



Universiteit
Leiden

The Netherlands

Bellezza matematica

McAllister, J.W.

Citation

McAllister, J. W. (2002). Bellezza matematica. In . Springer-Verlag Italia, Milan. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/10424>

Version: Not Applicable (or Unknown)

License: [Leiden University Non-exclusive license](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/10424>

Note: To cite this publication please use the final published version (if applicable).

James W. McAllister

Bellezza e rivoluzione nella scienza

McGraw-Hill

Milano New York San Francisco Washington, D.C. Auckland Bogotá
Lisbon London Madrid Mexico City Montreal New Delhi San Juan
Singapore Sydney Tokyo Toronto

INDICE

Ringraziamenti	IX
Introduzione	XI
1. Due sfide al razionalismo	1
1. L'immagine razionalista della scienza	1
2. Un modello razionalista della valutazione delle teorie	3
3. I fattori estetici nella scoperta e nella giustificazione	7
4. I limiti del comportamento scientifico	10
5. Un precursore: la bellezza nella scienza secondo Hutcheson	12
2. Entità astratte e valutazioni estetiche	19
1. La distinzione tra le teorie e le loro rappresentazioni	19
2. L'indifferenza per le entità astratte della teoria dell'"actor network"	21
3. La percezione delle proprietà delle entità astratte	23
4. Valori, proprietà e valutazioni estetiche	24
5. Criteri e canoni estetici	29
6. L'individuazione delle proprietà estetiche delle teorie	30
3. Le proprietà estetiche delle teorie scientifiche	35
1. Le classi delle proprietà estetiche	35
2. La forma della simmetria	37
3. L'invocazione di un modello	40
4. Visualizzazione ed astrattezza	44
5. L'affinità metafisica	50
6. La bellezza nelle scienze biologiche e sociali	54
4. Due concezioni erranee dei giudizi estetici degli scienziati	57
1. La teoria del disinteresse estetico	57

2. La concordanza tra giudizi estetici e giudizi empirici	61
3. Il riduzionismo riguardo ai giudizi estetici ed empirici	63
5. La costruzione induttiva della preferenza estetica	67
1. I precetti e le loro giustificazioni	67
2. La giustificazione dei criteri empirici	72
3. L'induzione estetica	74
4. Il conservatorismo dei canoni estetici	79
5. Mode e stili nella scienza	82
6. Un esempio di stile scientifico: il meccanicismo	84
6. Il rapporto tra bellezza e verità	87
1. La bellezza come attributo della verità	87
2. Il giudizio estetico e il riconoscimento della verità e della falsità	90
3. La valutazione delle teorie secondo Einstein	93
4. Le proprietà delle teorie e le proprietà dei fenomeni	95
5. Il possibile successo dell'induzione estetica	97
6. La convalida empirica delle concezioni metafisiche del mondo	99
7. Uno studio della semplicità	103
1. La controversia sui giudizi di semplicità degli scienziati	103
2. La semplicità e l'unificazione dei fenomeni	107
3. Gradi e forme di semplicità	109
4. Definizioni quantitative della semplicità nella scelta tra le teorie	116
5. Semplicità, bellezza e verità	118
8. La rivoluzione come frattura estetica	123
1. Il verificarsi delle rivoluzioni scientifiche	123
2. L'abbandono degli impegni estetici	126
3. Continuità e frattura nelle rivoluzioni	131
4. La comprensione della scienza del passato	133
5. I fattori che inducono ed inibiscono le rivoluzioni	135
6. L'analogia con le rivoluzioni morali e politiche	137
9. Induzione e rivoluzione nelle arti applicate	139
1. Giudizi estetici e prestazione utilitaristica	139
2. L'introduzione del ferro e dell'acciaio nella progettazione architettonica	140
3. L'impiego del cemento armato nell'architettura	152
4. Materiali e forme nel design industriale	157
5. L'induzione agli stili	158

10. Cerchi ed ellissi nell'astronomia	161
1. Il modello al vaglio della storia	161
2. La teoria copernicana costituì un progresso empirico?	162
3. Il ritorno di Copernico ai principi aristotelici	166
4. La preferenza estetica per la teoria copernicana	169
5. La ricezione del copernicanesimo secondo Kuhn	173
6. L'iconoclastia delle ellissi di Keplero	175
11. Continuità e rivoluzione nella fisica del secolo XX	181
1. Due imperfezioni nella fisica classica	181
2. I fattori estetici nell'attrattiva della teoria della relatività	182
3. La teoria dei quanti e la perdita della visualizzazione	187
4. La rinuncia al determinismo	195
12. Motivazioni razionali per scelte estetiche	203
1. Riepilogo dei risultati	203
2. Una giustificazione razionale per gli impegni estetici	205
3. La razionalità delle rivoluzioni	206
4. Una disposizione induttiva naturale	208
Bibliografia	211
Indice analitico	231

postrivoluzionaria non potesse essere identificata come una continuazione della sua forma prerivoluzionaria.

Esaminiamo in che misura uno dei modelli della pratica scientifica attualmente esistenti assolva ai suddetti obblighi. Modelli delle rivoluzioni scientifiche sono stati proposti almeno dal 1930 in poi, da quando Gaston Bachelard affermò che la scienza subisce *ruptures épistémologiques* e Ludwik Fleck parlò della successiva adozione di *Denkstile* diversi da parte della scienza.² Attualmente il modello delle rivoluzioni scientifiche più accreditato è quello di Thomas S. Kuhn. Secondo Kuhn, la storia è suddivisa in periodi di scienza normale, ognuno dei quali è caratterizzato da un paradigma e portato a termine da una rivoluzione.

Il modello della pratica scientifica di Kuhn adempie pienamente all'obbligo 1: anzi, uno dei suoi tratti più originali è l'insistenza sul fatto che la pratica scientifica includa sia periodi di continuità che rivoluzioni. L'obbligo 2 è assolto meno brillantemente: il modello di Kuhn non indica con chiarezza da quali fattori una rivoluzione venga innescata e portata a termine. Infatti, Kuhn viene criticato da Lakatos per non aver adottato nulla di più preciso della psicologia di massa che potesse rendere conto delle rivoluzioni.³ Ma il difetto più grave del modello di Kuhn sta nella sua incapacità di assolvere agli obblighi 3 e 4. Il modo in cui si palesa tale incapacità dipende dai punti a cui viene accordato il maggior risalto negli scritti di Kuhn.

In uno dei suoi passi più noti, Kuhn afferma che non vi sono criteri per la valutazione delle teorie che gli scienziati appartenenti a paradigmi diversi condividano. Le risorse concettuali fornite da due paradigmi che si succedono sono così dissimili che i loro membri "vivono in mondi diversi".⁴ In base a questa interpretazione, il modello di Kuhn non ha alcuna difficoltà a rendere conto di scienziati che lavorano con stili diversi in periodi storici diversi: tuttavia, questo modello frammenta la storia della scienza in periodi che non hanno nulla in comune tra di loro, e quindi viene meno nell'assolvere all'obbligo 4. Altri passi di Kuhn mostrano una maggiore moderazione. Ci sono, egli dice, cinque "buone ragioni per la scelta tra le teorie" che sono condivise dagli appartenenti a tutti i paradigmi: i criteri della precisione, della coerenza, della semplicità, dell'estensione e della fecondità.⁵ Nella dichiarazione di Kuhn che "è di vitale importanza che si insegni agli scienziati ad attribuire valore a tali caratteristiche" delle teorie,⁶ il riferimento storicamente indiscriminato a "scienziati" ha senso soltanto se si suppone che questi criteri

² Bachelard (1934), in particolare pp. 50-55; Fleck (1935), in particolare pp. 125-145. Per una storia dei modelli delle rivoluzioni scientifiche, vedi I.B. Cohen (1985).

³ Lakatos (1970), p. 178.

⁴ Kuhn (1962), pp. 111-135.

⁵ Kuhn (1970), p. 261; Kuhn (1977), pp. 321-322. Vedi anche Kuhn (1962), pp. 144-155.

⁶ Kuhn (1970), p. 261.

siano giustificati in tutti i paradigmi. A meno che Kuhn non riesca ad individuare un'ulteriore categoria di criteri per la scelta tra le teorie che siano validi solo relativamente a dati paradigmi, rimane oscuro come possa avvenire una qualunque trasformazione radicale nella pratica scientifica. In base a questa interpretazione, il modello di Kuhn non soddisfa più l'obbligo 3.

Ritengo che la debolezza del modello di Kuhn derivi dalla supposizione che tutti i precetti a cui si attengono gli scienziati – e, in particolare, tutti i criteri per la valutazione delle teorie – possano venir trattati adeguatamente come se appartenessero ad un'unica categoria. Kuhn non fa distinzione, ad esempio, tra i cinque criteri per la valutazione delle teorie che elenca. Nei suoi scritti moderati afferma che tutti questi criteri sopravvivono alle rivoluzioni, mentre nei suoi scritti radicali sostiene che nel corso di una rivoluzione vengano tutti rovesciati: sia in un caso che nell'altro, i precetti si comportano tutti nel medesimo modo. Io ritengo invece che un percorso più promettente sia quello di rappresentare un primo gruppo di precetti come soggetto a cambiamenti radicali (rendendo conto in tal modo delle rivoluzioni), e di attribuire ad un altro gruppo di precetti una validità transparadigmatica (assicurando così la continuità della pratica scientifica attraverso le rivoluzioni).

Il modello della pratica scientifica che ho sviluppato è adatto a seguire questa via. Sin dal principio abbiamo individuato due insiemi di criteri per la valutazione delle teorie, che hanno origini diverse e presentano comportamenti diversi. Uno è l'insieme dei criteri empirici, che vengono formulati per mezzo dell'analisi degli obiettivi e subiscono cambiamenti minimi nel tempo. L'altro è l'insieme dei criteri estetici, che traggono origine dalla proiezione induttiva e subiscono cambiamenti che riflettono la prestazione delle teorie scientifiche del passato. Scopriremo ora in che modo l'evoluzione dei criteri estetici degli scienziati conduca, in determinate circostanze, ad una rivoluzione.

2. L'abbandono degli impegni estetici

Come abbiamo visto nel capitolo quinto, l'induzione estetica ha come conseguenza che i criteri estetici degli scienziati siano conservatori: nelle scelte tra le teorie, essi attribuiscono maggior valore, e di conseguenza consigliano di adottare teorie che abbiano le proprietà estetiche presentate dalle teorie che hanno riscosso il maggior successo empirico in passato. Consideriamo quale sia l'effetto di questo conservatorismo sulla capacità degli scienziati di scegliere in ogni momento la teoria di maggior successo empirico che sia disponibile.

In una determinata situazione, il canone estetico non impedirà ad una comunità di adottare tra le teorie a disposizione quelle che hanno registrato le migliori prestazioni empiriche. Questa situazione perdura finché ogni nuova teoria che diviene disponibile conserva la correlazione rilevata nelle teorie precedenti tra il

possesso di determinate proprietà estetiche e il conseguimento del successo empirico. Esaminiamo il motivo per cui questa condizione garantisce che il canone estetico concordi con i criteri empirici della comunità sulla scelta delle teorie da adottare. Come abbiamo stabilito in precedenza, E_p è il grado di adeguatezza empirica che una comunità attribuisce all'insieme delle sue teorie che posseggono la proprietà estetica P , mentre W_p è il peso attribuito a P nel canone estetico della comunità. Se una comunità è abituata a vedere che le teorie dotate di P riscuotono un grande successo empirico, il valore di E_p e, grazie all'induzione estetica, quello di W_p sarà alto. Ora, sia che le nuove teorie abbiano successo empirico e presentino P , sia che, al contrario, non riscuotano successo empirico e non presentino P , i valori di E_p e di W_p rimarranno immutati. Ciò vuol dire che anche i consigli per la scelta tra le teorie forniti dal canone estetico rimarranno inalterati. Così, se le nuove teorie che riscuotono successo empirico in seno alla comunità scientifica continueranno a mostrare determinate proprietà estetiche, esse troveranno un canone estetico atto ad attribuire loro valore.

Nella situazione che stiamo immaginando, ogni nuova teoria che consegue successo empirico che sorge all'interno della comunità presenta delle proprietà estetiche che differiscono soltanto in misura ridotta dalle precedenti teorie di successo. Finché ciò rimane vero, il canone estetico è capace di evolversi con la rapidità sufficiente a mantenere il passo con l'evoluzione delle proprietà estetiche mostrata dalla successione delle teorie empiricamente di successo. Quindi in ogni momento le proprietà estetiche della teoria che ha riscosso il maggior successo empirico tra quelle disponibili all'interno della comunità godranno del favore del canone estetico.

In questa situazione, la scelta tra le teorie non è oggetto di controversie; almeno, non sorgono controversie legate alla necessità di contrapporre il fascino estetico di alcune teorie al successo empirico di altre. Questa fase della scienza corrisponde ad un periodo di ciò che Kuhn chiama "scienza normale", che anch'egli considera contrassegnato dal consenso nella scelta tra le teorie.⁷ Quello che Kuhn chiama paradigma corrisponde, nel mio modello, al canone estetico che contribuisce a determinare la scelta tra le teorie durante questo periodo. Come abbiamo visto nel capitolo quinto, se si ha una lunga serie di teorie empiricamente di successo che presentano proprietà estetiche simili, un canone estetico può radicarsi saldamente e quindi conservare quell'ascendente sulla comunità che Kuhn attribuisce ai paradigmi. I problemi tipici della scienza normale sono, per Kuhn, "rompicapi" che vengono risolti nel modo prescritto dal paradigma.⁸ Nel mio modello, i rompicapi sono problemi che vengono risolti da teorie che si conformano al canone estetico vigente. Secondo questo punto di vista, come anche secondo quel-

⁷ Per la descrizione che Kuhn dà della scienza normale, vedi Kuhn (1962), pp. 23-34.

⁸ I procedimenti per risolvere i rompicapi vengono trattati da Kuhn in *ibid.*, pp. 35-42.

lo di Kuhn, mentre tali soluzioni possono essere di difficile composizione, la loro ammissibilità non è generalmente oggetto di discussione: l'essenza di tali contributi è che essi si trovino in pieno accordo con i dettami del canone per la scelta tra le teorie.

La pratica scientifica presenta questo aspetto placido soltanto finché le nuove teorie che divengono disponibili conservano la correlazione rilevata nelle teorie precedenti tra il possesso di determinate proprietà estetiche e il conseguimento del successo empirico. Se le nuove teorie non presentano tale correlazione, i consigli del canone estetico riguardo alle teorie da adottare divergeranno da quelli dei criteri empirici. Ancora una volta, immaginiamo una comunità che è abituata a vedere che le teorie dotate di P riscuotono successo empirico, e che quindi attribuisce valori elevati a E_p e W_p . Un peggioramento della prestazione empirica delle teorie dotate di P si riflette su E_p e W_p soltanto dopo un certo intervallo di tempo. A causa di ciò, i mutamenti nei consigli offerti dal canone estetico resteranno indietro rispetto agli sviluppi della capacità empirica delle teorie disponibili. Il canone estetico continuerà ad accordare la sua preferenza a proprietà estetiche che venivano mostrate dalle teorie migliori che la comunità aveva adottato in passato, sebbene queste proprietà non compaiano nelle teorie che attualmente si dimostrano le migliori: le prescrizioni del canone estetico della comunità riguardo alla scelta tra le teorie divergeranno da quelle dei criteri empirici.

È probabile che gli scienziati percepiscano tale sviluppo nel modo che segue. Finché una comunità rimane capace di risolvere tutti i problemi incontrati nella ricerca tramite teorie alle quali sia il canone estetico che i criteri empirici per la scelta tra le teorie danno il loro consenso, non sorge alcun dilemma. Con il passar del tempo, tuttavia, la comunità si imbatte in problemi più ostici che sembrano non ammettere soluzioni accettabili sia dai criteri estetici che da quelli empirici: tra le soluzioni proposte, quelle che soddisfano maggiormente il canone estetico dimostrano un successo empirico minore rispetto a quelle che lo violano. Questi problemi corrispondono a quelle che Kuhn chiama "anomalie".⁹ Sulle prime, gli scienziati possono ignorare questo conflitto tra i due insiemi di criteri per la scelta tra le teorie: ma, alla fine, esso richiederà una risoluzione sistematica. Ogni scienziato può risolverlo per contro proprio stabilendo che uno di questi insiemi di criteri prevalga sull'altro e adottando le teorie consigliate dall'insieme di criteri prescelto. Tuttavia nulla garantisce che tutti i membri della comunità sceglieranno di far prevalere lo stesso insieme di criteri. Sono due le opzioni disponibili e ciascuna avrà il suo gruppo di aderenti nella comunità.

Un primo gruppo, che chiamerò la fazione conservatrice, stabilirà che il canone estetico prevale sull'insieme dei criteri empirici. Questa opzione presenta quella che gli scienziati conservatori giudicheranno una grande virtù: essa ha come conse-

⁹ *Ibid.*, pp. 66-76.

guenza che le teorie che gli scienziati sono indotti ad adottare abbiano le proprietà estetiche che si sono abituati a vedere nelle teorie che hanno conseguito successo empirico. Per contro, poiché questa opzione comporta un indebolimento delle considerazioni empiriche nella scelta tra le teorie, essa indurrà gli scienziati ad adottare teorie che hanno meno successo empirico di altre disponibili. Nondimeno, i membri della fazione conservatrice possono accantonare questo apparente svantaggio con alcune delle argomentazioni che abbiamo esaminato nel capitolo sesto: possono sostenere che le teorie che mostrano ciò che essi vedono come bellezza siano sicuramente più vicine alla verità di teorie a cui la bellezza manca, persino se queste ultime concordano meglio con i dati empirici disponibili.

L'altro gruppo, che chiamerò la fazione progressista, stabilirà che i criteri empirici prevalgono sul canone estetico. Questa è l'opzione che verrebbe consigliata da Willard V.O. Quine, il quale ritiene ammissibile che gli scienziati perseguano la bellezza nelle teorie "finché [...] ci si appella ad essa soltanto in quelle alternative per nessuna delle quali il criterio pragmatico impone il suo veto".¹⁰ Poiché questa opzione comporta un allentamento delle condizioni extraempiriche nella scelta tra le teorie, essa consentirà alla fazione progressista di adottare teorie di maggiore successo empirico rispetto a quelle adottate dai colleghi conservatori. Dal canone estetico vigente, tuttavia, queste teorie saranno giudicate meno piacevoli di quelle dei conservatori. Insomma, come i realisti e i sostenitori di Oliver Cromwell nella guerra civile inglese in *1066 and All That*, le teorie adottate dalla fazione conservatrice saranno *Wrong but Wromantic* – erronee ma romantiche – mentre quelle adottate dalla fazione progressista saranno *Right but Repulsive* – corrette ma ripugnanti.¹¹

Il fatto che le teorie adottate dalla fazione progressista risultano sgradevoli secondo il canone estetico vigente verrà senz'altro usato dagli scienziati conservatori come prova che i loro colleghi progressisti hanno scelto la via sbagliata. Ciò potrebbe turbare anche alcuni membri della fazione progressista: anche loro infatti avranno aderito con convinzione al canone estetico della loro disciplina. Per neutralizzare questa preoccupazione, i membri della fazione progressista potrebbero dichiararsi indifferenti verso tutte le proprietà estetiche delle teorie. E per giustificare questa posizione, potrebbero argomentare che i precedenti attaccamenti estetici della comunità abbiano soltanto ostacolato il raggiungimento del successo empirico. La fazione progressista può dichiarare che, ora che sono state allentate le limitazioni estetiche imposte alla scelta tra le teorie, la comunità è libera di compiere le scelte più feconde sul piano empirico tra teorie concorrenti.

Nella mia opinione, questo è il modo in cui va interpretata una rivoluzione scientifica: come il ripudio delle condizioni estetiche che una comunità si è abituata

¹⁰ Quine (1953), p. 79 [trad. it. p. 74].

¹¹ Sellar e Yeatman (1930), p. 63.

ta ad imporre nella scelta tra le teorie. Ritengo che l'atto rivoluzionario sia costituito dall'abbandono del canone estetico vigente da parte della fazione progressista e dalla determinazione degli scienziati progressisti a compiere la propria scelta tra le teorie liberi da condizionamenti estetici e mirando esclusivamente al perseguimento del successo empirico. Così come tutti gli atti rivoluzionari, esso consiste nel rinnegamento da parte di alcuni membri di impegni precedentemente assunti dalla comunità nel suo complesso.¹²

Due fazioni del genere appena descritto si formarono nella comunità fisica durante l'ascesa della teoria dei quanti. Come vedremo nel capitolo undicesimo, in questa rivoluzione la fazione conservatrice – che includeva Planck ed Einstein – decise che il canone estetico che era stato formulato dalla fisica classica dovesse prevalere sulle considerazioni empiriche canoniche nella scelta tra le teorie. Questa decisione impedì loro di avallare quella che era diventata la teoria dei fenomeni subatomici dotata della migliore prestazione empirica: la teoria dei quanti. Einstein difese questa preferenza con l'argomentazione che una teoria così sgradevole dal punto di vista estetico certamente era lontana dalla verità, qualunque potesse essere la sua prestazione empirica del momento. La fazione progressista, con a capo Niels Bohr, subordinò invece il canone estetico ai criteri empirici. In risposta alla critica della teoria dei quanti su basi estetiche formulata da Einstein, Bohr sospese la fedeltà a qualunque preferenza estetica in merito alle teorie per abbracciare una forma di positivismo nella scelta tra di esse.

Le fazioni conservatrice e progressista possono coesistere per un certo periodo nella comunità. Tuttavia esse continueranno ad adottare teorie diverse: la fazione progressista continuerà a scegliere le teorie sulla base di criteri empirici, mentre la fazione conservatrice persevererà nel preferire teorie dotate di proprietà estetiche familiari. Pertanto, il divario tra la prestazione empirica delle teorie adottate dalla fazione conservatrice e quella delle teorie adottate dalla fazione progressista continuerà ad aumentare. Si può immaginare che, quando questo divario avrà raggiunto una notevole ampiezza, i membri della fazione conservatrice giungeranno a ritenere le teorie della fazione progressista preferibili alle proprie, nonostante le sgradevoli proprietà estetiche che esse presentano. La fazione conservatrice gradualmente allenterà la sua adesione al canone estetico. Quando l'intera comunità si sarà allineata con i criteri della fazione progressista per la scelta tra le teorie, le divisioni della comunità saranno superate e la fase rivoluzionaria sarà terminata.

L'effetto della rivoluzione è stato quello di privare la comunità di uno dei suoi due insiemi di criteri per la valutazione delle teorie: man mano che la rivoluzione procede, la comunità perde il suo attaccamento ad un canone estetico. Ciò significa che teorie che non si conformano al vecchio canone estetico cesseranno, in

¹² Ho proposto per la prima volta l'interpretazione delle rivoluzioni scientifiche come fratture estetiche in McAllister (1989), pp. 41-47.

modo relativamente improvviso, di incontrare resistenza. Il crollo improvviso della resistenza nei confronti di nuove forme estetiche avviene anche nell'arte. Non appena un canone estetico consolidato perde la sua presa su una comunità artistica, alcune opere d'arte innovative possono d'un tratto diventare molto più accettabili. Questo parallelo tra le scienze e l'arte spiega come il fisico John A. Wheeler poté significativamente estendere alla fisica dei nostri tempi un'osservazione che Gertrude Stein aveva espresso a proposito dell'arte moderna. Stein aveva descritto il mutamento nella percezione di un'opera d'arte innovativa nel modo che segue: "Ti sembra strana, strana, molto strana; e poi, tutt'a un tratto, non ti sembra strana per nulla e non capisci che cosa te l'abbia fatta mai apparire strana".¹³ Wheeler ritiene che le opinioni degli scienziati sulle teorie innovative subiscano una trasformazione analoga. Questa trasformazione si spiega facilmente: essa deriva dal ripudio di un canone estetico che giudicava quella teoria in modo sfavorevole.

In seguito ad una rivoluzione, alcuni scienziati di orientamento empirista potrebbero credere che l'abbandono da parte della comunità delle proprie preferenze estetiche abbia irrevocabilmente modificato il corso della scienza. Essi potrebbero sperare che la comunità non imporrà mai più condizioni estetiche alla scelta tra le teorie e che, da quel momento in poi, selezionerà le teorie esclusivamente allo scopo di ottenere la migliore prestazione empirica possibile. Potrebbero immaginare di vedere che la scienza diventi, forse per la prima volta, una ricerca del successo empirico libera da preoccupazioni extraempiriche. Credo che questi scienziati saranno invariabilmente delusi. Una volta terminata una rivoluzione, l'induzione estetica tornerà ad influenzare le preferenze degli scienziati. Gli scienziati riprenderanno a scorgere correlazioni tra alcune proprietà estetiche delle teorie e gradi elevati di successo empirico. Giungeranno a credere che il successo empirico di una teoria sia assicurato se essa mostra quelle particolari proprietà estetiche. A queste proprietà verrà attribuito un peso in un canone estetico sulla base del quale la comunità comincerà ad operare la propria scelta tra le teorie. Col tempo, naturalmente, emergeranno divergenze tra i consigli di questo canone ed i criteri empirici, finché sorgerà una nuova crisi nella scelta tra le teorie e, infine, un'ulteriore rivoluzione scientifica.

3. Continuità e frattura nelle rivoluzioni

Analizziamo se il modello di rivoluzione da me formulato soddisfi gli obblighi esposti nella sezione I. In primo luogo, non v'è dubbio che questo modello riconosca che la scienza attraverso sia rivoluzioni che periodi in cui i criteri per la valutazione delle teorie rimangono immutati. Questi ultimi sono i periodi in cui le scel-

¹³ Wheeler (1983), p. 185.

te che la comunità compie tra le teorie sono dominate da un determinato stile estetico; le rivoluzioni sono episodi in cui il canone estetico di una comunità viene rovesciato. In secondo luogo, il modello spiega come una modalità di sviluppo si succede all'altra: una rivoluzione viene innescata quando le condizioni estetiche che una comunità impone alla scelta tra le teorie cominciano ad ostacolare troppo fortemente il perseguimento del successo empirico. Infine, gli obblighi 3 e 4 prescrivono che i modelli della pratica scientifica debbano ammettere che le rivoluzioni costituiscano delle fratture profonde nella scelta tra le teorie, che, ciò nondimeno, lasciano inalterati alcuni aspetti della pratica scientifica. Anche questi obblighi vengono pienamente soddisfatti dal modello qui esposto, come constateremo ora.

L'elemento caratteristico del mio modello è che esso interpreta le rivoluzioni come mutamenti nell'ambito di uno soltanto dei due sottoinsiemi di criteri in base ai quali una comunità compie le scelte tra le teorie: in una rivoluzione, mentre ad un canone estetico alla fine ne subentra un altro, i criteri empirici permangono immutati. Da un canto, quindi, questo modello rappresenta una rivoluzione come una trasformazione così radicale da modificare lo stile di teorizzazione al quale la comunità si attiene. Dall'altro, vi sono dei criteri che sono condivisi dagli scienziati sia prima che dopo una rivoluzione.

A questo riguardo, possiamo mettere a paragone il modello delle rivoluzioni di Kuhn con il mio. Come abbiamo visto, Kuhn sostiene in alcune occasioni che tutti gli scienziati condividano cinque criteri per la scelta tra le teorie, ed in altre occasioni che non esistano criteri per la valutazione di teorie concorrenti che siano indipendenti da un paradigma. Pertanto, Kuhn ed io non siamo d'accordo circa la misura in cui gli scienziati sono capaci di comunicare le ragioni alla base delle loro scelte tra le teorie attraverso la linea di divisione rivoluzionaria. Kuhn sostiene o che essi capiscano perfettamente gli uni le ragioni degli altri, o che trovino tali ragioni assolutamente incomprensibili. Io sostengo che essi trovino aliene gli uni le preferenze estetiche degli altri, ma che condividano sia la concezione delle proprietà empiriche delle teorie che l'attenzione per esse. Quale di queste due affermazioni si accorda meglio con i dati attinenti alla pratica scientifica?

Un famoso dibattito riguardo ai meriti di una teoria condotto attraverso una linea di divisione rivoluzionaria è la disputa tra Bohr ed Einstein sulla teoria dei quanti.¹⁴ In questa disputa, Einstein è l'esponente della fazione conservatrice che sostiene le preferenze estetiche abituali, mentre Bohr rappresenta la fazione progressista che ha ripudiato ogni attaccamento a preferenze estetiche. L'aspetto di questa disputa che risalta più chiaramente è che i due protagonisti dimostrano una

¹⁴ Tra i molti studi inerenti al dibattito tra Bohr ed Einstein si segnalano Jammer (1974), pp. 109-158, Honner (1987), pp. 108-141, Murdoch (1987), pp. 155-178, e Kaiser (1994); quest'ultimo contiene ulteriori riferimenti bibliografici. Per la testimonianza di Bohr stesso, vedi Bohr (1949).

incomprensione solo parziale per le ragioni che motivano la scelta tra le teorie dell'altro. Essi non si capiscono quando discutono sulla questione se una teoria debba mostrare particolari proprietà metafisiche o altre proprietà estetiche per essere accettabile. Bohr non comprende la ragione per cui Einstein insista nel sostenere che nessuna teoria indeterministica sia soddisfacente, mentre Einstein non capisce come Bohr possa essere soddisfatto di una teoria così sgradevole come la teoria dei quanti. Essi mostrano invece una piena comprensione reciproca riguardo al ricorso a criteri empirici: per esempio, sono d'accordo su che cosa voglia dire per una teoria concordare con un insieme di dati empirici ed essere internamente coerente. La lunga parte del loro dibattito dedicata alla questione se la teoria dei quanti sia internamente coerente, ad esempio, dimostra che, mentre essi sono in disaccordo su alcuni dati di fatto, non hanno difficoltà a comprendersi a vicenda. Episodi come questo dimostrano, a mio parere, che ciò che limita la comunicazione tra i membri di paradigmi diversi non è una incommensurabilità onnipervasiva, bensì una parziale mancanza di terreno comune dovuta alle differenze tra i canoni estetici che predominano in periodi diversi.

4. La comprensione della scienza del passato

Il modello delle rivoluzioni scientifiche da me delineato presenta delle interessanti implicazioni per la storiografia della scienza. Se le asserzioni più radicali che Kuhn ha formulato riguardo alle rivoluzioni scientifiche fossero esatte, la storiografia della scienza sarebbe molto più ardua di quanto immaginino molti di coloro che vi sono impegnati. Se fosse vero che una rivoluzione effettua un mutamento completo nei criteri per la scelta tra le teorie, un fattore che in un dato paradigma costituisce una ragione per preferire una teoria ad un'altra non sussisterebbe in un paradigma diverso. Ciò vuol dire che nemmeno i migliori argomenti avanzati dagli scienziati per giustificare le loro scelte tra le teorie risulterebbero convincenti per uno storico che studiasse l'episodio dopo una rivoluzione. Lo storico non sarebbe quindi in grado di capire gran parte degli episodi di scelta tra le teorie che hanno avuto luogo nel passato.

La storiografia della scienza risulta meno difficile secondo il modello della pratica scientifica da me presentato. Certamente la nostra comprensione delle scelte tra le teorie compiute dagli scienziati in periodi precedenti al nostro sarà ancora imperfetta. Infatti, noi non condividiamo i canoni estetici che hanno caratterizzato quei periodi e contribuito a determinare le scelte delle teorie effettuate all'interno di essi. Ciò significa che le ragioni estetiche che venivano addotte in quei periodi per motivare la preferenza per una teoria rispetto ad un'altra non ci sembreranno convincenti. Per esempio, non troviamo convincenti gli argomenti estetici contro la teoria del sistema solare di Keplero, perché non condividiamo l'impegno degli astronomi del secolo XVI a descrivere i moti celesti come combinazioni di cerchi;

né troviamo giustificata l'opposizione di Einstein alla teoria dei quanti perché non insistiamo più sul requisito che le teorie fisiche debbano essere deterministiche. Tuttavia, i criteri empirici permangono per lo più invariati nel tempo. Di conseguenza, ciò che costituisce una ragione empirica per preferire una teoria all'altra in un dato periodo conserverà la sua forza nei periodi successivi. Pertanto, almeno una parte delle ragioni complessive che gli scienziati adducono per preferire una teoria all'altra rimarrà comprensibile agli storici di epoche posteriori. Nel mio modello, quindi, le scelte tra le teorie operate in passato risultano più comprensibili agli storici di quanto risultino nel modello di Kuhn.

L'esperienza degli storici della scienza convalida il mio modello. Consideriamo come esempio i principi per la scelta tra le teorie che vigevano nell'astronomia planetaria del secolo XVI. Poiché da quei tempi ad oggi in quella disciplina ha avuto sicuramente luogo almeno una rivoluzione, ci troveremo di fronte a mutamenti nei criteri per la scelta tra le teorie. Alcune delle ragioni addotte a favore delle teorie astronomiche nel secolo XVI ci sembrano convincenti, altre no. Da un canto, come ha documentato Keith Hutchison, gli astronomi erano abituati ad attribuire valore alle teorie in parte nella misura in cui esse suggerivano analogie tra le strutture celesti e le istituzioni politiche.¹⁵ Copernico, ad esempio, riteneva che una delle virtù della sua teoria eliocentrica risiedesse nel fatto che essa raffigurava il sistema solare come una corte:

In mezzo a tutti sta il Sole. In effetti, chi, in questo tempio bellissimo, potrebbe collocare questa lampada in luogo diverso o migliore di quello da cui possa illuminare tutto quanto insieme? Per questo, non a torto, alcuni lo chiamano lucerna del mondo, altri mente, altri guida. [...] Così certamente, il Sole, come su un trono regale, governa la famiglia degli astri che gli sta intorno. Anche la terra non sarà affatto privata del servizio lunare, ma, come dice Aristotele [...] terra e luna sono strette dalla più intima parentela.¹⁶

Gli astronomi odierni non trovano alcuna giustificazione per valutare le teorie sulla base di analogie tra le strutture celesti e le istituzioni politiche. E questo perché, a mio parere, dai tempi di Copernico ha avuto luogo un mutamento nei canoni estetici degli astronomi per la scelta tra le teorie. D'altro canto, però, gli astronomi del secolo XVI apprezzavano le teorie per proprietà logiche ed empiriche come la coerenza interna e l'accordo con i dati empirici, e tali proprietà vengono tuttora ritenute virtù delle teorie. Per esempio, la ricostruzione della teoria di Copernico fatta da Noel M. Swerdlow e Otto Neugebauer attribuisce un potere

¹⁵ Hutchison (1987), pp. 97-109.

¹⁶ Copernico (1543), p. 22 [trad. it. pp. 212-213].