ibidem*, p. 244). Ci sembra plausibile affermare che la nozione del buon senso sia il punto di partenza e non la soluzione del complesso problema di formulare un criterio soddisfacente per decidere quale parte di un sistema teorico dovrebbe essere scartata e su quale parte, invece, bisognerebbe riporre la propria fiducia.

5.1.2. Il problema di Duhem in AGM

Riprendiamo ancora l'esempio appena introdotto, cambiando leggermente prospettiva: invece di immaginare il nostro scienziato ideale alle prese con il controllo sperimentale dell'ipotesi h_1 , consideriamo uno scienziato o agente ideale che accetta la meccanica newtoniana e viene informato di una sua confutazione sperimentale relativa all'orbita di Urano. In altre parole, nella terminologia di AGM, supponiamo che l'insieme di credenze dell'agente sia la teoria T e che egli riceva l'input $\neg e$.

Dato che $\neg e$ contraddice logicamente T (poiché e è una conseguenza di T), ciò significa che l'agente deve attuare una revisione di T rispetto a $\neg e$. A sua volta, come sappiamo dall'identità di Levi (si veda cap. 4.2.4), ciò richiede di attuare innanzitutto una contrazione di T rispetto a e , cioè di eliminare gli enunciati in T che implicano e . Nel contesto di AGM, il problema di Duhem si ripropone quindi come il problema di *scegliere* quali credenze eliminare da uno stato epistemico e quali conservare.³⁵ Tale problema deriva dal fatto che esiste una *molteplicità* di possibili contrazioni della teoria T

³⁵ Finora abbiamo definito le tre operazioni di cambiamento epistemico mediante un approccio *assiomatico*, cioè enunciando i "postulati di razionalità" che dovrebbero essere soddisfatti dalle funzioni di espansione, contrazione e revisione. Ora ci occuperemo del cosiddetto approccio *costruttivo*, presentando alcuni metodi formali per costruire le tre operazioni. I principali risultati della teoria AGM consistono appunto in alcuni teoremi di rappresentazione che dimostrano che i due approcci assiomatico e costruttivo sono equivalenti (cfr. par. 5.4).

rispetto all'input e , e , di conseguenza, una molteplicità di possibili revisioni di T con $\neg e$. Se, per esempio, $T = (h_1 \wedge h_2 \wedge h_3 \wedge h_4 \wedge A \wedge e)$, allora $T - e$ potrebbe essere equivalente a $(h_1 \wedge h_2)$ oppure a $(h_1 \wedge h_2 \wedge h_3 \wedge h_4)$ o ancora a $(h_1 \wedge A)$ e così via.

Come nota Schurz (2011a, p. 218), la teoria AGM può essere considerata come una formalizzazione e una risposta al problema di Duhem. In particolare, la teoria delle cosiddette funzioni di selezione definisce appunto alcuni meccanismi di scelta tra le possibili contrazioni di T con un enunciato a . Una *funzione di selezione* σ è definita sul cosiddetto *insieme residuo* di T rispetto ad a .³⁶ L'insieme residuo è l'insieme dei *sottoinsiemi massimali di T che non implicano a* . Abbiamo visto che la contrazione di un insieme di credenze T rispetto a un enunciato a è costituito da un sottoinsieme coerente e logicamente chiuso di T che non contiene a (per soddisfare il concetto intuitivo di contrazione) e da cui nessun elemento di T è stato tolto inutilmente (per soddisfare il principio del cambiamento minimo). In altre parole, ogni *sottoinsieme massimale di T che non implica a* rappresenta un possibile modo di contrarre T rispetto ad a . Possiamo formalizzare tale nozione come segue:

- (SM) Per ogni teoria T e per ogni enunciato a ,
 M è un *sottoinsieme massimale di T che non implica a* sse
1. $M \subseteq T$;
 2. $a \notin Cn(M)$;
 3. se N è tale che $M \subset N \subseteq T$, allora $a \in Cn(N)$.

Le clausole 1. e 2. di (SM) richiedono che M sia un sottoinsieme logicamente chiuso di T che non implica a . La clausola 3. afferma

³⁶ Un altro meccanismo di scelta è rappresentato dalla relazione di radicamento epistemico che verrà discussa nel paragrafo 5.2.2.

invece che tutti i sottoinsiemi di T che includono M implicano a , e, in questo senso, che M è massimale.

L'insieme di tutti i sottoinsiemi massimali di T che *non* implicano a è chiamato *insieme-residuo di T* ed è denotato da " $T \perp a$ ". Possiamo dire che $T \perp a$ contiene tutte le possibili *contrazioni di T rispetto ad a* . Per ottenere una specifica contrazione è necessario effettuare una scelta tra gli elementi dell'insieme residuo di T , mediante la funzione di selezione σ , che possiamo così definire:

(σ) Dati una teoria T e un enunciato a , una *funzione di selezione per T e a* è una funzione σ tale che, per ogni enunciato a :

1. se $T \perp a \neq \emptyset$, allora $\sigma(T \perp a) \subseteq T \perp a$;
2. se $T \perp a = \emptyset$, allora $\sigma(T \perp a) = T$.

L'introduzione della funzione di selezione σ rappresenta la principale novità dell'articolo di Alchourrón *et al.* (1985, p. 512) che viene comunemente considerato l'atto fondativo di AGM. L'idea intuitiva è che σ sceglie gli elementi "più importanti" di $T \perp a$ determinando, caso per caso, il risultato specifico dell'operazione di contrazione. Diverse funzioni di selezione determineranno, quindi, diversi tipi di contrazione.

Le definizioni di insieme-residuo e di funzione di selezione offrono una rappresentazione rigorosa del problema di Duhem. La varietà delle possibili funzioni di selezione rappresenta i diversi insiemi di fattori che possono influenzare la scelta dello scienziato; la molteplicità degli insiemi-residuo raffigura l'insieme delle teorie compatibili con le osservazioni dello scienziato. La funzione di selezione σ è quel particolare insieme di fattori che influenzano uno scienziato - o una particolare comunità scientifica - X nello scegliere una specifica teoria rappresentata dall'insieme residuo selezionato.

Tale rappresentazione permette di analizzare con maggior precisione questo problema e di identificare diversi possibili modi di risolverlo. Infatti, si noti che σ seleziona un sottoinsieme di $T \perp a$ che può essere costituito da più di un elemento, ma anche da uno solo. Se $\sigma(T \perp a)$ seleziona *un solo* elemento di $T \perp a$, allora diciamo che verrà attuata una *contrazione per massima scelta*, se li seleziona *tutti* verrà attuata una *contrazione per accordo totale*. Se, invece, $\sigma(T \perp a)$ ne sceglierà alcuni, si tratterà di una *contrazione per accordo parziale*. Qui di seguito vediamo nei particolari questi tre tipi di contrazione.

5.1.3 Contrazione per massima scelta³⁷

L'operazione di *contrazione per massima scelta* può venire così definita:

(– MAX) L'operazione “–” è una operazione di
contrazione per massima scelta se e solo se
 $(T - a) = \sigma(T \perp a)$, ove $|\sigma(T \perp a)| = 1$.

Per illustrare tale contrazione, poniamo, per esempio, che un'evidenza contraddica la teoria T che include due leggi (h_1 e h_2) e un'ipotesi ausiliaria a . Lo scienziato X dovrà attuare la contrazione $T - (h_1 \wedge h_2 \wedge a)$ senza sapere esattamente quale parte eliminare. Se X desidera “amputare” il meno possibile la sua teoria T , eliminando *uno solo* degli enunciati h_1 , h_2 , a , allora attuerà una contrazione per massima scelta. La sua nuova teoria sarà rappresentata da un sottoinsieme massimale di $(T \perp h_1 \wedge h_2 \wedge a)$ scelto dalla funzione di

³⁷ Abbiamo tradotto con “contrazione per massima scelta” l'espressione inglese *Maxichoice Contraction*.

selezione σ . Lo scienziato dovrà scegliere una delle seguenti tre opzioni:

1. Eliminare h_1 . Ne segue che la teoria di X sarà rappresentata dal sottoinsieme massimale M_1 di T che non implica $h_1 \wedge h_2 \wedge a$, ove $M_1 = \{Cn(h_2, a)\} \in T \perp h_1 \wedge h_2 \wedge a$.
2. Eliminare h_2 . Ne segue che la teoria di X sarà rappresentata dal sottoinsieme massimale M_2 di T che non implica $h_1 \wedge h_2 \wedge a$, ove $M_2 = \{Cn(h_1, a)\} \in T \perp h_1 \wedge h_2 \wedge a$.
3. Eliminare a . Ne segue che la teoria di X sarà rappresentata dal sottoinsieme massimale M_3 di T che non implica $h_1 \wedge h_2 \wedge a$, ove $M_3 = \{Cn(h_1, h_2)\} \in T \perp h_1 \wedge h_2 \wedge a$.

Poniamo che X scelga l'opzione 3, di abbandonare l'ipotesi ausiliaria a , piuttosto di eliminare le due leggi fondamentali della teoria. Ciò significa che la funzione di selezione per massima scelta applicata da X selezionerà, tra gli insiemi M_1 , M_2 e M_3 , l'insieme M_3 . Possiamo quindi dire che:

$$(5.1) T - (h_1 \wedge h_2 \wedge a) = T - a = \sigma(T \perp h_1 \wedge h_2 \wedge a) = M_3.$$

Questo esempio di contrazione per massima scelta viene rappresentato nella figura 5.1 dove ogni punto del rettangolo rappresenta un enunciato di L , ogni punto del cerchio contrassegnato con T rappresenta un enunciato *inizialmente* accettato dallo scienziato X e, infine, ogni punto del cerchio colorato rappresenta un enunciato della contrazione di T rispetto ad $h_1 \wedge h_2 \wedge a$, ovvero un enunciato di M_3 .³⁸

³⁸ Si ricorda che gli insiemi M_1 , M_2 e M_3 sono insiemi di credenze logicamente chiusi che contengono un numero infinito di enunciati. In tutte le figure che seguiranno in questo capitolo, per ogni insieme, indicheremo solo gli

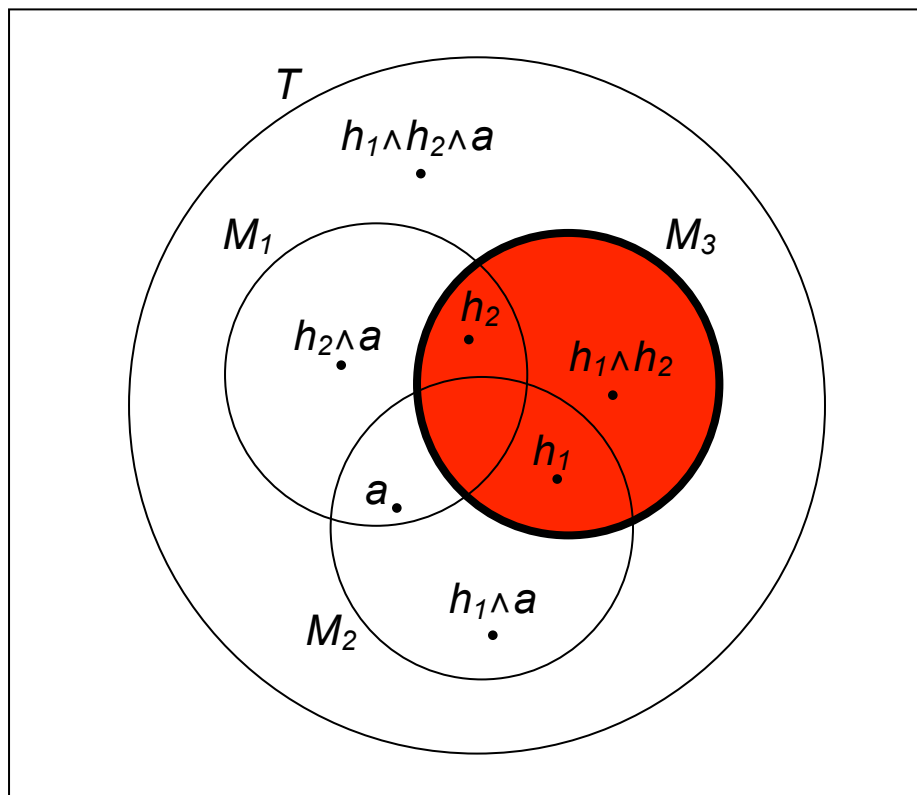


Fig. 5.1 Un esempio di contrazione per massima scelta

La contrazione per massima scelta è una “buona” contrazione nel senso che soddisfa i postulati di razionalità (–1)–(–6). Tuttavia, è anche caratterizzata da alcune proprietà che sono problematiche. La contrazione per massima scelta è caratterizzata, infatti, dalla seguente condizione di *pienezza* (Alchourrón *et al.* 1985, p. 524), che conduce a un insieme di credenze “molto ampio”:

$$(-P) \quad \text{Se } b \in T \text{ e } b \notin (T - a), \text{ allora } b \rightarrow a \in (T - a).$$

Inoltre, Makinson (1985, pp. 356-357) fa notare che la contrazione per massima scelta gode della seguente proprietà:

enunciati atomici e le loro congiunzioni che rappresentano le loro conseguenze più elementari.

- (5.2) Se $a \in T$ e $T - a$ viene definita mediante una contrazione per massima scelta, allora, per ogni enunciato b si ha che o $a \vee b \in T - a$, oppure $a \vee \neg b \in T - a$.

La proprietà (5.2) appare intuitivamente molto implausibile e porta a un insieme di credenze “troppo ampio”. Non si capisce, infatti, per quale motivo, quando contraiamo T rispetto ad a , dovremmo *estendere* a tal punto le nostre credenze da accettare $a \vee b$ oppure $a \vee \neg b$ per ogni enunciato b di L che non “ha niente a che fare” con a o con il resto di T . Si noti che anche la revisione per massima scelta $T * \neg a$ ottenuta, grazie all’equivalenza di Levi, attuando un’espansione con $\neg a$ dell’insieme risultante dalla contrazione per massima scelta di T rispetto ad a , è un insieme “troppo ampio”. La revisione per massima scelta $T * \neg a$, infatti, “crea” *insiemi completi* (o *massimali*), cioè insiemi tali che, per ogni enunciato b di L , o b appartiene a quell’insieme oppure vi appartiene $\neg b$. Si noti inoltre che, se la teoria di X è rappresentata da un insieme completo, X non può sospendere il giudizio riguardo a nessun enunciato di L . L’implausibilità intuitiva della contrazione per massima scelta ha indotto gli autori AGM a considerare un altro tipo di contrazione, vale a dire la contrazione per accordo totale che verrà ora brevemente illustrata.

5.1.4 Contrazione per accordo totale³⁹

Un modo alternativo di effettuare una contrazione di T rispetto ad a consiste nello scegliere un insieme di credenze che contenga solamente gli enunciati comuni a *tutti* i sottoinsiemi massimali di T che non implicano a . Questa funzione, denominata *funzione di*

³⁹Abbiamo tradotto con “contrazione per accordo totale” il termine inglese *Full Meet Contraction*.

contrazione per accordo totale, può essere definita nel seguente modo:

(– AT) L’operazione “–” è un’operazione di *contrazione per accordo totale* sse $(T - a) = \bigcap(T \perp a)$.

Possiamo illustrare la contrazione per accordo totale continuando l’esempio dello scienziato X . Nel caso in cui X non accetterà più né h_1 , né h_2 , né a né tutti gli enunciati che le implicano, $T - (h_1 \wedge h_2 \wedge a)$ sarà $\bigcap(T \perp h_1 \wedge h_2 \wedge a) = M_1 \cap M_2 \cap M_3$.⁴⁰

Questo esempio di contrazione per accordo totale viene rappresentato nella figura 5.2 in cui ogni punto del rettangolo rappresenta un enunciato di L , ogni punto del cerchio contrassegnato con T rappresenta un enunciato *inizialmente* accettato da X , infine, ogni punto della parte colorata rappresenta un enunciato di $T - (h_1 \wedge h_2 \wedge a)$, cioè un enunciato appartenente all’intersezione di M_1 , M_2 e M_3 .

La contrazione per accordo totale soddisfa i postulati della contrazione (–1)–(–6) e la *condizione di intersezione* (– I) così definita (Gärdenfors, p 79):

(– I) Per ogni a e b , $T - (a \wedge b) = (T - a) \cap (T - b)$.

⁴⁰ Nel paragrafo 5.1.3 abbiamo visto che M_1 , M_2 e M_3 sono sottoinsiemi massimali di T che non implicano $(h_1 \wedge h_2 \wedge a)$. In particolare, $M_1 = Cn(h_2, a)$, $M_2 = Cn(h_1, a)$ e $M_3 = Cn(h_1, h_2)$.

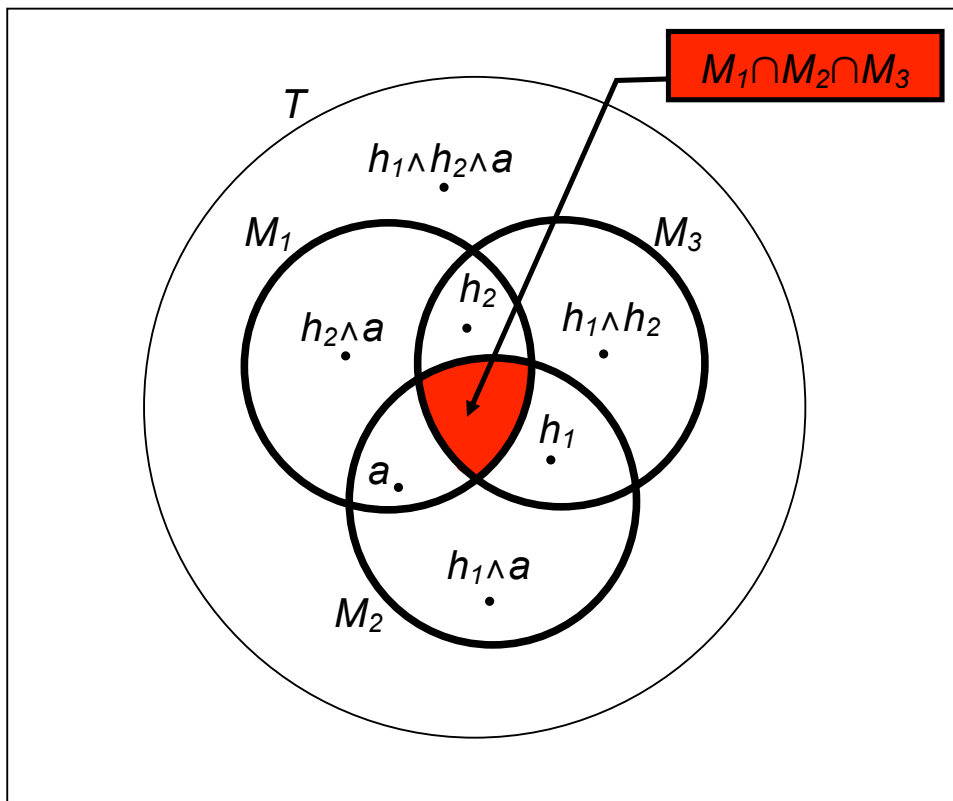


Fig. 5.2 Un esempio di contrazione per accordo totale

Sebbene queste considerazioni sembrano giustificare, almeno a prima vista, l'attuazione della contrazione per accordo totale, occorre osservare che il risultato di questo tipo di contrazione è costituito da un insieme di credenze "troppo piccolo". Infatti, si può dimostrare che (Gärdenfors, 1988, p. 79):

(5.3) Se $a \in T$ e $T - a$ è definito per mezzo di una contrazione per accordo totale, allora $b \in (T - a)$ sse $b \in T$ e $\neg a \vdash b$.

(5.3) ci dice che la contrazione per accordo totale ($T - a$) include *solamente* gli enunciati di T che sono anche conseguenze logiche di $\neg a$. Nella figura 5.2, quindi, ogni punto colorato rappresenterà una conseguenza di $\neg(h_1 \wedge h_2 \wedge a)$.

Qui di seguito vedremo che, fortunatamente, vi è una possibilità intermedia tra gli insiemi “troppo ampi” della contrazione per massima scelta e quelli “troppo piccoli” della contrazione per accordo totale.

5.1.5 Contrazione per accordo parziale⁴¹

L’operazione di contrazione per accordo parziale può essere definita come segue:

(– AP) L’operazione “–” è un’operazione di *contrazione per accordo parziale* sse $(T - a) = \bigcap \sigma(T \perp a)$.

Possiamo dire che la contrazione per accordo parziale è l’intersezione dei “migliori” sottoinsiemi massimali di T che non implicano a , cioè di tutti i sottoinsiemi selezionati dalla funzione σ .

Consideriamo l’applicazione della contrazione per accordo parziale al solito esempio. Supponiamo che X scelga di abbandonare la legge h_2 e l’ipotesi ausiliaria a . In termini formali, $\sigma(T \perp h_1 \wedge h_2 \wedge a) = \{M_2, M_3\}$.

Se X attua una contrazione per accordo parziale allora

$$(5.4) T - (h_1 \wedge h_2 \wedge a) = \bigcap \{M_2, M_3\} = Cn(h_1, a) \cap Cn(h_1, h_2) = Cn(h_1).$$

Ciò significa che lo scienziato X continuerà ad accettare h_1 .

Questo esempio di contrazione per accordo parziale viene rappresentato dalla figura 5.3, dove, come in precedenza, ogni punto del rettangolo rappresenta un enunciato di L , ogni punto del cerchio

⁴¹ Abbiamo tradotto con “contrazione per accordo totale” il termine inglese *Partial Meet Contraction*.

contrassegnato con T rappresenta un enunciato *inizialmente* accettato da X e, infine, ogni punto della figura colorata rappresenta un enunciato di $T - (h_1 \wedge h_2 \wedge a)$, cioè un enunciato che appartiene all'intersezione tra i due insiemi selezionati dalla funzione σ , ovvero M_2 e M_3 .

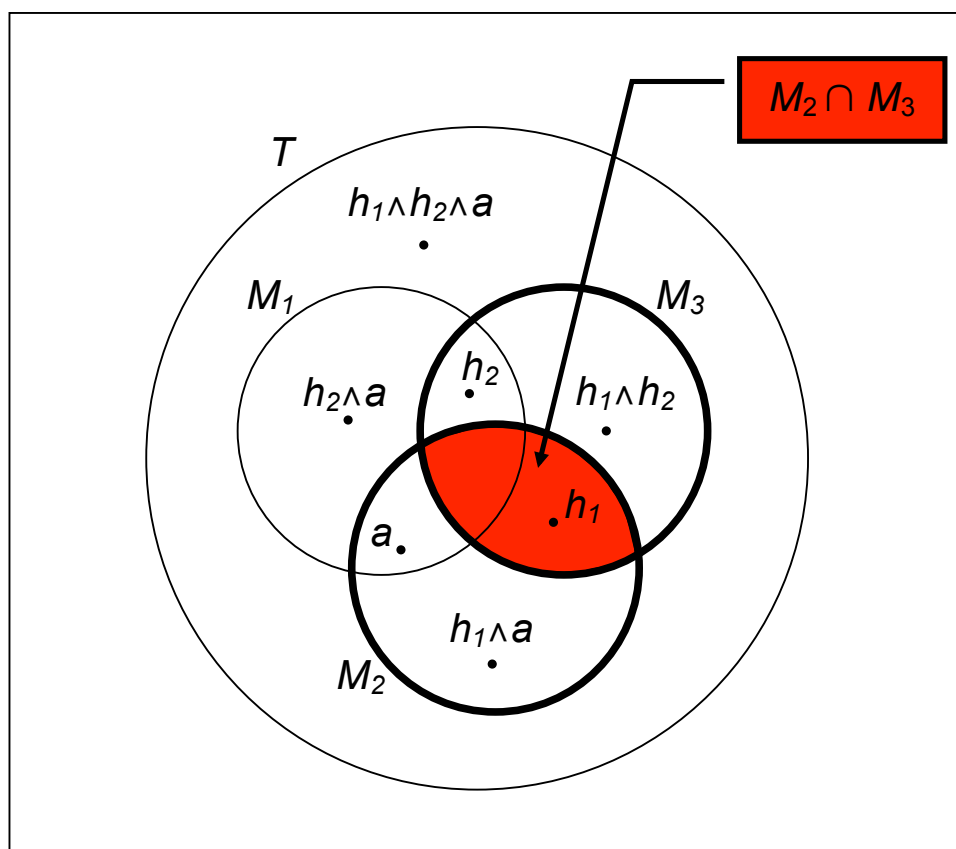


Figura 5.3. Un esempio di contrazione per accordo parziale

Un interessante *teorema di rappresentazione* ci mostra che la contrazione per accordo parziale può essere caratterizzata in questo modo (Gärdenfors, 1988, p. 80):

- (5.6) Per ogni insieme di credenze T , “-” è un’operazione di contrazione per accordo parziale sse “-” soddisfa i postulati della contrazione (-1)-(-6).

La contrazione per massima scelta e quella per accordo totale sono due casi particolari della contrazione per accordo parziale. Nel primo caso, l'insieme $T - a$ viene definito dai postulati (-1) - (-6) e dalla condizione $(-P)$ e $\sigma(T \perp a)$ equivale a un solo insieme (*ibidem*, p. 77). Nel secondo, invece, sono soddisfatti (-1) - (-6) e $(-I)$ e $\sigma(T \perp a)$ equivale all'intero insieme $T \perp a$ (*ibidem*, p. 79).

Un altro interessante caso particolare della contrazione per accordo parziale è costituito dalla *contrazione transitivamente relazionale per accordo parziale*. Questa forma di contrazione, di cui non ci occuperemo, soddisfa non solo i postulati di base per la contrazione, ma anche quelli supplementari. In questo caso la funzione di selezione si basa su una relazione che ordina tutti gli elementi di $T \perp a$ demarcando i *migliori* elementi di $T \perp a$ (Alchourrón *et al.*, 1985, p. 518).⁴²

Per una spiegazione più intuitiva delle diverse contrazioni proponiamo le seguenti figure, che rappresentano le contrazioni per massima scelta, per accordo totale e per accordo parziale nel modello a sfere. Nelle tre figure che seguono ogni punto della superficie del quadrato rappresenta un mondo possibile. Il cerchio contrassegnato con $[T]$ rappresenta quei mondi possibili in cui *tutti* gli enunciati appartenenti a T sono veri. Il cerchio contrassegnato con $[-a]$ rappresenta quei mondi possibili in cui l'enunciato a non è vero. La parte colorata indica il risultato dei diversi tipi di contrazione.

⁴² Finora abbiamo definito le diverse contrazioni sulla base della nozione di sottoinsiemi *massimali* di T che *non* implicano a . Sono possibili, però, altre strategie per scegliere quali credenze eliminare. Oltre alla relazione di radicamento epistemico, che vedremo tra poco, si può, per esempio, considerare l'insieme dei sottoinsiemi minimali di T che implicano a . Su tale insieme opera una funzione di incisione che seleziona gli elementi da rigettare. Operazioni di questo tipo sono la *safe contraction* o *contrazione sicura* (Alchourrón e Makinson, 1995) e la *kernel contraction* o *contrazione rispetto al nocciolo* (Hansson, 1994; Fuhrmann, 1991) sulle quali non ci soffermeremo in questa sede.

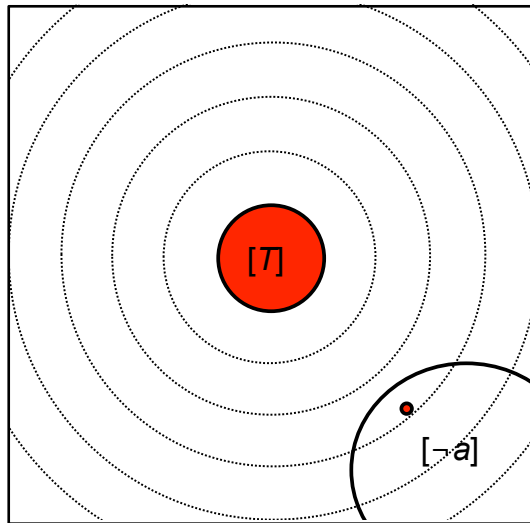


Fig. 5.4 Contrazione per massima scelta $T - a$ nel modello a sfere

Nella figura 5.4 la contrazione per massima scelta $T - a$ è indicata dalla parte colorata, cioè dall'unione di $[T]$ con il singolo mondo possibile appartenente a $[-a]$ rappresentato dal pallino rosso.

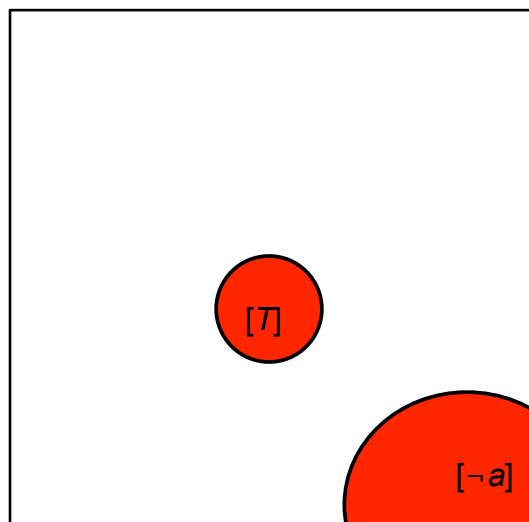


Fig. 5.5 Contrazione per accordo totale $T - a$ nel modello a sfere

Nella figura 5.5 la contrazione per accordo totale $T - a$ è rappresentata dall'unione di $[T]$ con $[\neg a]$.

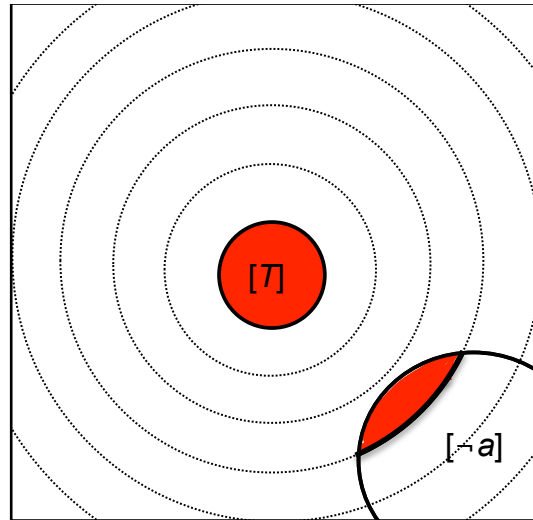


Fig. 5.6 Contrazione per accordo parziale $T - a$ nel modello a sfere

Nella figura 5.6 la contrazione per accordo parziale $T - a$ è rappresentata dall'unione di $[T]$ con la parte di $[\neg a]$ che interseca la sfera passante per $[\neg a]$ più vicina a $[T]$.

5.2 La ragnatela di Quine e il radicamento epistemico

Le funzioni di selezione definite su insiemi residui rappresentano lo strumento *standard*, nell'ambito di AGM, per definire costruttivamente le operazioni di cambiamento epistemico. Nel 1988 Gärdenfors e Makinson introducono un ulteriore strumento di questo tipo, cioè la relazione di radicamento epistemico definita sugli enunciati di L . La nozione di radicamento epistemico sembra cogliere alcune idee avanzate da Quine quando propone di rappresentare un sistema di credenze come una ragnatela in cui è possibile distinguere un *centro*, costituito dalle credenze “più importanti”, e una

periferia, che raffigura le credenze “meno importanti”.

5.2.1 La concezione olistica della conoscenza di Quine

La tesi di Duhem è stata accolta, sviluppata ed estesa da Quine. Secondo Quine, non solo una teoria fisica, ma qualsiasi sistema di credenze, compreso il sistema complessivo di tutte le nostre credenze o conoscenze sul mondo, ha un carattere olistico, nel senso che è costituito da una rete di credenze che si sottopongono al “tribunale dell'esperienza sensibile” non individualmente, ma solo come un insieme complesso. Tale posizione olistica viene comunemente chiamata *tesi Duhem-Quine*. Qui di seguito riproponiamo la spiegazione che ne fornisce Quine (1951, pp. 41-42, *corsivo nostro*).

Tutte le nostre cosiddette conoscenze o convinzioni, dalle più fortuite questioni di geografia e di storia alle leggi più profonde della fisica atomica o financo della matematica pura e della logica, tutto è un edificio fatto dall'uomo che tocca l'esperienza solo lungo i suoi margini. O, per mutare immagine, la scienza nella sua globalità è come un campo di forza i cui punti limite sono l'esperienza. Un disaccordo con l'esperienza alla *periferia* provoca un riordinamento all'interno del campo; si devono riassegnare certi valori di verità ad alcune nostre proposizioni. Una nuova valutazione di certe proposizioni implica una nuova valutazione di altre a causa delle loro reciproche connessioni logiche - mentre le leggi logiche sono soltanto, a loro volta, certe altre proposizioni del sistema, certi altri elementi del campo. Una volta data una nuova valutazione di una certa proposizione dobbiamo darne un'altra anche a certe altre, che possono essere proposizioni logicamente connesse con la prima o esse stesse proposizioni di connessioni logiche. Ma l'intero campo è determinato dai suoi punti limite, cioè l'esperienza, in modo così vago che rimane sempre una notevole libertà di scelta per decidere quali

siano le proposizioni di cui si debba dare una nuova valutazione alla luce di una certa particolare esperienza contraria. Una esperienza particolare non è mai vincolata a nessuna proposizione particolare all'interno del campo tranne che indirettamente, per delle esigenze di equilibrio che interessano il campo nella sua globalità.

Da un punto di vista *statico* il sistema di credenze concepito da Quine è un sistema coerente in cui ogni singola credenza contribuisce alla coerenza del tutto e in cui non vi sono credenze di base che giustificano credenze derivate. Come fa notare Stanford (2009), Quine distingue tra credenze che in qualche senso sono “più importanti” di altre - le *credenze centrali* - e credenze “meno importanti” - le *credenze periferiche*. Tale distinzione appare fondamentale se consideriamo il sistema di credenze da un punto di vista *dinamico*, cioè nel momento in cui dobbiamo attuare un cambiamento epistemico.

Per esempio, se ci troviamo di fronte a una discrepanza tra le previsioni che il sistema di credenze ci porta a formulare e le nostre nuove esperienze sensoriali, sarà necessario attuare dei cambiamenti all'interno del nostro sistema. In particolare, se dobbiamo scegliere di abbandonare una credenza centrale oppure una credenza periferica sceglieremo di abbandonare la credenza periferica e mantenere quella centrale. Le credenze centrali, infatti, sono più importanti rispetto a quelle periferiche nel senso che le prime sono più *resistenti al cambiamento* rispetto alle altre.

Stanford (*ivi*) fa notare, riprendendo un esempio di Quine, che a seconda dell’“importanza” delle diverse credenze è possibile cambiare l’intero sistema in diversi modi:

Se scopriamo che la nostra credenza sul fatto che ci siano case in mattoni a Elm Street è in contrasto con la nostra esperienza sensoriale immediata, potremmo rivedere le nostre credenze riguardo

alle case in Elm Street. Possiamo, però, rivedere le nostre credenze in merito alla forma dei mattoni oppure della nostra posizione attuale o innumerevoli altre credenze che costituiscono la rete di connessioni - al limite possiamo perfino decidere che le nostre esperienze attuali siano soltanto allucinazioni! [...] Una qualsiasi di queste [nuove] credenze [...] sarebbe ugualmente utile a spiegare la rete di credenze come qualcosa di perfettamente allineato alla nostra esperienza. E se la credenza che ci sono case in mattoni su Elm Street è abbastanza importante per noi, Quine insiste sul fatto che, sarebbe possibile, per noi, conservarla in qualsiasi caso apportando aggiustamenti sufficientemente radicali ovunque nella rete di credenza.

Quine utilizza spesso immagini evocative per rappresentare metaforicamente un sistema di credenze (o conoscenze): è un edificio che tocca l'esperienza lungo i margini, è una zattera, è un campo di forze, è il motore di un'automobile, è una rete, o meglio, una ragnatela. Tutte queste immagini fanno pensare a una forte coesione e interconnessione tra gli elementi del tutto. Ci sembra particolarmente utile soffermarci ora sulla metafora della ragnatela (cfr. capitolo 2) utilizzata da Quine e Ullian in *The Web of Beliefs*. Consideriamo la figura 5.7 dove ogni punto della ragnatela rappresenta una credenza; il punto *c* della ragnatela rappresenta una credenza centrale, mentre il punto *p* una credenza periferica, che si trova vicino ai rami che rappresentano il mondo esterno, il mondo delle esperienze sensoriali, dei fatti osservabili. Possiamo dire che le credenze più difficili da eliminare si trovano al centro della ragnatela, mentre quelle che sono meno resistenti al cambiamento si trovano alla periferia e sono più a contatto con il mondo esterno. Quindi se dobbiamo scegliere quale credenza eliminare tra *c* e *p*, sarà preferibile eliminare *c* piuttosto che *p*.

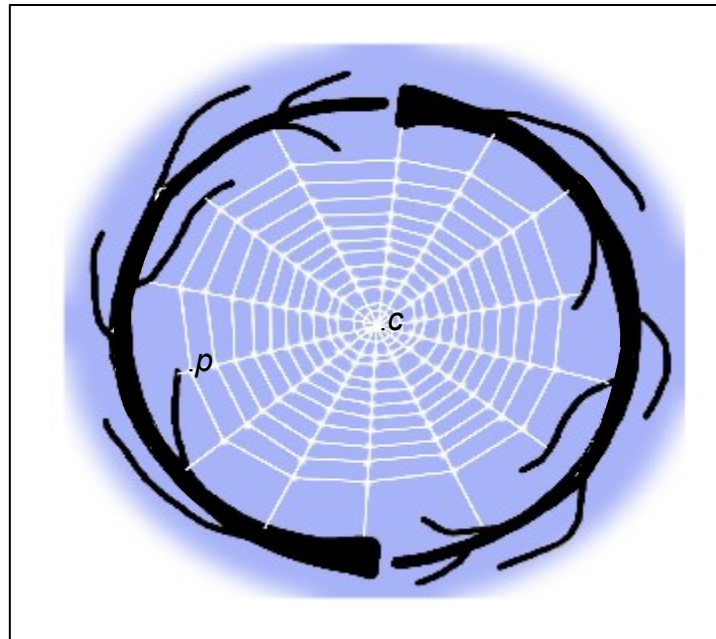


Fig. 5.7 La ragnatela di Quine

Secondo Quine il fatto che una credenza sia al *centro* o alla *periferia* della ragnatela, cioè più o meno in prossimità al mondo esterno, esprime la nostra maggiore o minore disponibilità a rivedere tale credenza in risposta a una esperienza che la contraddice. Come abbiamo già detto siamo più disposti a rivedere una credenza periferica più vicina all'esperienza sensoriale rispetto a una credenza centrale; tuttavia, in linea di principio, ogni credenza può essere rivista, comprese le credenze centrali, che Quine identifica, per esempio con le leggi logiche o matematiche. Questa convinzione di Quine è alla base della sua nota critica al concetto di "credenza analitica" nel senso di "immune alla revisione basata sull'esperienza" (*ivi*). In altre parole, la tradizionale distinzione tra credenze analitiche e credenze sintetiche va sostituita con un *continuum* di credenze, più o meno rivedibili, i cui estremi sono rappresentati dalle cosiddette credenze analitiche (centrali) e dalle cosiddette credenze sintetiche (periferiche).

Secondo la concezione coerentista di Quine le revisioni di un sistema di credenze devono sottostare al *principio di conservazione*

e devono cercare di massimizzare le virtù teoretiche di semplicità, familiarità, scopo e fecondità. Seguire il principio di conservazione significa attuare un cambiamento minimo al sistema. Sostiene, infatti, che “la nostra naturale tendenza [consiste nel] turbare il meno possibile il sistema nella sua interezza” (Quine, 1951). Ciò significa che bisogna attuare il minor numero possibile di cambiamenti. Si tratta sia di una questione di quantità, nel senso che va eliminato il minor numero possibile di credenze, sia di qualità, bisogna cioè cercare di mantenere le credenze *più importanti*. La teoria AGM coglie questa intuizione grazie al concetto di *radicamento epistemico* che verrà illustrato qui di seguito.

5.2.2. Il radicamento epistemico

La relazione di radicamento epistemico esprime la maggiore o minore *resistenza al cambiamento* delle diverse credenze dell'agente. Tale relazione - che ricorda molto quella tra le credenze centrali e periferiche di Quine - è stata introdotta in forma embrionale da Gärdenfors (1984, 1985b) con il nome di “importanza epistemica”; successivamente è stata sviluppata in un articolo del 1988 scritto assieme a Makinson con il nome di *radicamento epistemico*.

L'idea fondamentale è che gli enunciati con un *grado di radicamento epistemico più elevato* sono *più importanti* e quindi hanno una maggiore *resistenza al cambiamento*; tornando all'immagine di Quine, possiamo immaginarli al *centro* della ragnatela o, meglio, della teoria. Quando si effettua la contrazione, o la revisione, di una teoria *T*, gli enunciati che verranno eliminati da *T* saranno quelli con un *minor grado di radicamento epistemico*, cioè quelli *meno importanti* e quindi *più vulnerabili al cambiamento*, che nuovamente con Quine possiamo immaginare alla *periferia* della teoria. Tutto questo presuppone che all'interno delle teorie ci sia una

gerarchia d'importanza o di centralità della diverse credenze. Soddisfare il *principio di cambiamento minimo* che, come abbiamo visto nel capitolo 4.1.2, è il secondo postulato di razionalità di AGM – ispirato al concetto di conservazione proposto da Quine – non significa semplicemente rimuovere il minor numero possibile di enunciati. Oltre a un'interpretazione *quantitativa*, vi è un'interpretazione *qualitativa* del principio di cambiamento minimo. Gärdenfors, il quale a tale proposito parla talvolta di *criterio di economia informativa*, afferma che si può essere economici sia rispetto alla *quantità* delle credenze, eliminando, appunto, il minor numero possibile di credenze, sia rispetto alla loro *qualità*, abbandonando le credenze meno radicate. Spesso quando siamo costretti a rimuovere alcune credenze, scegliamo in base alla loro importanza piuttosto che in base al loro numero.

Si noti che il radicamento epistemico è un ordinamento *comparativo*, non quantitativo, delle credenze, nel senso che a ogni credenza non viene associato uno specifico valore numerico. Non si tratta di un ordinamento basato, per esempio, su valori di probabilità. Dal punto di vista dell'agente che accetta la teoria *T*, tutte le credenze in *T* sono *pienamente accettate* e, quindi, la loro probabilità equivale sempre a 1 (Levi 1980, cap. 3; 1983, p. 165). La relazione di radicamento epistemico non rappresenta quindi una gradazione dell'intensità di credenza, ma piuttosto la relativa importanza di diverse credenze ugualmente accettate.

In questo senso, Gärdenfors propone un'interpretazione *paradigmatica* del radicamento epistemico, secondo la quale alcune parti di un sistema teorico scientifico raramente vengono messe in dubbio: tali parti saranno allora dotate di un elevato grado di radicamento epistemico. Tale idea, oltre a ispirarsi a Quine, prende esplicitamente le mosse da Kuhn (1962), il quale ritiene che, nell'ambito di un *paradigma scientifico*, gli enunciati, le ipotesi e le teorie accettate da una comunità scientifica non hanno la stessa

rilevanza ma sono più o meno centrali rispetto al paradigma stesso. È possibile immaginare che questa maggiore o minore “centralità” esprima per Kuhn una rudimentale nozione di radicamento epistemico. Allora, ogni paradigma kuhniano sarebbe caratterizzato da uno specifico ordinamento di radicamento epistemico. Un cambiamento di paradigma conduce a un cambiamento radicale nell’ordinamento del radicamento epistemico, e, viceversa, un cambiamento radicale di tale ordinamento è un chiaro indizio di ciò che Kuhn chiama “rivoluzione scientifica” (Gärdenfors, 1988 p. 92-94).

Rimane, ora il problema di capire che cosa significa che una credenza è più o meno importante e quindi più o meno radicata di un'altra. Secondo un'interpretazione ispirata a Levi (1977,1983) e Harper (1977), gli enunciati *più importanti* sono i *più utili* nelle indagini scientifiche, nei processi di decisione, nel pianificare azioni future perché dotati di un *più elevato potere informativo ed esplicativo*. Gärdenfors (*ibidem*, p. 87-88) afferma che “gli enunciati legisimili in generale hanno maggior radicamento epistemico rispetto alle generalizzazioni accidentali. [...] Ciò non avviene perché gli enunciati legisimili sono meglio supportati dall'evidenza disponibile (di norma non lo sono), ma perché eliminare enunciati legisimili significa per la teoria perdere maggior potere esplicativo rispetto a quanto ne perderebbe eliminando generalizzazioni accidentali”. Secondo Levi (1977) il valore informativo di un enunciato dipende dal *contesto* in cui tale enunciato viene usato. Se cambia il contesto, cambia anche l'ordinamento del radicamento epistemico. Secondo l'interpretazione ispirata da Kuhn l'importanza si basa sulla “centralità” all'interno di un paradigma. Seguendo l'idea di Quine potremmo dire che l'importanza di una credenza dipenda dalla maggiore o minore vicinanza all'esperienza. Tutte queste interpretazioni sono lontane dall'essere esaustive. Gärdenfors (*ibidem*, p.93) sostiene, infatti, che per stabilire quali siano le

credenze più radicate si debbano considerare svariati *fattori pragmatici*. Quine (1970, p. 97) ne elenca alcuni: la forza logica, la semplicità, la genericità, la rifiutabilità, la conservatività e la precisione. È fuori di dubbio, però, che definire in via generale i fattori pragmatici che stanno alla base del radicamento epistemico sia un'impresa piuttosto ardua.

Nel prossimo paragrafo, dove considereremo le proprietà formali del radicamento epistemico, potremo notare che alcune di queste sono alquanto problematiche poiché sembrano contraddire alcune idee intuitive - appena considerate - espresse in modo informale da Gärdenfors (*ibidem*, pp.89-91) e da altri.

5.2.3 Proprietà formali del radicamento epistemico

In termini formali, il radicamento epistemico è una *relazione binaria* tra enunciati di L . Diremo che $a \leq_{RE} b$ quando b è radicato epistemicamente *almeno quanto* a ; che $a <_{RE} b$ quando b è epistemicamente *più* radicato di a e, infine, che $a \equiv_{RE} b$ quando a e b sono *ugualmente* radicati. Possiamo definire “ $<_{RE}$ ” e “ \equiv_{RE} ” in termini di \leq_{RE} come segue:

$$(<_{RE}) \quad a <_{RE} b \text{ sse } (a \leq_{RE} b) \wedge \neg(b \leq_{RE} a)$$

$$(\equiv_{RE}) \quad a \equiv_{RE} b \text{ sse } (a \leq_{RE} b) \wedge (b \leq_{RE} a)$$

Gärdenfors e Makinson (1988) dimostrano che la nozione di radicamento epistemico è strettamente correlata a quelle di contrazione e revisione. Più precisamente, la relazione di radicamento epistemico può essere definita per mezzo della funzione di contrazione e viceversa:

(\leq_{RE}) Data una funzione di contrazione “-” possiamo definire la relazione di radicamento epistemico \leq_{RE} su una teoria T come segue:
 $a \leq_{RE} b$ sse $a \notin T - (a \wedge b)$ oppure $\vdash a \wedge b$.

(\leq_{RE}) ci dice che a è radicato epistemicamente al massimo quanto b , quando a non è un elemento di $T - (a \wedge b)$, a meno che $a \wedge b$ non sia una tautologia, per cui a e b avranno entrambi radicamento massimo.

Viceversa:

(-RE) Data una relazione di radicamento epistemico \leq_{RE} , per ogni a e b appartenenti a un data teoria T , definiamo la funzione di contrazione “-” come segue:
 $b \in (T - a)$ se e solo se
 1. $b \in T$
 2. $a <_{RE} a \vee b$ oppure $\vdash a$.

(-RE) afferma che la contrazione di una teoria T rispetto a un enunciato a contiene gli elementi di T la cui disgiunzione con a è più radicata di a – a meno che a non sia una tautologia e quindi massimamente radicata. Occorre riconoscere che (-RE) non ha un chiaro contenuto intuitivo. Infatti presuppone la validità di (\leq_{RE}) e di alcuni postulati per la contrazione.⁴³

Gärdenfors (1988, pp. 89-91) propone cinque postulati che descrivono le proprietà fondamentali di \leq_{RE} :

- (RE.1) *Transitività* Se $a \leq_{RE} b$ e $b \leq_{RE} c$, allora $a \leq_{RE} c$.
 (RE.2) *Dominanza* Se $a \vdash b$, allora $a \leq_{RE} b$.

⁴³ A tale riguardo rimandiamo il lettore a Gärdenfors e Makinson (1988, pp. 89-90).

- (RE.3) *Congiuntività* $\forall a \text{ e } \forall b, a \leq_{RE} (a \vee b) \text{ oppure } b \leq_{RE} (a \vee b)$
- (RE.4) *Minimalità* Quando $T \neq Cn(\perp)$, $a \notin T$ sse $a \leq_{RE} b \forall b$.
- (RE.5) *Massimalità* Se $b \leq_{RE} a \forall b$, allora $\vdash a$.

Qui di seguito descriviamo brevemente i cinque postulati del radicamento epistemico. Lasciamo il postulato di dominanza (RE.2) all'ultimo posto poiché è quello più problematico e più ricco di implicazioni filosofiche.

Il postulato di transitività (RE.1) è il requisito minimo che ogni relazione ordinale deve soddisfare.

Il postulato di congiuntività (RE.3) richiede che almeno uno tra gli enunciati a e b sia meno radicato di $a \wedge b$. Questo postulato è ispirato dal principio di cambiamento minimo; infatti (RE.3) consente di eliminare solo uno dei due enunciati per eliminarne la congiunzione.

Nei postulati di minimalità e di massimalità (RE.4) e (RE.5) vengono considerati due casi limite.

In particolare, (RE.4) richiede che gli enunciati esterni a T , cioè quelli che non gli appartengono, abbiano radicamento epistemico minimo.

Un altro caso limite viene considerato dal postulato (RE.5) il quale afferma che gli enunciati con il massimo radicamento epistemico sono le tautologie, poiché non possono mai essere eliminate. Questo postulato rende problematica l'identificazione della relazione di radicamento epistemico con l'idea intuitiva di "più o meno centrale o periferico" nella concezione di Quine. Infatti, come abbiamo visto, per Quine nessuna credenza, neanche una legge logica, come per esempio la legge del terzo escluso, è immune dalla revisione. In altre parole, appare problematico identificare il "nucleo" delle credenze irriducibili di una teoria T con il centro della ragnatela quineana.

Il postulato di dominanza (RE.2) esplicita la relazione tra radicamento epistemico e quella di conseguenza logica, specificando

che ogni enunciato è meno radicato di ognuna delle proprie conseguenze logiche. Gärdenfors giustifica questo postulato sulla base del principio del cambiamento minimo. Infatti, nel caso in cui a implica logicamente b , se dobbiamo eliminare da T a oppure b , per il criterio di cambiamento minimo sarà meglio togliere a . Infatti, b non può essere eliminato da un insieme di credenze – che, come sappiamo, è logicamente chiuso – senza che sia eliminato anche a , da cui deriva. In questo modo saremmo costretti a eliminare entrambi gli enunciati a e b , pur avendo la possibilità di eliminare il solo a . (RE.2) richiede, quindi, in accordo col principio di cambiamento minimo (CM), che gli enunciati logicamente *più forti* siano meno radicati rispetto a quelli *più deboli*.

Questo postulato sembra contraddire l'affermazione di Gärdenfors (*ibidem*, p. 87) “gli enunciati legisimili in generale hanno maggior radicamento epistemico rispetto alle generalizzazioni accidentali”.

In effetti, Klee (2000, p. 314-316) sostiene che la teoria AGM del radicamento epistemico è sostanzialmente inadeguata per analizzare la statica e la dinamica delle teorie scientifiche. In particolare, nota Klee, (RE.2) implica che una legge di natura non sia più radicata di qualsiasi suo caso particolare. Questa prospettiva sembra sottintendere però una visione delle leggi scientifiche molto problematica, e rifiutata da molti filosofi della scienza, per cui una legge non è altro che una sorta di “somma” o “sintesi” della classe dei loro casi particolari. Klee sostiene con forza che non tutte le leggi sono mere “generalizzazione induttive”. Per esempio, gli assiomi della geometria euclidea non sono generalizzazioni induttive di questo tipo, ma leggi fondamentali che, da un punto di vista intuitivo, dovrebbero essere molto più radicate dei loro singoli casi.

Alcuni studiosi hanno tentato di dare alcune risposte al problema sollevato da Klee. Rott (2003, p. 259), per esempio, afferma che il radicamento epistemico riflette la *revocabilità* di un enunciato a confronto con un altro enunciato e non la sua importanza.

“Revocabilità” e “importanza” stanno su piani distinti e non possono essere confusi (nonostante la confusione su questo punto generata anche dall'uso di “importanza epistemica”, da parte di Gärdenfors, come primo nome per il radicamento). Ciò significa che, anche se si ammette che una legge non sia più radicata di ogni suo caso particolare, non per questo occorre accettare che una legge non sia teoricamente importante. In altre parole, si può ammettere che le leggi sono meno radicate dei propri casi particolari senza per questo ammettere che, in caso di confutazione, le leggi sarebbero i primi enunciati a venire abbandonati ed espunti dal corpus scientifico. A questo proposito, sia Cevolani (2006) sia Zenker (2007) hanno mostrato come sia possibile conciliare il postulato R2 del radicamento epistemico e la non facile revocabilità che, intuitivamente, contraddistingue le leggi scientifiche.

Zenker (2007, p. 16) sostiene che per salvare una legge in caso di confutazione è sufficiente che la legge sia più radicata dei dati osservativi, non che la legge sia più radicata di ciascuno dei suoi casi. Cevolani (2006, p. 86) nota che è sufficiente pensare che le leggi siano più radicate delle ipotesi ausiliarie e degli enunciati che descrivono le condizioni iniziali. Dato che, come abbiamo visto, le previsioni scientifiche vengono tratte solo dall'insieme delle leggi e delle ipotesi ausiliarie, in caso di confutazione rimane possibile “salvare” una legge eliminando una delle ipotesi ausiliarie, cioè supponendo che queste siano meno radicate di quelle.

La critica di Klee pone qualche dubbio sull'applicabilità di AGM al cambiamento scientifico e sembrerebbe avvalorare la tesi di Lindström (2012) secondo la quale le teorie scientifiche non possono essere rappresentate dagli insiemi di credenze di AGM. Le teorie hanno una struttura complessa, sono formate da leggi osservative, leggi teoriche, principi ponte, e così via. Gli insiemi di credenze, al contrario hanno una struttura elementare, poiché le credenze stanno tutte sullo stesso livello e differiscono soltanto perché hanno un

diverso radicamento epistemico. Lindström, quindi, sostiene con forza che le teorie scientifiche non sono insiemi di credenze, bensì strumenti per *formare* credenze.

Vediamo ora due importanti *teoremi di rappresentazione* che mostrano come la relazione di radicamento epistemico generi operazioni di cambiamento equivalenti a quelle definite sulla base dei postulati di Gärdenfors.

- (5.7) Se una funzione di contrazione “–” soddisfa (–1)-(8), allora la relazione \leq_{RE} definita sulla base di (\leq_{RE}) soddisfa (RE1)-(RE5).
- (5.8) Se una relazione “ \leq_{RE} ” soddisfa (RE1)-(RE5), allora la funzione di contrazione “–” definita sulla base di $(-RE)$ soddisfa i postulati (–1)-(–8).

I teoremi (5.7) e (5.8) garantiscono l'interscambiabilità delle definizioni della funzione di contrazione e della relazione di radicamento epistemico. Infatti il teorema (5.7) assume come data una funzione di contrazione “–” e mostra che, sulla sua base, si può definire la relazione \leq_{RE} tra gli enunciati appartenenti all'insieme di credenza considerato.

Il teorema (5.8) prova che, se assumiamo come data la funzione di radicamento epistemico, possiamo costruire una funzione di contrazione. Il problema di elaborare appropriate funzioni di contrazione e revisione su T rispetto ad *a si riduce*, quindi, al problema di fornire un'adeguata relazione di radicamento epistemico tra enunciati di T .⁴⁴

⁴⁴ Il teorema (5.8) è il risultato principale dell'articolo del 1988 di Gärdenfors e Makinson che sostengono la priorità del radicamento epistemico rispetto alle funzioni di contrazione e revisione.

5.3 *Lakatos, revisione schermata, contrazione protettiva e contrazione scudo*

Alcuni aspetti della teoria AGM, e in particolare di alcune operazioni di cambiamento non *standard* come la *revisione schermata*, la *contrazione protettiva* e la *contrazione scudo*, richiamano le nozioni, introdotte da Lakatos, di *nucleo* e *cintura protettiva* di un programma di ricerca scientifica. In questo paragrafo vedremo il modo in cui Lakatos illustra la dinamica dei progetti di ricerca per poi soffermarci sulle operazioni di cambiamento epistemico appena citate.

5.3.1 *I programmi di ricerca di Lakatos*

Un programma di ricerca scientifico, secondo il filosofo della scienza ungherese Imre Lakatos (1922-1974), può essere considerato come una famiglia di teorie che condividono alcuni principi fondamentali. Secondo Lakatos, è il programma di ricerca, non la singola teoria, che costituisce l'unità fondamentale dell'impresa scientifica e quindi dell'analisi del cambiamento scientifico.⁴⁵

I *programmi di ricerca* sono caratterizzati da un *nucleo* e da una *cintura protettiva*. Il nucleo del programma di ricerca è costituito dai principi fondamentali, cioè dai postulati teorici di base accettati dalla comunità scientifica che sono considerati come sostanzialmente infalsificabili. La cintura protettiva, invece, circonda il nucleo con uno schieramento di ipotesi ausiliarie, teorie osservative, condizioni iniziali e così via alle quali, in caso di confutazione empirica, vengono rivolte le “frecce della falsificazione”. Scrive Lakatos (1970, p. 62):

Tutti i programmi di ricerca scientifica possono essere caratterizzati dal loro “nucleo” [*hard core*]. L'euristica negativa [del programma] ci

⁴⁵ Per un'eccellente monografia su Lakatos si veda Motterlini (2000).

proibisce di rivolgere il *modus tollens* verso di esso. Dobbiamo, invece, usare la nostra ingegnosità per esprimere o anche inventare opportune “ipotesi ausiliari” che formino una cintura protettiva attorno a questo nucleo e deviare verso di esse le frecce del *modus tollens*. È questa cintura protettiva di ipotesi ausiliari che deve sostenere l’urto dei controlli, che deve essere adattata e riadattata, o anche sostituita del tutto, per difendere il nucleo così consolidato.

Se prendiamo come esempio il programma di ricerca newtoniano, possiamo immaginare che al nucleo appartengano le tre leggi del moto e la legge di gravitazione, mentre la cintura protettiva è costituita dalle condizioni iniziali, dall’ottica geometrica, dalla teoria della rifrazione atmosferica, ecc. Per far meglio comprendere l’“intoccabilità” del nucleo di un programma di ricerca, Lakatos immagina il comportamento di un sostenitore della teoria newtoniana quando scopre che la traiettoria di un pianeta è diversa da quella prevista.

Un fisico dell’era pre-einsteiniana prende la meccanica di Newton e la sua legge di gravitazione, (N), le condizioni iniziali accettate, I , e calcola con il loro aiuto la traiettoria di un pianetino scoperto da poco, p . Ma la traiettoria del pianeta devia da quella calcolata. Il nostro fisico newtoniano considera forse che la deviazione era vietata dalla teoria di Newton, e quindi che, una volta stabilita, essa confuta la teoria N ? No. Suggestisce che ci deve essere un pianeta p' fino a ora sconosciuto che perturba la traiettoria di p . Egli calcola la massa, l’orbita ecc. di questo pianeta ipotetico e poi chiede a un altro astronomo sperimentale di controllare la sua ipotesi. Il pianeta p' è così piccolo che neppure i grandi telescopi disponibili sono in grado di osservarlo: l’astronomo sperimentale chiede allora un fondo di ricerca per costruirne uno ancora più grande. Nel giro di tre anni il nuovo telescopio è pronto. Se il pianeta sconosciuto p' venisse scoperto, questa scoperta verrebbe acclamata come una nuova vittoria della scienza newtoniana. Ma ciò non accade. Il nostro

scienziato abbandona forse la teoria di Newton e la sua idea del pianeta perturbatore? No. Suggestisce che una nuvola di polvere cosmica ci nasconde il pianeta. Calcola la posizione e le proprietà di questa nuvola e chiede un fondo di ricerca per spedire un satellite a controllare i suoi calcoli. Se gli strumenti del satellite (magari nuovi e basati su una teoria poco controllata) registrassero l'esistenza dell'ipotetica nuvola, il risultato sarebbe acclamato come una grandiosa vittoria della scienza newtoniana. Ma la nuvola non viene scoperta. Il nostro scienziato abbandona forse la teoria di Newton, insieme con l'idea del pianeta perturbatore e con l'idea di una nuvola che lo nasconde? No. Suggestisce che in quella regione dell'universo vi sia un campo magnetico che ha disturbato gli strumenti del satellite. Viene inviato un nuovo satellite. Se il campo magnetico venisse scoperto, i newtoniani celebrerebbero una vittoria strepitosa. Ma ciò non accade. Si considera forse questo fatto come una confutazione della scienza newtoniana? No. O si propone un'altra ingegnosa ipotesi ausiliare o... l'intera storia viene seppellita nei volumi polverosi dei periodici e non viene mai più menzionata (Lakatos 1970, pp. 22-23).

5.3.2 *Revisione schermata e contrazione protettiva*

L'immagine del nucleo e della cintura protettiva ritorna nel concetto di *revisione schermata* introdotto da Makinson (1997). Pur senza citarlo, Makinson sembra cogliere l'idea di Lakatos sul nucleo di credenze "intoccabile" all'interno delle teorie, quando propone una nuova operazione, nell'ambito di AGM, chiamata *revisione schermata*, che indicheremo con "#".⁴⁶ Si tratta di un'operazione senza priorità (si veda capitolo 4.4.1), nella quale prima di valutare se accettare o meno l'input, è necessario controllare se tale input contraddice o meno un nucleo "protetto" di credenze particolarmente importanti all'interno della teoria T che non possono essere

⁴⁶ Traduciamo con "revisione schermata" l'espressione *screened revision*.

eliminate. Tale nucleo è un insieme di credenze N , tale che $N \subseteq T$. La revisione potrà essere attuata soltanto se l'input non contraddice N , in caso contrario la teoria resterà invariata. Ovviamente tale operazione non soddisferà il postulato del successo (*2), secondo il quale l'input deve sempre essere accettato. Nella revisione schermata la priorità spetta al nucleo delle credenze e non all'input.

L'operazione di revisione schermata può essere definita, sulla base dell'identità di Levi, una volta che sia stata introdotta la corrispondente operazione di *contrazione protettiva di N* , $(T -_N a)$, cioè una contrazione che nell'eliminazione dell'input non elimina nessuna credenza di N . Makinson ritiene opportuno considerare un caso più generale, in cui non è necessario che N sia un sottoinsieme proprio di T . In questa generalizzazione, il nucleo "protetto" equivarrà a $N \cap T$. In termini formali, la *contrazione protettiva di N* , $(T -_N a)$, viene così definita.

$$(T -_N a) \quad T -_N a = \bigcap \sigma(T \perp_N a)$$

dove $T \perp_N a$ è l'insieme-residuo di T che include $N \cap T$. Si tratta dell'insieme di tutti i sottoinsiemi massimali di T che non implicano a e che *include* $N \cap T$.

Applicando l'equivalenza di Levi, possiamo ora definire in termini formali la revisione schermata rispetto a N di T con a . Se T è un insieme di credenze la definizione sarà la seguente:

$$(T \#_N a) \quad T \#_N a = \text{Cn}((T -_N \neg a) \cup \{a\}) \text{ se } a \text{ non contraddice } N \cap T \\ = T \quad \text{negli altri casi.}$$

Nel caso in cui T sia una base di credenze basterà eliminare Cn dalla formula. È comunque possibile esprimere la revisione

schermata sulla base di un'operazione di *revisione protettiva di N*, che grazie all'identità di Levi può essere così formulata.

$$(T *_N a) \quad T *_N a = Cn((T_{-N} \neg a) \cup \{a\}).$$

Varrà allora la seguente uguaglianza che offre la definizione della revisione schermata:

$$(T \#_N a) \quad T \#_N a = T *_N a \quad \text{se } a \text{ non contraddice } N \cap T \\ = T \quad \text{negli altri casi.}$$

5.3.3 *Contrazione scudo*⁴⁷

Vi è un altro tipo di operazione che a noi sembra cogliere i concetti di nucleo e cintura protettiva proposti da Lakatos. Si tratta di un'operazione ideata da Fermé e Hansson (2001, p. 85-107) che possiamo definire speculare rispetto alla contrazione protettiva, chiamata *contrazione scudo* e che indichiamo con “♦”. In questo caso non viene definito il nucleo, ma la cintura protettiva rappresentata da un sottoinsieme *E* di *L*.

Anche la contrazione scudo, così come le operazioni che abbiamo appena visto, è un'operazione di cambiamento teorico senza priorità; non soddisfa, quindi, il postulato del successo (–4) che viene sostituito dal postulato della *persistenza* definito come segue (*ibidem*, p. 86):

$$\textit{Persistenza} \quad \text{Se } T \blacklozenge b \vdash b, \text{ allora } T \blacklozenge a \vdash b$$

⁴⁷ Abbiamo tradotto con “contrazione scudo” l'espressione *shielded contraction*.

Ciò significa che se un enunciato b non può essere eliminato da T quando si attua una contrazione di T rispetto a b , allora non sarà in nessun modo eliminabile da T .

Viene anche ripreso un postulato già proposto da Rott (1992) del *successo relativo* secondo il quale, oltre alle tautologie, ci sono degli altri enunciati *ineliminabili* dall'insieme di credenze. Formalmente:

$$\text{Successo relativo } T \blacklozenge a = T \text{ oppure } T \blacklozenge a \not\vdash a$$

Da ciò possiamo derivare che un enunciato a è *ineliminabile* se e solo se $T \blacklozenge a = T$.

Un altro interessante postulato afferma che se due enunciati a e b sono entrambi ineliminabili allora lo sarà anche la loro congiunzione:

$$\text{Costanza congiuntiva } \text{Se } T \blacklozenge a = T \text{ e } T \blacklozenge b = T \text{ allora } T \blacklozenge (a \wedge b) = T.$$

Un ultimo postulato è il postulato della *propagazione del successo* secondo il quale la conseguenza logica di un enunciato ineliminabile è a sua volta ineliminabile. In termini formali:

$$\text{Propagazione del successo } \text{Se } T \blacklozenge b \vdash b \text{ e } \vdash b \rightarrow a, \text{ allora } T \blacklozenge a \vdash a.$$

Illustriamo ora due alternative proposte da Fermé e Hansson per costruire la contrazione scudo. La prima è la più intuitiva: si tratta di dividere il linguaggio L in due parti, cioè l'insieme degli enunciati eliminabili e l'insieme degli enunciati ineliminabili. La contrazione scudo, che opera sull'insieme degli enunciati eliminabili che chiamiamo E , viene così definita (*ibidem*, p. 87).

$$(T \blacklozenge a) \quad T \blacklozenge a = T - a \quad \text{se } a \in E \\ \quad \quad \quad = T \quad \quad \quad \text{negli altri casi.}$$

“ \otimes ”, sono interdefinibili grazie a una versione opportunamente modificata delle identità di Levi e di Harper:

$$(L\otimes) \quad T \otimes a = (T \diamond \neg a) + a \quad \text{se } T \diamond \neg a \not\vdash a \\ = T \quad \text{negli altri casi.}$$

$$(H\diamond) \quad T \diamond a = T \cap (T \otimes \neg a).$$

5.4 AGM, coerentismo e fondazionalismo

In questo capitolo abbiamo considerato alcuni temi tradizionali della filosofia della scienza alla luce della teoria AGM. Vogliamo, ora, utilizzare le considerazioni sviluppate per comprendere il ruolo della teoria AGM nel dibattito epistemologico sulla giustificazione delle credenze.

La posizione coerentista di Quine ha sicuramente influenzato, almeno indirettamente, Gärdenfors e quindi la creazione della teoria AGM. Tracce di questa influenza si riconoscono nel fatto che la sua concezione *olistica* e *coerentistica* dei sistemi di credenze, il principio di *conservazione*, l'*ordinamento* delle credenze sulla base dell'*importanza* sono concetti che stanno alla base di AGM (Gärdenfors e Rott, 1995, p. 41). Nell'articolo *The dynamics of belief systems: foundation vs. coherence theories* del 1990, Gärdenfors sostiene esplicitamente, pur non citando Quine, che AGM è una teoria coerentista del cambiamento delle credenze. In AGM, infatti, le singole credenze, non richiedono nessuna particolare giustificazione: una data credenza di X è giustificata per il semplice fatto di essere una credenza di X , cioè parte dello stato epistemico coerente di X , il quale non è tenuto a considerare il *pedigree* di ciascuna sua

credenza, cioè le origini che la giustificano. Al contrario *X* deve considerare la *struttura logica* dell'insieme delle sue credenze, facendo in modo che non ci siano contraddizioni al suo interno. Inoltre *X* deve perseguire alcuni obiettivi fondamentali per le teorie coerentiste, cioè (i) mantenere la *coerenza logica* in ogni cambiamento e, (ii) attuare *cambiamenti minimi* dello stato epistemico iniziale affinché quello nuovo sia coerente. Gärdenfors sostiene, inoltre, che lo stato epistemico di *X* non è soltanto coerente, ma addirittura *massimamente coerente* poiché soddisfa (iii) la *chiusura logica*.

Alcuni studiosi sostengono che è preferibile un cambiamento fondazionalista come quello analizzato dalla teoria delle basi di credenze (BdC) poiché grazie alla distinzione tra credenze di base e credenze derivate è possibile definire adeguatamente la ragione di ogni credenza e il cambiamento delle credenze derivate è piuttosto semplice dato che dipende esclusivamente dal cambiamento operato sulle credenze di base.

Gärdenfors (1990) risponde ai critici di AGM che il radicamento epistemico permette, invece, di cogliere questo aspetto, nel senso che le credenze più epistemicamente radicate possono essere considerate la ragione di quelle meno epistemicamente radicate. Inoltre, dato che un insieme di credenze è massimamente coerente, grazie a un ordinamento di radicamento epistemico su insiemi di credenze, si ottiene uno stato epistemico *massimamente coerente* nel cui ambito è possibile attuare un *cambiamento minimo* pur operando una plausibile *distinzione* tra *credenze fondamentali* e *credenze derivate*.

Hans Rott (2000b) mette in dubbio l'importanza del principio del cambiamento minimo per la teoria AGM. Sostiene, infatti, che il principio di cambiamento minimo è un "dogma" di AGM nel senso che fin dall'inizio è stato accettato senza particolari argomentazioni

come requisito di base della teoria ma è di difficile applicazione e, per di più, risulta assai ambiguo nelle sue varie formulazioni.

Nel suo libro *Change, Choice and Inference* (2001), in cui viene trattato il tema della distinzione tra teorie coerentiste e fondazionaliste, Rott sposta l'attenzione dal principio del cambiamento minimo al problema della *scelta razionale*. A tale riguardo, introduce due prospettive al cambiamento teorico. Seguendo una *prospettiva verticale*, la struttura dello stato epistemico è "sostanziosa e interessante", mentre le operazioni di cambiamento epistemico sono piuttosto "banali". Viceversa, seguendo una prospettiva orizzontale, la struttura dello stato epistemico è molto banale, mentre le operazioni di cambiamento epistemico sono sofisticate e interessanti. La prospettiva verticale corrisponde all'approccio fondazionalista delle basi di credenze, mentre la prospettiva orizzontale corrisponde all'approccio coerentista AGM.

Nella teoria fondazionalista i cambiamenti epistemici sono "banali" nel senso che non richiedono che l'agente risolva nessun problema di *scelta*. Si ricordi l'immagine del muretto nel capitolo 2.2.1, l'eliminazione di un mattone implica semplicemente l'eliminazione a catena di tutti i mattoni che sostiene. Nella teoria coerentista, invece, attuare cambiamenti epistemici, in particolare contrazioni e revisioni, è assimilabile alla risoluzione del problema di Duhem, consiste, cioè, nello *scegliere* quale parte dell'insieme di credenze eliminare in risposta a un determinato input. Il problema del cambiamento teorico sembra quindi avere la stessa struttura formale del problema della scelta razionale.⁴⁹

⁴⁹ Rott si riferisce qui alla teoria della scelta razionale, sorta nella metà del ventesimo secolo ad opera di economisti come i premi Nobel statunitensi Paul A. Samuelson (1915-2009) e Kenneth J. Arrow (nato nel 1921). Secondo tale teoria "una scelta è razionale quando identifica il modo più efficace per soddisfare le preferenze individuali; tali preferenze si intendono reciprocamente coerenti nonché *complete*, in quanto consentono all'individuo di determinare sempre quale sia, tra due possibili opzioni, quella che preferisce, o se esse gli appaiono del tutto equivalenti" (Hargreaves Heap *et al.* 1992, p. 3).

Rott dimostra che tutti i postulati di razionalità di Gärdenfors sono esprimibili come principi pratici di scelta razionale e quindi che le operazioni di cambiamento epistemico possono essere definite sulla base delle funzioni di scelta razionale e viceversa. Inoltre, definisce la relazione di radicamento epistemico in termini di preferenze di scelta.

In realtà non c'è unanimità nel considerare AGM una teoria coerentista e BdC una teoria fondazionalista. Hansson (1999b, 2000a, 2011b), per esempio, sostiene che BdC cattura intuizioni coerentiste che AGM non può cogliere poiché opera su insiemi di credenze infiniti. Secondo Hansson, infatti, la coerenza è una nozione comparativa che non può operare su insiemi di credenze infiniti che, in quanto tali, non possono essere comparati. Afferma, invece, che soltanto tra basi finite di credenze è possibile stabilire quale sia più o meno coerente. In un suo articolo (1999b) sulla *contrazione generata da una base di credenze*, asserisce esplicitamente che tale contrazione soddisfa alcuni postulati che caratterizzano una *contrazione coerentista*.⁵⁰

Nel prossimo capitolo ci occuperemo del *cambiamento abduttivo*, un caso particolare di cambiamento senza priorità, spesso associato alla concezione *fonderentista* della giustificazione epistemica.

⁵⁰ Su tale argomento si veda anche Hansson e Olsson (1999).

Capitolo 6

AGM e abduzione

Il lavoro dello scienziato è eccitante quanto lo è per il cacciatore inseguire una selvaggina poco nota in circostanze accidentate.

Ernst Mach

L'*abduzione* è un tipo di inferenza, originariamente analizzato da Charles S. Peirce, grazie alla quale è possibile formulare ipotesi esplicative riguardo a fatti sorprendenti che non sono ancora stati spiegati da una teoria.⁵¹ In questo capitolo, dopo aver introdotto il concetto di abduzione (*primo* paragrafo), considereremo i contributi di alcuni studiosi – quali Maurice Pagnucco, Atocha Aliseda, Gerhard Schurz e Sven Ove Hansson – che hanno studiato operazioni di cambiamento abduttivo nell'ambito della teoria AGM (*secondo* e *terzo* paragrafo). I loro risultati delineano una nuova variante di AGM potenzialmente più adeguata ad analizzare il cambiamento scientifico, poiché più attenta alla logica della scoperta e alla giustificazione delle ipotesi scientifiche. Nel *quarto* paragrafo vedremo come, da un punto di vista epistemologico, la teoria del cambiamento abduttivo rappresenti una posizione che non è né fondazionalista né coerentista, ma piuttosto, seguendo Aliseda

⁵¹ Il termine *abduzione* deriva dal latino *ab ducere*. La preposizione *ab* regge sia il complemento di allontanamento sia il complemento di moto da luogo. Bonfantini e Ferraresi (2006, p. 24) affermano che “spostamento” è la traduzione in italiano corrente di abduzione. *Ab ducere* significherebbe, quindi, “condurre lontano da”, “allontanamento”, “spostamento”, nel senso di “pensiero non lineare, modalità non logico-deduttiva di procedere [...] logicamente”. A noi sembra, però, più adeguato interpretare *ab ducere* come moto da luogo; in questo caso *abdurre* significherebbe “trovare l'origine, la causa” per spiegare un determinato evento.

(2006, p. 186), “fonderentista”, cioè una posizione che coglie aspetti caratteristici sia dell’una sia dell’altra visione della giustificazione epistemica.

6.1 *Abduzione*

Il termine *abduzione* viene introdotto nella discussione logico-filosofica contemporanea da Peirce (1934, CP 5.171), il quale definisce l’abduzione come “il processo di formazione di ipotesi esplicative”, processo che viene attivato in risposta all’osservazione di fatti “sorprendenti”, cioè che rappresentano una novità o un’anomalia rispetto alla nostra conoscenza di sfondo.⁵² “L’abduzione è il primo passo nel procedimento scientifico [...] parte dai fatti, senza all’inizio avere di mira una particolare teoria, benché motivata dalla sensazione che ci vuole una teoria per spiegare i fatti sorprendenti. [...] L’abduzione cerca una teoria” (CP, 7.218).

Peirce (CP 5.189) illustra come segue la struttura di un argomento abduttivo:

(Abd) Viene osservato il fatto sorprendente C;
 Se, però A fosse vero, C sarebbe ovvio;
 Quindi, c’è ragione di pensare che A sia vero.

⁵² Peirce inizia a utilizzare il termine ‘abduzione’ nel 1898 nelle sue lezioni. Nei suoi scritti tale termine compare a partire dal 1901 nei saggi *Hume on Miracles* e *On the Logic of Drawing History from Ancient Documents*. Prima del 1898, per indicare l’abduzione, Peirce utilizza i termini ‘retroduzione’, ‘ipotesi’, ‘pressuzione’, ‘argomento originario’. Fra i precedenti, occorre citare almeno il concetto di *apagoghé* discusso da Aristotele (*Analitici Primi*, II, 25) che indica un ragionamento non deduttivo in cui si cercano le premesse che dovrebbero rendere una data conclusione più accettabile o prevedibile.

L'abduzione viene studiata da logici, informatici e filosofi della scienza da prospettive diverse. Da un punto di vista strettamente logico, si tratta di un tipo di inferenza non-deduttiva che, secondo Peirce e molti altri studiosi, si differenzia anche dall'inferenza induttiva. Nell'ambito della filosofia della scienza è noto che le teorie scientifiche devono affrontare due fasi prima di essere accettate dalla gran parte degli scienziati. Vengono ideate, ampliate, sottoposte a severi controlli e, solo alla fine, vengono accolte. La prima fase, nella quale l'ipotesi viene ideata e sviluppata rientra nel cosiddetto contesto della scoperta; la seconda fase, nella quale l'ipotesi viene valutata e giudicata razionalmente sulla base dell'evidenza empirica, fa parte del contesto della giustificazione.

L'abduzione gioca un ruolo importante in entrambe le fasi, infatti, può essere interpretata sia come inferenza "debole", cioè come processo euristico di ideazione e scoperta di ipotesi, sia come inferenza "forte", cioè come inferenza alla miglior spiegazione grazie alla quale un'ipotesi può essere confermata. Nel seguito, tratteremo brevemente queste diverse prospettive sull'abduzione.

6.1.1 Abduzione come inferenza logica

L'argomento abduttivo, com'è stato definito da Peirce, è un'inferenza di tipo *ampliativo*, e quindi non deduttivo, nel senso che la sua conclusione non è "inclusa" nelle premesse ma aggiunge nuovo contenuto rispetto a queste.

Secondo Peirce (CP 2.623), la logica contempla tre tipi di inferenza: (i) la *deduzione*, (ii) l'*induzione* e (iii) l'*abduzione*.

(i) *Deduzione.*

In un argomento deduttivo la conclusione deriva necessariamente dalle premesse, nel senso che non è possibile che le premesse siano vere e la conclusione falsa. Da ciò segue che la conclusione non dice nulla di nuovo: tutte le informazioni contenute nella conclusione sono già incluse, più o meno esplicitamente, nelle premesse. L'esempio scelto da Peirce (*ivi*) è il seguente sillogismo:

<i>Premessa 1</i>	Tutti i fagioli di questo sacco sono bianchi.	(<i>Regola</i>)
<i>Premessa 2</i>	Questi fagioli provengono da questo sacco.	(<i>Caso</i>)
<hr/>		<i>Quindi</i>
<i>Conclusione</i>	Questi fagioli sono bianchi.	(<i>Risultato</i>)

In generale,

<i>Premessa 1</i>	Tutti gli <i>F</i> sono <i>G</i> .	
<i>Premessa 2</i>	Questo è un <i>F</i> .	
<hr/>		<i>Quindi</i>
<i>Conclusione</i>	Questo è un <i>G</i> .	

La linea orizzontale sotto le premesse sta a indicare che la conclusione viene inferita deduttivamente dalle premesse.

Un classico esempio di inferenza deduttiva è il *modus ponendo ponens* (che potremmo tradurre, più o meno, come “modalità che afferma qualcosa con l’affermarne un’altra”) o MPP. Date come premesse una proposizione condizionale e l’antecedente di quel condizionale, MPP permette di trarre come conclusione il conseguente del condizionale stesso; in altre parole, affermando (*ponendo*) l’antecedente nelle premesse, concluderemo affermando (*ponens*) il conseguente. La forma di MPP può essere rappresentata così:

<i>Premessa 1</i>	Se <i>F</i> allora <i>G</i> .	
<i>Premessa 2</i>	<i>F</i> .	
<hr/>		<i>Quindi</i>
<i>Conclusione</i>	<i>G</i> .	

È interessante notare che se, invece di affermare l'antecedente, affermiamo il conseguente, commettiamo la cosiddetta *fallacia dell'affermazione del conseguente*:

<i>Premessa 1</i>	Se <i>F</i> allora <i>G</i> .	
<i>Premessa 2</i>	<i>G</i> .	
<hr/>		<i>Quindi</i>
<i>Conclusione</i>	<i>F</i> .	

Questa inferenza non è deduttivamente valida: anche se sono vere le premesse “se un fagiolo proviene da questo sacco allora è bianco” e “questo fagiolo è bianco”, la conclusione “questo fagiolo proviene da questo sacco” può essere falsa.

(ii) *Induzione*.

Al contrario della deduzione, l'induzione è caratterizzata dai seguenti due aspetti:

- (1) è un'*inferenza ampliativa*, nel senso che la conclusione dice *qualcosa di nuovo* rispetto alle premesse;
- (2) è un'*inferenza incerta*, nel senso che la conclusione può essere falsa nonostante le premesse siano vere. Ciò significa che le premesse non possono conferire alla conclusione una totale certezza, ma solo un certo grado, più o meno elevato, di probabilità. Con riferimento a quest'ultimo aspetto, le inferenze induttive vengono talvolta chiamate *inferenze probabili*.

I tratti distintivi delle inferenze induttive emergono con chiarezza nella cosiddetta *induzione universale*, o *induzione per enumerazione*, presa in esame già da Aristotele, che consiste nel raggiungere conclusioni di carattere universale sulla base di un certo numero di casi particolari. Un esempio di induzione per enumerazione è il seguente:

Premessa 1 Il primo fagiolo di questo sacco è bianco.
Premessa 2 Il secondo fagiolo di questo sacco è bianco.
 [...]

Premessa 1000 Il millesimo fagiolo di questo sacco è bianco.

Quindi,
probabilmente

Conclusione Tutti i fagioli di questo sacco sono bianchi.

In generale,

Premessa 1 F_1 è un G .
Premessa 2 F_2 è un G .
 [...]

Premessa n F_n è un G .

Quindi, probabilmente

Conclusione Tutti gli F sono G .

Peirce (*ivi*) propone il seguente esempio di induzione:

Premessa 1 Questi fagioli provengono da questo sacco. (*Caso*)
Premessa 2 Questi fagioli sono bianchi. (*Risultato*)

Quindi,
probabilmente

Conclusione Tutti i fagioli di questo sacco sono bianchi. (*Regola*)

La doppia linea orizzontale sotto le premesse sta a indicare che la conclusione viene inferita induttivamente dalle premesse.

(iii) *Abduzione*.

Come l'induzione, anche l'abduzione è un'*inferenza ampliativa*, poiché la conclusione aggiunge informazioni a quelle contenute nelle premesse. È *incerta* o *fallibile* poiché è un *tentativo* di spiegare fatti che non rientrano nelle attese del nostro sapere di sfondo e quindi produce solo ipotesi esplicative da sottoporre a controllo sperimentale.

Qui di seguito riproponiamo l'esempio di Peirce (*ivi*).

Premessa 1 Tutti i fagioli di questo sacco sono bianchi. (*Regola*)

Premessa 2 Questi fagioli sono bianchi. (*Risultato*)

=====

Quindi,
plausibilmente

Conclusione Questi fagioli provengono da questo sacco. (*Caso*)

In generale,

Premessa 1 Tutti gli F sono G

Premessa 2 Questo è un G

=====

Quindi, plausibilmente

Conclusione Questo è un F

La tripla linea orizzontale sotto le premesse indica che la conclusione deriva da un'abduzione.

Niiniluoto (2005, p. 256) propone l'usuale simbologia logica, indicando il seguente esempio di abduzione:

(6.1) Data la legge $\forall a (F(a) \rightarrow G(a))$,
 da $G(b)$ si inferisce $F(b)$.

che possiamo anche scrivere come segue:

(6.2) $A \rightarrow C$
 C
 $\underline{\underline{\quad}}$
 $\underline{\underline{\quad}}$
 A

Possiamo notare che (6.2) è la formalizzazione della definizione di abduzione (Abd) di Peirce, vista sopra, con l'unica differenza che sono scambiate la prima e la seconda premessa. Dal punto di vista della logica deduttiva, (6.1) e (6.2) sono i tipici casi di *fallacia dell'affermazione del conseguente*. Peirce ritiene che tale inferenza, pur essendo una fallacia all'interno della logica deduttiva, giochi comunque un ruolo molto importante nella scienza in quanto "inferenza a una spiegazione". L'abduzione è infatti un'inferenza esplicativa, che procede dagli effetti alle cause (Peirce, C.P. 2.636), mentre nella deduzione si procede dalle cause agli effetti.⁵³

Nello schema (6.2) la causa di C potrebbe essere sia una singola ipotesi sia una teoria generale. Nel caso in cui A sia una singola ipotesi si parla di abduzione *singolare*, nel caso in cui sia una teoria si tratterà di un'abduzione *teorica* (Niiniluoto 2005, pp. 256-257).

⁵³ Questa idea è tratta da Aristotele, ripresa poi dagli scienziati medievali e moderni che chiamano l'inferenza dagli effetti alle cause *resolutio* (in greco *analysis*) e l'inferenza alle cause agli effetti *compositio* (o *synthesis*).

6.1.2 *Abduzione come procedimento euristico della scoperta*

Secondo Peirce (CP 5.604), l'abduzione gioca un ruolo fondamentale nella scoperta e nell'invenzione di ipotesi e teorie da parte di scienziati alla ricerca di spiegazioni:

considerazioni generali riguardo l'universo, considerazioni strettamente filosofiche, quasi tutte dimostrano che se l'universo, in modo abbastanza preciso, ha certe leggi altamente diffuse, e se la mente dell'uomo si è sviluppata sotto l'influenza di tali leggi, ci si dovrebbe aspettare una **luce naturale**, o **luce di natura**, o **istinto naturale**, o genio che tenda a fargli congetturare quelle leggi nel modo giusto, o a farlo arrivare molto vicino. [...] La storia della scienza, specialmente la vicina storia della scienza moderna [...] completa la prova mostrando come siano pochi i tentativi che uomini di genio superiore devono fare prima di azzeccare la legge di natura...

Peirce fa notare che l'abduzione caratterizza spesso il ragionare di uomini di "genio superiore". Sono quelle persone sagaci, con un particolare intuito che le porta ad andare contro l'opinione dei più e a formulare ipotesi di successo. Nello scoprire un'ipotesi o una teoria, tali caratteristiche umane sono accompagnate dalla fortuna, la quale sarebbe del tutto inutile se non fosse associata a una mente preparata e pronta ad accoglierla. Di frequente, tali individui con una spiccata curiosità per i particolari e con la capacità di sorprendersi e di legare insieme fatti apparentemente irrilevanti per trarre conclusioni apprezzabili, scoprono nuove teorie utilizzando indizi che erano già sotto gli occhi di molti, ma che erano stati da tutti trascurati. Tale posizione viene riassunta in poche parole dal premio Nobel per la medicina e la fisiologia Albert Von Szent-Györgyi: "La scoperta consiste nel vedere quello che tutti hanno visto e pensare ciò a cui nessuno ha pensato". La storia della scienza pullula di personaggi di questo tipo. Sembra, però, che l'intelligenza non basti,

c'è bisogno di una comunanza di fortuna e intuito di chi sa approfittarne. Il concetto di *serendipity*, molto spesso associato all'abduzione, abbraccia entrambi questi elementi.⁵⁴ Il termine *serendipity* è tratto dalla celebre novella persiana dei tre principi di Serendippo, l'isola di Ceylon (attuale Sri Lanka).⁵⁵ È la storia di tre fratelli, figli di Giaffer, re dell'isola, i quali, grazie alla loro cultura, al loro ingegno e al loro gusto del particolare, da indizi pressoché impercettibili, capiscono, senza averlo visto, che sulla loro strada è passato un cammello cieco all'occhio sinistro, senza un dente, zoppo, carico di burro e di miele e con in groppa una donna incinta.⁵⁶

⁵⁴ Si veda Boniolo e Vidali (2003, pp. 66-74) e Dri (1994).

⁵⁵ Horace Walpole, in una lettera del 28 gennaio 1754, utilizza il termine *serendipity* per la prima volta citando la novella dei tre principi di Serendippo.

⁵⁶ I tre principi, non appena giunti nel paese dell'imperatore Beramo, incontrano un cammelliere disperato per aver perduto il suo cammello. I tre fratelli, grazie alla loro intelligenza descrivono perfettamente al cammelliere le caratteristiche del suo cammello. Di fronte a questi particolari il cammelliere accusa i tre giovani di avergli rubato il cammello, facendoli condannare a morte da Beramo. I giovani si salvano poiché un altro cammelliere trova il cammello malconcio e lo riconduce al legittimo proprietario. Prima, però, di venir liberati i tre devono spiegare come abbiano potuto descrivere, nei minimi particolari, quell'animale che non avevano mai visto prima.

È a questo punto che l'abduzione scende in campo, modificando il destino dei tre principi, e viene palesamente svelata all'imperatore Beramo e all'incuriosito lettore. Ciascun particolare del cammello è stato immaginato, ed è poi risultato vero, grazie alla capacità di osservazione e alla sagacia dei tre giovani. Che fosse cieco da un occhio era dimostrato dal fatto che, pur essendo l'erba migliore da un lato della strada, era stata brucata quella del lato opposto, a indicare che il cammello vedeva solo da un occhio, quello che dava sul lato della strada con l'erba mangiata. Che fosse privo di un dente lo dimostrava l'erba mal tagliata che si poteva osservare lungo la via. Che fosse zoppo, poi, lo svelavano senza ombra di dubbio le impronte lasciate dall'animale sulla sabbia. È sulla spiegazione del carico, però, che l'abduzione diventa più difficile e mira a stupire: il cammello portava da un lato miele e dall'altro burro perché lungo la strada da una parte si accalcavano le formiche (amanti del grasso) e dall'altro le mosche (amanti del miele); aveva sul dorso una donna perché in una sosta il passeggero si era fermato ai lati della strada a urinare, e questa urina aveva attratto l'attenzione di uno dei principi che, chinatosi per osservarla, aveva visto vicino delle orme di piede umano molto piccolo, che poteva essere di donna o di ragazzo. Per sciogliere la sua curiosità aveva posto un dito nell'urina (cosa non strana per i tempi, e che i medici facevano comunemente al letto del malato) e la odorò, venendo "assalito da una concupiscenza carnale" che può venire solo da urine di donna. Infine la donna doveva essere gravida, perché poco innanzi alle orme dei piedi c'erano quelle lasciate, più profondamente, dalle mani, usate dalla donna per rialzarsi a fatica visto "il carico del corpo" (Dri, 1994, pp.19-20).

I principi di Serendippo ispireranno Voltaire nella creazione del suo celebre personaggio Zadig, Edgard Allan Poe per Auguste Dupin e Conan Doyle per il suo celeberrimo Sherlock Holmes. L'abduzione, infatti, è il modo di procedere caratteristico dei detective, i quali scoprono il colpevole attraverso la raccolta minuziosa e sconcertante di indizi che possono sembrare insignificanti ma, in realtà, sono rivelatori. Sherlock Holmes usa la lente dell'abduzione per raggiungere il suo obiettivo: scovare il colpevole.⁵⁷ Questa lente amplifica quei dettagli trascurabili che gli permettono di arrivare alla soluzione del caso.⁵⁸

Anche Umberto Eco si ispira alla novella dei tre principi di Serendippo, allo Zadig e a Sherlock Holmes. Nel suo romanzo *Il nome della rosa*, le abduzioni di Guglielmo di Baskerville stupiscono il lettore e ne svelano il sorprendente ingegno. Al suo giovane aiutante, Guglielmo illustrerà così il suo metodo di ricerca:

Risolvere un mistero non è la stessa cosa che dedurre da principi primi. E non equivale neppure a raccogliere tanti dati particolari per poi inferirne una legge generale. Significa piuttosto trovarsi di fronte a uno, o due, o tre dati particolari che apparentemente non hanno nulla in comune, e cercare di immaginare se possono essere tanti casi di una legge generale che non conosci ancora, e che forse non è mai stata enunciata [...] La ricerca delle leggi esplicative, nei fatti naturali, procede in modo tortuoso. Di fronte ad alcuni fatti inspiegabili tu devi

I tre principi diventeranno, dapprima, consiglieri dell'imperatore Beramo. Alla fine, il maggiore dei tre fratelli diventerà re di Serendippo, il secondo, grazie al suo alto ingegno, sposerà la regina d'India e il terzo prenderà in moglie la figlia di Beramo, diventando a sua volta imperatore.

⁵⁷ Holmes non parla di abduzione, ma considera la deduzione il suo metodo di analisi. Utilizza impropriamente tale termine, con il quale intende qualsiasi processo di analisi fondato su concatenazioni logiche. L'uso approssimativo del termine "deduzione" è giustificabile da parte di un non-specialista della disciplina logica (si veda Eco e Sebeok, 1983).

⁵⁸ Per enfatizzare le sorprendenti capacità intuitive di Holmes, Doyle gli affianca il dottor Watson, la cui limitatezza intellettuale è spesso apostrofata dall'investigatore con la celeberrima frase "Elementare Watson!".

provare ad immaginare molte leggi generali, di cui non vedi ancora la connessione coi fatti di cui ti occupi: e di colpo, nella connessione improvvisa di un risultato, un caso e una legge, ti si profila un ragionamento che ti pare più convincente degli altri. Provi ad applicarlo a tutti i casi simili, a usarlo per trarne previsioni, e scopri che avevi indovinato. Ma sino alla fine non saprai mai quali predicati introdurre nel tuo ragionamento e quali lasciar cadere.⁵⁹

6.1.3 *Abduzione come inferenza alla miglior spiegazione*

L'abduzione risulta spesso molto utile nel contesto della giustificazione delle ipotesi poiché grazie al ragionamento abduittivo un'ipotesi *h* viene valutata razionalmente e, talvolta, giustificata sulla base dell'evidenza empirica *e*. Dicendo che l'evidenza empirica *e* conferma l'ipotesi *h*, si intende che *e* rafforza la fiducia nella verità di *h*.

L'abduzione viene spesso identificata con la cosiddetta "inferenza alla miglior spiegazione", cioè con un'inferenza la cui conclusione offre la *miglior spiegazione* di un fatto descritto dalle premesse.⁶⁰ Possiamo illustrare questo concetto grazie alla nozione di *spiegazione deduttiva*, che può essere definita come segue (Crupi, Festa, Giaretta, 2009, p. 48):

(6.3) Data la conoscenza di sfondo *S*, l'ipotesi *h* fornisce una *spiegazione (deduttiva)* di un evento descritto da un enunciato *e* nel caso in cui:

⁵⁹ Eco 1980, pp. 307-308.

⁶⁰ In letteratura viene abitualmente utilizzata la nozione di "inferenza alla migliore spiegazione". Data la difficoltà nel definire una "migliore spiegazione", alcuni autori, più prudentemente preferiscono parlare di "inferenza a una buona spiegazione".

- (i) siamo certi della verità di e ;
- (ii) S non implica logicamente e ;
- (iii) $(S \wedge h)$ implica logicamente e .

La conoscenza di sfondo non è sempre resa esplicita. Solitamente è un insieme di enunciati, che chiamiamo S , che comprende: 1) enunciati di carattere *teorico* considerati come altamente plausibili; 2) enunciati di carattere *empirico* i quali determinano le condizioni in cui si verificano specifiche osservazioni; 3) infine, enunciati di carattere *logico*, i quali definiscono le relazioni che intercorrono tra gli enunciati teorici ed empirici. Quando si osserva un fatto sorprendente e , che non si riesce a spiegare sulla base della conoscenza di sfondo S , occorre cercare una spiegazione di e nella forma di un'ipotesi h . Questo tipo di ragionamento costituisce la forma tipica dell'abduzione come inferenza alla miglior spiegazione:

(6.4) Inferenza alla miglior spiegazione

<i>Premessa 0</i>	S
<i>Premessa 1</i>	e
<i>Premessa 2</i>	h fornisce la miglior spiegazione deduttiva di e
<i>Conclusione</i>	h .

Gran parte degli studiosi difendono con forza l'idea che, grazie al ragionamento abduttivo, le potenzialità esplicative di un'ipotesi h rispetto a un fatto sorprendente e portano a una *conferma* di h , accrescendone la plausibilità iniziale.

Solitamente il metodo ipotetico-deduttivo (ID) è la procedura più utilizzata nella giustificazione e conferma delle ipotesi. Si tratta di una procedura induttiva che si basa sull'idea che un'ipotesi è confermata se da tale ipotesi è possibile dedurre alcune previsioni osservative, che poi si realizzano. Ciò significa che se un'ipotesi h consente di dedurre la previsione e , allora è possibile concludere che e conferma h . Gli induttivisti affermano che la conferma ipotetico-deduttiva di h , derivante dall'accertamento di una previsione e dedotta da h , può essere interpretata come un'inferenza induttiva attraverso la quale, a partire dalla premessa e , possiamo inferire che la probabilità di h si è accresciuta e, in alcuni casi, è aumentata di molto. Una conferma induttiva può essere generalizzata come segue (*ibidem*, p. 46):

(6.5) Conferma induttiva:

<i>Premessa 1</i>	e
<i>Conclusione</i>	h

Nella conferma induttiva (6.5), usualmente non viene presa in considerazione la conoscenza di sfondo, sulla quale di solito si basa la plausibilità iniziale dell'ipotesi h . Tuttavia è possibile dare la seguente definizione di conferma induttiva *relativizzata* alla conoscenza di sfondo S (*ivi*):

(6.6) Conferma induttiva relativizzata:

Premessa 0 *S*

Premessa 1 *e*

Conclusione *h*

La conferma induttiva relativizzata ci permette di affermare che l'evidenza *e* assieme alla conoscenza di sfondo *S* accrescono la plausibilità iniziale di *h*. Inoltre, la plausibilità di *h* alla luce di $S \wedge e$ è maggiore rispetto alla plausibilità iniziale di *h* alla luce di *S*.

Alcuni studiosi hanno notato che l'abduzione come inferenza alla miglior spiegazione (6.4) può essere interpretata come una forma particolare di conferma relativizzata (6.6). In (6.4), infatti, l'ipotesi *h* è confermata, relativamente a *S*, poiché fornisce una spiegazione del fatto osservato *e*.⁶¹

Spesso un'evidenza *e* può essere spiegata da più ipotesi alternative h_1, h_2, \dots, h_n . Uno dei problemi principali riguardanti l'abduzione, come inferenza alla *migliore* spiegazione, consiste proprio nel determinare *quale* ipotesi h_i , tra le possibilità alternative, sia la spiegazione *migliore* (Thagard, 1978, p. 76). Una possibilità consiste nello scegliere l'ipotesi più coerente rispetto alla conoscenza di sfondo; un'altra nel basarsi su dati statistici (*ibidem*, pp. 91-92); un'altra ancora, suggerita da Peirce, nell'optare per l'ipotesi più semplice, informativa e verificabile. Un'ulteriore possibilità verrà illustrata alla fine del capitolo 7.5.

⁶¹ La classica tripartizione peirceiana delle inferenze logiche (deduzione, induzione e abduzione) non è unanimamente accolta in letteratura. Alcuni studiosi, infatti, considerano l'abduzione soltanto un caso particolare di induzione e non uno specifico tipo di inferenza.

6.1.4 Esempi di abduzione

Il ragionamento abduttivo è diffusissimo in diversi ambiti, sia ordinari sia scientifici, dalle indagini investigative, alla storia, nella medicina, nella scienza, nell'Intelligenza Artificiale (I.A.). Qui di seguito proporremo alcuni esempi di abduzione nei diversi contesti.

Abduzione nelle indagini investigative

Come abbiamo visto, il ragionamento abduttivo viene spesso utilizzato dai protagonisti delle indagini investigative. Vediamo un esempio tratto dal racconto di Poe:

I delitti della rue Morgue. L'investigatore Dupin deve scoprire chi è l'assassino di una donna il cui cadavere si trova in un appartamento chiuso dall'interno e apparentemente inaccessibile dall'esterno. Le ipotesi che spiegano l'accaduto sono svariate, tra queste, le più plausibili sono credere che l'assassino si trovi ancora all'interno dell'appartamento oppure credere che possa non essere un uomo. Nessun uomo, infatti, avrebbe avuto la forza e l'agilità necessarie per entrare e uscire dalla stanza dalla finestra arrampicandosi su un parafulmini. Grazie a numerosi indizi Dupin trova la migliore spiegazione di questa situazione sorprendente: l'assassino non è un uomo, ma si tratta di un orango.

Abduzione nel ragionamento quotidiano

Nella vita di tutti i giorni è naturale fare ragionamenti abduttivi. Vediamo un possibile esempio (Douven, 2011a):

L'amicizia di Tim e Harry. Si viene a sapere che Tim e Harry recentemente hanno pesantemente litigato tanto che il loro rapporto di amicizia è finito. Subito dopo qualcuno ci dice che ha appena visto Tim e Harry fare jogging assieme. La miglior spiegazione è credere che abbiano fatto pace, concludendo che sono nuovamente amici.

In questo esempio le conclusioni non seguono logicamente dalle premesse. Possiamo supporle dalle informazioni che abbiamo su Tim e Harry. Non abbiamo infatti dati statistici utili sull'amicizia, sui litigi o su coloro che praticano lo jogging tali da garantire la conclusione che probabilmente Tim e Harry sono di nuovo amici. Che Tim e Harry siano di nuovo amici, infatti, spiega nel miglior modo possibile il fatto che sono appena stati visti fare jogging assieme.

Abduzione nella storia

L'abduzione è fondamentale anche nelle scienze che studiano il passato procedendo a ritroso. L'archeologo risale agli usi e costumi dei popoli antichi attraverso lo studio delle strutture architettoniche, degli utensili, dei gioielli e così via; il paleontologo ricostruisce le caratteristiche e gli ambienti di vita degli animali preistorici attraverso i frammenti degli scheletri. Lo storico ricostruisce il passato grazie ai documenti e alle testimonianze giunte fino a noi. Peirce (CP 2.625, 2.634, 2.714) offre un semplice esempio:

Napoleone Bonaparte. L'esistenza di Napoleone è la migliore spiegazione dell'osservazione dei diversi monumenti celebrativi e dei documenti reperibili che parlano di lui.

Abduzione in medicina

Anche il medico, così come il detective, procede quotidianamente con ragionamenti abduitivi per risolvere il caso clinico. Dall'osservazione dei sintomi e degli altri dati relativi al paziente deve risalire a una possibile spiegazione della sua situazione clinica. Vediamo ora due esempi di ragionamento abduitivo che fanno parte della storia della medicina.

La scoperta del vaccino anti-vaiolo. Negli anni Settanta del 1700 in Inghilterra il vaiolo miete molte vittime. Il medico britannico Edward Jenner è ancora studente. Un giorno, casualmente, chiede del latte a una pastorella, la quale, chiacchierando, gli dice di non essere per niente preoccupata di venir contagiata dalla malattia, poiché - spiega così a Jenner - mungendo le mucche, era già stata colpita dal vaiolo vaccino (quello, cioè, che colpisce i bovini). Jenner non dà importanza a quella conversazione, ma vent'anni dopo, quando come medico in carriera si occupa proprio del vaiolo, le parole della pastorella gli risuonano chiare nella mente. Studiando un gruppo di mungitori, nota che non contraggono il vaiolo umano coloro che sono già stati colpiti dal vaiolo vaccino. Crede quindi che la miglior spiegazione del fatto che molti mungitori non contraggono il vaiolo umano sia essere stati colpiti dal vaiolo vaccino. Per confermare la sua tesi, a dispetto del parere discorde di alcuni luminari del tempo, Jenner azzarda e nel 1796 inocula a un bambino di otto anni il liquido estratto da alcune vescicole sulle mani di mungitori colpiti dal vaiolo vaccino. Il bambino di otto anni sopporta bene l'iniezione senza avere disturbi. Dopo due mesi Jenner gli inietta del liquido infetto da vaiolo umano. Il piccolo James Phipps non contrae il vaiolo: ciò dimostra la fondatezza dell'abduzione di Jenner. Il medico britannico diviene una celebrità, moltissimi sono i suoi sostenitori senza che nessuno si sia scandalizzato del fatto che

abbia utilizzato un bambino di otto anni come cavia (Dri 1994, pp. 80-82).

La febbre puerperale. A metà dell'Ottocento il medico Ungherese Ignaz Semmelweis lavora al primo reparto di maternità dell'Ospedale Generale di Vienna. Notando che nel suo reparto la febbre puerperale, grave malattia che porta frequentemente alla morte, viene contratta dall'11% delle puerpere, percentuale elevatissima di gran lunga superiore all'1,33% riscontrato tra le puerpere del secondo reparto, Semmelweis inizia una ricerca per spiegare tale fatto. Considera, in particolare tre ipotesi. L'ipotesi iatrogena che spiega lo strano fenomeno come conseguenza dei comportamenti maldestri dei tirocinanti che frequentano solo il primo reparto. L'ipotesi psicosomatica secondo la quale le puerpere del primo reparto si ammalano poiché vengono terrorizzate maggiormente rispetto alle altre dal suono del campanello agitato al passaggio del prete che somministra l'estrema unzione e che utilizza soprattutto le corsie adiacenti al primo reparto. Infine, l'ipotesi della contaminazione, secondo la quale le donne del primo reparto contraggono maggiormente la febbre puerperale poiché solo nel primo reparto possono venir contaminate da particelle di materia cadaverica trasportate dai medici e dai tirocinanti che passano direttamente dalla dissezione dei cadaveri alla visita delle pazienti. Tutte e tre le ipotesi forniscono una buona spiegazione all'elevata percentuale di decessi, l'ipotesi della contaminazione, però, riesce a spiegare anche un ulteriore fatto, vale a dire la morte di un collega di Semmelweis il quale, dopo essersi ferito nel corso di un'autopsia, ha manifestato gli stessi sintomi della febbre puerperale. L'idea di Semmelweis che quest'ultima ipotesi costituisca la miglior spiegazione, viene confermata quando, dopo aver dato disposizione ai medici di lavarsi accuratamente le mani con una soluzione di ipoclorito di calcio prima di visitare le pazienti, si assiste a un

impetuoso calo della mortalità delle puerpere del primo reparto che scende all'1,27% (Crupi, Festa, Giaretta, pp. 49-55).

Abduzione nella scienza

L'importanza dell'abduzione per la scienza è evidenziata da Ernan McMullin (1992) il quale la definisce "l'inferenza che fa la scienza". Vediamo due esempi storici di ragionamento abduittivo nel contesto scientifico.

La scoperta di Nettuno. Nel 1846 Adams e Laverrier registrano una significativa deviazione dell'orbita di Urano. I due scienziati non rimuovono semplicemente l'ipotesi ausiliaria "l'unica forza che agisce su Urano è quella del Sole", ma la sostituiscono con la nuova ipotesi ausiliaria: "esiste un piccolo pianeta finora inosservato la cui forza gravitazionale devia l'orbita di Urano". L'ipotesi che esista un piccolo pianeta che chiameranno Nettuno è la miglior spiegazione della posizione osservata dell'orbita di Urano (Schurz 2011a, p. 91).

L'orbita ellittica di Marte. Keplero ha studiato che le orbite dei pianeti sono circolari. Osserva, poi un fatto sorprendente: le due posizioni di Marte toccano due punti (x e y) che non possono appartenere allo stesso cerchio. Ciò significa che l'orbita di Marte non è circolare. La sua visione eliocentrica dell'universo lo spinge a mettere l'orbita di Marte in relazione con il Sole piuttosto che con la Terra. Pensa, infatti, che sia il Sole a influenzare il movimento dei pianeti. Le sue osservazioni astronomiche e lo studio dei dati elaborati da Ticho Brahe lo portano a ipotizzare che l'orbita di Marte non è circolare perché è ellittica. Si aspetterà dunque che Marte, dopo aver toccato x e y , tocchi anche un altro punto dell'ellisse (z). La conferma della sua ipotesi giunge nel momento in cui Keplero registra il passaggio di

Marte su z. (Peirce, CP 2.97; Aliseda 2006, p. 28; Eco, 1985, pp, 167, 320-321).

Abduzione in I.A.

Le ricerche sull'abduzione in I.A. sono iniziate negli anni Settanta del Novecento, ma solo verso la fine degli anni Novanta hanno riscosso grande interesse nel campo dei programmi logici e di assimilazione della conoscenza. L'abduzione è stata al centro di alcune importanti conferenze internazionali come, per esempio, nell'*European Conference on A.I.* nel 1996, 1998 e 2000 e l'*International Joint Conference on A.I.* nel 1997 e nella *Model – Based Reasoning Conference* del 1998 e del 2011. In I.A. si cerca di simulare al computer la mente umana nei processi cognitivi che guidano le nostre azioni. Il ragionamento abduttivo, quindi, può essere trasformato in un programma computazionale. Vediamo un esempio di programma utilizzabile per la risoluzione dei casi clinici in medicina (Scaruffi, 1994).

Programma per la risoluzione di casi clinici. Per stabilire quale malattia ha il suo paziente Y , il medico X grazie all'inserimento nel programma computazionale di alcuni input (a_1, \dots, a_n) che rappresentano i sintomi di Y , potrà ottenere come risultato un insieme H di ipotetiche malattie attribuibili a Y . X avrà a disposizione una base di dati che comprende un insieme di malattie D' , un insieme di sintomi che caratterizzano le malattie in D'' e un insieme di regole di classificazione R che associano l'input a_i a D'' e D'' a D' .

Schematicamente:

Dati:

D' è l'insieme delle malattie conosciute

D'' è l'insieme dei sintomi caratteristici di ogni malattia presente in D'

R è l'insieme di regole di classificazione che associano gli input a D'' e D'' a D' .

Input:

a_1 : primo sintomo di Y

a_2 : secondo sintomo di Y

...

a_n : ultimo sintomo di Y

Risultato:

H è l'insieme delle ipotesi di malattia di Y .

X inserirà nel programma un input alla volta, a ogni inserimento di a_i corrisponderà un procedimento abduttivo. Si noti che man mano che il medico inserirà nuovi input, H si restringerà sempre più fino all'individuazione della malattia di Y come la miglior spiegazione dei suoi sintomi.

6.2 *Abduzione in AGM*

Il sistema filosofico di Peirce suggerisce che l'abduzione può essere ritenuta un caso particolare di cambiamento epistemico. Vi è, infatti, una forte connessione tra l'abduzione e il cambiamento da "stati di dubbio" a "stati di credenza". Peirce (CP, 5.443) sostiene che, così come l'abduzione, anche il dubbio "usualmente [scaturisce] dalla

sorpresa”. Un fatto sorprendente genera uno stato di dubbio scatenando un ragionamento abduttivo, grazie al quale il fatto viene spiegato da un’ipotesi esplicativa che svolge il ruolo di nuova credenza. Questo nuovo stato di credenza non cambia fino all’arrivo di un altro fatto sorprendente che fa ricominciare il cosiddetto *ciclo dubbio-credenza* di Peirce (Aliseda, 2006, p. 177).⁶²

In AGM *standard* l’abduzione non è contemplata; recentemente, però, alcuni studiosi, come Pagnucco, Aliseda, Schurz e Hansson, hanno tentato di sviluppare una teoria dei cambiamenti teorici abduttivi sulla base di AGM.

6.2.1 *Cambiamento teorico abduttivo*

Pagnucco (1996) è il primo a proporre un modello di cambiamento teorico abduttivo, che verrà, poi, ripreso e ampliato da Aliseda (1997, 2000, 2006). La base delle sue analisi è costituita dagli studi svolti da Isaac Levi, il quale distingue tra *espansione di routine* ed *espansione deliberata* (Pagnucco, *ibidem*, pp. 7-8).

Secondo Levi (1991) l’agente razionale *X* ha due compiti principali:

1. *X* deve acquisire una nuova informazione priva di errori;
2. *X* deve incorporare tale informazione nel suo stato epistemico.

Levi sostiene che le nuove informazioni acquisite da *X* (in 1) *non* sono *solo* input epistemici *per se*, cioè acquisiti senza la necessità di alcuna inferenza, al contrario, alcuni input possono essere acquisiti grazie all’abduzione o all’induzione. I risultati di questa prima tappa

⁶² Si veda anche Peirce (CP 4.516; 1877, capp. 3-4), Levi (1980, pp. 41-45) e Thagard (2004).

diventano gli input che nella seconda tappa vengono incorporati nello stato epistemico di X . Si noti che in AGM *standard* il compito di X è rappresentato esclusivamente dal secondo passaggio.

Levi (1984, pp. 90-106) elabora due tipi di espansione: l'*espansione di routine* e l'*espansione deliberata*. L'espansione di routine si attua a uno stato epistemico "in conformità a qualche abitudine, programma o routine" (Levi, 1991, p. 43). L'agente suppone che la routine sia affidabile, cioè che ci sia una bassa probabilità che conduca a errore. Ovviamente ciò non garantisce che l'errore non si verificherà mai. Nel caso in cui si verificasse un errore si attuerà una contrazione per ristabilire la coerenza.

Per attuare l'espansione deliberata, invece, è necessario un processo inferenziale o deliberativo, che spesso si traduce in un'abduzione. L'agente, quindi, grazie a un'inferenza abduttiva può determinare la cosiddetta *partizione finale*, cioè l'insieme delle espansioni potenziali del suo stato epistemico. X valuterà ciascun elemento della partizione finale per accertare il valore informativo e il rischio di errore di ogni potenziale espansione. Questi valori saranno determinati dal grado di *prudenza* o *audacia* di X nel valutare l'*utilità epistemica attesa* di ogni potenziale espansione. Quella con utilità epistemica attesa massimale sarà il nuovo stato epistemico di X . L'espansione deliberata è il risultato di un processo deliberativo di scelta razionale, nel quale X sceglie l'ipotesi che ritiene migliore e, solo inavvertitamente, può giungere a una contraddizione. Nell'espansione di routine, invece, anche se l'agente lo considera improbabile, è più facile incappare nell'errore.

Pagnucco riprende le idee di Levi per ideare una nuova versione di AGM del cambiamento abduttivo. In particolare, è il concetto di espansione deliberata che gli suggerisce la definizione di *espansione abduttiva*, grazie alla quale a una teoria T non si aggiunge semplicemente l'input a , ma sarà necessario incorporare in T anche un'*ipotesi abduttiva* h che spieghi a . Un'*ipotesi abduttiva*,

chiamata, anche, più semplicemente “spiegazione” e “abduzione” rispettivamente da Aliseda e Pagnucco (1996, p. 79) è definita come segue:

(h) Un'ipotesi *abduttiva* h per a rispetto alla teoria T , è qualsiasi enunciato h tale che

1. $T \cup h \vdash a$

2. $T \cup h$ è *coerente*

Se ricordiamo la definizione di abduzione di Peirce, bisogna anche specificare che l'input a deve rappresentare un *fatto sorprendente*. Ciò significa che può essere un fatto *nuovo* oppure un fatto *anomalo* rispetto alla teoria T . Nel primo caso l'input non contraddirà la teoria iniziale di X che potrà attuare un'*espansione abduttiva* di T con a . Se invece si tratterà di un input che rappresenta un fatto anomalo, vorrà dire che a contraddice T ; ciò comporterà una *revisione abduttiva* di T rispetto ad a (Aliseda 2006, p. 183).

L'operazione di cambiamento abduttivo è basata sull'idea suggerita da Levi che X deve compiere due passi per cambiare la sua teoria T . Il primo passo consiste nel tentativo di trovare un'ipotesi abduttiva h che spieghi l'input epistemico a . Se la trova, X compierà il secondo passo incorporando in T sia a sia h ; se non trova nessuna ipotesi abduttiva, la sua teoria resterà invariata. Pagnucco (*ibidem*, p. 102) offre la seguente definizione di *espansione abduttiva*.

($+_{abd}$) $T +_{abd} a = Cn(T \cup \{h\})$ se esiste un'ipotesi abduttiva h per a
 $= T$ altrimenti

Nella figura 6.1, dove ogni punto dei rettangoli rappresenta, come al solito, un enunciato di L , l'espansione abduttiva di T con a $T +_{abd} a$ è rappresentata in rosso nel rettangolo (b).

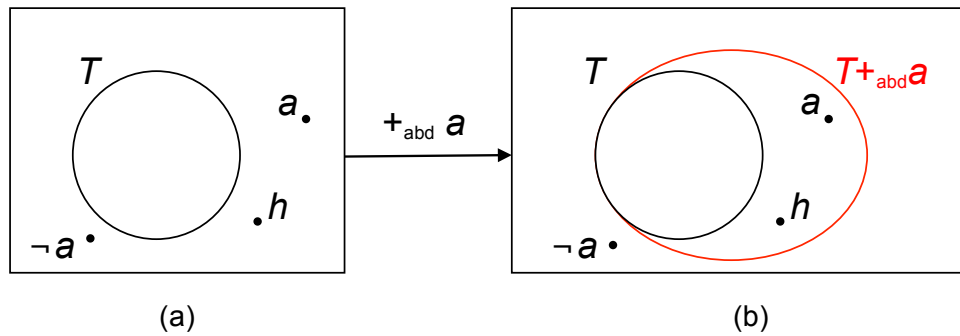


Fig. 6.1 Espansione abduttiva di T con a

Pagnucco (1996, pp. 101-105, 204-208) dimostra un primo teorema di rappresentazione definito su linguaggi finiti, il quale afferma che “ $+_{abd}$ ” è una funzione di espansione abduttiva se e solo se soddisfa i seguenti postulati di razionalità:

- | | |
|---|---|
| ($+_{abd}$ 1) <i>Chiusura</i> | $T +_{abd} a$ è un insieme di credenze |
| ($+_{abd}$ 2) <i>Successo limitato</i> | Se $\neg a \notin T$, allora $a \in (T +_{abd} a)$ |
| ($+_{abd}$ 3) <i>Inclusione</i> | $T \subseteq T +_{abd} a$ |
| ($+_{abd}$ 4) <i>Insuccesso</i> | Se $\neg a \in T$, allora $(T +_{abd} a) = T$ |
| ($+_{abd}$ 5) <i>Coerenza</i> | Se $\neg a \notin T$, allora $\neg a \notin (T +_{abd} a)$ |

Qui di seguito illustreremo il significato dei postulati per l'espansione abduttiva ($+_{abd}$ 1) – ($+_{abd}$ 5).

Il postulato della *chiusura* ($+_{abd}$ 1) asserisce che l'insieme $K +_{abd} a$ è un insieme *chiuso* sotto deduzione logica.

Il postulato del *successo limitato* ($+_{abd}$ 2) garantisce che solo ipotesi h coerenti con la teoria di sfondo sono ammissibili come spiegazioni di a .

Il postulato dell'*inclusione* ($+_{abd}$ 3) afferma che durante il processo di espansione abduttiva, l'agente amplia la sua teoria. Nessuna credenza appartenente alla teoria di X potrà essere eliminata.

Il postulato dell'*insuccesso* ($+_{abd}$ 4) regola il caso in cui non è possibile trovare un'ipotesi abduttiva coerente con la teoria di sfondo.

Il postulato della *coerenza* ($+_{abd}$ 5) specifica il semplice caso in cui $\neg a$ non appartiene a T e quindi ovviamente non apparirà neanche all'espansione di T con a .

Si noti che il postulato di *minimalità* per l'espansione *standard* non è accettato.

Possiamo ora definire sulla base dell'identità di Levi la revisione abduttiva di T rispetto ad a , $T *_{abd} a$ (*ibidem*, p. 161-162):

$$(*_{abd}) \quad T *_{abd} a = (T - \neg a) +_{abd} a$$

L'operazione “ $-$ ” è la normale contrazione AGM definita nel capitolo 4.2.2, mentre “ $+_{abd}$ ” è l'operazione di espansione abduttiva. Per attuare una revisione abduttiva di T rispetto ad a , è necessario dapprima rimuovere qualsiasi impedimento al processo abduttivo attuando una contrazione tramite la negazione di a ($T - \neg a$). Si aggiunge, poi, una ipotesi abduttiva per a , attuando l'espansione $(T - \neg a) +_{abd} a$.

La figura 6.2 rappresenta la revisione abduttiva $T *_{abd} a$. Come sempre, ogni punto dei rettangoli rappresenta un enunciato di L . Il cerchio T nel rettangolo (a) rappresenta la teoria iniziale di X , mentre l'elisse rossa denotata con $T *_{abd} a$ raffigura la nuova teoria di X .

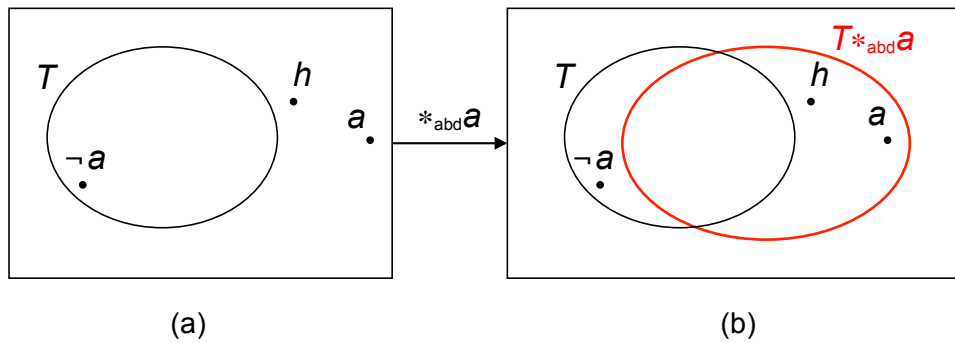


Fig. 6.2 Revisione abduttiva di T con a

$T *_{abd} a$ soddisfa i seguenti postulati (*ibidem*, p. 165-166):

- | | | |
|----------------------|--------------------------|--|
| (* _{abd} 1) | <i>Chiusura</i> | Per ogni enunciato a e ogni insieme di credenze T , $T *_{abd} a$ è un insieme di credenze |
| (* _{abd} 2) | <i>Successo limitato</i> | Se $\not\vdash \neg a$, allora $a \in T *_{abd} a$ |
| (* _{abd} 3) | <i>Conservazione</i> | Se $\neg a \notin T$, allora $T +_{abd} a = T *_{abd} a$ |
| (* _{abd} 4) | <i>Vacuità</i> | $T *_{abd} a = T$ sse $\vdash \neg a$ e $T = T_{\perp}$ |
| (* _{abd} 5) | <i>Estensionalità</i> | Se $\vdash a \leftrightarrow b$, allora $T *_{abd} a = T *_{abd} b$ |

Vediamo ora nello specifico il significato dei postulati per l'abduzione (*_{abd}1)-(*_{abd}5).

Il postulato di *chiusura* (*_{abd}1) afferma, come sempre, che $T *_{abd} a$ è un insieme di credenze.⁶³

Il postulato di *successo limitato* (*_{abd}2) afferma che se è possibile trovare una spiegazione per la nuova informazione, questa verrà incorporata nella revisione abduttiva $T *_{abd} a$ a meno che a non sia una contraddizione.

Secondo il postulato di *conservazione* (*_{abd}3) se non c'è nessun enunciato che spieghi la nuova informazione, allora la revisione si

⁶³ Aliseda (2006, pp. 98-130) propone un modello abduttivo di cambiamento epistemico su *basi di credenza* mediante i tableaux semantici, i quali offrono un'interessante rappresentazione costruttiva della teoria del cambiamento abduttivo.

riduce a un'espansione. Il postulati di vacuità ($*_{abd}$ 4) e di estensionalità ($*_{abd}$ 5) equivalgono ai corrispondenti postulati di AGM.⁶⁴

Aliseda fa notare che i cambiamenti abduittivi col loro porre l'accento sulla *spiegazione*, sono sicuramente più ricchi rispetto ad AGM *standard*. Il fatto che si tratti di cambiamenti senza priorità in cui gli input vengono incorporati nella teoria solo se si trova un'ipotesi che li spieghi, li rende maggiormente applicabili nell'ambito della filosofia della scienza. I ricercatori, infatti, spesso non accettano un fatto sorprendente senza porsi delle domande tentando di trovare una spiegazione.

6.2.2 Modello di cambiamento abduittivo nella meccanica newtoniana

Secondo Schurz (2011, p. 88) la nozione di abduzione di Pagnucco è troppo debole per essere utilizzata nel campo della filosofia della scienza. Sostiene, infatti, che non basta che, data una teoria T , un enunciato h implichi logicamente una nuova evidenza a per dire che h è una *spiegazione scientifica* di a . Schurz (*ivi*), al contrario, asserisce con forza che sono necessari anche altri requisiti, per esempio, "le premesse esplicative devono contenere sia enunciati legisimili sia enunciati fattuali, questi ultimi devono avere rilevanza causale per la conclusione, tutte le premesse esplicative devono essere deduttivamente o statisticamente rilevanti, ecc".

⁶⁴ Oltre a definire i cambiamenti abduittivi enunciando i postulati che li soddisfano, Pagnucco presenta, sulla falsariga di AGM *standard*, tre approcci costruttivi alle operazioni abduittive: (i) mediante le funzioni di selezioni su sottoinsiemi massimamente coerenti di T che implicano a ; (ii) nel modello a sfere; (iii) sulla base di un ordinamento di radicamento epistemico abduittivo. Le funzioni di selezione e l'ordinamento di radicamento epistemico determinano la scelta dell'agente razionale X , riflettendo il suo grado di audacia o prudenza.

Schurz (*ibidem*, pp. 100-103), discostandosi da Pagnucco, propone un tipo di abduzione che può guidare gli scienziati nelle loro ricerche. Afferma che ogni teoria scientifica (matura) è associata a un modello di abduzione che specifica il tipo di *ipotesi abduttive* o, come le chiama lui, *congetture esplicative* in grado di spiegare un dato fenomeno (possibilmente complesso e generale). Schurz (2008, par.5) propone un esempio riguardante la meccanica newtoniana, in cui dato l'*explanandum a*, cioè il nuovo fatto che dobbiamo spiegare, si mostrano le fasi che uno scienziato deve percorrere per generare un'ipotesi abduttiva.

(6.7) *Modello di abduzione della meccanica newtoniana*

Explanandum a: un processo regolato dai principi della cinematica coinvolge (i) alcune particelle in movimento le cui traiettorie in funzione del tempo sono conosciute mediante l'osservazione e (ii) certi oggetti che definiscono le condizioni di contorno costanti (per esempio un piano rigido sul quale rotola una palla, o un grande corpo che esercita una forza gravitazionale, o una molla con la forza di Hooke, ecc.)

Generazione di una congettura esplicativa:

1. per ogni particella si specifichi la sua massa e tutte le forze non trascurabili che agiscono su di essa in dipendenza delle condizioni di contorno e della posizione della particella in quel determinato momento;
2. si inseriscano queste specifiche nella seconda legge di Newton (somma delle forze = accelerazione · massa · tempo) e
3. si risolva il sistema risultante di equazioni differenziali in modo che le predette traiettorie risultanti a_{pred} rispettino le osservazioni delle trattorie date *a*.

Le congetture esplicative ottenute descrivono un *modello teoretico di abduzione*.

Schurz (*ivi*) costruisce, poi, un modello teoretico di revisione, specificando le istruzioni che i ricercatori devono seguire per attuare una *revisione della meccanica newtoniana delle particelle*. Vediamo, anche in questo caso, quali passi dovrà compiere il nostro scienziato per rivedere la teoria.

(6.8) *Modello di revisione della meccanica newtoniana delle particelle*

Dati: a , a_{pred} come descritti in (6.8). Si osserva una nuova traiettoria a' che produce un'evidenza da spiegare (explanandum) $a^* = a \wedge a'$ che non concorda più con a_{pred} .

Parte applicativa:

lo scienziato dovrà

1. cercare forze “perturbanti” addizionali (o condizioni-limite) precedentemente trascurate;
2. aggiungerle a 1 in (6.7) e procedere con 2 e 3 in (6.7) fino a quando si generi una nuova traiettoria predetta a^*_{pred} che si adatti abbastanza bene ad a^* .

Addendum: se la ricerca ha successo, T è fortemente confermata. Altrimenti gli scienziati dovranno attuare ulteriori revisioni di T .

È interessante notare che in questo modello di revisione soltanto alcune parti di T vengono modificate; vi è, infatti, all'interno di T , un ordinamento d'importanza che ricorda molto l'ordinamento di

radicamento epistemico in AGM. In particolare, Schurz, pur non citando Quine, riprende la distinzione tra centro e periferia di una teoria; afferma, infatti, che T è composta da due parti, T_1 è la *parte centrale* contenente gli assiomi che hanno forza di legge o le premesse esplicative, mentre T_2 è la *parte periferica* che include le ipotesi ausiliarie. Quando un ricercatore rivede T , potrà modificare esclusivamente T_2 lasciando intatta T_1 .

Schurz tenta di generalizzare l'esempio della meccanica newtoniana, formulando delle istruzioni generali di espansione e revisione per le teorie che riguardano i generali sistemi dinamici che utilizzano equazioni differenziali nel campo della matematica, della fisica, della chimica o della biologia evolutiva.

Illustriamo la struttura delle teorie (deduttive) T che descrivono sistemi dinamici (6.9), per poi vedere come sia possibile operare un'espansione abduktiva (6.10) e una revisione abduktiva (6.11):

(6.9) *Struttura delle teorie (deduttive) T che descrivono sistemi dinamici:*

Struttura e ordinamento delle classi di assiomi di T :

1. *Parte applicativa:* lo scienziato deve stilare una lista di alcuni tipi di applicazione, cioè alcuni sistemi empirici S_i ($1 \leq i \leq n$).

2. *Parte teorica:*

2.1 *Ipotesi ausiliarie* A_K ($1 \leq k \leq m$, per $m < n$):

Ogni A_K descrive un sistema (tipo di applicazione) nei termini della teoria. Consiste di una legge *ceteris paribus* $cp(L_k)$ che asserisce che *tutte* le forze (non trascurabili) che agiscono all'interno del sistema descritto sono contenute in una lista L_K che è stata elencata da A_K .

2.2 *Leggi di forza speciali* (per esempio la forza gravitazionale $= \gamma \cdot m_1 \cdot m_2 / r^2$).

2.3 *Equazioni differenziali generali* che hanno come variabile la 'somma di tutte le forze'.

Conseguenze empiriche derivate: traiettorie predette $a_{\text{pred},i}$

Ogni spiegazione offerta da una teoria di un sistema dinamico ha bisogno di una *cp*-legge poiché il cuore della teoria è un'equazione differenziale generale che è formulata in termini di 'somma di tutte le forze che agiscono all'interno del sistema'. La *cp* legge elenca una coppia di forze e asserisce che queste sono *tutte* le forze in gioco. Ulteriori forze perturbanti sono escluse.

Basandosi sull'esempio della meccanica newtoniana delle particelle, Schurz illustra come sia possibile attuare un'espansione all'interno della struttura delle teorie T che descrivono sistemi dinamici, in questo caso il nostro insieme di credenze non sarà semplicemente T , ma le conseguenze logiche dell'unione di T con l'insieme di tutti i fenomeni empirici spiegati da T ; chiameremo tale insieme K .

(6.10) *Espansione abduttiva di credenze* :

Dati: $K = \text{Cn}(T \cup E)$ dove E è l'insieme dei fenomeni empirici spiegati da T .

L'input empirico a descrive un nuovo fenomeno empirico.

Parte applicativa: $\text{abd}(K, a)$ è un insieme di nuove ipotesi ausiliarie che descrivono il modello teorico T riguardo ad a , tale che $\text{abd}(K, a)$ spiega a all'interno di T : l'espansione di T equivale a $T + \text{abd}(K, a)$.

Allo stesso modo è possibile attuare una revisione delle assunzioni del modello teoretico di T quando la nuova evidenza a' è in conflitto con la predizione empirica a_{pred} di T . Vediamo i dettagli qui sotto:

(6.11) *Revisione abduttiva:*

Dati: $K = \text{Cn}(T \cup \{a\})$.

T implica a_{pred} che concorda con il dato osservato a , ma non con il nuovo input a' che implica $\neg a_{\text{pred}}$.

1. *Parte applicativa:*

si identifichino le ipotesi ausiliarie A_K , cioè la lista L_K di forze e le leggi $cp(LK)$ delle quali si ha bisogno per derivare a_{pred} all'interno di T .⁶⁵

2. *Parte teorica:*

2.1 *Prima opzione:* a è un explanans separabile da E ; ciò significa che A_K è rilevante soltanto per un singolo fatto a (per esempio: A_K asserisce che per Urano l'unica forza significativa è la forza gravitazionale del Sole). In questo caso, semplicemente, si rimuove A_K .

2.2 *Seconda opzione:* A_K si applica anche ad altri fatti oltre ad a (per esempio: A_K asserisce che per ogni pianeta la sola forza significativa è la forza gravitazionale del Sole). In questo caso, bisogna restringere A_K (aggiungendo una clausola che escluda dal campo di applicazione di A_K il sistema empirico S_i in cui è presente l'evidenza a'); il risultato sarà $A_{K, \text{ristr}}$.

Bisogna copiare la lista L_K in una nuova lista $L_{K,i}$ (creata appositamente per il sistema S_i).

⁶⁵ Schurz nota che le teorie dinamiche offrono uno scenario causale unico; non ammettono sovradeterminazione causale. Quindi l'unica lista di forze assunte che spiegano erroneamente a all'interno di T è di solito facilmente identificabile.

3. Si tenti di *espandere* $L_{k,i}$ ottenendo $L_{k,i}^*$ (nel caso 2.1 da L_k a L_k^*) cercando ulteriori forze che agiscano nel sistema S_i , e si aggiunga la *cp* legge $cp(L_{k,i}^*)$ (nel caso di 2.1 $cp(L_k^*)$, in modo che la nuova evidenza $a^* = a \wedge a'$ sia approssimativamente derivabile dalla teoria così rivista:

$$T^* = (T - \{A_k\}) \cup \{A_k^*\}, \text{ dove nel caso 2.1, } A_k^* = cp(L_k^*), \text{ e}$$

nel caso 2.2, $A_k = A_{k,ristr} \wedge cp(L_k^*)$. L'insieme $rev(T, e', K^* - \neg a')$
 $= T^*$.

Nota: nel caso (2.1) la teoria rivista può essere definita sulla base dell'identità di Levi, poiché $K^* - \neg a' = Cn((T - \{A_k\}) \cup \{a\})$. Nel caso 2.2 questo è impossibile a causa della modifica ad A_k .

Se il passo 3 ha successo, la teoria data nella sua nuova versione T^* è confermata. Se, però, il passo 3 fallisce ripetutamente, gli scienziati tenteranno di attuare una revisione della parte centrale di T . In questo caso non si rientra più nel modello di revisione proposto da Schurz. Sarebbe, infatti, necessario attuare una revisione della parte centrale della teoria, che non porterebbe a una nuova versione della stessa teoria, ma a una teoria affatto differente.

6.2.3 *Modello di cambiamento abduttivo nel corpus scientifico di Hansson*

Il logico Sven Ove Hansson (2011b, pp. 43-58) si propone di spiegare il cambiamento scientifico mediante il modello del *corpus scientifico*, nel quale un operatore C di abduzione, intesa come inferenza alla miglior spiegazione, svolge un ruolo fondamentale.

Secondo tale modello altamente idealizzato, la conoscenza scientifica ha origine dai dati, cioè resoconti osservativi spesso derivanti dagli esperimenti. Tali dati, dopo essere stati sottoposti a un processo di valutazione critica da parte dei ricercatori, contribuiscono alla costituzione del *corpus scientifico*, del quale fanno parte tutte quelle asserzioni teoriche ed empiriche riguardanti il dominio d'indagine che non vengono messe in discussione dal gruppo di ricercatori fino a quando non sopravvengano nuovi dati che le contraddicono. In altre parole, il corpus scientifico comprende tutte quelle nozioni che potrebbero legittimamente stare in un manuale. Le ipotesi, supposizioni o congetture, che possono ampliare la conoscenza dei fatti conosciuti, non sono incluse nel corpus. Quando, però, alcuni dati offrono un'evidenza sufficiente per giustificare un'ipotesi, questa cessa di essere un'ipotesi diventando essa stessa un dato da includere nel corpus.

Il corpus scientifico è una costruzione molto complessa, parti diverse del corpus sono studiate da differenti gruppi di esperti scientifici e sono in costante sviluppo. Il cambiamento scientifico è quindi collettivo nel senso che concerne più di un'area e deriva dalla cooperazione tra gli esperti delle diverse discipline i quali possono modificare solo la parte del corpus riguardante il proprio ramo d'indagine. A nessuno, infatti, è permesso sconvolgere l'intero corpus della scienza e la decisione di accettare un nuovo dato deve riguardare la quasi totalità degli esperti. Quando gli scienziati apportano dei cambiamenti all'interno del corpus devono seguire degli standard di evidenza, che sono parte essenziale dell'etica della scienza. Ciò significa che nel corpus scientifico dovrebbe essere incluso solo ciò che dipende dall'evidenza e che le nuove idee non possono essere accolte troppo avventatamente per non correre il rischio di accettare assunzioni sbagliate e di arrestare il progresso scientifico.

Nelle figure 6.3 e 6.4, possiamo vedere che, così come in AGM lo stato epistemico di un agente razionale X cambia con l'arrivo di un input epistemico, nel modello di Hansson il corpus scientifico cambia con l'arrivo di nuovi dati.

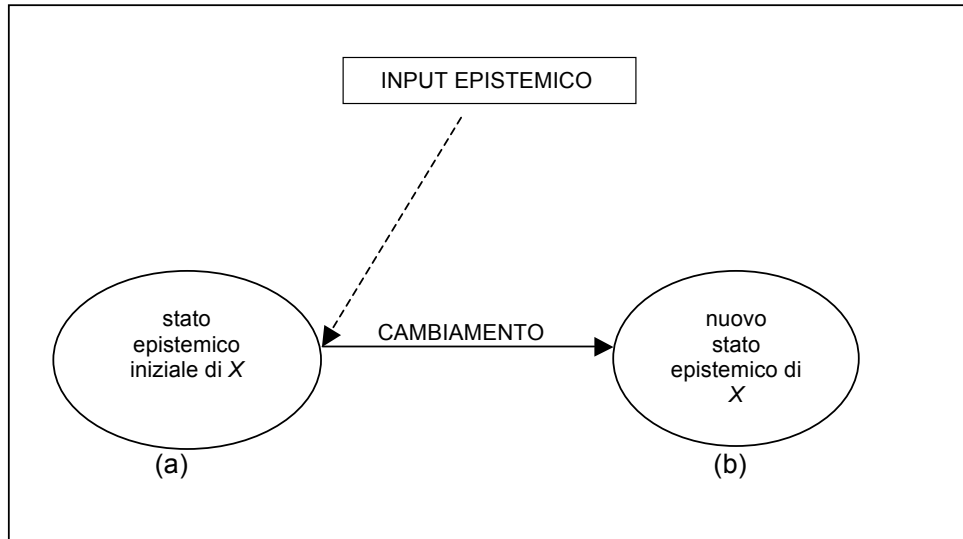


Fig. 6.3 Cambiamento dello stato epistemico di X in risposta a un input epistemico.

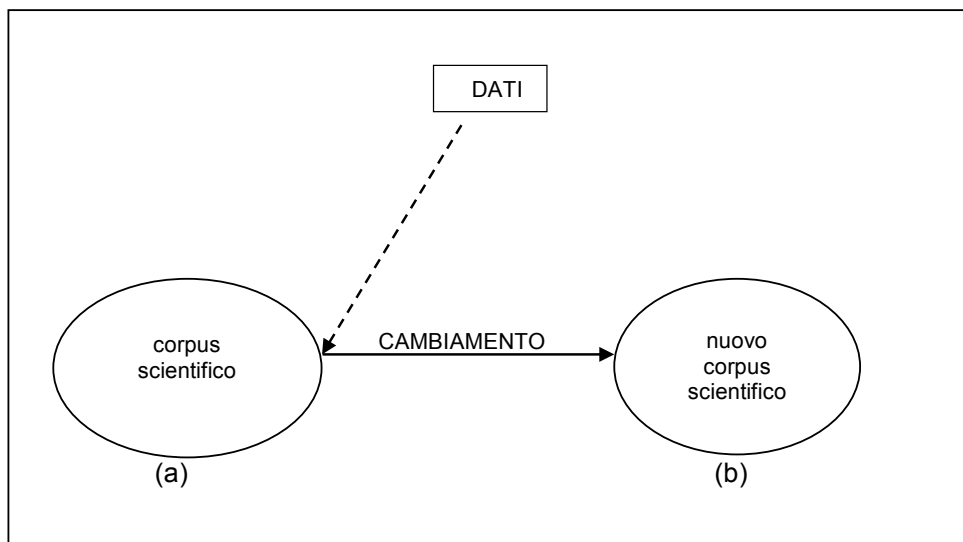


Fig. 6.4 Cambiamento del corpus scientifico in risposta a nuovi dati.

Prima di entrare nel vivo del modello del *corpus scientifico* presentando le operazioni di cambiamento proposte da Hansson, illustriamo brevemente due possibili alternative, vale a dire il modello dei *corpora multipla* e il modello del *corpus vagus*.

Secondo il modello dei *corpora multipla* ci sono tanti *corpora* quante sono le discipline scientifiche le quali sono molto indipendenti tra loro. Hansson fa notare che tale alternativa non sembra essere plausibile poiché nella pratica attuale la scienza opera come un *corpus comune* con fortissime interconnessioni.

Il modello del *corpus vagus*, invece, si basa sull'idea che i dati non sono soggetti a una classificazione binaria a seconda che siano accettati o meno all'interno del corpus, bensì sono ordinati secondo una scala di accettazione che va dal grado massimo di accettazione al pieno rifiuto. Tale modello è compatibile con la teoria bayesiana secondo la quale tutte le asserzioni sul mondo dovrebbero aver assegnato un determinato valore di probabilità ottenendo, così, una complessa rete di asserzioni e di probabilità interconnesse. Ad Hansson il modello bayesiano appare poco plausibile alla luce delle limitazioni cognitive degli esseri umani che rendono impossibile mantenere traccia di un'estesa rete di probabilità interconnesse. Gli scienziati non possono certamente essere in grado di agire come un ideale soggetto bayesiano trovandosi davanti a un corpo di credenze immenso com'è il corpus scientifico.

Hansson ribadisce che nessuna delle due alternative al suo modello di corpus scientifico risulta promettente. Vediamo, allora, i punti fondamentali del suo modello.

Nel modello del corpus scientifico i cambiamenti sono dovuti all'*addizione cumulativa* di nuovi dati e all'*abduzione*. Hansson non prende in considerazione la contrazione poiché nella scienza è raro che vengano eliminati dei dati o delle asserzioni teoriche senza che se ne accettino degli altri; al contrario, molto spesso, alcune parti del corpus vengono escluse come reazione a un nuovo dato che porta

gli scienziati ad abbandonare alcune loro vecchie credenze. Quando i ricercatori si trovano di fronte a un'informazione che è in conflitto con il corpus oppure quando la nuova informazione fa diminuire la plausibilità delle spiegazioni dei dati in possesso, è necessario compiere la scelta di accettare o rifiutare la nuova informazione.

L'obiettivo fondamentale di tale modello consiste nel trovare la *miglior spiegazione* dei dati mediante un'*inferenza abduttiva*.

Hansson introduce una funzione $/\cdot/$ su un linguaggio proposizionale L tale che per ogni insieme A di enunciati, $/A/$ è l'insieme formato dagli elementi di A che rappresentano esclusivamente i dati. $/A/$ è una frazione del linguaggio che rappresenta i dati e tutti gli input consistono nell'aggiunta di un elemento di $/A/$ al corpus o all'insieme di dati. $/A/$ dovrà essere logicamente coerente.

Hansson propone due operazioni su basi di dati (cioè su insiemi di enunciati non logicamente chiusi): una per l'incorporamento di nuovi dati e una per lo sviluppo della teoria basato sui dati. La prima è l'operazione standard di espansione "+". La seconda è un'*operazione di abduzione* o di *inferenza alla miglior spiegazione* che denotiamo con "C".

Data una base di dati B , grazie all'operazione di abduzione otteniamo l'insieme di enunciati che meglio spieghi B e che chiamiamo $C(B)$. Tale insieme includerà sia B sia quegli enunciati che meglio spiegano i dati inclusi in B . L'operazione C verrà applicata non solo alle basi di dati, ma anche agli *insiemi misti*, quegli insiemi, cioè, che includono sia i dati sia gli enunciati teorici. Verrà, inoltre, applicata anche all'espansione di $C(B)$ con un nuovo dato p ; il risultato che si otterrà sarà $C(C(B) + p)$, cioè l'insieme che meglio spiegherà l'espansione di $C(B)$ con p .

C soddisfa la proprietà:

$$(6.12) \quad /C(B)/ = /B/ \quad \textit{identità dei dati}$$

cioè, C non aggiunge né elimina dati. Ne segue che

$$(6.13) \quad /B/ \subseteq C(/B/) \quad \textit{inclusione di dati}$$

Allo stesso modo, dall'identità dei dati segue che:

$$(6.14) \quad \text{se } /A/ \subseteq /B/ \text{ allora } /C(A)/ \subseteq /C(B)/ \quad \textit{monotonicità dei dati}$$

Non vale, invece, la monotonicità in generale, cioè non vale se $A \subseteq B$ allora $C(A) \subseteq C(B)$ e neanche se $A = /A/$ e $B = /B/$. Ciò avviene poiché $B \setminus A$ potrebbe contenere alcuni dati che ci portano a rifiutare alcune delle inferenze in $C(A)$. Vale, invece la seguente condizione:

$$(6.15) \quad C(C(A)) = C(A) \quad \textit{iterazione}$$

L'iterazione ci dice che l'operazione C è completa, nel senso che basta una singola applicazione di C per completare il processo di abduzione.⁶⁶ C, inoltre, soddisfa la seguente proprietà :

$$(6.16) \quad C(A) \not\perp \quad \textit{coerenza inferenziale}$$

la quale richiede che l'inferenza alla miglior spiegazione non ci porti alla contraddizione .

Per chiarezza esplicativa Hansson propone la seguente notazione alternativa per C:

⁶⁶ La completezza di C è una proprietà piuttosto irrealistica. Nella pratica scientifica, infatti, lo sviluppo della teoria è frammentario e tocca solo alcune parti del corpus scientifico in un determinato momento. Questa caratteristica può essere catturata da operazioni di cambiamento locale, cioè operazioni nelle quali l'operatore inferenziale C (in una sua ristretta versione) viene applicato solo a una parte del corpus (Hansson e Wassermann 2002).

$$(6.17) \quad A \odot = C(A)$$

Tale formulazione ha il vantaggio di poter scrivere le sequenze di espansioni e operazioni di inferenza nell'ordine in cui vengono applicate, per esempio

$$(6.18) \quad C(C(B) + p) = B \odot + p \odot$$

Qui di seguito illustreremo i tre approcci esaminati da Hansson per effettuare possibili sequenze delle operazioni “+” e “C” in un modello di cambiamento scientifico.

Primo approccio: indipendenza totale tra espansione e abduzione

L'operazione di abduzione (C) è completamente indipendente dall'operazione di espansione (+). Hansson spiega che, questo modello si basa sull'idea che C non lascia traccia di nessun effetto dopo che i nuovi dati vengono incorporati. Ciò significa che nel momento in cui si aggiunge un input p a $C(B)$, le spiegazioni per B non ci interessano più e quindi si opera direttamente su B . In simboli,

$$(6.19) \quad C(B) + p = B + p$$

Una sequenza di operazioni di questo tipo può configurarsi nel seguente modo:

1. B
2. $B + p_1$
3. $B + p_1 + p_2$
4. $B + p_1 + p_2 + p_3$
5. $B + p_1 + p_2 + p_3 + p_4$
6. $C(B + p_1 + p_2 + p_3 + p_4)$
7. $B + p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5$
8. $B + p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6$
9. $C(B + p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6)$
- ...

Si può notare che al punto 7 l'aggiunta di p_5 a $C(B + p_1 + p_2 + p_3 + p_4)$ non porta $C(B + p_1 + p_2 + p_3 + p_4) + p_5$, ma semplicemente a $B + p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5$.

Hansson sottolinea che questo primo approccio è troppo semplicistico e altamente irrealistico. Nella scienza reale, infatti, il corpus, con le sue considerazioni teoriche, non scompare ogni volta che vengono aggiunti nuovi dati; al contrario, l'intero corpus scientifico è sempre il punto di partenza per qualsiasi sviluppo di una nuova teoria.

Secondo approccio: l'abduzione segue sempre l'espansione

All'estremo opposto, dopo ogni acquisizione di nuovi dati segue automaticamente un aggiustamento del corpus che è ritenuto il punto di partenza per una nuova operazione. Ciò significa che subito dopo l'espansione si attuerà un'abduzione. Si susseguirà, quindi, una serie di operazioni di questo tipo:

1. B
2. $C(B + p_1)$
3. $C(C(B + p_1) + p_2)$
4. $C(C(C(B + p_1) + p_2) + p_3)$
5. $C(C(C(C(B + p_1) + p_2) + p_3) + p_4)$
6. $C(C(C(C(C(B + p_1) + p_2) + p_3) + p_4) + p_5)$
7. $C(C(C(C(C(C(B + p_1) + p_2) + p_3) + p_4) + p_5) + p_6)$
8. $C(C(C(C(C(C(C(B + p_1) + p_2) + p_3) + p_4) + p_5) + p_6) + p_7)$
- ...

In questo modello di cambiamento scientifico il risultato dipenderà dall'ordine in cui i dati vengono inseriti nel corpus. Anche questo approccio sembra piuttosto irrealistico; nella scienza, infatti, non succede sempre che a ogni acquisizione di nuovi dati segua un aggiustamento all'interno del corpus. Hansson suggerisce di unire l'espansione (+) e l'abduzione (C) in un'unica operazione; tuttavia neanche questa operazione combinata corrisponde appieno alla dinamica della scienza.

Terzo approccio: mantenimento delle abduzioni (non automatiche)

Questo terzo approccio cerca una via intermedia tra i primi due. Infatti, (i) come nel primo approccio, l'operazione di abduzione non è attuata automaticamente dopo ogni acquisizione di nuovi dati; (ii) come nel secondo approccio, il risultato dell'abduzione è utilizzato come punto di partenza per ulteriori operazioni.

Può susseguirsi una sequenza di operazioni di questo tipo:

1. B
2. $B + p_1$
3. $B + p_1 + p_2$
4. $B + p_1 + p_2 + p_3$
5. $B + p_1 + p_2 + p_3 + p_4$
6. $C(B + p_1 + p_2 + p_3 + p_4)$
7. $C(B + p_1 + p_2 + p_3 + p_4) + p_5$
8. $C(B + p_1 + p_2 + p_3 + p_4) + p_5 + p_6$

È possibile utilizzare la notazione alternativa © e riformulare la stessa sequenza:

1. B
2. $B + p_1$
3. $B + p_1 + p_2$
4. $B + p_1 + p_2 + p_3$
5. $B + p_1 + p_2 + p_3 + p_4$
6. $B + p_1 + p_2 + p_3 + p_4 ©$
7. $B + p_1 + p_2 + p_3 + p_4 © + p_5$
8. $B + p_1 + p_2 + p_3 + p_4 © + p_5 + p_6$

Possiamo notare che il risultato di ogni abduzione viene sempre mantenuto e condiziona le operazioni successive. È, quindi, molto influente l'ordine con il quale si ricevono i dati.

Hansson sostiene che questo terzo approccio, sebbene molto semplificato, è certamente il più realistico e può essere considerato la base su cui potranno poggiare modelli di cambiamento scientifico più sofisticati ed evoluti.

Fa notare, infatti, che alcune caratteristiche irrealistiche del suo modello dovrebbero in qualche modo essere ovviate. Il problema fondamentale, comune anche ad AGM, consiste nel fatto che non

viene rappresentata la natura creativa del cambiamento teorico; al contrario, l'operazione C sembra essere un procedimento deterministico. Nella scienza reale, il cambiamento teorico è sicuramente limitato dai dati empirici, ma non è determinato da essi, poiché entrano in gioco molti altri fattori. Per aprire uno spiraglio alla rappresentazione di un processo creativo, riprendendo Lindström e Rabinovicz (1991), Hansson afferma la possibilità di un operatore di abduzione indeterministico. Sostiene, inoltre, che sarebbe interessante estendere il modello del corpus a sistemi di credenze di singoli scienziati. Il corpus scientifico potrebbe essere il risultato dei cambiamenti di credenze interdipendenti di scienziati individuali che interagiscono tra loro.

6.3 *Fonderentismo del cambiamento abduttivo*

Il principale scopo di una teoria del cambiamento abduttivo è incorporare una nuova credenza assieme alla sua spiegazione, insieme, cioè, all'ipotesi abduttiva che la giustifica. Si potrebbe, allora, pensare che l'abduzione si avvicini al fondazionalismo secondo il quale bisogna mantenere traccia di tutte le giustificazioni delle credenze. Per un altro verso, però, sembra che l'approccio abduttivo si avvicini alle tesi coerentiste: una caratteristica fondamentale del ragionamento abduttivo è, infatti, mantenere la coerenza, non solo come non contraddittorietà, ma nell'accezione più ampia, nel senso di un supporto vicendevole tra credenze che "stanno bene insieme"; in caso contrario, infatti, le spiegazioni sarebbero senza significato.⁶⁷ Il principio del cambiamento minimo,

⁶⁷ Thagard (2000, p. 45-46) interpreta il fonderentismo in termini di teoria della coerenza esplicativa che esplicita i vincoli necessari alla valutazioni di ipotesi e credenze. L'ipotesi viene accettata solo se vi sono relazioni

spesso considerato un discrimine tra fondazionalismo e coerentismo, pone qualche problema, poiché non è chiaro se sia soddisfatto o meno. Da una parte, infatti, sembra essere violato perché, assieme all'input, nella nuova teoria viene incorporata anche l'ipotesi abduittiva. Dall'altra parte, invece, sembra essere soddisfatto; Pagnucco (1996, p. 80) afferma, infatti, che bisogna evitare di incorporare ipotesi abduittive superflue. Sembra, quindi, che il cambiamento teorico abduittivo comprenda sia istanze fondazionaliste che coerentiste. Aliseda (2006, p. 186) ci suggerisce di collocarlo in una posizione intermedia chiamata *fonderentismo*.

Tale concezione, presentata da Susan Haack nel suo libro *Evidence and Inquiry* (1993), è il tentativo di unire i pregi del fondazionalismo e del coerentismo, eliminandone i difetti. Haack sostiene due tesi principali (*ibidemi*, p. 19):

1. L'*esperienza* di un soggetto è rilevante per la giustificazione delle sue credenze empiriche, ma non c'è necessità di una classe privilegiata di credenze empiriche giustificate esclusivamente dal supporto dell'esperienza indipendentemente dal supporto di altre credenze.

2. la giustificazione non è esclusivamente unidirezionale, ma implica diffuse relazioni di *mutuo supporto*.

Abbiamo visto che il fondazionalismo distingue tra credenze di base e credenze derivate. Le credenze di base sono, in un certo senso, privilegiate poiché non sono giustificate da altre credenze all'interno dello stato epistemico, ma la loro giustificazione deriva esclusivamente dall'esterno, dall'esperienza.

Anche nel fonderentismo l'esperienza di un soggetto è molto rilevante per la giustificazione delle sue credenze empiriche. Tali

esplicative o di analogia tra credenze. Viene rifiutata se contraddice un'altra credenza o se è in competizione nello spiegare la stessa evidenza.

credenze non appartengono, però, a una classe privilegiata, poiché non è escluso che siano giustificate anche da altre credenze all'interno dello stato epistemico. La giustificazione può essere unidirezionale, ma si esige anche il *mutuo supporto* tra le credenze. Possiamo notare che nelle inferenze abduttive, il mutuo supporto è garantito dalle *relazioni logiche* e *causali* tra credenze e conoscenza di sfondo. Il fonderentismo, inoltre, afferma che ci sia una *gradualità* tra credenze, nel senso che una credenza rispetto a un'altra può essere più o meno accettata da *X*: nel caso dell'abduzione, per esempio, tra tutte le spiegazioni plausibili, *X* sceglierà la migliore.

Susan Haack (*ibidem*, pp.81–89) per meglio illustrare il fonderentismo paragona lo stato epistemico di un soggetto *X* a un cruciverba. Ogni parola rappresenta una credenza di *X*. Le definizioni rappresentano le evidenze esperienziali di *X*, le lettere scritte nei quadratini rappresentano le ragioni delle credenze. Le definizioni sono il punto di partenza per l'inserimento delle parole nel cruciverba. Tuttavia, essendo piuttosto vaghe, è necessario controllare le lettere già inserite per stabilire quale parola possa andare bene. Le parole sono vincolate, con gradi diversi, le une alle altre. Che le parole siano corrette dipende da:

1. quanto supporto è dato a queste parole dalle definizioni e dalle lettere che intersecano;
2. quanto ragionevole è avere fiducia che le parole già inserite siano corrette;
3. quante parole che le intersecano sono state inserite.

Analogamente, il fatto che *X* sia giustificato ad accettare la credenza *a* dipende da:

1. quanto l'evidenza è *favorevole* ad *a*;

2. quanto *affidabili* sono le ragioni per credere *a*, indipendentemente dal fatto che *X* accetti o meno *a*;

3. quanto *comprensiva* sia l'evidenza percepita da *X* rispetto ad *a*.

Prendiamo in considerazione l'esempio della figura 6.6. Supponiamo di dover giustificare la credenza rappresentata dalla parola NEO.

¹ P	² R	³ O	⁴ N	⁵ T	⁶ O
	⁷ A	R	E	N	A
⁸ A	R	T	O		
⁹ Z	O	O			

ORIZZONTALI

- 1. Lo si dice rispondendo al telefono
- 7. È famosa quella di Verona
- 8. Braccio
- 9. Vi abitano gli animali in cattività

VERTICALI

- 2. Atipico
- 3. Ogni contadino ne ha uno
- 4. Protagonista della sagra di Matrix
- 5. Trento
- 6. Contrario alla fine del saluto più comune

Fig. 6.6 Cruciverba come immagine dell'approccio fonderentista

Pensare che la parola NEO sia corretta dipenderà in primis dalla definizione, ma dipenderà anche da quanto sia accettabile che PRONTO, ARENA e ARTO siano corrette. E a sua volta credere che

tali parole siano corrette dipenderà dal grado di accettabilità delle altre parole che le intersecano.

Fuor di metafora, un'ipotesi abduittiva è giustificata in quanto è la miglior spiegazione di una evidenza esperienziale che è coerente e contribuisce al mutuo supporto dello stato epistemico considerato.

Capitolo 7

AGM e verosimilitudine

*Non il possesso della
conoscenza, della
verità irrefutabile, fa
l'uomo di scienza, ma
la ricerca critica
persistente della verità.*

Karl Popper

La nozione di *verosimilitudine* o *approssimazione alla verità* si basa sull'idea intuitiva che una teoria è altamente verosimile se dà molte informazioni riguardo a un determinato dominio di indagine e se molte di queste informazioni sono vere, o presumibilmente vere. Nella teoria AGM la verità, e quindi anche la verosimilitudine, non sono i fini cognitivi del cambiamento teorico. Tuttavia alcuni studiosi si sono chiesti se sia possibile attuare dei cambiamenti teorici che ci permettano di passare da una teoria meno verosimile a una più verosimile.

7.1 *Verosimilitudine come scopo della ricerca*

Il concetto di *verosimilitudine* di una teoria scientifica viene introdotto da Popper (1963, 1972) come fine cognitivo plausibile all'interno di una concezione realista del progresso scientifico, dove l'impresa scientifica viene vista come *ricerca della verità*. Secondo Popper, benché la

maggior parte delle teorie scientifiche sia falsa — nel senso di contenere almeno un’affermazione non vera riguardo al mondo — tali teorie possono venire confrontate e selezionate rispetto alla loro “verosimilitudine”. L’intuizione di Popper si basa sull’idea che una teoria T , rappresentata da un insieme logicamente chiuso di enunciati di un linguaggio proposizionale finito L , è costituita dal suo contenuto di verità T_v e dal suo contenuto di falsità T_f . Tutti gli enunciati veri di L appartengono all’insieme V , tutti gli enunciati che non appartengono a V costituiscono l’insieme F , di tutti gli enunciati falsi di L ; V rappresenta “l’intera verità” attorno al dominio d’indagine D , cioè la più completa teoria vera di L (Niiniluoto 1987, p. 183). Popper definisce il contenuto di verità T_v di T come l’insieme $T \cap V$ delle sue conseguenze vere e il contenuto di falsità T_f di T come l’insieme $T \cap F$ delle sue conseguenze false. Nella figura 7.1, dove ogni punto del rettangolo rappresenta un enunciato di L , vengono rappresentati in rosso i contenuti di verità e di falsità della teoria T .

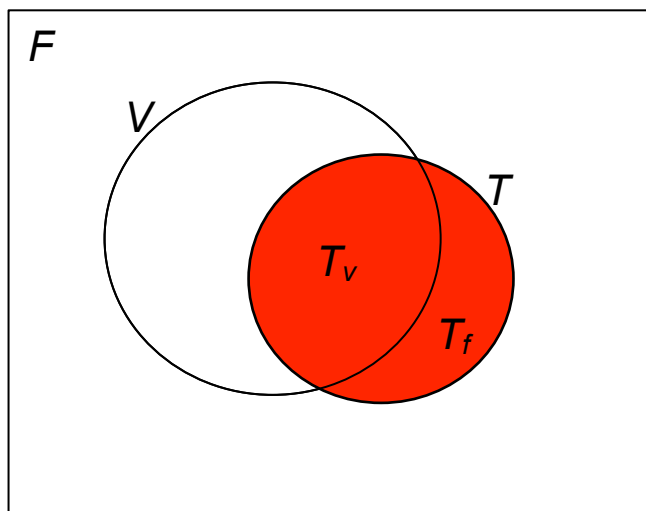


Fig. 7.1 Contenuto di verità T_v e contenuto di falsità T_f della teoria T

Quanto più una teoria T è simile o vicina a V tanto più è verosimile. Un problema centrale della filosofia della scienza consiste proprio nello specificare il significato dell'espressione "la teoria T è più verosimile — o più vicina alla verità — della teoria T_1 ". Popper (1934, p. 401) cerca di dare una soluzione a tale problema, afferma, infatti, che una teoria T è più verosimile di T_1 , se e solo se il contenuto di verità, ma non il contenuto di falsità, di T supera quello di T_1 e il contenuto di falsità di T_1 , ma non il suo contenuto di verità, supera quello di T . Da un punto di vista insiemistico, dire che il contenuto di verità di T *supera* quello di T_1 significa che il contenuto di verità di T è *maggiore* di quello di T_1 poiché $T_{1v} \subset T_v$. Allo stesso modo, affermare che il contenuto di falsità di T *non supera* quello di T_1 , equivale a dire che il contenuto di falsità di T è *minore o uguale* a quello di T_1 , poiché $T_f \subseteq T_{1f}$. La figura 7.2 illustra il caso in cui T è più verosimile di T_1 poiché è più vicina a V rispetto a T_1 . In altre parole, T ha più conseguenze vere e meno conseguenze false di T_1 . In simboli: $T_{1v} \subset T_v$ e $T_f \subset T_{1f}$.

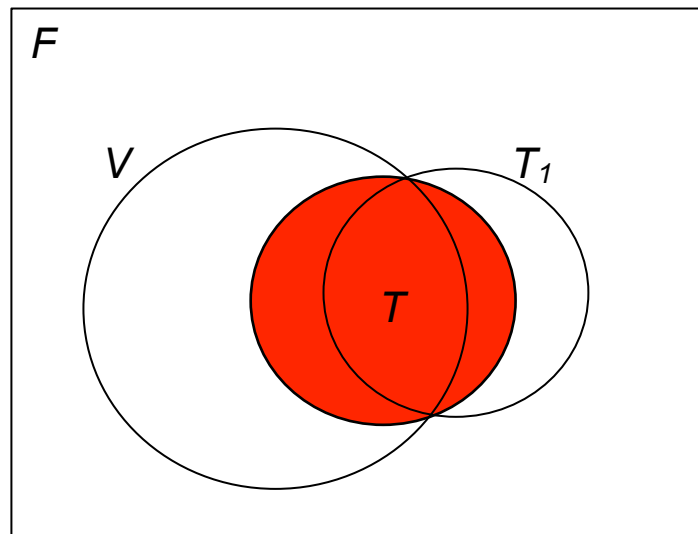


Fig. 7.2 Verosimilitudine secondo Popper: T è più verosimile di T_1

Circa dieci anni dopo la pubblicazione della definizione popperiana di verosimilitudine, Pavel Tichý (1974) e David Miller (1974) dimostrano, indipendentemente l'uno dall'altro, l'inadeguatezza di tale definizione facendo notare che una teoria con almeno una conseguenza falsa non può mai essere più vicina alla verità di un'altra teoria. Il teorema di Tichý–Miller dà il via alle cosiddette teorie “post-popperiane” che tentano di proporre una definizione plausibile al concetto di verosimilitudine. Nascono i diversi approcci alla verosimilitudine, fra gli altri, l'approccio similitudinario nella versione proposta da Ilkka Niiniluoto (1984, 1987, 1998, 1999, 2003) e da Graham Oddie (1986); quello strutturalista elaborato da Theo Kuipers (1982, 1987, 1992, 2000, 2011); l'approccio basato sulle conseguenze rilevanti di Gerard Schurz e Paul Weingartner (1987, 2010); quello formulato sulla base delle relazioni-potenza di Chris Brink, Johannes Heidema e Isabella Burger;⁶⁸ il cosiddetto approccio BF (*basic feature approach*) proposto da Roberto Festa (2007) e ulteriormente sviluppato assieme a Gustavo Cevolani e Vincenzo Crupi;⁶⁹ infine l'approccio nomico di Kuipers (1987, 2000).⁷⁰ Le teorie della verosimilitudine indagano su due problemi fondamentali. Il primo è di tipo *logico*: riguarda la ricerca di una definizione appropriata di verosimilitudine. Il secondo è *epistemico*: si tratta di capire come possiamo razionalmente congetturare sulla base di una data evidenza empirica che una teoria è più vicina alla verità rispetto a un'altra e in che modo possiamo valutare il grado di verosimilitudine di una data teoria. Tutte queste alternative si basano sull'idea intuitiva che la verosimilitudine di una teoria dipenda sia dal suo *contenuto*, cioè quanto dice, sia dalla sua *esattezza*, cioè quanto tale contenuto sia *vero*. È,

⁶⁸ Si vedano Brink (1989), Brink e Heidema (1987), Burger e Heidema (1994, 2005).

⁶⁹ Si vedano Cevolani e Festa (2009), Cevolani, Crupi e Festa (2010 e 2011) e Cevolani, Kuipers e Festa (2012).

⁷⁰ Una rassegna dei diversi approcci alla verosimilitudine la si può trovare in Zwart (2001).

quindi, plausibile analizzare il cambiamento teorico e il progresso scientifico considerando la crescente approssimazione alla verità delle teorie che si susseguono. Si parla di progresso, per esempio, se si pensa a un cambiamento teorico come quello dalla teoria newtoniana a quella einsteiniana poiché, sebbene la nuova teoria sia presumibilmente falsa, si crede che sia più verosimile di quella abbandonata. Seguendo Cevolani e Tambolo (2012), si possono formulare i seguenti due dogmi della verosimilitudine (*Vs*):

- (1) poiché qualche teoria falsa è più vicina alla verità rispetto ad altre, una teoria falsa, ma altamente verosimile può costituire una genuina approssimazione alla verità e quindi un caso di progresso, quando viene adottata per sostituire una teoria meno verosimile;
- (2) possiamo ideare metodi per valutare in modo fallibile, sulla base di un'evidenza disponibile, quale tra due teorie è più vicina alla verità.

7.2 *Due approcci alla verosimilitudine*

Consideriamo ora due influenti approcci alla verosimilitudine: l'*approccio similitudinario* e l'*approccio BF*. Il primo è molto rilevante poiché le principali teorie post-popperiane della verosimilitudine nascono all'interno del modello similitudinario, nel quale si critica a Popper di aver definito la verosimilitudine in termini di contenuto di verità e di falsità senza considerare che le informazioni false possono essere più o meno *simili alla verità*. Illusteremo, in particolare, la versione più completa e conosciuta dell'approccio similitudinario, elaborata da Niiniluoto. L'approccio BF, invece, è, forse, quello più recente. In questo contesto la verosimilitudine di una teoria dipende dalle informazioni riguardanti gli *aspetti basilari (basic feature)* del suo dominio d'indagine.

7.2.1 L'approccio similitudinario alla verosimilitudine

Niiniluoto (1987) suggerisce di definire la verosimilitudine sulla base della distanza tra mondi possibili. T è rappresentata dall'insieme $[T]$ dei mondi possibili in cui tutti gli enunciati di T sono veri. L'insieme M di tutti i mondi possibili contiene, tra gli altri, il mondo reale M^* che corrisponde all'insieme V di L . Tanto più piccolo è l'insieme $[T]$, tanto più grande sarà il suo contenuto informativo. Tanto più vicino a M^* è l'insieme $[T]$ tanto più è vicino alla verità. Ciò significa che tanto più $[T]$ è piccolo e vicino a M^* tanto più verosimile è la teoria T .

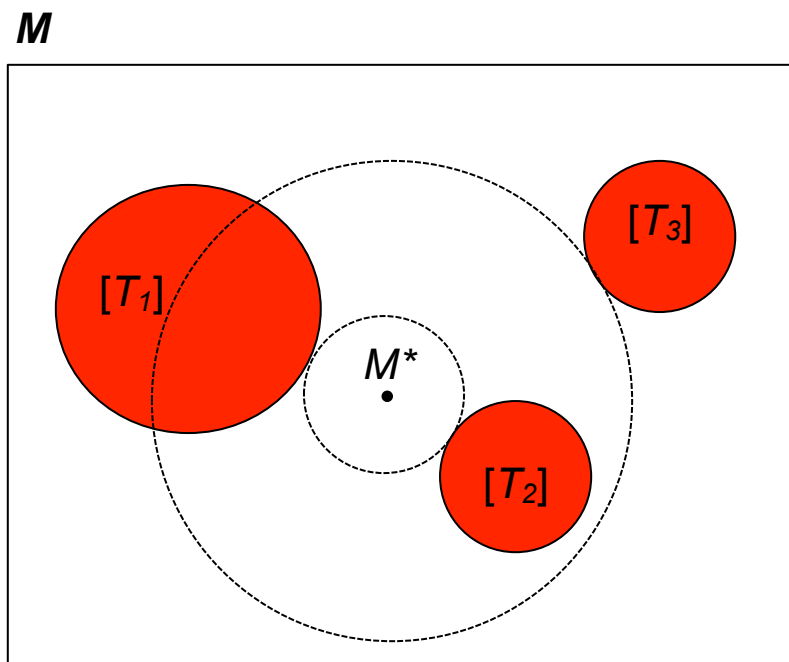


Fig. 7.3 Verosimilitudine nel modello a sfere

Nella figura 7.3 le sfere puntinate esprimono la distanza da M^* , cioè la distanza di una teoria dalla verità. Nella rappresentazione grafica $[T_1]$ e $[T_2]$ si trovano a una distanza equivalente da M^* , ma $[T_1]$ è più grande da $[T_2]$. Ciò significa che la teoria T_1 è meno verosimile di T_2 , poiché è

meno informativa di T_2 ma ugualmente vicina alla verità. La teoria T_2 è ugualmente informativa rispetto a T_3 , ma più vicina alla verità; per questo T_2 è più verosimile di T_3 . La teoria T_1 è meno informativa di T_3 , ma più vicina alla verità; in questo caso è molto difficile definire quale tra le due teorie sia più verosimile. Per stabilirlo sarà necessario analizzare i contenuti di ciascuna teoria.

In questo modo Niiniluoto confronta due teorie qualsiasi rispetto alla loro effettiva distanza dalla verità, supponendo che questa sia conosciuta. Spesso, però, la verità è sconosciuta; è, allora, possibile considerare la *verosimilitudine attesa* (VsA).

Esistono diversi metodi di affrontare la verosimilitudine attesa. Niiniluoto (1987, 1999b) definisce una nozione quantitativa di verosimilitudine attesa in termini bayesiani quantificando con $VsA(T|e)$ il grado di vicinanza stimata alla verità di qualsiasi teoria T data l'evidenza e . Questa definizione poggia sia sulla base di un adeguato valore di verosimilitudine di Vs sia su una distribuzione di probabilità epistemica P all'interno dell'insieme dei diversi stati del mondo M_1, \dots, M_n . Niiniluoto propone alcuni metodi per misurare il grado di verosimilitudine $Vs(T, M_i)$ che esprime la vicinanza o la similarità di una teoria T a un determinato mondo possibile o stato di cose M_i . Data l'evidenza e , i gradi di probabilità $P(M_i|e)$ esprimono i gradi di credenza nella verità di ogni mondo possibile. Il grado di verosimilitudine attesa di T è calcolato sommando la verosimilitudine di T in ogni mondo possibile con la probabilità corrispondente. È possibile esprimere questo concetto formalmente come segue (Niiniluoto 1987, p. 269):

$$(7.1) \quad VsA(T|e) = \sum_i Vs(T, M_i) P(M_i|e)$$

Il progresso può quindi essere considerato sia come un progresso reale (o progresso in senso logico) costruito sulla base dell'accrescersi della

verosimilitudine, sia come un progresso stimato (o progresso in senso epistemico) costruito sulla base di un accrescimento della verosimilitudine attesa (Niiniluoto 1999b, 2009).

7.2.2 *L'approccio BF alla verosimilitudine*

In alcuni recenti articoli, Festa, Cevolani e altri hanno sviluppato il cosiddetto *approccio BF* (*basic feature approach*) alla verosimilitudine. Supponiamo che gli aspetti basilari del dominio D sotto indagine siano descritti dal linguaggio L . La *verità* riguardo a D in L viene definita come la più completa descrizione vera degli *aspetti basilari* di D . Data una teoria T in L il contenuto di base di T è l'informazione trasmessa da T riguardo agli aspetti basilari di D . Secondo l'approccio BF la verosimilitudine di T può essere definita come una media, opportunamente definita, delle informazioni vere e false trasmesse da T riguardo gli aspetti basilari di D .

Supponiamo che il mondo D sia descritto da un linguaggio proposizionale L_n con n enunciati atomici (di base), b_1, \dots, b_n . Gli aspetti basilari di D sono descritti dai letterali di L_n (si veda capitolo 4.4.3). Si ricorderà che un costituente C di L_n è definito come una congiunzione di n letterali, uno per ogni enunciato atomico, e ha la seguente forma: $\pm b_1 \wedge \dots \wedge \pm b_n$. Ci sono 2^n costituenti e soltanto uno è vero. Il costituente vero, C^* , può essere identificato con la verità in L_n . Una c-teoria T di L_n è la congiunzione di k letterali riguardanti k diversi enunciati atomici. Una c-teoria T avrà la seguente forma:

$$(7.2) \quad T = \pm b_{i1} \wedge \dots \wedge \pm b_{ik}$$

dove $0 \leq k \leq n$. Come abbiamo già visto, nel caso in cui $k_T = n$, allora T è un *costituente*. Dato un costituente C e una c-teoria T , una b-affermazione b_i di T è vera in C solo nel caso in cui $\pm b_i$ appartiene a C^b . Altrimenti è falsa in C . Conseguentemente T^b può essere ripartita in due sottoinsiemi rispetto a C .⁷¹

1. l'insieme $v(T, C) = T^b \cap C^b$ delle b-affermazioni di T che sono vere in C ;
2. l'insieme $f(T, C) = T^b \setminus C^b$ delle b-affermazioni di T che sono false in C ;

dove $v(T, C)$ è il b-contenuto vero di T rispetto a C e $f(T, C)$ è il b-contenuto falso di T rispetto a C . Data una c-teoria T (non tautologica), T sarà vera in C se $v(T, C) = T^b$ e falsa in C altrimenti. Inoltre, diremo che T è “completamente falsa” in C quando $v(T, C)$ è uguale all'insieme vuoto.

La verosimilitudine di T può essere definita come la *similarità* o *vicinanza* di T al costituente vero C^* . L'idea di base dell'approccio BF consiste nel fatto che T è molto verosimile se dice molte cose riguardo agli aspetti basilari di D descritti da C^* e molte di queste cose sono vere. Possiamo chiamare *successo* ogni b-affermazione vera di T e *fallimento* ogni b-affermazione falsa di T . T sarà molto verosimile se conterrà molti successi e pochi fallimenti riguardo a C^* , cioè se T^b conterrà molte b-affermazioni vere e poche b-affermazioni false. È possibile tradurre in termini formali tale intuizione grazie alla seguente definizione (Cevolani, Kuipers, Festa, 2012).

⁷¹ Si ricorderà dal capitolo 4.3.3 che C^b e T^b sono rispettivamente il contenuto di base di C e di T .

(7.3) Date due c-teorie T_1 e T_2 , T_2 è più verosimile di T_1 sse si verifica una delle seguenti condizioni:

$$1. v(T_1, C^*) \subset v(T_2, C^*) \text{ e } f(T_2, C^*) \subseteq f(T_1, C^*)$$

$$2. v(T_1, C^*) \subseteq v(T_2, C^*) \text{ e } f(T_2, C^*) \subset f(T_1, C^*)$$

La definizione (7.3) afferma che T_2 è più verosimile di T_1 se T_2 ha più successi e al massimo lo stesso numero di fallimenti di T_1 oppure se T_2 ha meno fallimenti di T_1 e al massimo gli stessi successi.

A $T^?$ appartengono tutti gli “errori di ignoranza” o “lacune” della c-teoria T cioè le b-affermazioni vere su cui T sospende il giudizio (Niiniluoto, 1987). Al contrario, in un costituente C non ci sono errori di ignoranza poiché $C^? = \emptyset$. Si può dire quindi che, dati due costituenti C_1 e C_2 , C_2 è più verosimile di C_1 sse tutti i successi di C_1 sono anche successi di C_2 . In simboli:

$$(7.4) \quad C_2 > C_1 \text{ sse } v(C_1, C^*) \subset v(C_2, C^*).$$

Cevolani, Kuipers e Festa (2012) definiscono il grado di b-contenuto vero $cont_v(T, C)$ come segue:

$$(7.5) \quad cont_v(T, C) = \frac{|v(T, C)|}{n}$$

Ciò significa che $cont_v(T, C)$ corrisponde al numero normalizzato di successi di T rispetto a C . Per stimare quanto T è *simile* a C , $cont_v(T, C)$ può venir considerato il *premio* per i successi di T .

Il b-contenuto falso di T è espresso con la seguente formula:

$$(7.6) \quad cont_f(T, C) = \frac{|f(T, C)|}{n}$$

La definizione (7.6) ci dice che $cont_f(T, C)$ equivale al numero normalizzato di fallimenti di T rispetto a C ; $-cont_f(T, C)$ può quindi essere considerata come la *penalità* dovuta ai fallimenti di T . Sulla base di queste intuizioni, la *similarità* tra T e C , $s_\phi(T, C)$ può essere definita come la media pesata tra il premio per i successi di T e la penalità per i fallimenti di T (*ivi*). In simboli:

$$(7.7) \quad s_\phi(T, C) = cont_v(T, C) - \phi cont_f(T, C)$$

con $\phi > 0$. Il parametro ϕ attribuito al grado di contenuto falso di T rappresenta il “peso” relativo assegnato alla verità e alla falsità, o meglio, ai successi e ai fallimenti di T rispetto a C . Più precisamente, si assegna un premio pari a $(1/n)$ a ogni letterale vero in C di T e una penalità pari $-(\phi/n)$ a ogni letterale falso in C di T . È possibile, quindi, definire la verosimilitudine di T come la similarità di T al costituente vero C^* , $s_\phi(T, C^*)$:

$$(7.8) \quad Vs_\phi(T) = s_\phi(T, C^*) = cont_t(T, C^*) - \phi cont_f(T, C^*).$$

Assumiamo, per esempio, che C^* sia costituito dalla congiunzione $b_1 \wedge \dots \wedge b_n$ di letterali non negati di L_n , che $T_1 = b_1$ e $T_2 = b_1 \wedge b_2$. In questo caso sia T_1 che T_2 sono vere, però T_2 è più informativa di T_1 ; infatti $Vs_\phi(b_1) = 1/n$, mentre $Vs_\phi(b_1 \wedge b_2) = 2/n$. Si avrà quindi

che T_1 sarà meno verosimile di T_2 poiché $1/n < 2/n$ e quindi $Vs_{\phi}(b_1) < Vs_{\phi}(b_1 \wedge b_2)$ (Cevolani, 2013).

Come nell'approccio similitudinario, anche nell'approccio BF è possibile definire la verosimilitudine attesa sulla base di una distribuzione di probabilità definita sull'insieme dei costituenti di L_n : $\{C_1, \dots, C_n\}$. La probabilità di ciascun costituente esprime il grado di credenza nella sua verità data l'evidenza e . La verosimilitudine attesa di T dato e $VsA_{\phi}(T|e)$ è data dalla somma, per ogni costituente C , del prodotto tra la verosimilitudine di T rispetto a C e la corrispondente probabilità condizionata rispetto a e . In simboli:

$$(7.9) \quad VsA_{\phi}(T|e) = \sum_{C_i} s_{\phi} Vs(T, C_i) P(C_i|e).$$

Grazie alla definizione (7.9) è possibile comparare la verosimilitudine di due teorie T_1 e T_2 sulla base della loro verosimilitudine attesa rispetto un'evidenza e . Si potrà, per esempio, dire che

$$(7.10) \quad T_1 \text{ appare più verosimile di } T_2 \text{ dato } e \text{ sse} \\ VsA_{\phi}(T_1|e) > VsA_{\phi}(T_2|e).$$

7.3 AGM e verosimilitudine

Nella teoria AGM la verità non è un fine cognitivo che guida il cambiamento epistemico. A questo proposito, Gärdenfors (1988, p. 20) afferma chiaramente che "i concetti di verità e falsità sono irrilevanti per l'analisi dei sistemi di credenza [...] molti problemi possono essere

sviscerati senza utilizzare le nozioni di verità e falsità”. Più recentemente, Hansson (2004, pp. 275-276) ha notato che, nella teoria AGM, “le relazioni tra stati di credenze e gli oggetti a cui tali stati si riferiscono rimangono fondamentalmente un campo inesplorato”. Alcuni studiosi (in particolare Niiniluoto 1999b, 2009) hanno tuttavia suggerito di analizzare le operazioni di cambiamento teorico alla luce dei concetti di verità e verosimilitudine, quindi in relazione al rapporto dell’agente razionale con il mondo esterno.⁷²

Il legame fra teorie della verosimilitudine e teorie del cambiamento teorico è stato sostanzialmente trascurato nella letteratura fino a tempi recenti. Ciò è abbastanza sorprendente soprattutto se si pensa che, inizialmente, entrambe le teorie vengono sviluppate e discusse da autori con interessi molto simili (si vedano per esempio i saggi raccolti da Niiniluoto e Tuomela, 1979 e, per una discussione, Cevolani e Festa, 2009). Una domanda che sorge naturalmente all’interfaccia fra queste due teorie, sollevata per la prima volta da Niiniluoto (1999b), è se la revisione di una teoria scientifica alla luce di nuove informazioni (che presumiamo vere) ci porti o meno più vicini alla verità, e sotto quali condizioni ciò accada. Più in generale, considerare la verità e la verosimilitudine delle teorie come i fini cognitivi che orientano il cambiamento epistemico — fini che, come abbiamo appena visto, vengono invece ignorati nelle versioni tradizionali di AGM — può servire a specificare principi generali grazie ai quali il cambiamento teorico ci porta più vicini alla verità. Recentemente, alcuni autori (Niiniluoto, 1999b, 2009, 2010; Cevolani, 2006; Festa, 2007; Cevolani e Festa, 2009; Cevolani e Calandra, 2009; Cevolani, Crupi e Festa, 2010 e 2011; Kuipers e Schurz, 2011; Cevolani, Kuipers e Festa, 2012) hanno tentato

⁷² I primi lavori in questo senso sono stati quelli di Ryan e Schobbens (1995) e di Britz e Brink (1995).

di rispondere a questa domanda sulla base di diversi approcci alla verosimilitudine.

7.3.3 AGM e l'approccio similitudinario

Intuitivamente sarebbe naturale pensare che quando si attua un'espansione o una revisione a una teoria T rispetto a un input a vero, il risultato dovrebbe essere una teoria più vicina alla verità rispetto a T . Niiniluoto ha tuttavia dimostrato, nell'ambito dell'approccio similitudinario alla verosimilitudine, che ciò, in generale, non avviene. Infatti, se T è una teoria falsa e a un input vero, è possibile che l'espansione $T + a$ e la revisione $T * a$ siano entrambe meno verosimili di T . In altre parole, l'aggiunta di input veri può portare le nostre credenze, non più vicine, ma più lontane dalla verità. Questa possibilità è illustrata dal seguente esempio (Cevolani, 2013).

Esempio 7.1. Supponiamo che a, a_1, a_2, a_3 siano enunciati atomici veri di un dato linguaggio proposizionale.

Assumiamo, inoltre, che lo stato epistemico di X sia rappresentato dalla teoria $T = Cn(a \rightarrow \neg a_1, a \rightarrow \neg a_2, a \rightarrow \neg a_3)$. T è falsa poiché X accetta tre condizionali falsi. Assumiamo ora che X riceva l'input a . Poiché a non contraddice le sue credenze, X espande T con a , ottenendo $T + a = Cn(a, \neg a_1, \neg a_2, \neg a_3)$. Ne segue che, ora, X accetta una sola credenza vera a e tre false credenze sulle quali, precedentemente, sospendeva il giudizio. La maggior parte dei teorici sulla verosimilitudine concorderebbe sul fatto che in questo caso $T + a$ è meno verosimile di T , cioè che l'espansione con un input vero porta le credenze di X più lontano dalla verità. T

e $T + a$ sono infatti entrambe false, ma $T + a$ contiene più falsità di T nel senso che contiene non solo un numero maggiore di falsità, ma anche falsità, per così dire, più “serie” rispetto ai condizionali di T .

Oltre a questo risultato generale negativo, Niiniluoto (1999b) dimostra che:

(7.11) Se T e a sono entrambi veri, allora $T + a$ è più verosimile di T .

Il teorema 7.11 ci dice che espandere teorie vere con input veri porta a teorie più verosimili. Un esempio è illustrato nella figura 7.4. Come si può notare, T e a sono veri poiché sono rappresentati da $[T]$ e $[a]$ che includono entrambi M^* . Ovviamente sarà vera anche l'espansione $T + a$ rappresentata dall'intersezione (colorata) tra $[T]$ e $[a]$. $[T + a]$ è più piccolo di $[T]$; ciò significa che l'espansione di T con a ha più contenuto informativo rispetto a T e quindi è più verosimile.

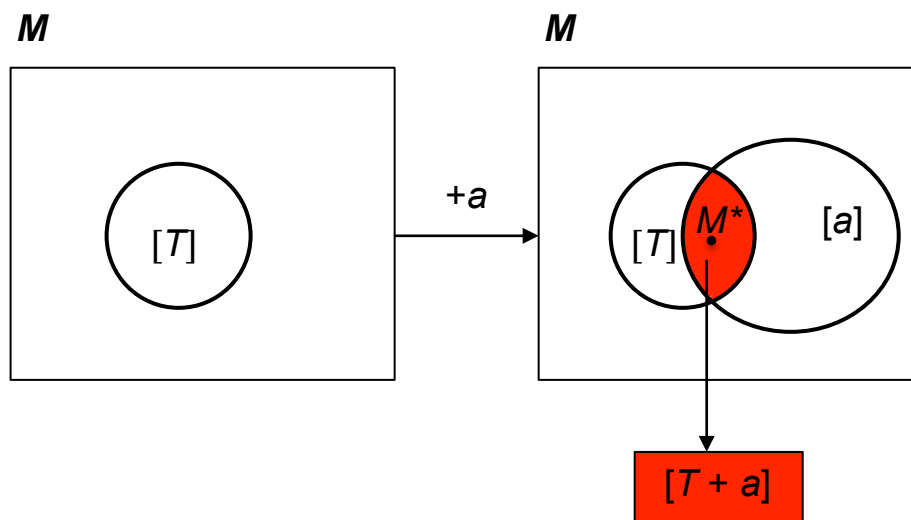


Fig. 7.4 Espansione e verosimilitudine

Tuttavia, se la teoria è falsa, né l'aggiunta di input veri, né l'eliminazione di enunciati falsi aumenta necessariamente la sua verosimilitudine. A volte, al contrario, in questi casi la verosimilitudine diminuisce. Tale situazione viene illustrata dalle seguenti figure (tratte da Cevolani, 2009 p. 197) in cui le sfere puntinate rappresentano le sfere di similarità rispetto a T .

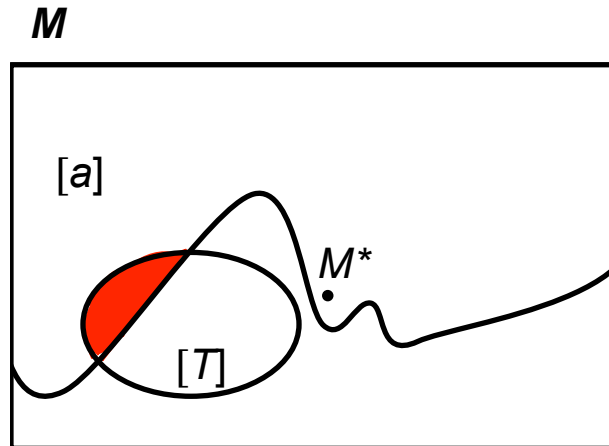


Fig.7.5 L'espansione della teoria falsa T con l'input vero a porta T più lontana dalla verità M^* .

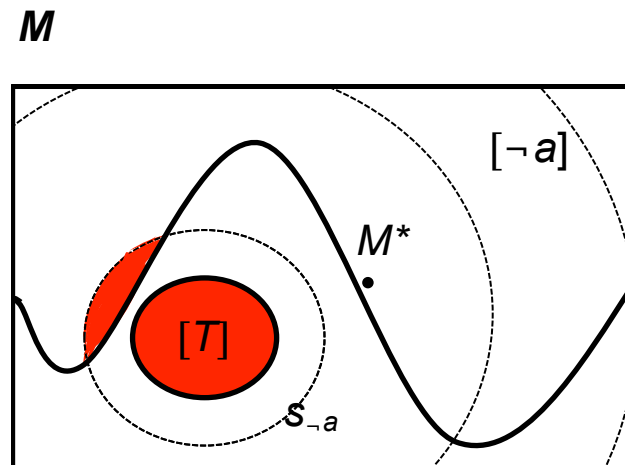


Fig.7.6 La contrazione della teoria falsa T con l'input falso a porta T più lontana dalla verità M^* .

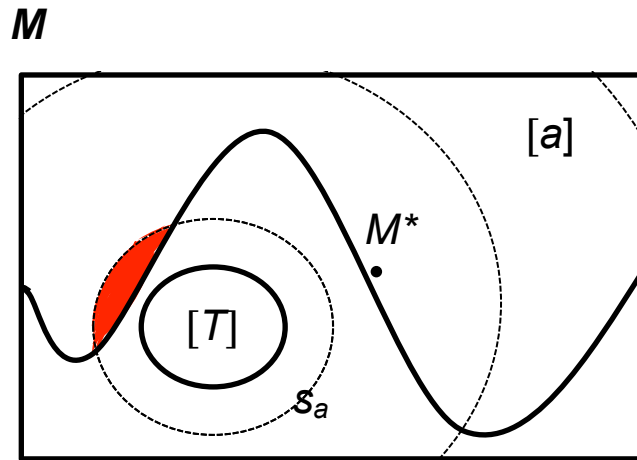


Fig.7.7 La revisione della teoria falsa T con l'input vero a porta T più lontana dalla verità M^* .

7.3.2 AGM e l'approccio BF

Nell'approccio BF la verosimilitudine di una c-teoria T dipende dal numero di enunciati veri e falsi in T riguardo agli aspetti basilari del dominio di indagine e dal peso di ϕ che viene attribuito al fatto che un enunciato sia corretto o sbagliato. Cevolani, Crupi e Festa (2011) hanno mostrato che, applicando l'approccio BF alla teoria AGM, è possibile ottenere risultati più soddisfacenti relativamente all'approssimazione della verità attraverso il cambiamento di c-teorie alla luce di c-input.

(7.12) Data una c-teoria T e un c-input A vero:

(Vs +) se A è compatibile con T , allora $Vs_{\phi}(T + A) > Vs_{\phi}(T)$;

(Vs -) $Vs_{\phi}(T - A) < Vs_{\phi}(T)$;

(Vs *) $Vs_{\phi}(T * A) > Vs_{\phi}(T)$.

Inoltre se A è falso:

(Vs +) se A è compatibile con T allora $Vs_{\phi}(T + A) < Vs_{\phi}(T)$;

(Vs -) $Vs_{\phi}(T - A) > Vs_{\phi}(T)$;

(Vs *) $Vs_{\phi}(T * A) < Vs_{\phi}(T)$.

Il teorema 7.12 mostra che aggiungere input veri o togliere input falsi aumenta la verosimilitudine della c-teoria; viceversa aggiungere input falsi o eliminare input veri la diminuisce. In altre parole, quando la teoria e l'input sono rappresentati da c-teorie, le operazioni di cambiamento AGM si comportano come intuitivamente ci si aspetterebbe. Ciò dipende in maniera essenziale dal modo in cui l'approccio BF ricostruisce le credenze dell'agente, il loro cambiamento e la valutazione della loro verosimilitudine. Infatti, se solo l'informazione trasmessa da tali credenze relativamente agli aspetti basilari del mondo è rilevante per valutare la loro verosimilitudine e il loro cambiamento, allora acquisire credenze vere o abbandonare credenze false è sufficiente per progredire verso la verità.

È stato poi considerato il caso di c-input verosimili e inverosimili, cioè di input la cui verosimilitudine risulti rispettivamente minore o maggiore di 0. Vediamo i casi più significativi ricordando la definizione della tripartizione di A considerata nel capitolo 4.4.3.

Si può notare che (Cevolani 2009, p. 201):

(7.13) Data una c-teoria T e un c-input A :

se A è una c-teoria compatibile con T e A_{xT} è *verosimile*, allora

$Vs_{\phi}(T + A) > Vs_{\phi}(T)$;

se A è una c-teoria compatibile con T e A_{xT} è *inverosimile*, allora

$$Vs_{\phi}(T + A) < Vs_{\phi}(T);$$

se A_{rT} è *verosimile*, allora $Vs_{\phi}(T - A) < Vs_{\phi}(T)$;

se A_{rT} è *inverosimile*, allora $Vs_{\phi}(T - A) > Vs_{\phi}(T)$.

La parte che condiziona il cambiamento, cioè quella che è davvero rilevante per l'espansione è la parte extra dell'input, mentre per la revisione è la parte ridondante. Dal teorema (7.3) possiamo notare che l'espansione di T con A è più verosimile di T se la parte rilevante di A è verosimile. Al contrario, la contrazione di T con A è più verosimile di T se la parte rilevante di A è inverosimile.

Per quanto riguarda la revisione, si ricorderà che è necessario eliminare da T la parte conflittuale T_{cA} di T rispetto ad A , sostituirla con la parte conflittuale A_{cT} di A rispetto a T e, infine, aggiungere la parte extra A_{xA} di A rispetto a T . La sostituzione di T_{cA} con A_{cT} porta a T un *guadagno* o una *perdita* di verosimilitudine a seconda che T_{cA} sia più o meno verosimile di A_{cT} . Che $T * A$ sia più o meno verosimile di T dipende dalla capacità della parte extra A_{xT} di A rispetto a T di superare il guadagno o la perdita di verosimilitudine dovuta alla sostituzione di T_{cA} con A_{cT} .

7.4 *AGM e la verosimilitudine nomica*

In un recente articolo, Cevolani, Kuipers e Festa (2012) hanno applicato alla verosimilitudine “nomica” proposta da Kuipers (1987, 2000) l'approccio BF alla verosimilitudine e al cambiamento epistemico al fine

di analizzare i concetti di cambiamento teorico e progresso cognitivo relativamente agli aspetti "nomici" del dominio d'indagine.

7.4.1 Verosimilitudine nomica

Dato un dominio di indagine D , sia $\mathbf{C} = \{c_1, \dots, c_n\}$ un insieme di tutte le possibilità concettuali rilevanti che caratterizzano D . Per esempio, in un dato dominio, quattro possibilità concettuali potrebbero essere "cigno nero", "non cigno nero", "cigno non nero", "non cigno non nero" (Cevolani, Kuipers, Festa, 2012).

Kuipers (2000, pp. 143 e ss.) ritiene che lo scopo della ricerca scientifica sia scoprire le caratteristiche nomiche del mondo, cioè determinare l'insieme P^* di quelle possibilità concettuali che sono anche possibilità nomiche secondo le leggi che governano D (nell'esempio sopra, P^* potrebbe contenere "cigno nero", "non cigno nero", "non cigno non nero"). P^* può quindi essere considerato l'obiettivo finale dell'indagine scientifica, cioè l'intera verità nomica riguardo a D . Di conseguenza, la verosimilitudine di una teoria nomica T può essere definita come la similarità di T alla verità nomica P^* . Il problema della verosimilitudine nomica, quindi, consiste nel definire quando una data teoria T è più vicina a P^* rispetto a un'altra.

A questo scopo, possiamo supporre che le possibilità concettuali espresse in \mathbf{C} siano descritte da un appropriato linguaggio proposizionale nomico, come segue. Ogni letterale positivo (atomo) a_i di L_n asserisce che la corrispondente possibilità concettuale c_i è una *possibilità nomica* di \mathbf{C} , cioè che $c_i \in P^*$. Ogni letterale negativo $\neg a_i$ afferma che c_i è un'*impossibilità nomica* di \mathbf{C} , cioè che $c_i \notin P^*$. Il costituente vero \mathbf{C}^* di L_n rappresenta quindi l'intera verità nomica riguardo a D , poiché ne specifica tutte le possibilità e le impossibilità

nomiche. Infatti, si noti che $P^* = \{c_i : a_i \in \mathbf{C}^{*b}\}$ è l'insieme delle possibilità nomiche, mentre $I^* = \{c_i : \neg a_i \in \mathbf{C}^{*b}\}$ è l'insieme delle impossibilità nomiche. Una c-teoria nomica T è una congiunzione di affermazioni di possibilità e impossibilità nomiche.

Una definizione comparativa di ciò che significa per una c-teoria T_2 essere più vicina alla verità nomica P^* di una c-teoria T_1 si ottiene direttamente dalla definizione 7.3, interpretando le nozioni di successo e fallimento in termini nomici. Ne segue che ci sono due tipi di successi e due tipi di fallimenti. Un successo del primo tipo è una affermazione di possibilità vera di T , cioè una possibilità nomica correttamente identificata da T . Un successo di secondo tipo è un'affermazione di impossibilità vera di T che corrisponde a una impossibilità nomica correttamente esclusa da T . Un fallimento del primo tipo è una falsa affermazione di possibilità di T che corrisponde a un'impossibilità nomica erroneamente ammessa da T come possibilità nomica, mentre un fallimento del secondo tipo è una falsa affermazione di impossibilità di T che corrisponde a una possibilità nomica erroneamente esclusa da T come impossibilità nomica. È possibile definire, come segue, quando una teoria è più verosimile di un'altra:

(Def. 7.14) T_2 è *più verosimile* di T_1 se, per entrambi i tipi di successi e fallimenti, o T_2 contiene un maggior numero di successi e un numero minore o uguale di fallimenti rispetto a T_1 , oppure T_2 contiene meno fallimenti di T_1 e almeno gli stessi successi.

7.4.2 AGM e l'approccio BF alla verosimilitudine nomica

Nell'ambito del suo approccio nomico alla verosimilitudine, Kuipers (2000, 2011) analizza il cambiamento teorico e il progresso scientifico considerando due tipi diversi di "dati" in risposta ai quali le teorie nomiche possono cambiare. Il primo tipo consiste nei dati che provengono *direttamente* dagli esperimenti o dalle evidenze osservative. Dei dati del secondo tipo fanno parte invece le generalizzazioni inferite *induttivamente* dai dati del primo tipo. Per esempio, l'osservazione di un corvo nero rappresenta un dato del primo tipo. Più in generale, l'osservazione che una possibilità nomica di D è effettivamente realizzata è un dato del primo tipo. Una generalizzazione induttiva come "tutti i corvi sono neri", invece, ci permette di affermare che un corvo non-nero è un'impossibilità nomica in D e si tratta di un dato del secondo tipo. Possiamo dunque descrivere come segue i dati disponibili in un certo momento della ricerca scientifica:

- (i) R : è l'evidenza, cioè l'insieme di tutte le possibilità concettuali di D effettivamente realizzate (tramite l'osservazione o l'esperimento) fino a quel momento. Se supponiamo che non ci siano errori osservativi o sperimentali, segue che $R \subseteq P^*$;
- (ii) S : è la più forte generalizzazione induttiva accettata fino a quel momento. Se supponiamo che non ci siano errori nell'inferenza induttiva che ha portato ad accettare S , segue che $R \subseteq P^* \subseteq S$;

Al fine di analizzare il cambiamento teorico sulla base dei dati, Kuipers propone di presupporre quella che chiama *ipotesi di correttezza dei dati*

– in breve, *ipotesi CD* – che consiste nella congiunzione delle due assunzioni appena citate: $R \subseteq P^* \subseteq S$.

Nella figura 7.8 (Cevolani, Kuipers e Festa, 2012) viene illustrata l'ipotesi CD. Ogni punto del rettangolo rappresenta una possibilità concettuale, R include solo possibilità nomiche (righe orizzontali), mentre S esclude solo impossibilità nomiche (righe verticali).

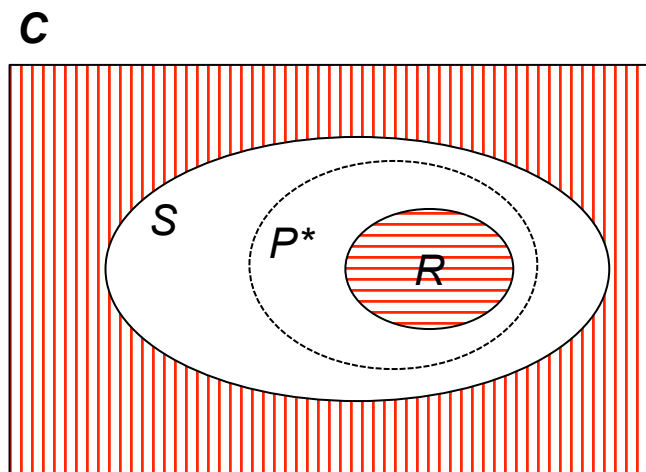


Fig. 7.8 Ipotesi CD di Kuipers

Si noti che i dati rispetto ai quali viene analizzato il cambiamento teorico possono essere rappresentati da una particolare c-teoria nomica, R/S , definita come segue:

$$(7.15) \quad R/S = \bigwedge_{c_i \in R} b_i \wedge \bigwedge_{c_i \notin S} \neg b_i$$

Un cambiamento di T con R/S sarà rappresentato dall'espansione $T + R/S$ se R/S è compatibile con T e dalla revisione $T * R/S$ in caso contrario.

Se la *CD-ipotesi* è soddisfatta, è facile dimostrare che sia l'espansione sia la revisione di T con R/S sono più verosimili di T . In simboli:

(7.16) Se la *CD-ipotesi* è soddisfatta, allora

$$Vs_{\phi}(T + R/S) > Vs_{\phi}(T) \text{ e } Vs_{\phi}(T * R/S) > Vs_{\phi}(T).$$

Ciò significa che l'espansione e la revisione di una c-teoria nomica T con i dati corretti R/S condurrà sempre più vicini alla verità nomica. Infatti, sia l'espansione sia la revisione di T con R/S conterranno più successi e un numero non maggiore di fallimenti rispetto a T .

7.5 AGM, abduzione e verosimilitudine

Nel capitolo 6 abbiamo visto che, quando un agente razionale X deve espandere o rivedere la sua teoria T con un input a , è desiderabile poter analizzare come X cerchi di spiegare a aggiungendo a T anche un'ipotesi h abdotta da a . Nei modelli di cambiamento teorico abduttivo considerati sopra, un agente X cerca un'ipotesi abduttiva h che spieghi l'input a e, se trova tale h lo aggiunge a T . Solitamente, quando tali modelli vengono studiati nell'ambito della logica e in intelligenza artificiale non ci si chiede se l'input o l'ipotesi abduttiva siano veri. È tuttavia interessante analizzare cosa accade quando una teoria vera o falsa viene abduttivamente espansa o rivista con un input a vero o falso. In questi casi anche la verità o la falsità dell'ipotesi abduttiva h gioca un

ruolo fondamentale. La seguente tavola illustra le otto possibilità di espansione abduttiva $T +_{abd} a = T + h$.

	T	a	h	$T +_{abd} a = T + h$
1.	V	V	V	V
2.	V	V	F	F
3.	V	F	V	–
4.	V	F	F	F
5.	F	V	V	F
6.	F	V	F	F
7.	F	F	V	F
8.	F	F	F	F

Tab. 7.1 Tavola delle verità per l'espansione abduttiva se $T +_{abd} a \neq T$

Si può notare dalla tabella 7.1 che $T +_{abd} a$ è vera se e solo se T , a e h sono vere, mentre è falsa in tutti gli altri casi. Infatti, se T e a sono entrambe vere, X potrebbe non trovare un'ipotesi abduttiva vera per a e quindi $T +_{abd} a$ potrebbe essere falsa (caso 2). Se T è falsa, ovviamente $T +_{abd} a$ continuerà a essere falsa. Il caso 3 non è logicamente possibile poiché T e h , entrambi veri, non possono implicare a che è falsa. Sulla scorta del risultato già ottenuto da Niiniluoto per quanto riguarda l'operazione di espansione in AGM standard, si può dimostrare che (Cevolani, 2013)

(7.17) Se sia T e h sono vere, allora $T +_{abd} a$ è più verosimile di T

Il risultato principale di questa ricerca è dato, però, dalla possibilità di dimostrare, come conseguenza di (7.11) e (7.17), che

$$(7.18) \quad \text{Se } T \text{ e } h \text{ sono entrambe vere e } a \neq h \text{ allora} \\ T +_{abd} a \text{ è più verosimile di } T + a$$

Sia $T +_{abd} a$ sia $T + a$ sono vere, ma $T +_{abd} a$ è più verosimile di $T + a$ poiché è più informativa. Conterrà, infatti non solo l'input a , ma anche l'ipotesi abduittiva h che spiega a . Intuitivamente lo possiamo vedere nella figura 7.9.

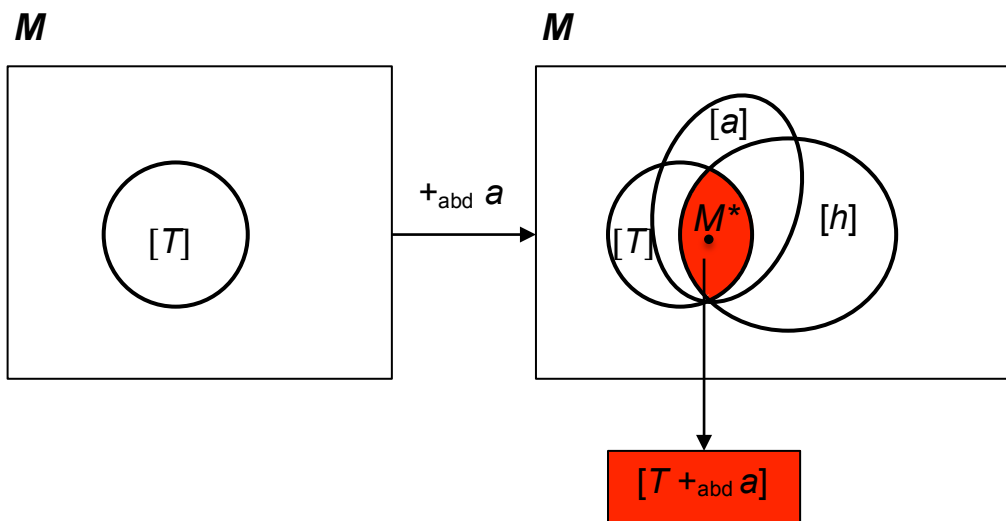


Fig. 7.9 L'espansione abduittiva $T +_{abd} a$, con T e h vere e $a \neq h$, è più verosimile di $T + a$

Nella figura 7.9 l'espansione abduittiva $T +_{abd} a$ è rappresentata dall'insieme di mondi possibili $[T +_{abd} a]$, cioè dall'intersezione tra $[T]$ e $[h]$ (colorata in rosso), mentre l'espansione AGM *standard* $T + a$ è

rappresentata dall'intersezione tra $[T]$ e $[a]$ (che denotiamo con $[T + a]$). Sia $[T +_{abd} a]$ sia $[T + a]$ contengono M^* , ma $[T] \cap [h]$ è un insieme più piccolo rispetto a $[T] \cap [a]$; ciò significa che $T +_{abd} a$ ha un maggior contenuto informativo rispetto a $T + a$ e quindi che l'espansione abduttiva $T +_{abd} a$ è più verosimile dell'espansione *standard* $T + a$.

Consideriamo ora nella tabella 7.2 il caso della revisione abduttiva $T *_{abd} a = (T - \neg a) +_{abd} a = (T - \neg a) + h$.

	T	p	$\neg p$	h	$((K - \neg p) + h)$
1.	V	V	F	V	V
2.	V	V	F	F	F
3.	V	F	V	V	-
4.	V	F	V	F	F
5.	F	V	F	V	F/V
6.	F	V	F	F	F/V
7.	F	F	V	V	F
8.	F	F	V	F	F

Tab. 7.2 Tavola delle verità della revisione abduttiva se $T *_{abd} a \neq T$

Nel caso della revisione abduttiva, se T e a sono vere allora a non contraddice T e quindi è una semplice espansione abduttiva (casi 1 e 2); gli altri casi sono simili all'espansione a parte il caso 5 in cui la teoria è falsa, l'input è vero e l'ipotesi abdotta è vera: la revisione può essere sia vera che falsa a seconda delle situazioni. Potrebbe, per esempio, succedere che la contrazione di T mediante un falso $\neg a$ rimuova tutte le

falsità in T portando a una teoria vera $T - \neg a$; espandendo questa teoria con un h vero si potrebbe ottenere $T *_{abd} a$ che è vera.

Finora abbiamo assunto come noti i valori di verità di T , di a e di h . Tuttavia, come abbiamo già visto, nella maggior parte delle applicazioni, sia quotidiane sia scientifiche, la verità è ignota e ci si trova quindi in una situazione di incertezza e di rischio riguardo alla verità o falsità delle proprie teorie e degli input che si ricevono. Per questo motivo, un agente X non può direttamente valutare la verosimilitudine di T , ma solo la sua verosimilitudine attesa. Cevolani (2013) ha proposto di immaginare che, in questa situazione, l'agente cerchi di trovare un'ipotesi abduittiva h che aumenti la verosimilitudine della propria teoria T una volta che h sia stata accettata in T . Ciò significa definire una *espansione abduittiva guidata dalla verosimilitudine attesa* $T +_{vs-abd} a$ come segue:

$$(7.19) \quad T +_{vs-abd} a = T + h \quad \text{se c'è un'ipotesi abduittiva } h \text{ per } a \text{ tale che}$$

$$VsA(T + h|T) > VsA(T|T)$$

$$= T \quad \text{negli altri casi}$$

La definizione 7.19 ci dice che un agente X cambia la sua teoria solo se trova un'ipotesi abduittiva h che spieghi l'input a e aumenti la verosimilitudine attesa della sua "nuova" teoria valutata sulla base delle sue credenze attuali. Se non dovesse trovare tale ipotesi, X evita di attuare qualsiasi cambiamento. Il cambiamento abduittivo è un tipo di cambiamento senza priorità; l'input, infatti, viene accettato soltanto nel caso ci sia un'ipotesi abduittiva che lo spieghi e che aumenti la verosimilitudine attesa dell'eventuale futura teoria. Come abbiamo visto nel capitolo 6.1.3, a volte ci può essere più di un'ipotesi che spieghi l'evidenza a . Poniamo, per esempio, che X debba scegliere tra l'ipotesi

h_1 e l'ipotesi h_2 ; entrambe sono *buone* spiegazioni di a , poiché sia h_1 sia h_2 aumentano la verosimilitudine attesa della sua nuova teoria valutata sulla base delle credenze attuali X , in simboli

$$(7.20) \quad VsA(T + h_1|T) > VsA(T|T) \text{ e } VsA(T + h_2|T) > VsA(T|T).$$

Affinché X possa scegliere la *miglior* spiegazione tra h_1 e h_2 dovrà calcolare quale delle due ipotesi aumenta maggiormente la verosimilitudine della nuova teoria. Se si dà il caso che

$$(7.21) \quad VsA(T + h_1|T) > VsA(T + h_2|T)$$

allora X sceglierà di accettare h_1 poiché è la *miglior* spiegazione di a data T (*ibidem*).

Possiamo ora definire anche la *revisione abduttiva guidata dalla verosimilitudine attesa* (*ibidem*):

$$(7.22) \quad T *_{vs-abd} a = (T - \neg a) + h \text{ se c'è un'ipotesi abduttiva } h \text{ per } a \\ \text{tale che } VsA((T - \neg a) + h|T) > VsA(T|T) \\ = T \quad \text{negli altri casi.}$$

La definizione 7.22 ci dice che la revisione abduttiva di T con a guidata dalla verosimilitudine attesa equivale alla tradizionale revisione abduttiva di T con a se h aumenta la verosimilitudine attesa di T ; in caso contrario T resta invariata.

Capitolo 8

Conclusioni

Il cambiamento è la legge della vita.

John Fitzgerald Kennedy

Ripercorriamo ora brevemente i temi fondamentali di questa tesi per poi trarre alcune considerazioni conclusive.

8.1 Breve sommario della tesi

Nella *prima* parte abbiamo introdotto la nozione di *cambiamento*. Abbiamo, dapprima, distinto il *cambiamento di credenze fondazionalista* da quello *coerentista* in ambito epistemologico (*secondo* capitolo) e poi abbiamo illustrato il *cambiamento teorico* come *progresso* nell'ambito della filosofia della scienza (*terzo* capitolo).

Nella *seconda* parte ci siamo soffermati su una delle più influenti teorie logiche del cambiamento teorico, vale a dire la *teoria AGM*, in cui lo stato epistemico è un insieme chiuso di enunciati; le operazioni di cambiamento epistemico – espansione, contrazione e revisione – devono soddisfare i principi di coerenza e cambiamento minimo e avvengono alla luce di input che hanno la priorità rispetto alle vecchie credenze.

Negli ultimi anni si è assistito a un risveglio di interesse da parte dei filosofi della scienza per ciò che AGM ha da dire su problemi riguardanti il loro campo d'indagine. Come ha affermato Rott (2000), infatti, AGM non dovrebbe essere solo un “giochetto per logici”, ma uno strumento utile allo studio del progresso scientifico. In realtà, possiamo affermare che la teoria AGM è solo un buon punto di partenza per affrontare alcuni problemi di filosofia della scienza; nella sua versione originale infatti “non è adatta all’analisi dei meccanismi di cambiamento nella scienza” (Hansson 2011, p. 43). Anche per questa ragione, sono state ideate nuove versioni più utili a questo tipo di indagine che hanno portato delle notevoli modifiche ad AGM.

Abbiamo, per esempio, considerato il *cambiamento senza priorità* in cui l'agente può scegliere di includere o meno l'input nel suo stato epistemico; la teoria del *cambiamento delle basi di credenze (BdC)*, che si avvicina maggiormente agli effettivi procedimenti della mente umana e dei programmi di computer poiché lo stato epistemico è rappresentato da un insieme di credenze finito. Un altro sviluppo di AGM che s'è dimostrato foriero di interessanti risultati nel campo della filosofia della scienza è il *cambiamento di teorie congiuntive* all'interno dell'*approccio BF*. Infine, abbiamo illustrato una versione più intuitiva delle operazioni di cambiamento teorico, cioè il *cambiamento a sfere* che opera su mondi possibili e che si è rivelata molto utile per lo studio del rapporto tra AGM e verosimilitudine.

Nella *terza* parte ci siamo occupati di alcuni problemi all'interfaccia tra AGM, filosofia della scienza ed epistemologia. Abbiamo visto (nel *quinto* capitolo) che il *problema di Duhem* può essere affrontato considerando tipi diversi di contrazione. Abbiamo fatto notare che nella concezione coerentista della conoscenza di Quine, le nozioni di *centro* e *periferia* di un sistema di credenze possono essere associate, nell'ambito della teoria AGM, al grado di *radicamento epistemico* di una credenza.

Abbiamo suggerito che il *nucleo* e la *cintura protettiva* dei programmi di ricerca scientifica di Lakatos possono costituire la base concettuale di alcuni particolari tipi di cambiamento di credenze senza priorità, cioè la *revisione schermata*, la *contrazione protettiva* e la *contrazione scudo*.

Si è messo in luce che AGM gioca un ruolo importante nella disputa epistemologica tra fondazionalismo e coerentismo; viene infatti considerata dai più una teoria coerentista in contrapposizione a BdC che viene etichettata come fondazionalista.

Nel sesto capitolo, dopo aver introdotto il concetto di abduzione — come inferenza logica, procedimento euristico della scoperta e inferenza alla miglior spiegazione — abbiamo illustrato alcune operazioni senza priorità di *cambiamento abduttivo*, proposte da Pagnucco e Aliseda, grazie alle quali nella teoria non si include solo l'input ma anche la sua miglior spiegazione.

Lo studio dell'abduzione nell'analisi del cambiamento teorico sembra molto promettente. Non è pensabile, infatti, che all'arrivo di un input, uno scienziato in ogni caso lo incorpori nel suo insieme di credenze occupandosi principalmente di ristabilire la coerenza. Al contrario, spesso accade che se un'evidenza contraddice una teoria piuttosto consolidata, la comunità scientifica cercherà un'ipotesi alternativa che *spieghi* tale evidenza. I contributi di Hansson e Schurz nel recente libro *Belief Revision Meets Philosophy of Science* (2011), seppur con modalità completamente diverse, considerano entrambi la possibilità di utilizzare l'abduzione. Schurz, in un esempio sulla meccanica newtoniana, propone delle vere e proprie istruzioni che i ricercatori devono seguire per cambiare la loro teoria. Hansson spiega, invece, il cambiamento scientifico mediante il suo modello del *corpus* scientifico, che si basa sull'idea che il *focus* dell'indagine è la ricerca di spiegazioni e non il mero tentativo di evitare le contraddizioni; è quindi fondamentale che il cambiamento teorico dipenda da un'operazione di abduzione.

Da un punto di vista epistemologico, si è notato che il cambiamento abduttivo non è un cambiamento né fondazionalista né coerentista; si colloca, invece, nella posizione intermedia proposta da Haack, chiamata *fonderentista*.

Nel *settimo* capitolo ci siamo occupati del rapporto tra teoria AGM, *verosimilitudine* e *abduzione*. Un limite di AGM consiste nell'evitare di considerare il principale scopo della ricerca scientifica, cioè la verità. Abbiamo visto che alcuni studiosi hanno comunque ritenuto interessante analizzare la relazione tra AGM e verità e, più in particolare, tra AGM e verosimilitudine, cercando di trovare le condizioni sotto le quali il cambiamento teorico accresce la verosimilitudine delle teorie. Tali questioni sono state affrontate al simposio su *Belief Revision Aiming at Truth Approximation* organizzato nel 2009 ad Amsterdam durante la seconda conferenza internazionale dell'EPSA: alcuni degli interventi discussi in tale sede hanno contribuito alla pubblicazione del numero di *Erkenntnis* (2011), edito da Kuipers e Schurz, interamente dedicato alla relazione tra AGM e verosimilitudine.

In questa sede abbiamo illustrato due approcci alla verosimilitudine: l'*approccio similitudinario* nella versione a sfere di Niiniluoto e l'*approccio BF* elaborato da Festa, Cevolani e Crupi. In generale, ci si aspetterebbe che aggiungendo informazioni vere o eliminando informazioni false da una teoria, questa aumenti la sua verosimilitudine. In realtà, queste idee intuitive vengono colte soltanto nell'ambito dell'approccio BF, il quale è piuttosto limitato, poiché si occupa dei soli aspetti basilari del mondo. Si è visto, però, che può essere applicato anche al concetto di progresso rispetto alla verosimilitudine nomica introdotto da Kuipers. Nell'ambito dell'approccio similitudinario, invece, l'unico risultato di questo genere consiste nella dimostrazione che l'espansione di teorie vere con input veri aumenta la verosimilitudine

delle teorie. Sulla base di questi studi, abbiamo, infine, fatto alcune considerazioni sui cambiamenti abduktivi alla luce della verosimilitudine.

8.2 Considerazioni conclusive

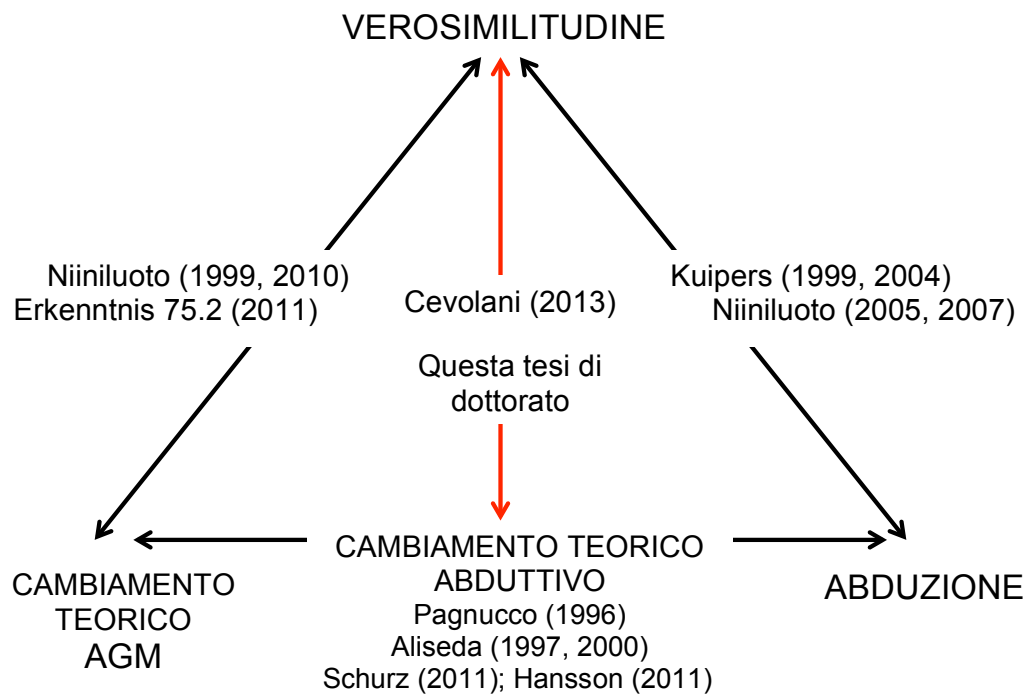


Fig. 8.1 Cambiamento teorico, abduzione e verosimilitudine

La relazione tra il cambiamento teorico, l'abduzione e la verosimilitudine è un campo d'indagine appena nato. Mentre il capitolo 6 sul rapporto tra AGM e abduzione prendeva forma, il mio co-supervisore Gustavo Cevolani, che da anni si occupa del legame tra AGM e verosimilitudine, ha visto la possibilità di mettere in correlazione questi tre argomenti. Nel giugno del 2012 alla conferenza del *MBR (Model-Based Reasoning in*

Science and Technology) di Sestri Levante espone le sue idee che convoleranno nell'articolo *Truth Approximation via Abductive Belief Change* nel *Logic Journal of the IGPL* (2013); qualche giorno dopo partecipiamo assieme all'*International Workshop on Realism, Antirealism, and the Aim of Science* organizzato dall'*Università di Trieste* con un *talk* dal titolo *Abduction, Belief Change, and Verisimilitude*; a novembre interveniamo sempre sullo stesso argomento a Milano alla conferenza annuale della *SILFS (Italian Society for Logic and Philosophy of Science)*.

In questo vasto campo ancora incontaminato, questa tesi di dottorato ha portato un unico frutto ancora acerbo. Si è dimostrato, cioè, che l'espansione abduttiva di teorie vere con input e ipotesi abduttive veri è più verosimile rispetto alla corrispondente espansione *standard* AGM (si veda 7.18, p. 229). In questo particolare caso, se aggiungiamo a una teoria oltre all'input anche un'ipotesi abduttiva che lo spieghi (ovviamente diversa dall'input), ci avviciniamo maggiormente alla verità rispetto all'aggiunta del solo input. Il risultato dell'espansione abduttiva sarà, infatti, maggiormente informativo rispetto a quello della corrispondente espansione *standard*. Si tratta di un caso molto specifico e non particolarmente interessante, ma che, forse, può aprire nuove vie a soluzioni più generali e utili allo studio del cambiamento teorico.

Bibliografia

ALCHOURRÓN, C., GÄRDENFORS, P. e MAKINSON, D.

1985 'On the logic of theory change: partial meet contraction and revision functions', *Journal of Symbolic Logic*, **50**, pp. 510–530.

ALCHOURRÓN, C. e MAKINSON, D.

1981 'Hierarchies of regulations and their logic', in R. Hilpinen (a cura di), *New Studies in Deontic Logic: Norms, Actions and the Foundations of Ethics*, Dordrecht, Reidel, pp. 125-148.

1982 'The logic of theory change: contraction functions and their associated revision functions', *Theoria*, **48**, pp. 14–37.

1985 'On the logic of theory change: safe contraction', *Studia Logica*, **44**, pp. 405–422.

ALISEDA, A.

1997 *Seeking Explanations: Abduction in Logic, Philosophy of Science and Artificial Intelligence*. Tesi di dottorato (Università di Stanford) pubblicata dall'Università di Amstrdam.

2000 'Abduction as Epistemic Change: A Peircean Model in Artificial Intelligence'; in P. Flach and A. Kakas (eds). *Abductive and Inductive Reasoning: Essays on their Relation and Integration*, pp. 45-58. Applied Logic Series. Kluwer Academic Publishers.

- 2005 'Lacunae, Empirical Progress and Semantic Tableaux'in Artificial Intelligence'; in R. Festa, A. Aliseda e J. Peijnenburg (a cura di) *Confirmation, Empirical Progress, and Truth Approximation (Poznań Studies in Philosophy of Science and the Humanities, 83)*, Amsterdam/New York, NY: Rodopi, pp. 255-275.
- 2006 *Abductive Reasoning: Logical Investigation into Discovery and Explanation*, Dordrecht, Springer.

ALSTON, W. P.

- 1992 'Foundationalism', in J. Dancy e E. Sosa (a cura di) *A Companion to Epistemology*, Oxford/Cambridge, Basil Blackwell.

ARISTOTELE

Organon, Giorgio Colli (Introduzione, traduzione e note) Giulio Einaudi Editore (1955).

AUDI, R.

- 1989 *The Structure of Justification*, Cambridge, Cambridge University Press.

AYER, A.J.

- 1969 *The Foundations of Empirical Knowledge*, London, Macmillan.

BENTHEM, J. van

- 1982 'The Logical Study of Science', *Synthese*, **51**, pp.431-472.
- 1999 'Wider still and wider... resetting the bounds of logic', *European Review of Philosophy*, **51**, pp. 21-44.

BICCHIERI, C.

2006 *The Grammar of Society. The Nature and Dynamics of Social Norms*, New York, Cambridge University Press.

BLANSHARD, B.

1939 *The Nature of Thought*, London, Allen and Unwin.

BOCHMAN, A.

2001 'A foundational theory of belief and belief change', *Artificial Intelligence*, **108**, pp.309-352.

BONFANTINI, M. e FERRARESI, M.

2006 'Manifesto di Psòmega', in aa.vv. *L'inventiva. Psòmega vent'anni dopo*, Bergamo, Moretti e Honegger editori.

BONIOLO, G. *et al.*

2002 *Filosofia della scienza*, Milano, Raffaello Cortina Editore.

BONIOLO, G. VIDALI, P.

2003 *Introduzione alla filosofia della scienza*, Milano, Bruno Mondadori Editori.

BONJOUR, L.

1978 'Can Empirical knowledge Have a Foundation?', *American Philosophical Quarterly*, **15**, pp. 1-13.

1985 *The Structure of Empirical Knowledge*, Cambridge/Mass, Harvard University Press.

1989 'Coherence Theory of Knowledge and Justification', *Routledge Encyclopedia of Philosophy*, London/New York.

1999 'The Dialectic of Foundationalism and Coherentism', in J. Greco e E. Sosa (a cura di), *The Blackwell Guide to Epistemology*, Oxford, Blackwell.

2002 *Epistemology. Classic Problems and Contemporary Responses*, Oxford, Rowman & Littlefield Publishing Group.

BONSAQUET, B.

1920 *Implication and Linear Inference*, London, Mcmillan.

BOVENS, L e HARTMANN, S.

2003 *Bayesian Epistemology*, Oxford, Oxford University Press.

2007 'Bayesian Epistemology', *Synthese*, **3**, pp.403-603.

BRADLEY, F.H.

1914 *Essays on Truth and Reality*, Oxford, Oxford University Press.

BRINK, C.

1989 'Verisimilitude: Views and Reviews', *History and Philosophy of Science*, **10**, pp. 181–201.

BRINK, C. e HEIDEMA, J.

1987 'A Verisimililar Ordering of Theories Phrased in a Propositional Language', *British Journal for the Philosophy of Science*, **38**, pp. 533–549.

BRITZ, K. e BRINK, C.

1995 'Computing verisimilitude', *Notre Dame Journal of Formal Logic*, **36** (1), pp. 30–43.

BURCH, R.

- 2010 'Charles Sanders Peirce', in E. N. Zalta (a cura di), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*.
<http://plato.stanford.edu/entries/peirce/>

BURGER, I. C. e HEIDEMA, J.

- 1994 'Comparing Theories by their positive and negative Contents', *British Journal for the Philosophy of Science*, **45**, pp. 605–630.
- 2005 'For Better, for Worse: Comparative Orderings on States and Theories', in R. Festa, A. Aliseda e J. Peijnenurg (a cura di), *Confirmation, Empirical Progress, and Truth Approximation (Poznań Studies in the Philosophy of Science and the Humanities, 83)*, Amsterdam/New York, Rodopi, pp. 459-488.

CARNAP, R.

- 1932 'Über Protokollsätze', *Erkenntnis*, **33**, pp. 215-234.

CEVOLANI, G.

- 2006 *Belief Change, Nonmonotonic Reasoning and Scientific Method*, Bologna, Bononia University Press.
- 2009 *La freccia della conoscenza*, Bologna, Archetipolibri.
- 2013 'Truth Approximation via Abductive Belief Change', *Logic Journal of the IGPL*; in corso di pubblicazione.
DOI: 10.1093/jigpal/jzt010

CEVOLANI, G. e CALANDRA, F.

- 2009 'Approaching the Truth via Belief Change in Propositional Languages', in M. Suárez, M. Dorato e M. Rèdei (a cura

di), *EPSA Epistemology and Methodology of Science. Launch of the European Philosophy of Science Association*. **5**, Springer, pp. 47-62.

CEVOLANI, G., CRUPI, V. e FESTA, R.

- 2010 'The Whole Truth about Linda: Probability, Verisimilitude and a Paradox of Conjunction', in M. D'Agostino *et al.* (a cura di), *SILFS New Essays in Logic and Philosophy of Science*, Londra, College Publications, pp. 603-615.
- 2011 'Verisimilitude and Belief Change for Conjunctive Theories', *Erkenntnis*, **75** (2), pp. 183-202.

CEVOLANI, G., KUIPERS, T. e FESTA, R.

- 2012 'Verisimilitude and Belief Change for Nomic Conjunctive Theories', *Synthese*, in corso di pubblicazione.
DOI: 10.1007/s11229-012-0165-0

CEVOLANI, G. e FESTA, R.

- 2006 'Approaching the Truth via Belief Revision', in *Frames: a Colloquium in Linguistics, Philosophy and Economics*, Bologna.
- 2009 'Scientific Change, Belief Dynamics and Truth Approximation', *La Nuova Critica*, **51-52**, pp. 27-59.
- 2012 "'Merely a Logicia's toy?" Belief Revision confronting Scientific Theory Change', *Metascience* **22**, (2), pp. 463-466.

CEVOLANI, G. e TAMBOLO, L.

2012 'Progress as Approximation to the Truth: a Defence of the Verisimilitudinarian Approach', *Erkenntnis*, in corso di pubblicazione. DOI: 10.1007/s10670-012-9362-y

CHISHOLM, R. M.

1989 *Theory of Knowledge*, New York, Prentice-Hall, Englewood Cliffs.

CRUPI, V., GIARETTA, P. e FESTA, R.,

2009 'Deduzione, induzione e abduzione nelle scienze mediche', *Logic & Philosophy of Science*, vol. VII, 1, pp. 41-68.

D'ALFONSO, S.

2011 'Supplementing Belief Revision for the Aim of Truthlikeness', *The Reasoner*, 5, pp. 143-145.

DELGRANDE, J., *et al.*

2005 'Belief Change : Perspectives from Artificial Intelligence, Philosophy, and Economics', in J. Delgrande *et al.* (a cura di) *Belief Change in Rational Agents: Perspectives from Artificial Intelligence, Philosophy, and Economics, Dagstuhl Seminar Proceedings 05321, Internationales Begegnungs- und Forschungszentrum (IBFI), Schloss Dagstuhl, Germany.*

DORATO, M.

2007 *Cosa c'entra l'anima con gli atomi*, Roma, Bari, Editori Laterza.

DOYLE, J.

1979 'A Truth Maintenance System', *Artificial Intelligence*, **12**, pp. 231-272.

1992 'Reason Maintenance and Belief Revision', in P. Gärdenfors (a cura di), *Belief Revision*, Cambridge University Press.

DOUVEN, I.

2011a *Abduction*, The Stanford Encyclopedia of Philosophy (primavera 2011) E. N. Zalta (a cura di), <http://plato.stanford.edu/entries/abduction/>

2011b Peirce on Abduction (supplemento ad Abduction) The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Edizione primavera 2011) E. N. Zalta (a cura di), <http://plato.stanford.edu/entries/abduction/peirce.html>

DRETSKE, F.

1971 'Conclusive Reasons', in *Australasian Journal of Philosophy*, **49**, pp. 1-22.

DRI, P.

1994 *Serendippo. Come nasce una scoperta: la fortune della scienza*, Roma, Editori Riuniti.

DUHEM, P.

1906 *La théorie physique. Son object et sa structure*, Chevalier et Rivière; trad.it (1978) *La teoria fisica: il suo oggetto, la sua struttura*, Bologna, Il Mulino.

ECKERT D. e PIGOZZI, G.

- 2005 'Belief merging, judgment aggregation, and some links with social choice theory', in J. Delgrande *et al.* (a cura di) *Belief Change in Rational Agents: Perspectives from Artificial Intelligence, Philosophy, and Economics*, Dagstuhl Seminar Proceedings 05321, Internationales Begegnungs- und Forschungszentrum (IBFI), Germany, Schloss Dagstuhl.

ECO, U.

- 1980 *Il nome della rosa*, Milano, Bompiani.
1985 *Sugli specchi e altri saggi*, Milano, Bompiani.

ECO, U. e SEBEOK, T. A.

- 1983 *Il segno dei tre: Holmes, Dupin, Peirce*, Milano, Bompiani.

FERMÉ, E. L., HANSSON, S.O.

- 2001 'Shielded Contraction', in M. A. Williams e H. Rott (a cura di) *Frontiers of Belief revision*, Dordrecht, Kluwer Academic.

FESTA, R.

- 1996 *Cambiare opinione. Temi e problemi di epistemologia bayesiana*, Bologna, CLUEB.
2005 'On the Relation between (Neoclassical) Philosophy of Science and Logic' in R. Festa, A. Aliseda e J. Peijnenburg (a cura di), *Confirmation, Empirical Progress, and Truth Approximation (Poznań Studies in the Philosophy of Science and the Humanities, 83)*, Amsterdam/New York, Rodopi, pp. 511-521.

- 2006a 'Recensione: Luc Bovens e Stephan Hartmann, *Bayesian Epistemology*, 2003', *2R: Rivista di recensioni filosofiche*, **3**, www.swif.uniba.it/lei/2r.
- 2006b 'Giochi di società. La complessità sociale nelle teorie ABM e nelle teorie dei giochi', *Élite*, **3**, pp.15-30.
- 2007 'Verisimilitude, qualitative theories, and statistical inferences'. In S. P. M. Sintonen and P. Raatikainen, (a cura di), *Festschrift for Ilkka Niiniluoto*, pp. 143-178.

FEYERABEND, P.

- 1975 *Against Method. Outline of an Anarchist Theory of Knowledge*, New Left Books; trad. it. *Contro il metodo. Abbozzo di una teoria anarchica della conoscenza*, 1979, Milano, Feltrinelli.

FLACH, P. e KAKAS, A.

- 2000 *Abduction and Induction: Essays on Their Relation and Integration*, Oxford, Dordrecht, Kluwer Academic.

FORREST, P.

- 1986 *The Dynamics of Belief. A Normative Logic*, Oxford, Basil Blackwell.

FUHRMANN, A.

- 1995 'Editor's introduction', *Notre Dame Journal of Formal Logic*, **36**, pp. 1–14.
- 1991 'Theory Contraction through Base Contraction', *Journal of Philosophical Logic*, **20**, pp.175-203.

FUHRMANN, A. e MORREAU, M. (a cura di)

1991 'The Logic of Theory Change', *Lectures Notes in Artificial Intelligence*. Springer-Verlag, Berlin. Proceedings of the Konstanz Workshop, October 13 –15, 1989.

FUHRMANN, A. e ROTT, H. (a cura di)

1996 *Logic, action and information*, Berlin–New York, Walter de Gruyter.

FUMERTON, R.

2005 'Foundationalist Theories of Epistemic Justification', *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, <http://plato.stanford.edu/entries/justep-foundational/>.

GÄRDENFORS, P.

1978 'Conditionals and changes of belief', in I. Niiniluoto e R. Tuomela (a cura di), *The Logic and Epistemology of Scientific Change (Acta Philosophica Fennica 30 (2-4))*, Amsterdam, North-Holland Publishing Company, pp. 381-404.

1981 'An Epistemic Approach to Conditionals', *American Philosophical Quarterly*, **18**, pp.203-211.

1984 'Epistemic importance and minimal change of belief', *Australasian Journal of Philosophy*, **62**, pp. 136–157.

1985a 'Epistemic importance and the logic of theory change', in G. Dorn e P. Weingartner (a cura di), *Foundations of Logic and Linguistics. Problems and their Solutions*, New York, Plenum Press, pp. 345–367.

1985b 'Propositional logic based on the dynamis of belief', *The Journal of Symbolic Logic*, **50**, No. 2, pp. 390-394.

1988 *Knowledge in Flux: Modeling the Dynamics of Epistemic States*, Cambridge, Massachusetts, MIT Press/Bradford Book.

1990 'The dynamics of belief systems: foundations vs coherence theories', *Revue Internationale de Philosophie*, **44**, pp. 24–48.

GÄRDENFORS, P. (a cura di)

1992a *Belief Revision*, Cambridge University Press.

GÄRDENFORS, P.

1992b 'Belief revision: an introduction'. in P. Gärdenfors (a cura di), *Belief Revision*, Cambridge University Press.

GÄRDENFORS, P. e MAKINSON, D.

1988 'Revisions of knowledge systems using epistemic entrenchment', in M. Y. Vardi (a cura di), *Proceedings of the Second Conference on Theoretical Aspects of Reasoning about Knowledge*, Los Altos, CA, Morgan Kaufmann, pp. 83–95.

1991 'Relations between the logic of theory change and non monotonic logic', in A. Fuhrmann e M. Morreau (a cura di), *The Logic of Theory Change*, Berlin, Springer Verlag, pp. 185–205.

GÄRDENFORS, P. e ROTT, H.

1995 'Belief revision', in D. M. Gabbay, C. J. Hogger e J. A. Robinson (a cura di), *Handbook of Logic in Artificial Intelligence and Logic Programming*, Clarendon Press,

Oxford, volume 4: Epistemic and Temporal Reasoning, pp. 35–132.

GETTIER, E.I.

1963 'Is Justified True Belief Knowledge?' in *Analysis*, **23**, pp. 121-123 ; trad. it. (1991) 'La credenza vera giustificata è conoscenza ?' in A. Bottani e C. Penco (a cura di), *Significato e teorie del linguaggio*, Milano, Franco Angeli, pp. 268-270.

GILLIES, A.S.

2004 'New Foundation for Epistemic Change', *Synthese*, **138**, pp. 1-48.

GIORELLO, G.

1994 *Introduzione alla filosofia della scienza*, Milano, Bompiani.

GOLDMAN, A. I.

1967/1992 'A Causal Theory of Knowing', in *The Journal of Philosophy*, **64**, pp.357-372. Anche in Goldman, A.I. (1992) *Liaisons. Philosophy Meets Cognitive and Social Science*, Cambridge, Mass., The Mit Press, pp. 69-83.

1976/1992 'Discrimination and Perceptual Knowledge', in *The Journal of Philosophy*, , pp.357-372. Anche in Goldman, A.I. (1992) *Liaisons. Philosophy Meets Cognitive and Social Science*, Cambridge, Mass., The Mit Press, pp. 85-103.

- GROVE, A.
 1988 'Two modelling for theory change', *Journal of Philosophical Logic*, **17**, pp. 157–170.
- HAACK, S.
 1993 *Evidence and Inquiry*, Oxford, Basic Blackwell.
- HAHN, H., NEURATH, O. e CARNAP, R.
 1929/79 *Wissenschaftliche Weltauffassung. Der Wiener Kreis*, Wien, Wolf, trad. It. *La concezione scientifica del mondo. Il Circolo di Vienna*, Roma/Bari, Laterza.
- HANSSON, N. R.
 1958 *Patterns of Discovery*, Cambridge University Press.
- HANSSON, S. O.
 1989 'New Operators for Theory Change', in *Theoria*, **55**, pp.114-133.
 1994 'Kernel contraction', In *The Journal of Symbolic Logic*, Vol. 59, No. 3, pp. 845-859.
 1999a *A Textbook of Belief Dynamics: Theory Change and Database Updating*, Dordrecht, Kluwer Academics Publishers.
 1999b 'A Survey of Non-Prioritized Belief Revision', *Erkenntnis*, **50**, pp. 413-427.
 2000a 'Coherentist Contraction', *Journal of Philosophical Logic*, **29**, pp. 315-330.
 2000b 'Formalization in Philosophy', *Bulletin of Symbolic Logic*, **6**, pp. 162–175.

- 2004 'Belief Revision from an Epistemological Point of View', in I. Niiniluoto, M. Sintonen, J. Wolenski (a cura di), *Handbook of Epistemology*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, pp. 255-279.
- 2003 'Ten philosophical problems in belief revision', *Journal of Logic and Computation*, **13**, pp. 37–49.
- 2006 'Coherence in Epistemology and Belief Revision', *Philosophical Studies*, **128** (1), pp. 93-108.
- 2011a 'Logic of belief revision', in E. N. Zalta (a cura di) *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*,
<http://plato.stanford.edu/entries/logic-belief-revision/>
- 2011b 'Changing the Scientific Corpus', in E. J. Olsson e S. Enqvist (a cura di), *Belief Revision Meets Philosophy of Science*, Heidelberg, Londra, New York, Dordrecht, Springer.

HANSSON, S. O. e OLSSON, E. J.

- 1999 'Providing Foundation for Coherentism', *Erkenntnis*, **51**, pp. 243-265.

HANSSON, S. O. e ROTT, H.

- 1995 'How not to change the theory of theory change: a reply to Tennant', *British Journal for the Philosophy of Science*, **46**, pp. 361–380. Reply to Tennant (1994).

HANSSON, S. O. e WASSERMANN, R.

- 2002 'Logical Change', *Studia Logica*, **70** (1), pp. 49-76.

HARGREAVES HEAP, H *et al.*

1992 *The Theory of Choice. A critical Guide*, Cambridge, Blackwell, trad. it. *La teoria della scelta. Una guida critica*, Bari, Editori Laterza.

HARMAN, G. H.

1965 'Inference to the Best Explanation', *Philosophical Review*, **74**, pp. 88-95.

1973 *Thought*, Princeton/New York, Princeton University Press.

1986 *Change in View: Principles of Reasoning*, Cambridge (MA), MIT Press.

HARPER, W. L.

1977 'Rational conceptual change', In *PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, **2**, pp. 462–494.

HEMPEL, C. G.

1934 'On the Logical Positivist's Theory of Truth', *Analysis*, **2**, pp.49-59.

1965 *Aspect of Scientific Explanation and other Essays in the Philosophy of Science*, New York, Toronto, Ontario, The Free Press.

HINTIKKA, J.

1962 *Knowledge and Belief. An Introduction to the Logic of the Two Notion*, Ithaca/London, USA, Cornell University Press.

IRANZO, V.

2007 'Abduction and Inference to the Best Explanation',
Theoria, **22**, pp. 339-346.

JOHNSON-LAIRD, P. N. e WALSH, C. R.

2009 'Changing your Mind' in *Memory & Cognition*, **37** (5), pp.
624-631.

KATSUNO, H. e MENDELZON, A. O.

1991 'Propositional knowledge base revision and minimal
change', In *Artificial Intelligence*, **52**, pp. 263–294.

KLEE, R.

2000 'Problems with formal models of epistemic entrenchment
as applied to scientific theories', *Synthese*, **122**, pp. 313–
320.

KONIECZNY, S. e PINO-PEREZ, R.

1998 'On the Logic of Merging', in *Proceeding of KR 1998*,
Morgan Kaufmann, pp.488-498.

KVANVIG, J.

2003 'Coherentist Theories of Epistemic Justification', *Stanford
Encyclopedia of Philosophy*,
<http://plato.stanford.edu/entries/justep-coherence/>.

KUHN, T. S.

1962/70 *The Structure of Scientific Revolutions*, *International
Encyclopedia of Unified Sciences*, vol. **II**, Chicago
University Press, Chicago, seconda edizione con

l'aggiunta di 'Postscript 1969', 1970. Trad. italiana della seconda edizione *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, 1978, Torino, Einaudi.

KUIPERS, T. A. F.

- 1982 'Approaching Descriptive and Theoretical Truth', *Erkenntnis*, **18**, pp. 343-378.
- 1987 'A Structuralist Approach to Truthlikeness', in Kuipers (a cura di) *What is Closer-to-the-Truth?*, Amsterdam, Rodopi, pp. 79-99.
- 1992 'Naive and refined Truth Approximation', *Synthese*, **93**, pp. 299-341.
- 1999 'Abduction aiming at Empirical Progress or even at Truth Approximation leading to a Challenge for Computational Modelling', *Foundations of Science*, **4**, pp. 307-323.
- 2000 *From Instrumentalism to Constructive Realism. On Some Relations between Confirmation, Empirical Progress, and Truth Approximation*, Dordrecht, Kluwer Academic Publisher.
- 2001 *Structures in Science. Heuristic Patterns Based on Cognitive Structures. An Advanced Textbook in Neo-Classical Philosophy of Science*, Dordrecht, Kluwer Academic Publisher.
- 2004 'Inference to the Best Theory, rather than Inference to the Best Explanation – Kinds of Abduction and Induction', in F. Stadeler (a cura di), *Induction and Deduction in Science*, Dordrecht, Kluwer Academic Publisher, pp. 25-51.
- 2005a 'The Instrumentalist Abduction Task and the Nature of Empirical Counterexamples. Reply to Atocha Aliseda'. in R. Festa, A. Aliseda, e J. Peijnenburg (a cura di)

Confirmation, Empirical Progress, and Truth Approximation (Poznań Studies in Philosophy of Science and the Humanities, vol.83), pp. 255-275 Amsterdam/New York, NY: Rodopi.

- 2005b 'Unintended Consequences and the Case of Abduction Reply to Roberto Festa', in R. Festa, A. Aliseda, e J. Peijnenburg (a cura di) *Confirmation, Empirical Progress, and Truth Approximation (Poznań Studies in Philosophy of Science and the Humanities, vol.83)*, pp. 255-275 Amsterdam/New York, NY: Rodopi.
- 2011 'Dovetailing Belief Base Revision with (basic) Truth Approximation' negli atti della conferenza *Logic, Reasoning and Rationality* (Gent, 20-22 settembre 2010).

KUIPERS, T. A. F., SCHURZ, G. (a cura di)

- 2011 'Belief Revision Aiming at Truth Approximation' numero speciale di *Erkenntnis*, **75** (2).

KUIPERS, T. A. F., SCHURZ, G.

- 2011 'Introduction and Overview' numero speciale di *Erkenntnis*, **75**, pp. 151-163.

LAKATOS, I.

- 1970 'Falsification and Methodology of Scientific Research Programmes', in I. Lakatos e A. Musgrave (a cura di), *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge, Cambridge University Press. Trad. it. *La metodologia dei programmi di ricerca scientifici*, 1985, in D'Agostino (a cura di), Milano, Il Saggiatore.

LEHRER, K.

- 1974 *Knowledge*, Oxford University Press.
- 1990 *Theory of Knowledge*, Oxford/Boulder, Westview Press.
- 1992 'Coherentism', in Dancy e Sosa (a cura di) *A Companion to Epistemology*, Oxford/Cambridge, Basil Blackwell.

LEHRER, K. e PAXSON, T

- 1969 'Knowledge: Undefeated Justified True Belief', in *Journal of Philosophy*, **66**, pp.225-237.

LEVI, I.

- 1977 'Subjunctives, Dispositions and Chances', *Syntese*, **34**, pp. 423–455.
- 1980 *The Enterprise of Knowledge. An Essay on Knowledge, Credal Probability and Chance*, Cambridge, Massachusetts, MIT Press.
- 1983 'Truth, fallibility and the growth of knowledge', in Boston Studies in the Philosophy of Science, R.S.Cohen e M. Wartofsky, ed. Dordrecht: Reidel, vol. 31, pp. 153-174.
- 1984 *Decisions and Revisions*, Cambridge University Press.
- 1991 *The Fixation of Belief and its Undoing: Changing Beliefs Through Inquiry*, Cambridge University Press.
- 2002 *Mild Contraction*, Clarendon Press, Oxford/New York.
- 2005 'Degrees of Belief', in J. Delgrande *et al.*(a cura di) *Belief Change in Rational Agents: Perspectives from Artificial Intelligence, Philosophy, and Economics*, Dagstuhl Seminar Proceedings 05321, Internationales Begegnungs- und Forschungszentrum (IBFI), Schloss Dagstuhl, Germany.

LEWIS, C.I.

1946 *An Analysis of Knowledge and Valuation*, LaSalle, Open Court.

LEWIS, D

1973 *Counterfactuals*, Cambridge, Massachusetts, Basil Blackwell.

LIGHTBODY, B.

2006 'Virtue Foundherentism', *Kriterion*, **20**, pp. 14-21.

LINDSTRÖM, S.

2012 'Belief Revision versus the Dynamics of Scientific Theories – What does one have to do with the other?', *Madeira workshop: Belief revision and Argumentation*, www.madeira-workshop.com/br-a/

LINDSTRÖM, S. e RABINOWICZ, W.

1991 'Epistemic Entrenchment with Incomparabilities and Relational Belief Revision', in A. Fuhrmann e M. Morreau (a cura di), *The Logic of Theory Change*, Berlin, Springer-Verlag, pp. 93–126.

LIPTON, P.

1991/2004 *Inference to the Best Explanation*, Londra, Routledge.

2000/2005 'Inference to the Best Explanation', in *A Companion to the Philosophy of Science*, W. H. Newton-Smith (a cura di), MA USA, Oxford UK, Victoria Australia, Blackwell Publishing.

LYCAN, W.

1988 *Judgement and Justification*. New York, Cambridge, Cambridge University Press.

MAGNANI, L.

2001 *Abduction, Reason, and Science Progress of Discovery and Explanation*, New York, Kluwer Academic/Plenum Publishers..

MAKINSON, D.

1985 'How to give it up: A Survey of Some Formal Aspects of the Logic of Theory Change', *Synthese*, **62**, pp.347-363.

1997 'Screened Revision', *Theoria*, **63**, pp. 14-23.

2003 'Ways of doing logic: What was different about AGM 1985?', *Journal of Logic and Computation*, **13**, pp. 3–13.

MAKINSON, D. e GÄRDENFORS, P.

1993 'Nonmonotonic reasoning based on expectations', *Artificial Intelligence*, **65** (2), pp. 197–245.

MARKOVITS, H. e SCHMELTZER, C.

2005 'Belief Revision, Self.construction and Systematic Certainty', in *Current Psychology Letters*, **17** (3).

2007 'What makes people revise their beliefs following contradictory anecdotal evidence: The role of systemic variability and direct experience' in *Cognitive Science*, **31**, pp. 535-547.

McMULLIN, E.

1992 *The Inference that Makes Science*, Milwaukee, Marquette University Press.

MILLER, D.

1974 'Popper's qualitative theory of verisimilitude', *The British Journal for the Philosophy of Science*, **25** (2), pp. 166–177.

MOSER, P. K.

1989 *Knowledge and Evidence*, Cambridge University Press.

MOTTELINI, M.

2000 *Lakatos. Scienza, matematica, storia*; Milano, Il Saggiatore.

MURPHY, P.

2006 'Coherentism', *The Internet Encyclopedia of Philosophy*, <http://www.iep.utm.edu/c/coherent.htm>

NAYAK, A. C.

1994 'Foundational Belief Change', *Journal of Logic*, **23**, pp.495-533.

NEBEL, B.

1990 'Reasoning and Revision in Hybrid Representation Systems', *Lectures Notes in Artificial Intelligence*.

NEURATH, O.

- 1933 'Protokollsätze', *Erkenntnis*, **3**, trad. It. (1968),
'Proposizioni protocollari', in G. Statera (a cura di),
Sociologia e fiscalismo, Roma, Ubaldini.

NEWTON-SMITH, W. H. (a cura di)

- 2001 *A Companion to the Philosophy of Science*, Malden
(USA), Oxford (UK), Carlton (Australia), Blackwell
Publishing.

NICKLES, T.

- 1980 *Scientific Discovery: Case Studies*, Dordrecht, Reidel

NIINILUOTO, I.

- 1984 *Is Science Progressive?*, Dordrecht, Reidel.
1987 *Truthlikeness*, Dordrecht, Reidel.
1998 'Verisimilitude: the Third Period', *The British Journal for
the Philosophy of Science*, **49** (1), pp.1-29.
1999a *Critical Scientific Realism*, Oxford University press, Oxford.
1999b 'Belief Revision and Truthlikeness', in B. Hansson *et al.* (a
cura di), Internet Festschrift for Peter Gärdenfors,
Electronic publication, Lund.<http://www.lu.se/spinning/>
2003 'Content and Likeness Definitions of Truthlikeness',
*Philosophy and Logic: in Search of the Polish Tradition.
Essays in Honor of Jan Wolenski on the occasion of his
60th birthday*; Hintikka *et al.* (a cura di), Dordrecht: Kluwer
Academic Publishers, pp. 27-35.
2005 'Abduction and Truthlikeness', in R. Festa, A. Aliseda, e J.
Peijnenburg (a cura di), *Confirmation, Empirical
Progress, I, and Truth Approximation (Poznań Studies in*

Philosophy of Science and the Humanities, **83**

Amsterdam/New York, NY: Rodopi, pp. 255-275.

- 2007 'Structural Rules for Abduction', *Theoria*, **22**, pp. 325-329.
- 2010 'Theory Change, Truthlikeness, and Belief Revision' in M. Suarez, M. Dorato, M. Rédei, (a cura di), *Epsa Epistemology and Methodology of Science: Launch of the European Philosophy of Science Association*, Springer, Berlino, pp. 189-199.
- 2011a 'Revising Belief toward Truth', *Erkenntnis*, **75** (2), pp. 165-181.
- 2011b 'Scientific Progress' in E. N. Zalta (a cura di) *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*,
<http://plato.stanford.edu/entries/scientific-progress/>

NIINILUOTO, I. e TUOMELA, R. (a cura di)

- 1979 *The Logic and Epistemology of Scientific Change*, Acta Philosophica Fennica. Amsterdam, North-Holland Publishing Company.

NOZICK, R.

- 1981 *Philosophical Explanations*, Harvard University Press, Cambridge, Mass.; trad. It. (1987) *Spiegazioni filosofiche*; Milano, Il Saggiatore.

ODDIE, R.

- 1986 *Likeness to Truth*, Dordrecht, Reidel.
- 2007 'Truthlikeness', *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, E. N. Zalta (a cura di),
<http://plato.stanford.edu/entries/truthlikeness/>

2008 'Truthlikeness', *The Routledge Companion to Philosophy of Science*, S.Psillos e M. Curd (a cura di), Londra, Routledge, pp. 478-487.

OLSSON, E. J.

1999a 'Recovering from Tennant's attack on Recovery', in B. Hansson *et al.* (a cura di), Internet Festschrift for Peter Gärdenfors, Electronic publication, Lund <http://www.lucs.lu.se/spinning/>.

1999b 'Cohering with', *Erkenntnis*, **50**, pp. 273-291.

2003 'Belief revision, rational choice and the unity of reason', *Studia Logica*, **73**, pp. 219–240.

OLSSON, E. J. e ENQVIST S. (a cura di)

2011 *Belief Revision Meets Philosophy of Science*, Londra, New York, Dordrecht, Heidelberg, Springer.

PAGNUCCO, M.

1996 *The Role of Abductive Reasoning within the Process of Belief Revision*, tesi di dottorato, Basser Departement of Computer Science, University of Sidney, Australia.

PEDERSEN, A. P., ARLÓ-COSTA, H.

2011 'Belief Revision' in Horsten e Pettigrew (a cura di), *Continuum Companion to Philosophical Logic*. Continuum Press.

PEIRCE, C.S.

1868 'Some Consequences of Four Incapacities', *Journal of Speculative Philosophy*, **2**, pp. 140-157;

<http://www.peirce.org/writings/p27.html>

1934/1960 *Collected papers of Charles Sanders Peirce*, Hartshorne e Weiss (a cura di), Cambridge, Massachusetts, The Belknap Press of Harvard University Press.

PEREA, A.

2003 'Proper Rationalizability and Belief Revision in Dynamic Games', Meteor Memorandum, Maastricht University.

PIGOZZI, G

2005 'Should we send him to prison? Paradoxes of aggregation and belief merging', In *We Will Show Them: Essays in Honour of Dov Gabbay*, Vol 2. S. Artemov et al. (a cura di), College Publications, 529-542.

2006 'Belief merging and the discursive dilemma: an argument-based account to paradoxes of judgment aggregation', *Synthese*, **152** (2): 285-298, 2006. La pubblicazione originale è disponibile presso: www.springerlink.com, Titolo precedente 'Collective decision-making without paradoxes: a fusion approach'.

PLATONE *Menone*, Brescia, La Scuola (1970).

POPPER, K

1934/59 *Logik der Forschung*, Wien, Springer, trad. ing. *The Logic of Scientific Discovery*, 1959, London, Hutchinson; trad. it. *La logica della scoperta scientifica*, 1970, Torino, Einaudi.

1963 *Conjectures and Refutations: the Growth of Scientific Knowledge*, Routledge e Kegan Paul, Londra; trad. it. (1963) *Congetture e confutazioni*, Bologna, Il Mulino.

1972 *Objective Knowledge*, Oxford, Claredon Press; trad. it. (1975) *Conoscenza oggettiva*, Roma, Armando.

QUINE, W. V. O.

1951 'Two Dogmas of Empiricism', *The Philosophical Review*, 60, pp.20-43; trad. it. (2004), 'Due dogmi dell'empirismo', in *Da un punto di vista logico*, Milano, Raffaello Cortina, pp. 35-66.

1990 *Pursuit of Truth*, Harvard University Press.

QUINE, W. V. O. e ULLIAN, J. S.

1970 *The Web of Belief*, New York, Random House.

RESCHER, N.

1973 *The Coherence Theory of Truth*, Oxford Claredon Press.

ROSS, L. e ANDERSON, C. A.

1982 'Shortcomings in the attribution process: On the origins and maintenance of erroneous social assessments', in D. Kahneman *et al.* (a cura di), *Judgement under Uncertainty: Heuristics and Biases*, Cambridge, Cambridge University Press.

ROTT, H.

1989 'Conditionals and theory change: revisions, expansions, and additions', *Syntese* **81**, pp. 91-113.

1992 'On the Logic of Theory Change', in P. Gärdenfors (a cura di), *Belief Revision*, Cambridge, Cambridge University Press.

- 1999 'Coherence and Conservatism in the Dynamics of Belief. Part I: Finding the Right Framework', *Erkenntnis*, **50**, pp. 387-412.
- 2000a "Just because" : Taking Belief Bases Seriously', in S. R. Buss, P.Hájek e P.Pudlák (a cura di), *Logical Colloquim '98 – Proceedings of the Annual European Summer Meeting of the Association for Symbolic Logic held in Prague*, Lectures Notes in Logic, **13**, Association for Symbolic Logic, Urbana, Ill., pp. 387-408.
- 2000b 'Two dogmas of belief revision', *Journal of Philosophy*, **97**, pp. 503–522.
- 2001 *Change, Choice and Inference. A Study of Belief Revision and Nonmonotonic Reasoning*, Oxford Logic Guides. Clarendon Press.
- 2003 'Basic Entrenchment', *Studia Logica*, **73**, pp. 257-280.
- 2004 'Theories of theory change: History and survey', slides presentate al JAIST – Japanese Advanced Institute of Science and Tehnology, Ishikawa e al LoRwi – Third International Symposium on the Logic of Real-World Interactions – Tokyo
- 2011 'Idealizations, Intertheory Explanations and Conditionals', in E. J. Olsson e S. Enqvist (a cura di), *Belief Revision Meets Philosophy of Science*; Heidelberg, Londra, New York, Dordrecht, Springer, pp. 59-75.

ROTT, H. e WILLIAMS, M.-A. (a cura di)

- 2001 *Frontiers in Belief Revision*, Dordrecht, Kluwer.

RUSSELL, B.

1910 'Knowledge by Acquaintance and Knowledge by Description', in *Proceedings of the Aristotelian Society*, suppl. **11**.

RYAN, M. e SCHOBENS, P. Y.

1995 'Belief revision and verisimilitude', *Notre Dame Journal of Formal Logic*, **36**, pp. 15–29.

SCARUFFI, P.

1994 *La fabbrica del pensiero. Nuove frontiere dell'intelligenza artificiale*, La Stampa.

SCHLICK, M.

1934/1959 'Über das Fundament der Erkenntnis', *Erkenntnis*, **4**, trad. Ing. in A.J. Ayer (a cura di) *Logical Positivism*, New York, New York University Press.

SCHULTE, O.

2001 'Minimal Belief Change and the Pareto Principle', Department of Philosophy, Edmonton Canada, University of Alberta.

SCHURZ, G.

2011a 'Abductive Belief Revision in Science' in E. J. Olsson e S. Enqvist (a cura di), *Belief Revision Meets Philosophy of Science*; Heidelberg, Londra, New York, Dordrecht, Springer, pp. 77-104.

2011b 'Verisimilitude and Belief Revision. With a Focus on the Relevant Element Account', *Erkenntnis*, **75** (2), pp. 203-221.

SCHURZ, G. e WEINGARTNER, P.

1987 'Verisimilitude defined by Relevant Consequence-Elements', in T.A.F.Kuipers (a cura di), *What is Closer to the Truth?*, Amsterdam, Rodopi, pp. 47-77.

2010 'Zwart and Frassen's Impossibility Theorem holds for Possible-World-Accounts but not for Consequence-Account to Verisimilitude', *Synthese*, **172** (3), pp. 415–436.

SELLARS, W.

1963 *Science, Perception and Reality*, London, Routledge and Kegan Paul.

SHAPIRO, S.

2005 'Belief Change with Noisy Sensing and Introspection', in J. Delgrande *et al.*(a cura di), *Belief Change in Rational Agents: Perspectives from Artificial Intelligence, Philosophy, and Economics, Dagstuhl Seminar Proceedings 05321, Internationales Begegnungs- und Forschungszentrum (IBFI)*, Schloss Dagstuhl, Germany.

SIMON, H.

1977 *Model of Discovery and Other Topics in the Methods of Science*, Dordrecht, Reidel.

SOSA, E.

- 1980 'The Raft and the Pyramid: Coherence Versus Foundations in the Theory of Knowledge', *Midwest Studies in Philosophy*, **5**, pp. 3-25.
- 1989 'Foundationalism', *Routledge Encyclopedia of Philosophy*, London/New York.

STALNAKER, R.

- 1984 *Inquiry*, Massachusetts, Cambridge The MIT Press.

STANFORD, K.

- 2009 'Undetermination of Scientific Theory', in E. N. Zalta (a cura di) *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, <http://plato.stanford.edu/entries/scientific-underdetermination/>

STEGMÜLLER, W.

- 1976 *The Structure and Dynamics of Theories*, New York, Springer – Verlag.

STEUP, M.

- 2005 'Epistemology', *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, <http://plato.stanford.edu.entries/epistemology>

STEUP, M. e SOSA, E. (a cura di)

- 2005 *Contemporary Debates in Epistemology*, Malden, Oxford, Victoria, Blackwell Publishing.

SWAIN, M.

1974 'Epistemic Defeasibility', *American Philosophical Quarterly*, vol. **11** (1), pp.15-25.

TAMMINGA, A.

2001 *Belief Dynamics: (Epistemo)logical Investigations*, tesi di dottorato, Università di Amsterdam. ILLC Dissertation Series 2001-8.

TARSKI, A

1930 'Fundamental Concepts of the Methodology of Deductive Science' in Tarski (1956) *Logic, Semantic and Metamathematics*, Oxford University Press.

TENNANT, N.

1994 'Changing the theory of theory change: towards a computational approach', *British Journal for the Philosophy of Science*, **45**, pp. 865–897.

1997a 'Changing the theory of theory change; reply to my critics', *The British Journal for the Philosophy of Science*, **48**, pp. 569–586.

1997b 'On having bad contractions or: No room for recovery', *Journal of Applied Non-Classical Logic*, **7**, pp. 241–266.

THAGARD, P.

1978 'The Best Explanation: Criteria for Theory Change', *The Journal fo Philosophy*, **75** (2), pp. 76-92.

2000 *Coherence in Thought and Action*, A Bradford Book, Cambridge Massachusetts, London England, MIT Press.

2007 'Coherence, Truth, and Development of Scientific Knowledge', *Philosophy of Science*, **74**, pp. 28-47.

THAGARD, T. e BEAM, C.

2004 'Epistemological Metaphors and the Nature of Philosophy' *Metaphilosophy*, **35**, pp. 504–516, Oxford UK e Malden USA Knowledge', Blackwell Publishing.

TICHY, P.

1974 'On Popper's definitions of verisimilitude', *The British Journal for the Philosophy of Science*, **25** (2), pp. 155–160.

VASSALLO, N.

1997 *La naturalizzazione dell'epistemologia*, Milano, Franco Angeli.

2002 'Epistemologia', in F. D'Agostini e N. Vassallo (a cura di), *Storia della filosofia analitica*, Torino, Einaudi.

2003a *Teoria della conoscenza*, Roma-Bari, Gius. Laterza & Figli.

2003b 'Teoria della conoscenza', in L. Floridi (a cura di), *Linee di ricerca*, SWIF, Sito Web Italiano per la Filosofia – ISSN 1126-4780 – www.swif.it/biblioteca/lr, pp. 104-123.

WALTON, D.

2004 *Abductive Reasoning*, University of Alabama Press.

WASSERMANN, R.

1999 *Resource-Bounded Belief Revision*, *ILLC Dissertation Series 2000-01*, Amsterdam,
<http://www.ime.usp.br/~renata/Thesis.html>

WILLIAMS, M. A.

1998 *Applications of Belief Revision*, Springer Berlin, Heidelberg.

ZAMORA BONILLA, J.

2000 'Truthlikeness, Rationality and Scientific Method', *Synthese*, **122**, pp. 321-335.

ZENKER, F.

2007 '*Ceteris paribus* in conservative Belief Revision', tesi di dottorato, Università di Amburgo.

ZWART, S. D.

2001 *Refined Verisimilitude*, Kluwer Academic Press.

ZWART, S. D. e RENARDEL DE LAVALETTE, G. R.

2002 'Verisimilitude meets epistemic entrenchment', In Popper Colloquium 2002, Section 5: Logic and Scientific Method.

Indice dei nomi

A

Alchourrón, C., 9, 49, 50, 63, 119, 122, 128, 239
Aliseda, A., 155, 175, 177, 179, 182, 183, 200, 235, 237, 239
Alston, W. P., 24, 25, 26, 240
Anderson, C. A., 41, 266
Aristotele, 22, 156, 159, 162, 240
Arló-Costa, H., 264
Arrow, K. J., 153
Audi, R., 25, 26, 240
Ayer, A., 24, 240

B

Balzer, W., 49, 240
Beam, 31, 272
Benthem, J. van, 49, 240
Bicchieri, C., 241
Blanchard, B., 29, 241
Bochman, A., 208, 241
Bonfantini, M. A., 155, 241
Boniolo, G., 164, 241
BonJour, L., 28-30, 241
Bonsaquet, B., 29, 242
Bovens, L., 242
Bradley, F. H., 29, 242
Brink, C., 207, 216, 242
Britz, K., 216, 242
Burch, R., 243
Burger, I., 207, 243

C

Calandra, F., 103, 216, 243
Carnap, R., 24, 46, 243, 252
Cevolani, G., 14, 45, 46, 51, 53, 55, 56, 103-106, 142, 207, 208, 211-213, 215-217, 219-223, 226, 228, 231, 236, 237, 243, 244

Chisholm, 25, 26, 245
Churchill, W., 45
Crupi, V., 14, 103, 166, 174, 207, 216, 220, 236, 244, 245

D

D'Alfonso, J., 245
Delgrande, J., 245
Descarte, R., 23, 24, 31
Dewey, J., 56
Dorato, M., 245
Doyle, C., 165
Doyle, J., 49, 246
Douven, I., 170, 246
Dretske, F., 246
Dri, P., 164, 173, 246
Duhem, P., 113-119, 131, 153, 234, 246

E

Eckert, D., 247
Eco, U., 165, 166, 175, 247
Enqvist, S., 264
Eraclito, 8

F

Ferraresi, M., 155, 241
Fermé, E. L., 148-150, 247
Festa, R., 9, 14, 46, 48, 102, 104, 166, 174, 207, 211-213, 216, 220, 222, 223, 226, 236, 244, 247
Feyerabend, P. K., 46, 47, 248
Flach, P., 248
Forrest, P., 248
Fuhrmann, A., 248, 249
Fumerton, R., 249

G

Galilei, G., 69-72, 81, 96
Gärdenfors, P., 8, 9, 49, 50, 56, 63, 65, 66, 68, 74, 75, 77, 79, 80, 82, 84, 86, 87, 92-94, 124, 125, 127, 130, 135-139, 141-143, 150-152, 154, 215, 249, 250
Gettier, E., 20, 21, 251
Giaretta, P., 166, 174
Gillies, A. S., 251
Giorello, G. 251
Goethe, J. W., 16
Goldman, A.I., 251
Grove, A., 106, 109, 111, 252

H

Haack, S., 200, 201, 252
Hahn, H., 46, 252
Hansson, N. R., 252
Hansson, S.O., 13, 58, 62, 63, 88, 96, 97, 99, 100, 148-150, 154, 155, 177, 189, 191-199, 216, 234, 235, 237, 247, 252, 253
Hargreaves Heap, H., 153, 254
Harman, G., 29, 34, 36, 39, 41, 69, 254
Harper, W. L., 63, 88, 91, 92, 94, 107, 137, 151, 254
Hartmann, S., 242
Hegel, W. F., 29
Heidema, J., 207, 243
Hempel, C. G., 29, 49, 254
Hilpinen, R., 49
Hintikka, J., 49, 254

I

Iranzo, V., 255

J

Johnson-Laird, P. N., 41,
James, W., 56

K

Kakas, A., 248

Katsuno, H., 255
Kennedy, J. F., 233
Keplero, J., 174
Klee, R., 141, 142, 143, 255
Konieczny, S., 255
Kvanvig, T. S., 255
Kuhn, T. S., 46, 47, 136, 137, 255
Kuipers, T. A. F., 48, 49, 51, 55, 104, 105, 207, 212, 213, 216, 222, 223, 225, 226, 236, 237, 244, 256

L

Lakatos, I., 46, 47, 113, 144-146, 148, 235, 257
Lehrer, K., 21, 29, 258
Levi, I., 49, 56, 63, 88-94, 136, 137, 147, 148, 151, 177-179, 181, 258
Lewis, C. I., 24, 259
Lewis, D., 109, 259
Lightbody, B., 259
Lindström, S., 142, 143, 199, 259
Lipton, P., 259
Locke, J., 23, 24
Lycan, W., 260

M

Mach, E., 155
Magnani, L., 260
Makinson, D., 9, 14, 49, 50, 63, 122, 128, 130, 135, 138-140, 143, 146, 147, 250, 260
Markovits, D., 41, 260
McMullin, E., 174, 261
Mendelzon, A. O., 255
Miller, D., 207, 261
Morreau, M. 249
Moser, P. 25, 26
Motterlini, M., 144, 261
Murphy, P. 261

N

Nayak, A. C., 261
Nebel, B., 261
Neurath, O., 29, 31, 39, 46, 252, 262
Newton, I., 145, 146, 184

Niiniluoto, I., 8, 45, 49, 53, 55, 56,
162, 205, 207-211, 213, 216-218,
228, 236, 237, 248, 262, 263
Nozick, R., 263

O

Oddie, G., 207, 263
Olsson, E. J., 154, 253, 264

P

Pagnucco, M., 155, 177-180, 183,
200, 235, 237, 264
Paxon, T., 258
Pedersen, A. P., 264
Peirce, C. S., 14, 30, 56, 155-158,
160-163, 169, 171, 175-177, 179,
264
Perea, A., 265
Pigozzi, G., 265
Pino-Perez, R., 255
Platone, 17, 265
Poe, E. A., 165, 170
Popper, K., 10, 11, 25, 46, 48, 50,
55, 66, 204-208, 265

Q

Quine, W. V., 29, 32, 36, 113, 130,
131-138, 140, 234, 266

R

Rabinowicz, W., 199, 259
Renardel de Lavalette, G. R., 273
Rescher, N., 29, 30, 266
Ross, L., 41, 266
Rott, H., 97, 142, 148-154, 234, 141,
249, 250, 253, 266, 267
Russel, B., 24, 268
Ryan, M., 216, 268

S

Samuelson, P. A., 153
Scaruffi, P., 175, 268
Schlick, M., 24, 33, 268

Schmeltzer, C., 41, 260
Schobbens, P. Y., 216, 268
Schulte, O., 268
Schurz, G., 118, 155, 174, 177, 183-
189, 207, 216, 235-237, 257, 268,
269
Sebeok, T. A., 247
Sellars, W., 29, 269
Simmelweis, I., 173
Shapiro, S., 227, 269
Sikorsky, I., 113
Simon, H., 269
Sneed, J., 49
Sosa, E., 26, 31, 242, 270
Spinoza, B., 29
Stalnaker, R., 205, 227, 270
Stanford, K., 132, 134, 270
Stegmüller, W., 18, 270
Steup, M., 270
Swain, M., 271
Szent-Györgyi von, A., 163

T

Tambolo, L., 14, 55, 208, 245
Tamminga, A., 228, 271
Tarski, A., 61, 66, 271
Tennant, N., 228, 271
Thagard, P., 31, 32, 169, 177, 199,
271
Tichý, P., 207, 272
Tuomela, R., 49, 216

U

Ullian, J. S., 32, 36, 133, 266

V

Vassallo, N., 17, 21, 272
Vidali, P., 164, 241
Voltaire, 165

W

Wassermann, R., 194, 253, 272
Walton, D., 272
Walsh, C. R., 41, 255
Walpole, H., 164

Weingartner, P., 207, 269
Williams, M. A., 226, 230, 267, 273

Z

Zamora Bonilla, J., 273
Zenker, F., 142, 273
Zwart, S. D., 207, 273

Tavola dei simboli

Logica

\neg	negazione	$\neg a$	(si legge: non a)
\wedge	congiunzione	$a \wedge b$	(si legge: a e b)
\vee	disgiunzione	$a \vee b$	(si legge: a o b)
\rightarrow	implicazione materiale	$a \rightarrow b$	(si legge: se a allora b ; l'enunciato " $a \rightarrow b$ " è falso nel caso in cui a è vero e b è falso, e vero in tutti gli altri casi)
\leftrightarrow	doppia implicazione	$a \leftrightarrow b$	(si legge: a se e solo se b ; l'enunciato " $a \leftrightarrow b$ " è vero nel caso in cui gli enunciati a e b sono entrambi veri o entrambi falsi, mentre è falso in tutti gli altri casi)
$\forall a$	quantificatore universale	$\forall a F(a)$	(si legge: per ogni a , a gode della proprietà F)
$\exists a$	quantificatore esistenziale	$\exists a: F(a)$	(si legge: esiste almeno un a tale che a gode della proprietà F)
$a \vdash b$	a implica logicamente b (cioè, b è vero in ciascuno dei mondi possibili in cui a è vero)		
$a \not\vdash b$	a non implica logicamente b		
Cn	operazione di conseguenza $Cn(a)$ (si legge: l'insieme conseguenza di A ; " $Cn(a)$ " è l'insieme di tutti gli enunciati che seguono logicamente da A)		

$\vdash a$	a è una tautologia	(cioè, a è vero in tutti i mondi possibili)
T	tautologia	
\perp	contraddizione	

Insiemistica

\in	appartenenza	$a \in A$ (si legge: a appartiene ad A)
\notin	non appartenenza	$a \notin A$ (si legge: a non appartiene ad A)
\subseteq	inclusione	$A \subseteq B$ (si legge: A è incluso in B)
\subset	inclusione stretta	$A \subset B$ (si legge: A è incluso strettamente in B)
$\not\subseteq$	non inclusione	$A \not\subseteq B$ (si legge: A non è incluso in B)
\cup	unione	$A \cup B$ (si legge: A unito B)
\cap	intersezione	$A \cap B$ (si legge: A intersecato B)
$A \setminus B$	insieme differenza	$A \setminus B$ (si legge: A meno B)
$ A $	cardinalità	$ A = 1$ (si legge “la cardinalità di A è 1”, oppure “ A è costituito da un solo elemento”)
\emptyset	insieme vuoto	

Probabilità

$P(a)$ la probabilità (assoluta) di a

$P(a|e)$ la probabilità condizionale (o relativa) di a dato e

Stati epistemici

X	agente idealmente razionale
K	insieme di credenze di X
T	teoria
A, B, \dots	insiemi di enunciati (sia insiemi di credenze sia basi di credenze)
$[K]$	insieme di mondi possibili
$[a]$	un mondo possibile
B	base di credenza di X
$a \equiv \dots$	il significato di a è “...”
C	costituente
C^*	costituente vero
$K \perp a$	l'insieme residuo di K rispetto ad a (è l'insieme di tutti i sottoinsiemi massimali di K che non implicano a)
\leq_{RE}	relazione di radicamento epistemico
$a <_{RE} b$	b è epistemicamente <i>più</i> radicato di a
$a \equiv_{RE} b$	a e b sono <i>ugualmente</i> radicati epistemicamente
$/A/$	insieme formato dagli elementi di A che rappresentano esclusivamente i dati.
D	dominio d'indagine
C	insieme delle possibilità concettuali
P^*	insieme delle possibilità nomiche
I^*	insieme delle impossibilità nomiche
R/S	evidenza nel modello nomico di Kuipers

Operazioni di cambiamento epistemico

+	espansione	$K + a$	(si legge: l'espansione di K con a)
-	contrazione	$K - a$	(si legge: la contrazione di K rispetto ad a)
*	revisione	$K * a$	(si legge: la revisione di K rispetto ad a)
+'	espansione di una base di credenza		
÷	contrazione di una base di credenza		
- _B	contrazione generata da una base B su un insieme K		
!	consolidamento		
?	semi-revisione		
(+ _{prop})	espansione proposizionale [$K + a$]		
(- _{prop})	contrazione proposizionale [$K - a$]		
(* _{prop})	revisione proposizionale [$K * a$]		
#	revisione schermata		
- _N	contrazione protettiva di N		
◆	contrazione scudo		
⊗	una generica revisione senza priorità		
+ _{abd}	espansione abduttiva		
* _{abd}	revisione abduttiva		
C	operazione di abduzione o di inferenza alla miglior spiegazione		
©	operazione di abduzione (notazione alternativa)		
+ _{vs-abd}	espansione abduttiva guidata dalla verosimilitudine attesa		
* _{vs-abd}	revisione abduttiva guidata dalla verosimilitudine attesa		

Verosimilitudine

$Vs(T)$	verosimilitudine della teoria T
$Vs_A(\mathcal{T}e)$	verosimilitudine attesa della teoria T data l'evidenza e
$v(T, C)$	b-contenuto vero di T rispetto al costituente C (dove b-contenuto sta per contenuto di base)
$f(T, C)$	b-contenuto falso di T rispetto a C
$cont_v(T, C)$	grado di b-contenuto vero di T
$cont_f(T, C)$	grado di b-contenuto falso di T
$s_\phi(T, C)$	similarità tra T e C
$Vs_\phi(T)$	verosimilitudine definita sulla base di $s_\phi(T, C^*)$
$Vs_A_\phi(\mathcal{T}e)$	verosimilitudine attesa della teoria T data l'evidenza e definita sulla base di $s_\phi(T, C^*)$

Tavola degli acronimi e delle abbreviazioni

AGM	teoria del cambiamento teorico, così chiamata dai nomi dei suoi inventori Alchourrón, Gärdenfors e Makinson p. 8
CSP	teoria dei cambiamenti epistemici senza priorità p.96
BdC	la teoria AGM delle basi di credenze p. 97
BF	approccio al cambiamento di teorie congiuntive p.103
S	cambiamento con sfere di similarità p. 106
(Cn.1)-(Cn.6)	proprietà dell'operazione di conseguenza <i>Cn</i> pp. 61-62
(IC)	definizione di insieme di credenze p. 65
(+1)-(+6)	postulati di razionalità di Gärdenfors per l'espansione p. 76
(PC)	definizione del principio di composizione p. 78
(-1)-(-8)	postulati di razionalità di Gärdenfors per la contrazione p. 80
(*1)-(*8)	postulati di razionalità di Gärdenfors per la revisione p. 84
(L*)	identità di Levi p. 89
(H-)	identità di Harper p. 92
(BC)	base di credenze p. 98
S_a	la più piccola sfera di <i>S</i> che interseca [<i>a</i>]
$[s_K(a)]$	l'insieme dei mondi possibili di [<i>a</i>] più simili a [<i>K</i>]

(SM)	definizione di sottoinsieme massimale di K p. 118
(σ)	funzione di selezione per T p. 119
(- MAX)	operazione di contrazione per massima scelta p. 120
(-P)	condizione di pienezza per la contrazione p. 122
(- AT)	operazione di contrazione per accordo totale p. 124
(-I)	condizione di intersezione per la contrazione p. 124
(- AP)	operazione di contrazione per accordo parziale p. 126
(\leq_{RE})	ordinamento di radicamento epistemico p. 139
(- RE)	contrazione attuata per mezzo dell'ordinamento di radicamento epistemico p. 139
(RE.1)-(RE.5)	proprietà fondamentali del radicamento epistemico p. 139-140
(\blacklozenge RE)	contrazione scudo attuata per mezzo dell'ordinamento di radicamento epistemico p. 150
($L\otimes$)	identità di Levi sulla base di una generica revisione senza priorità \otimes e di una contrazione scudo \blacklozenge p. 151
($H\blacklozenge$)	identità di Harper sulla base di una generica revisione senza priorità \otimes e di una contrazione scudo \blacklozenge p.151
(Abd)	definizione di abduzione di Peirce p. 156
(h)	definizione di ipotesi abduttiva p. 179
($+_{abd}1$)-($+_{abd}5$)	postulati di razionalità per l'espansione abduttiva p. 180

(* _{abd} 1)-(* _{abd} 5)	postulati di razionalità per la revisione abduttiva p. 182
<i>V_s</i>	verosimilitudine p. 208
<i>V_{sA}</i>	verosimilitudine attesa p. 210
<i>CD</i>	ipotesi di correttezza dei dati p. 225-226