NOVITÀ SCIENTIFICA E INNOVAZIONE CULTURALE



This essay attempts a schematic analysis of the factors that bring about cultural innovation in the body of knowledge resulting from modern scientific rationality, that is, knowledge tested methodologically on a similar empirical-theoretical basis to that of natural, social and human sciences. The argument is developed according to the formal and material character of the topic itself. According to its formal character, elements peculiar to scientific activity are presented and consideration given to how these affect humanity. According to its material character, on the other hand, the human implications of science are presented through an analysis of the paradigm shifts typical of revolutionary moments in science.

di
SERGIO RONDINARA

Che cos'è che provoca un'innovazione culturale in un sapere che segua i caratteri della razionalità scientifica moderna, e quindi in un sapere empirico-teoretico metodologicamente controllato come quello delle scienze naturali, delle scienze della persona e delle scienze del vivere sociale?
Si tenterà di rispondere a tale questione articolando l'argomentazione secondo il carattere formale e materiale del tema stesso. Circa il carattere formale verranno presentati gli elementi peculiari dell'attività dello scienziato e come questi incidano sulla sua umanità. Qui l'innovazione culturale avrà la sua incidenza a livello squisitamente personale. Secondo il carattere materiale, invece, verranno presentati i risvolti umanistici dei contenuti scientifici attraverso lo schema del cambio di un paradigma tipico dei momenti rivoluzionari nelle scienze. Qui l'innovazione culturale avrà valenza e impatto decisamente sociale. In quest'ultimo momento si farà riferimento alla terminologia tipica di Thomas Kuhn. Sull'opportunità di questa scelta si potrebbe avanzare l'obiezione sul perché non si sia optato per il linguaggio e il modello - meno evidenti, ma più precisi - di Imre Lakatos[1], secondo il quale si ha un'innovazione culturale quando una serie di teorie, di un dato programma di ricerca, è superata (falsificata) da una teoria con un maggior contenuto empirico di cui una parte risulti già corroborato. La risposta è presto data: sia pur nella più precisa e razionale formulazione sui motivi della crescita del sapere scientifico data da Lakatos, per quanto riguarda l'innovazione scientifica - e quindi riguardo il progredire delle teorie - essendo i due modelli sostanzialmente equivalenti, si è scelto quello kuhniano a motivo del suo linguaggio facilmente fruibile, anche se - come vedremo - non esente da possibili equivoci.
Per focalizzare una tematica così ampia e composita, quale quella proposta, si richiedono necessariamente alcune precisazioni.
a) Innanzitutto occorre dire che si farà riferimento, in questo saggio, a una nozione di scienza intesa come *scienza accademica*, che nella propria autonomia abbia l'impresa cognitiva come suo unico scopo, trascurando in questo modo il suo carattere istituzionale e sociale, l'interazione con la società che oggi la caratterizza fortemente e che la sociologia della scienza[2] ha ben messo in evidenza.
b) La seconda precisazione riguarda il fatto che si farà riferimento soltanto alle scienze della natura. Se a volte si accennerà ad alcuni casi riguardanti le scienze sociali o antropologiche, non si vorrà tentare di ridurre una scienza a un'altra scienza di un livello inferiore nei gradi di complessità del reale, o fornire una spiegazione completa della stratificazione a vari livelli del reale, deducendo le leggi dei livelli maggiormente complessi dai livelli inferiori più semplici, essendo ben lontano da noi il perseguire una qualunque concezione riduzionista del sapere a livello sia epistemologico che ontologico.

1) I. Lakatos, *La metodologia dei programmi di ricerca scientifici*, Milano 2001.
2) Cf. B. Latour - S. Woolgar, *Laboratory Life*, Beverly Hills 1979; B. Latour, *Science in Action*, Paris 1989; B. Latour, *Politiques de la nature*, Paris 1999; T. Shinn, *Hiérarchies des chercheurs et formes des recherches*, in «Actes de la recherche en sciences sociales», 1988, p. 74; D. Bloor, *Knowledge and Social Imagery*, Londra 1976.

1. L'attività scientifica

Oggi, all'interno della civiltà occidentale, assistiamo ad una presenza sovrastante e incombente della scienza, determinata dal fatto che la conoscenza scientifica è considerata la forma di sapere più valutata. Metaforicamente potremmo dire che la sentiamo aleggiare intorno e sopra di noi, anche se a livello culturale non possiamo non riscontrare che essa ha un peso quasi irrilevante. Se ci domandassimo quali sono le fonti dei nostri giudizi, delle nostre valutazioni, vedremo che esse scaturiscono molto spesso da una data filosofia, da una fede religiosa o da reperti ideologici ancora vaganti nella galassia culturale, mentre è molto più difficile rintracciare in noi e nella nostra analisi del mondo quelle tracce che ci indichino una presenza della verità scientifica.
Nel nostro contesto culturale la scienza svolge, secondo una logica funzionale, un ruolo marginale e ausiliario; essa è considerata essenzialmente un mezzo per risolvere problemi, ha esclusivamente una funzione strumentale: può liberare l'uomo dalle malattie, dalle sue necessità, dai suoi bisogni, ma non le viene attribuita la capacità di creare conoscenze capaci di informare culturalmente il quotidiano, come fanno la filosofia, la politica, la religione o la morale.
La scienza c'è, e questo è un dato innegabile, ma cosa sa di essa l'uomo d'oggi? Paradossalmente il tentativo, fatto attraverso la divulgazione scientifica, di rendere partecipe il pubblico a un'impresa considerata da molti come razionale per eccellenza, produce invece un effetto opposto, perché trasmette un messaggio che viene recepito quasi esclusivamente a livello emozionale, e consegue un risultato del tutto diverso da quello che si sarebbe auspicato.
Nonostante tutto ciò, ritengo che la conoscenza scientifica sul mondo naturale, sulla persona umana e sul suo vivere sociale costituisca un fattore non trascurabile dello sviluppo culturale dell'uomo d'oggi. L'esperienza critica della realtà del mondo, insieme all'esperienza della verità che le scienze hanno procurato all'uomo contemporaneo, sono state tali, per ricchezza e profondità, da mutare la sua stessa struttura mentale e il suo modo d'essere uomo. Tutto ciò riveste un'importanza affatto marginale se si pensa che il Novecento, da poco concluso, possa essere considerato un secolo intriso di scienza, dove la ragione scientifica ci ha svelato un universo non più statico ma in espansione, dove due tra le sue principali rivoluzioni scientifiche (teorie della relatività e meccanica quantistica) hanno procurato importanti mutamenti nella concezione stessa della realtà fisica, dove le conquiste della biologia insieme agli altri sviluppi della fisica hanno contribuito a mettere in discussione le antiche certezze su che cosa sia la realtà, e a rivisitare nozioni quali *realtà oggettiva* e *determinazione del mondo* reale, che rappresentavano nel passato un sicuro ancoraggio per la conoscenza scientifica e per i suoi risvolti culturali.
Ora, se si guarda alla scienza esclusivamente nel suo aspetto cognitivo, emergono alcuni fattori caratteristici del modo in cui gli scienziati fanno l'esperienza della conoscenza. Enrico Cantore, già negli anni settanta del secolo scorso, nel suo *Scientific Man*[3], riduceva sinteticamente a tre i fattori antropologici caratterizzanti

3) E. Cantore, *Scientific Man*, ISH Publication, New York 1977.

l'attività scientifica: la creatività del ricercatore, la sua fedeltà alla realtà oggettiva e il coinvolgimento dell'intera persona dello scienziato.
a) Mediante la creatività, lo scienziato esprime la propria capacità di portare alla luce ciò che fino a quel momento era cognitivamente non esistente. Per evidenziare come la ricerca scientifica possa essere considerata creativa, occorre valutare le tre fasi consecutive nelle quali essa si esplica: s'inizia con l'osservazione, si procede con la teorizzazione e infine si completa con la sperimentazione.
L'osservazione per lo scienziato non è, come talvolta si potrebbe pensare, una questione di recettività passiva, non è un semplice guardare; essa implica una complessa attività poiché, da un lato, deve superare la tendenza psicologica della natura umana a prendere per vero ciò che appare e, dall'altro, non può riferirsi a oggetti se non all'interno di un determinato gioco linguistico, come ha mostrato Wittgenstein nelle *Ricerche filosofiche*[4]. A riguardo, Norwood Hanson[5] ha distinto tra un «vedere come» e un «vedere che». Nel primo caso l'analisi dell'osservazione viene circoscritta al fatto fisiologico della visione, mentre nel secondo caso - quello rilevante per la conoscenza scientifica - l'oggetto raccolto dai sensi viene organizzato in percezione secondo alcuni *patterns* mentali. È qui il primo sforzo dello scienziato: nonostante il proprio carico teoretico *(theory-laden)* occorre tenersi continuamente in un atteggiamento di apertura mentale nei confronti del proprio oggetto di studio, soprattutto quando può sembrare insensato mettere in questione ciò che comunemente può essere considerato ovvio. Secondo il logico-matematico e filosofo inglese Alfred North Whitehead: «occorre una mentalità fuori dal comune per intraprendere l'analisi dell'ovvio»[6].
Alla necessità dell'apertura mentale segue, da parte del ricercatore, una particolare disponibilità alla scoperta, che si concretizza nella consapevolezza che il fenomeno osservato non è altro che un evento di una particolare regolarità generale, presente nella natura, che fino ad allora non era stata ancora colta. A riguardo, un esempio classico è quello proposto dall'aneddoto raccontato da Newton, ormai anziano, di come egli fosse giunto a intuire la forza della gravitazione universale osservando una mela cadere. Da questo fatto comune, il cadere dei corpi, il giovane Newton intuisce e ipotizza che la stessa causa della caduta del frutto fosse anche responsabile del muoversi della Luna nel suo orbitare intorno alla Terra.
La creatività è ancora presente nella fase di teorizzazione, nella quale, attraverso la ricerca di modelli e con l'ausilio della matematica, lo scienziato deve formalizzare coerentemente quella intelligibilità della natura da lui colta. Infine, nella terza ed ultima fase, la sperimentazione, il ricercatore, per mettere alla prova dei fatti l'ipotetica interpretazione teorica precedentemente formulata sui dati osservazionali, deve cimentarsi con grande rigore logico, con abilità e inventiva, nel compito di connettere i parametri sperimentali verificati tramite l'esperimento con il contenuto della teoria di riferimento. Senza poi dimenticare che spettano allo speri-

4) L. Wittgenstein, *Ricerche filosofiche*, Torino 1999, pp. 255-298.
5) N.R. Hanson, *Patterns of Discovery: An Inquiry into the Conceptual Foundations of Science*, Cambridge 1962.
6) A.N. Whitehead, *La scienza e il mondo moderno*, Torino 1979, p. 23.

mentatore l'ideazione, la progettazione, il montaggio, il collaudo e la calibrazione dell'apparato sperimentale.
b) Un secondo elemento antropologico che caratterizza il lavoro del ricercatore è la sua fedeltà alla realtà oggettiva. La ricerca scientifica non è una risposta passiva alla realtà del mondo, bensì attiva: essa, nella sua essenza, è un processo di corrispondenza tra il prodotto del pensiero e la realtà oggettiva. Una corrispondenza in cui i prodotti del pensiero, cioè le teorie e le ipotesi teoriche, vengono verificate dai risultati sperimentali e i nuovi dati osservazionali controllano le costruzioni teoriche. Galileo Galilei era solito affermare: «la natura ci conduce per mano»; Pierre Duhem, riflettendo sulla propria esperienza di fisico, ha un passo in cui poeticamente spiega come lo scienziato non scelga il proprio cammino nella ricerca della verità più di quanto un fiore non scelga il granello di polline che lo feconderà. In questa similitudine:

> «il fiore si limita a tenere la corolla aperta alla brezza o all'insetto che trasporta il polline che darà origine al frutto; analogamente il fisico si limita a tener aperto, con l'attenzione e la riflessione, il suo pensiero all'idea che attecchirà in lui spontaneamente»[7].

All'inizio, dunque, dell'atto conoscitivo scientifico c'è la stessa capacità di lasciarsi sorprendere dal reale e di accoglierlo nello stupore che si può riscontrare nel metafisico e nell'artista. Se lo scienziato, poi, non si distrae, e concentrato sul problema in esame conserva incessantemente la propria capacità di riflessione, si sentirà come attratto verso una soluzione plausibile e a poco a poco vedrà l'enigma schiudersi.
Molto spesso la soluzione non arriva immediatamente, e allora la corrispondenza alla realtà oggettiva assume la tinta di virtù metodologiche quali la perseveranza e la pazienza.
c) Terza e ultima caratteristica della ricerca scientifica è che la forma di tale conoscenza implica il totale coinvolgimento della persona dello scienziato. La scienza, per la sua complessità e per l'essere una conoscenza in continuo sviluppo, tra rallentamenti e tentativi falliti, richiede un lavoro e uno sforzo continui. È una conquista autentica e graduale nella quale si conseguono risultati solo dopo un duro lavoro. Generalmente c'è sempre un lungo periodo di tempo tra la prima idea luminosa e la formulazione del contenuto concettuale scientifico come realtà compiuta. A tale riguardo la storia della scienza è molto esplicita: nel 1604 Galilei era già in possesso dell'esatta formulazione della legge sull'accelerazione della caduta dei gravi, ma per lungo tempo non fu in grado di darne prove soddisfacenti. Anche a Newton accadde qualcosa di simile: dovette attendere venti anni dall'intuizione della gravitazione universale al momento in cui riuscì a formularla matematicamente nell'opera *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, che presentò il 28 aprile 1686 alla Royal Society di Londra.
Questi casi famosi non costituiscono eccezioni. La conoscenza scientifica nel suo

7) P. Duhem, *La teoria fisica, il suo oggetto e la sua struttura*, Bologna 1978, p. 287.

sforzo di concepire la realtà fisica comporta un totale coinvolgimento del soggetto conoscente e porta frutti solo se vi si dedicano tutte le proprie risorse. Per poter valutare correttamente il ruolo che la scienza ha per la cultura umana, occorre tener presente che essa esige un impegno totale da parte dello scienziato.
La risultante di queste tre componenti che riguardano l'attività dello scienziato (la creatività, la fedeltà alla realtà oggettiva, e il suo totale coinvolgimento) è, sul piano oggettivo, un accrescersi del bagaglio della conoscenza umana, e sul piano soggettivo un'accresciuta consapevolezza del valore e della dignità dell'intelletto e conseguentemente della persona. L'uomo di scienza trova un comprensibile motivo d'orgoglio nel potere della propria mente; e se qualche volta manifesta intolleranza o anche arroganza nei confronti di opinioni altrui, ciò va imputato alla debolezza umana del singolo e non al processo scientifico come tale. Un onesto lavoro scientifico di per sé educa lo scienziato alla modestia poiché, come ogni autentico sapere, rivela all'uomo la propria ignoranza e plasma la sua mente ad un duplice atteggiamento di dignità e modestia.
Tutto ciò mostra come l'attività scientifica, posta a confronto con la mentalità prescientifica, possa essere considerata un'impresa conoscitiva veramente nuova e con caratteri senza precedenti. Essa rivela l'uomo a se stesso come oggetto osservabile e gli procura una nuova consapevolezza di sé come soggetto personale. Glielo rivela con le informazioni che sa dare, ma anche con quelle che, a motivo del proprio metodo non può e non potrà mai dare. Mediante il lavoro scientifico, o i suoi contenuti, l'uomo può conoscere e realizzare ambiti di se stesso meglio che in passato.
La scienza concorre insieme alle altre attività - quali l'arte e il pensiero - a stimolare lo sviluppo culturale umano. In ambienti scientifici dove non c'è progresso umano non c'è stata neanche un'autentica scienza, ma solo tecnicismo, scientismo e pragmatismo.

Sia pur nella brevità che caratterizza questa sintetica riflessione, non possiamo tralasciare un aspetto peculiare che caratterizza la conoscenza scientifica nei confronti di altre forme del sapere. La scienza è un'impresa tipicamente comunitaria, è il prodotto di una comunità internazionale. Il fisico e sociologo della scienza John Ziman così la descrive:

> «Ogni scienziato vede con i propri occhi, e anche attraverso quelli dei suoi predecessori e dei suoi colleghi. Non è mai un solo individuo a salire i gradini della catena logico-induttiva: è un gruppo di individui che si suddividono il lavoro, ma che continuamente e gelosamente controllano i contributi di ciascuno»[8].

Per quanto il contributo del singolo sia indispensabile e decisivo per la scienza, è altrettanto vero che essa è un'impresa comunitaria. Ciò è dovuto alla complessità

8) J.M. Ziman, *Public knowledge: an essay concerning the social dimension of science*, London 1968, p. 9.

della ricerca scientifica, al metodo che la caratterizza e alla natura stessa della mente umana. Infatti, se è vero che la scienza implica per sua natura una stretta intersoggettività, è anche vero che non c'è mai stato scienziato che sia stato in grado di cogliere da solo tutti i problemi impliciti in un settore d'indagine riguardante una data fenomenologia.
La comunità scientifica come fenomeno sociale è generata essenzialmente da due fattori fra loro complementari: la *guida intellettuale* e la *tradizione*. La storia della scienza con le figure di Galilei, Newton, Darwin, Planck e Einstein ci mostra che un grande scienziato, uno che con la sua creatività - per primo - porta all'attenzione degli altri un nuovo mondo, è essenzialmente una guida intellettuale. La sua testimonianza e il suo entusiasmo attirano molti altri a portare avanti con lui le sue indagini. Un esempio lo troviamo in Galilei. In una lettera[9] a Belisario Vinta, scritta a Padova il 7 maggio 1610, egli elenca il progetto di un gran numero di opuscoli su soggetti naturali - quali il *De compositione continui* e il *De animalium motibus* - che sperava di realizzare, ma non vi riuscì. L'idea di realizzare questi lavori fu però d'incitamento per alcuni suoi discepoli di valore, quali Bonaventura Cavalieri che scriverà la *Geometria degli indivisibili* e Gian Alfonso Borelli che stenderà un libro sul moto degli animali.
L'altro fattore, che completa l'influenza intellettuale esercitata dai grandi scienziati, è quel senso di tradizione vivente costituitosi nel mondo scientifico. Questo è un dato psicologico: i grandi maestri del passato non sono affatto morti e sepolti, ma continuano ad esercitare il loro influsso sui ricercatori, generazione dopo generazione. Bernice Eiduson ha scritto sin dagli albori della psicologia della scienza:

> «L'immagine di sé analizzata negli scienziati mostra che gli stessi traggono principalmente la loro identità dall'affiliazione ai grandi scopritori, ai grandi che hanno contribuito alla conoscenza scientifica, agli uomini che ci hanno dato l'immagine del mondo che noi oggi abbiamo»[10].

La tradizione trasmette abilità e cultura. Essa è certamente la trasmissione di dati, convinzioni e modi di pensare necessari al lavoro del ricercatore, ma allo stesso tempo è anche un'esortazione a muoversi con determinazione in avanti, verso l'inesplorato.
Se i grandi scienziati sono le guide e gli ispiratori, la scienza è però il risultato di tutti coloro che ne condividono lo spirito. La comunità scientifica sorge perché gli scienziati sono consapevoli di costituire un tutt'unico. Possono essere separati nello spazio e nel tempo, possono appartenere a sistemi ideologici o credi religiosi diversi, possono avere caratteristiche individuali molto diverse, ma sanno di costituire una comunità. Il senso della comunità scaturisce in loro dalla reale partecipazione

9) G. Galilei, *Lettera a Belisario Vinta*, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, Edizione nazionale a cura di A. Favaro, Firenze 1965, vol. X, pp. 351-352.
10) B.T. Eiduson, *Scientists: their psychological world*, Basic Books Publishing, New York 1962, p. 152.

allo stesso spirito, allo stesso progetto caratterizzato da modi di pensare e fini ben definiti. Questo aspetto comunitario manifesta un valore umanistico rilevante per l'impresa scientifica e ne segna culturalmente chi vi partecipa.
Oggi, attraverso l'attività scientifica, giungiamo a fare un'esperienza della natura come oggetto conosciuto, della conoscenza come processo, e un'esperienza di noi come soggetto conoscente, in un modo esclusivo e inedito.

La scienza nel suo triplice aspetto: formale (come risultato di conoscenze), metodologico (la scienza vista nel suo processo) ed esperienziale (come attività dell'intera persona) costituisce oggi un fattore essenziale dello sviluppo storico e culturale delle persone che la esercitano.
La scienza è umana non solo perché fatta dall'uomo, ma anche perché per se stessa è un agente che modella culturalmente l'uomo in modo nuovo rispetto a quei saperi che tradizionalmente hanno condotto per millenni la crescita culturale. In questo senso si può parlare di una scienza umanisticamente significante e di umanesimo scientifico. Infatti, se la scienza è davvero rilevante per l'uomo in quanto tale, ne consegue immediatamente che deve essere possibile un umanesimo che soddisfi l'uomo che vive nell'età della scienza: un umanesimo scientifico che si integri, offrendo la propria forma e contenuti, nell'umanesimo che amo chiamare plenario. Questo umanesimo scientifico scaturisce dunque da un'integrazione armoniosa dei problemi umani tradizionali con le nuove conoscenze portate alla luce dalla scienza.
Un umanesimo autentico implica il concetto di totalità delle sinergie che lo muovono. La scienza è, e sarà sempre di più, un fattore umanizzante nella misura in cui i suoi operatori saranno fedeli a questa esigenza di totalità.

2. Cambio di paradigma e suoi risvolti umanistici

Riprendiamo la questione iniziale sul determinare ciò che provoca una innovazione culturale a partire da un sapere che segua i caratteri della razionalità scientifica moderna e analizziamo ora quest'ultima secondo la crescita veritativa dei propri contenuti.
Si può rispondere a tale questione affermando che, a volte, alcune esperienze osservative possono incidere direttamente a livello culturale nella vita degli uomini e delle donne del tempo. Ad esempio, l'osservazione del moto di recessione delle galassie, scoperto e misurato da Edwin Hubble nel 1929, e la conseguente deduzione che l'Universo non fosse statico, come lo si era pensato sino allora, ma in un'espansione evolutiva, ha cambiato radicalmente la concezione dell'universo per larga parte delle generazioni successive a tale storico evento.
Si può anche rispondere alla questione sopra citata affermando che, a volte, conclusioni appropriate su alcune attente analisi sulle equazioni matematiche, utilizzate in un dato sapere, possono incidere direttamente a livello culturale nella vita degli uomini e delle donne del tempo. Ad esempio, nel 1928, partendo dai lavori di Pauli sui sistemi non relativistici con spin, il fisico inglese Paul Dirac, in una serie di articoli, derivò l'equazione che poi prese il suo nome e che descriveva con eleganza formale l'elettrone da un punto di vista relativistico. Le conclusioni

di Dirac sull'equazione che esprimeva i risultati relativistici dei fenomeni quantici lo portarono a prevedere l'esistenza dell'antimateria, e quindi di una nuova e più ricca concezione della realtà materiale fino ad allora inedita non solo per l'uomo comune, ma anche per gli stessi fisici.
Andando oltre i fatti osservativi o le deduzioni matematiche, si può rispondere alla nostra questione esaminando il fatto conoscitivo scientifico nella sua unitarietà empirico-teoretica. Nel fare ciò possiamo fare riferimento a quel momento privilegiato del fare scienza che è la scoperta scientifica e in particolar modo alla crescita della conoscenza secondo il modello di Thomas Kuhn[11]. Secondo Kuhn, in ambito scientifico, si produce un'autentica innovazione scientifica quando si attua un cambio di paradigma, cioè quando si realizza una rivoluzione concettuale nella interpretazione dei dati in possesso fino a quel momento in un dato sapere.
Ma che cos'è un paradigma?

2.1. Una nozione discussa

Può essere considerato "paradigma" quell'insieme di idee, convinzioni, concetti, teorie e metodi che contribuiscono a dare una struttura conoscitiva unitaria ad una costellazione di dati osservazionali e sperimentali. Le cinque componenti sopra indicate sono altrettanti elementi essenziali alla costituzione di un paradigma. Ma all'interno di esso le metodologie e le teorie (o dottrine)[12] hanno una rilevanza del tutto particolare. Se le metodologie sono determinanti nel caratterizzare un paradigma come una realtà indissolubilmente legata a una precisa forma del sapere, la teoria (o dottrina) ne costituisce il cuore, il centro euristico, la carica propulsiva che permette al ricercatore non solo di realizzare una nuova e più esauriente interpretazione unitaria dei suoi dati empirici, ma soprattutto di fare nuove ipotesi e predizioni circa il proprio lavoro. Aspetto, questo, assolutamente indispensabile affinché il relativo paradigma sia fatto proprio da un gruppo di ricercatori. La teoria (o dottrina) è così centrale nella nozione di paradigma al punto che non si può parlare di paradigma, senza una teoria o dottrina corrispondenti, poiché la natura universale di un paradigma è fortemente segnata dall'universalità della teoria o dottrina che lo anima.
Queste precisazioni si rendono necessarie, poiché ai giorni nostri la nozione di paradigma è uscita dal campo semantico in cui è stata formulata (filosofia della scienza) ed è approdata mediante una sua generalizzazione anche nel linguaggio accademico e culturale in genere, dove è piegata a personalizzazioni che provocano continue erosioni al complesso e sofisticato significato del termine, rischiandone una banalizzazione.
Già in ambito della filosofia della scienza la nozione di paradigma aveva suscitato un vivo dibattito al momento stesso del suo apparire. La riflessione storico-episte-

11) T. S. Kuhn, *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, Einaudi, Torino 1978.
12) Con il termine "dottrina" intendo riferirmi al contenuto teoretico delle scienze della persona e del suo vivere sociale, mentre con il termine "teoria" mi riferisco soltanto a quello delle scienze naturali.

mologica elaborata da Kuhn è stata spesso oggetto di erronee interpretazioni più o meno intenzionali, di molte incomprensioni, e a volte è stata anche piegata nel suo significato a tal punto che lo stesso storico statunitense, al termine del *Colloquio internazionale di filosofia della scienza*, tenutosi nel luglio del 1965 presso il Bedford College di Londra, parlò dell'esistenza di due Thomas Kuhn:

> «sarei tentato di credere all'esistenza di due Thomas Kuhn. Kuhn1 è l'autore di questo saggio e del precedente contributo a questo volume. Nel 1962 ha anche pubblicato un libro dal titolo *La struttura delle rivoluzioni scientifiche* […]. Kuhn2 è invece l'autore di un altro libro che ha lo stesso titolo. Quest'ultimo libro è quello qui ripetutamente citato da Karl Popper e da Feyerabend, Lakatos, Toulmin e Watkins. […]. Così come viene presentato dai sui critici (io purtroppo non dispongo dell'originale) Kuhn2 sembra sostenere talvolta posizioni che capovolgono alcuni aspetti essenziali della posizione che il suo omonimo ha delineato»[13].

Per questa situazione paradossale Kuhn stesso non era esente da responsabilità. Il dibattito intorno al concetto di paradigma ha mostrato, con gli studi di Dudley Shapere e Margaret Masterman, quanto intorno a questo nuovo concetto si fosse creato un vero e proprio groviglio linguistico. In un saggio[14], ormai diventato celebre, la Masterman, analizzando il termine "paradigma" nell'opera kuhniana, mise in evidenza come questo termine assumesse ben ventuno significati diversi che lei raccolse sotto tre gruppi: paradigma inteso come *paradigma metafisico* (o metaparadigma), come *paradigma sociologico*, ed infine come *paradigma artefatto* (o paradigma-costruzione). Notò la Masterman:

> «È evidente che non tutti questi significati di "paradigma" sono tra loro incompatibili: alcuni possono essere perfino delucidazioni di altri. Tuttavia, data la diversità, ovviamente è ragionevole chiedersi: "C'è qualche cosa in comune tra tutti questi significati? C'è, sul piano filosofico, qualche cosa di definito o di generale intorno a questa questione di paradigma che Kuhn sta cercando di render chiara? O Kuhn è semplicemente uno storico-poeta, che descrive avvenimenti diversi che sono occorsi nel corso della storia della scienza, ai quali fa riferimento impiegando per tutti la stessa parola "paradigma"?»[15].

13) T.S. Kuhn, *Riflessioni sui miei critici*, in I. Lakatos - A. Musgrave, *Critica e crescita della conoscenza*, Milano 1986, pp. 313-314.
14) M. Masterman, *The Nature of Paradigm*, in AA.VV., *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge 1970; tr. it. *La natura di un paradigma*, in I. Lakatos - A. Musgrave, *Critica e crescita della conoscenza*, Milano 1986, pp. 129-163.
15) M. Masterman, *La natura di un paradigma*, in I. Lakatos - A. Musgrave, *Critica e crescita della conoscenza*, Milano 1986, p. 137.

Il contributo di Shapere[16] consistette nel mettere in evidenza come la nozione di paradigma, così come Kuhn l'aveva presentata nella sua opera, coprisse una serie di fattori caratteristici dello sviluppo della conoscenza scientifica poiché includente in sé: teorie, leggi scientifiche, metodi, modelli, intuizioni e credenze o precomprensioni metafisiche più o meno esplicite.
Le osservazioni critiche emerse nel dibattito furono recepite da Kuhn che, nel 1969, nell'edizione giapponese de *La struttura delle rivoluzioni scientifiche,* inserì un Poscritto in cui, nel presentare alcune sue considerazioni aggiuntive, commentò le critiche rivoltegli e cercò di sciogliere alcuni fraintendimenti: «Parecchie difficoltà fondamentali del mio testo originario si accentrano attorno al concetto di paradigma»[17]. In effetti:

> «in gran parte del libro il termine "paradigma" viene usato in due sensi differenti. Da un lato, esso rappresenta l'intera costellazione di credenze, valori, tecniche, e così via, condivise dai membri di una data comunità. Dall'altro, esso denota una sorta di quella costellazione, di quelle concrete soluzioni-di-rompicapo che, usate come modelli o come esempi, possono sostituire regole esplicite come base per la soluzione dei rimanenti rompicapo della scienza normale»[18].

La disponibilità mostrata da Kuhn nel tener conto delle obiezioni sollevate nei confronti della tesi da lui formulata ha sicuramente favorito il dialogo e ha fatto riflettere gli epistemologi del tempo sull'opportunità - o meno - di proseguire sulla via del monologo, che fino ad allora aveva caratterizzato il rapporto tra le varie concezioni e scuole della filosofia della scienza.

2.2. Nuovo paradigma e innovazione culturale

Il cambiamento di questo insieme di idee, convinzioni, concetti teorie e metodi, pur avvenendo all'interno di un dato sapere - e quindi circoscritto ad un numero limitato di persone - può influire, con più o meno incidenza, sulla visione del mondo del tempo trasformando in questo modo un'innovazione scientifica in un cambiamento culturale. Si pensi, ad esempio, a ciò che è accaduto a livello culturale nella rivoluzione astronomica del XVI-XVII secolo, quando il paradigma copernicano iniziò a sostituirsi a quello tolemaico: essa comportò una mutazione radicale di mentalità sul modo d'intendere l'uomo e il cosmo. La rivoluzione copernicana fu il simbolo di una nuova cultura e una nuova civiltà che si stava presentando. La persona umana, con il pianeta Terra, non erano più il centro dell'universo e non godevano di alcuno *status* speciale, di alcun privilegio, ma erano in una zona qualunque di un cosmo che veniva scoperto ogni giorno più grande. L'uomo veniva così spodestato dal centro geometrico e ontologico del mondo e si scopriva sempre più simile a un

16) D. Shapere, *The Structure of Scientific Revolutions*, in «The Philosophical Review», July 1964, pp. 383-394.
17) T. S. Kuhn, *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, cit., pp. 211-212.
18) *Ibid.*, p. 212.

granello di polvere gettato in un universo immenso.
Allo stesso tempo, il cosmo con la sua realtà materiale acquista un valore indipendente dall'uomo, che diventa un qualcosa di secondario e accessorio da cui non solo si può, ma si deve prescindere nello sviluppo dell'immagine scientifica del mondo.
Ora, affinché un paradigma sia vivo, cioè attivo, e non si riduca a un reperto museale o di biblioteca, occorre che esso sia in atto nel processo e nella storia della conoscenza umana, e che:

a) sia capace di attrarre un gruppo stabile di seguaci (ricercatori che svolgono le loro ricerche riferendosi al paradigma in esame),
b) che sia sufficientemente ampio e aperto da lasciare al gruppo di ricercatori, che fanno riferimento ad esso, la possibilità di risolvere problemi della tipica fenomenologia in esame ancora non affrontati.

C'è da precisare che non tutti i cambiamenti di paradigma - soprattutto quelli che danno luogo a rivoluzioni minori - hanno conseguenze prorompenti per la cultura o per le visioni del mondo del tempo come è accaduto per Copernico, Newton, Darwin, Planck o Einstein.
Generalmente, si hanno i sintomi di un cambio di paradigma quando una data tradizione di ricerca (ad es.: astronomia tolemaica, fisica newtoniana o sociologia weberiana) entra in crisi, cioè non riesce più a interpretare in modo soddisfacente dall'interno del proprio campo teoretico la molteplicità dei fenomeni osservati, e quando tali osservazioni inducono anomalie tra osservazione e teoria all'interno del paradigma.
Ciò che caratterizza ognuna di queste tradizioni di ricerca è l'essere strettamente legata a un testo, a un libro del passato (l'*Almagesto* per l'astronomia tolemaica, i *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* per la fisica newtoniana, la *Gesammelte Aufsätze zur Religionssoziologie* per la sociologia di Max Weber, o *Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie*[19] di Einstein). Testo che riporta quei risultati esemplari ai quali una comunità scientifica, per un dato periodo di tempo, riconosce la capacità di costituire il fondamento della sua prassi.
La storia della conoscenza umana c'insegna che le rivoluzioni del sapere, intese come cambi di paradigma, non sono il risultato di una lotta fra idee, bensì una contesa tra scienziati di una data disciplina che accettano certe idee (diverse tra loro), e che credono vivamente in esse. Un paradigma - secondo Kuhn - non è semplicemente una nuova e geniale idea che sfida il sapere accademico ormai istituzionalizzato, ma è «un'idea incarnata» in uno o più testi sui quali si formano generazioni di ricercatori di una data disciplina.
In questo senso la rivoluzione copernicana in astronomia, la rivoluzione darwiniana in biologia, la rivoluzione weberiana in sociologia della religione, il radicale cambiamento operato dal Concilio Vaticano II riguardo alla teologia cattolica, o la rivoluzione operata in teologia da Karl Barth, trascendono la biografia di Copernico, Darwin, Weber, dei padri conciliari o dello stesso Barth, ma - questo cambiamento rivoluzionario - consiste in una graduale adozione delle tesi di questi personaggi da parte di settori sempre più ampi di ricercatori nelle rispettive discipline. Questo fa si che l'opera per eccellenza di questi autori venga in seguito individuata come

19) Articolo pubblicato su «Annalen der Physik» ser. 4, XLIX, 1916, pp. 769-822.

il testo originario da cui è scaturita la rispettiva tradizione di ricerca.
Riporto brevemente l'esempio relativo a Copernico e al suo *De revolutionibus*, ma si potrebbe anche far riferimento al *On the Origin of Species* di Darwin, al *Gesammelte Aufsätze zur Religionssoziologie* di Weber, ai documenti del Concilio Vaticano II o all'opera *Die Kirchliche Dogmatik* di Karl Barth.
Il punto di vista eliostatico presentato dal *De revolutionibus* è rimasto per lunghissimo tempo più un programma di ricerca per un ristretto gruppo di innovatori nel campo astronomico che un vero e proprio paradigma. Risulta infatti agli storici della scienza che siano stati sicuramente nove, ma non più di dieci, le persone che hanno letto integralmente e compreso il *De revolutionibus* dal 1543 - data della sua pubblicazione - al 1650.
Se infatti indaghiamo sui manuali di astronomia posteriori al 1543, si nota con facilità che la formazione degli astronomi del tempo veniva effettuata ancora sui classici testi dell'astronomia tolemaica quale l'*Almagesto*, e soltanto in rare scuole astronomiche - ritenute in quel tempo particolarmente sofisticate e avanzate - il punto di vista eliostatico veniva insegnato accanto a quello della tradizione geostatica, e soltanto come un'ipotesi alternativa a quest'ultima e mai come un'autentica dottrina o teoria.
Questo metodo della ricognizione storica dei testi e dei manuali va comunemente sotto il nome di *criterio del libro*; o di *criterio del manuale* quando vengono prese in esame le opere dei seguaci, che puntano a formare nuove leve per la propria scuola, e non più opere dei padri fondatori della tradizione di ricerca.
Tutto ciò dice come la logica del cambiamento e dell'innovazione scientifica sia caratterizzata dalla tenacia che alcuni scienziati hanno nel mantenere in vita il paradigma dominante, e d'altra parte la proliferazione dei lavori osservativi e teoretici che altri scienziati eseguono per far impiantare il nuovo paradigma nello scenario conoscitivo di quella data disciplina.
Il nuovo paradigma definirà globalmente gli orizzonti conoscitivi sia per la struttura della conoscenza in genere, sia per quella scientifica in particolare, consentendo in questo modo d'informare in maniera innovativa la soluzione di problemi quotidiani del conoscere - i rompicapo, secondo la concezione di Kuhn - e della costruzione del sapere. In questo modo, ogni paradigma si presenta come uno strumento operativo di natura epistemica che media tra la conoscenza scientifica vera e propria e quei particolari settori di una visione del mondo nella quale essa viene colta.
Il sapere scientifico moderno - inteso in senso esclusivamente cognitivo - non è soltanto quel particolare conoscere che nel suo accumularsi sa fornire informazioni prima impensabili sulla realtà naturale, o un'istituzione sociale il cui prestigio è simbioticamente legato all'efficacia delle tecnologie che da essa scaturiscono, ma può anche indirizzare la persona umana alle fondamenta della realtà e stimolare la capacità a problematizzare, tipica del suo intelletto, indirizzando quest'ultimo verso un ulteriore orizzonte. Così facendo, esso si caratterizza come un'esperienza culturale, un'esperienza in cui la persona umana, sia essa colei che esercita fattivamente l'attività scientifica o che ne fruisca i contenuti, è coinvolta globalmente secondo le molteplici dimensioni che la caratterizzano.

SERGIO RONDINARA
Professore stabile di Epistemologia e cosmologia presso l'Istituto Universitario Sophia
sergio.rondinara@iu-sophia.org