

IL CRITERIO DI BELLEZZA
NELLA RICERCA SCIENTIFICA
IL CONTRIBUTO DI MICHAEL POLANYI

THE PRINCIPLE OF BEAUTY IN SCIENTIFIC RESEARCH
THE CONTRIBUTION OF MICHAEL POLANYI

Miriam Savarese^{a}*

Fechas de recepción y aceptación: 21 de noviembre de 2018 y 24 de septiembre de 2019

Riassunto: Il presente studio indaga il modo in cui gli scienziati percepiscono la dimensione estetica nella propria attività e nei propri oggetti di studio, al punto da essere un criterio che orienta il loro lavoro; si cercherà pertanto di enucleare le proprietà che caratterizzano il tipo di bellezza da loro riscontrato, facendo riferimento agli scritti di Michael Polanyi. L'autore offre importanti spunti per chiarire il problema della validità di tale uso della bellezza scientifica. La questione è ancor più interessante perché, se la bellezza è legittimamente un criterio scientifico, ne risulta un legame tra scienza e persona (infatti il senso estetico è proprio della persona). Tale bellezza ha caratteristiche specifiche: è *intellettuale*, strettamente dipendente dall'ordine, dall'intero e dalle relazioni. Inoltre, essa è il termine di una delle cosiddette passioni scientifiche o intellettuali degli scienziati: il ricercatore desidera la bellezza intellettuale e ne è (momentaneamente) appagato. Per Polanyi, la bellezza intellettuale è essenziale alla verità scientifica e ha il potere di rivelare la verità sul mondo naturale. Allo stesso tempo, però, tale standard di bellezza è sempre posto da noi e per noi stessi. Emergono così le tensioni polanyiane a riguardo del realismo. L'articolo propone una

^a Dottore in Filosofia. Pontificia Università della Santa Croce di Roma.

* Indirizzo postale: Miriam Savarese. Via della Stazione di San Pietro, 45. 00165 Roma. Italia.
Email: msavarese@live.com



soluzione, a favore del criterio di bellezza, che può risultare utile anche per il progresso della ricerca scientifica.

Parole chiave: criterio di affidabilità, bellezza, ricerca scientifica, scoperta, Polanyi, persona.

Abstract: This study focuses on the way in which scientists perceive the aesthetic dimension in their work and in their objects of study, to the point that it becomes a guide for their work; therefore, we will try to summarize the treats that characterize this type of beauty, referring to the writings of Michael Polanyi. This author makes important hints to solve the following question: is this use of beauty valid? The question is even more interesting as, given that beauty is really a scientific standard, there is a link between science and the individual (because the aesthetic sense is a characteristic of the person). This beauty is of a specific kind: it is *intellectual*, strictly dependent on order, body and relations. Moreover, it is a term referring to the intellectual or scientific passions of scientists: the researcher desires intellectual beauty and is thus delighted. According to Polanyi, intellectual beauty is essential to scientific truth: it has the power of revealing the truth about nature. At the same time, the aesthetical standard is always a standard that we set for ourselves. As a consequence, the problem of realism typical of his thought emerges. The article concludes by proposing a solution to this problem, which may be useful also for the progress of scientific research.

Keywords: reliability criteria, beauty, scientific research, discovery, Polanyi, person.

La percezione e la fruizione della bellezza nel corso dell'attività di ricerca scientifica, da parte dei ricercatori delle più diverse discipline (dalla matematica pura alla fisica, alla biologia, ecc.), sono ormai sostanzialmente assodate. Altrettanto si può dire per l'esistenza di un peculiare senso estetico di tali scienziati¹. Non si tratta soltanto dell'ampliamento delle possibilità di

¹ Vari testi specializzati ne hanno trattato (Cantore, 1977: 91-94; Curtin, 1982; McAllister, 1999; Wechsler, 1988).



cogliere la bellezza del mondo fisico, permesso dal progresso tecnico-scientifico (*in primis* grazie all'invenzione di strumenti più potenti e accurati, che consentono di osservare nuovi ambiti del mondo fisico, precedentemente inaccessibili all'osservazione)². Piuttosto, si tratta di un livello di bellezza proprio delle teorie scientifiche e delle matematiche, delle leggi fisiche di natura e dello stesso mondo naturale, che riguarda le relazioni e le strutture studiate dalle scienze. Ad esempio, l'equazione di Dirac è considerata in modo sostanzialmente concorde una delle più belle di tutta la fisica (Born, 1961: 287; Dirac, 2013: retro di copertina). Le caratteristiche di tale bellezza, che si può chiamare *scientifica*, qui sono in parte oggetto di studio, quindi emergeranno meglio nel corso del testo³.

L'aspetto più interessante, però, è che il senso estetico dei ricercatori, che nei suoi tratti più caratteristici riguarda soprattutto questo secondo tipo di bellezza, risulta di fatto impiegato all'interno della ricerca. Ciò avviene nei vari stadi di quest'ultima e, in particolare, sia nel momento della scoperta (talvolta chiamato ideazione), sia nella successiva sistematizzazione della teoria e nello sviluppo delle dimostrazioni. Ovviamente, si rimane sempre nel quadro dell'applicazione di metodi e procedimenti differenziati e specifici a seconda della disciplina di volta in volta in questione e, quindi, degli oggetti scientifici trattati; perciò, in casi differenti, il senso estetico coglie aspetti e tratti differenti. Talvolta, almeno a un primo sguardo, esso risulta persino decisivo per il buon esito della ricerca: sembra che lo scienziato, a seconda delle circostanze e dello stadio della ricerca, prenda delle decisioni in base ad esso o lo consideri sufficiente ad accettare le novità, soprattutto se particolarmente originali.

In particolare, vi sono teorie che sono state sviluppate e difese dai loro autori perché potevano essere giudicate *belle*, nell'insieme e nei loro vari passaggi. Spesso, al momento della loro prima formulazione, tali teorie conservavano passaggi indimostrabili o erano in disaccordo con i dati sperimentali. È stata la loro bellezza a incoraggiare gli scienziati coinvolti a proporle

² Esiste una bellezza dischiusa dalle immagini scientifiche della natura (Piper, 2008). Ne esistono anche raccolte fotografiche (Thomas, Braun e National Gallery of Canada, 1997).

³ La concezione della bellezza è variegata e controversa, sia alla luce delle istanze dell'arte moderna, sia quanto all'accettabilità in estetica della bellezza della natura (Caracciolo e Givone, 2010). Il riferimento a riguardo per noi è Michael Polanyi.



pubblicamente, nonostante queste problematicità. Polanyi riporta vari esempi di teorie di questo tipo che, in un secondo momento, si sono rivelate corrette o perfino profondamente innovative e feconde. Numerosi scienziati ammettono apertamente di valutare una teoria su basi estetiche (Chandrasekhar, 1987; Dirac, 2013; Hadamard, 1993; Hardy, 1989). Ciò significa, tra le altre cose, che nel momento in cui il ricercatore oscilla tra diverse soluzioni del problema che sta indagando, oppure è in dubbio sull'effettiva sufficienza delle prove sviluppate a riguardo (soprattutto se nell'ambito della ricerca teorica, ma non solo), può fondarsi proprio sulla maggiore o minore bellezza riscontrata. Ad esempio:

La guida di cui dobbiamo fidarci [per scegliere l'argomento] è quel senso di bellezza scientifica, quella speciale sensibilità estetica, la cui importanza ci è stata additata da Poincaré. [...] Quel senso di bellezza può informarci su quanto riguarda l'utilità del risultato futuro, del quale, strettamente parlando, non sappiamo spessissimo quasi niente anticipatamente [...] noi *sentiamo* che quella direzione di ricerca merita di essere seguita. (Hadamard, 1993: 120).

Oppure:

Cosmologi e artisti hanno molto in comune: tutti cercano la bellezza, gli uni nel cielo e gli altri sulla tela o nella pietra. Quando un cosmologo intuisce il modo in cui le leggi e i principi del cosmo si combinano, si intrecciano, mostrano una simmetria che le antiche mitologie riservavano alle loro divinità – in pratica, il modo in cui le leggi e i principi implicano che l'universo *deve* essere in espansione, *deve* essere piatto, *deve* essere tutto ciò che è -, allora ha la percezione della bellezza pura e assoluta. (Smoot y Davidson, 1994: 270).

Qui si tocca l'ambito delle cosiddette "virtù super-empiriche", quelle fonti di giustificazione di una teoria diverse dall'equivalenza empirica o sperimentale, che nell'attuale dibattito sono impiegate a favore del realismo scientifico per negare che l'equivalenza empirica di due teorie diverse, ammesso e non concesso che sia perfettamente possibile, comporti equivalenza rispetto



all'evidenza. La bellezza, infatti, è annoverata tra di esse, come la coerenza, l'eleganza, il potere esplicativo.

È possibile, allora, che i fattori estetici siano determinanti per la ricerca scientifica?

Bisogna prestare attenzione: una risposta positiva non implicherebbe automaticamente che la ricerca scientifica debba essere svolta esclusivamente sulla base della bellezza (o che il suo fine prioritario sia la bellezza) e neppure che non possano essere compiuti errori nella valutazione di quest'ultima. Lo stesso problema del realismo scientifico ne sarebbe solo parzialmente toccato, perché questo risulta coinvolto soprattutto quando si tratta di approfondire in cosa tale bellezza consista e quale ne sia l'origine, non quando si tratta di stabilire se essa è utile o no alla ricerca. In ogni caso, però, i due problemi, nel presente studio, risultano da ultimo fortemente legati, come accade nel pensiero del nostro autore di riferimento. Infine, vale la pena sottolineare che, se la bellezza fosse un adeguato criterio-guida della ricerca, anche se non infallibile né esclusivo, allora costituirebbe un raccordo tra persona e scienza: la fruizione del bello è un tratto caratteristico della persona in quanto tale, come si desume del resto dalla maggioranza degli studi di estetica; quindi, emergerebbe un tratto, proprio della persona, determinante per il buon esito della ricerca scientifica.

Il problema sarà affrontato confrontandoci con il pensiero di Michael Polanyi.

Egli iniziò la propria carriera accademica come scienziato, ma in seguito, cambiato campo di studi, divenne uno dei maggiori esponenti dell'epistemologia post-critica novecentesca, in rottura polemica con il neopositivismo⁴.

⁴ M. Polanyi (1891-1976), nato a Budapest, di famiglia ebrea originaria dell'Ucraina, studiò chimica e chimica-fisica e a Berlino divenne membro dell'istituto Kaiser Wilhelm (1929). Si trasferì all'università di Manchester, dove dalla cattedra di chimica-fisica (1933-1948) passò a quella di studi sociali. Tra i fondatori della Mont-Pèlerin Society per la difesa del pensiero liberale, fu *Fellow* della Royal Society e concluse la carriera come *Senior Research Fellow* del Merton College di Oxford.

Spesso fu considerato al di fuori della filosofia professionistica (Sen, 2009). Per di più, le sue tesi lo separavano da Popper, con cui i rapporti divennero tesi. In ogni caso, la formazione scientifica e la pratica della ricerca, per via delle quali il suo modo di trattare questioni e nozioni filosofiche, come quella di persona, è fortemente originale, risultano preziose per lo sviluppo del suo pensiero. In epistemologia, può essere accostato ad esempio a Kuhn, Toulmin, Hanson, con i quali trovò dei punti di contatto



Oltre che per l'originalità e la penetrazione di molte tesi, si distinse soprattutto per l'intento di riconciliare la persona e la conoscenza scientifica, in un contesto filosofico che invece tendeva a separarle se non a opporle (Savarese, 2018: cap. I). Si pensi solo al fatto che molti autori neopositivisti, concentrandosi soprattutto sull'esame logico delle teorie scientifiche, tendono a minimizzare il ruolo del soggetto conoscente e considerano irrilevante il momento della formulazione delle ipotesi, ossia l'atto per cui viene in mente un'idea; tale atto solitamente è rigettato nella pura psicologia e, pertanto, non viene preso in esame come parte dell'epistemologia (Vinti, 2008: 20-25). Polanyi (1962/1974) evidenziò, infatti, che la persona è essenziale per l'ottenimento della conoscenza scientifica: una delle sue acquisizioni più originali è il riconoscimento di tutta la conoscenza umana, compresa quella scientifica, come "conoscenza personale"⁵. La conoscenza, anche quella scientifica, verrebbe totalmente meno se si tentasse di eliminare da essa il contributo e il ruolo della persona. Egli rigetta così la rigida separazione della conoscenza scientifica da quella ordinaria. Questa tesi si riflette anche nella molteplicità dei suoi interessi filosofici (i quali si estendono al liberalismo e alla filosofia politica e sono in continuità e dialogo con quelli epistemologici). Tuttavia, non bisogna sovrapporre *tout court* la nozione polanyiana di persona a quella maturata nella filosofia occidentale a partire dal contributo cristiano (e che oggi non è affatto universalmente accettata): la persona è intesa principalmente come *centro attivo di operazioni non specificabili* (Polanyi, 1962/1974: 312). Razionalità, libertà e passioni ne sono aspetti costitutivi, presenti nel modo più eccellente solo nell'essere umano. Polanyi difende programmaticamente l'eccellenza dell'uomo su tutto il mondo naturale (1962/1974: 404-405 e *passim*); però, le caratteristiche citate sono intese sostanzialmente in continuità con quelle degli animali, nei quali si riscontrano dei primi gradi di *personalità*

(cfr. Polanyi: *Background and Prospect*, in Idem, *Science, Faith and Society* (1946), II ed., The University of Chicago Press, Chicago/Londra, 1964, pp. 7-19). I suoi interessi filosofici, epistemologia e liberalismo, sono in reciproco rapporto: la conoscenza scientifica non è isolata e compartimentata rispetto al resto della conoscenza, della cultura e dunque della società e del mondo umani.

⁵ Tale nozione è fondamentale nel suo pensiero, nel quale è presentata con continuità. La modifica maggiore è forse il ridimensionamento del ruolo dell'impegno in *The Tacit Dimension*.

Laddove la citazione letterale, in italiano nel corpo del testo, rimanda a un testo in lingua originale, la traduzione è mia.



(Polanyi, 1962/1974: 318, 320, 373, 397), ossia *essere-persona*. Ciononostante, qualora ci si ponga in considerazione critica del pensiero polanyiano, le capacità personali necessarie per conoscere scientificamente sembrano comunque comportare un salto qualitativo tra gli animali e l'uomo; ciò significa che possono essere estese agli animali tutt'al più in senso analogico e comunque in modo molto improprio. Di conseguenza, tali tratti paiono sostanzialmente appartenere a una nozione di persona che *non* può essere estesa agli animali; anzi, potrebbero anche essere riallacciati a una nozione metafisica di persona come *subsistens in rationali natura*⁶. La peculiare tesi del nostro autore deriva, forse, anche dal modo in cui studia la conoscenza, che di fondo sembra quasi partire dalla *percezione* come modello di conoscenza⁷: egli stesso ammette il proprio debito nei confronti della *Gestalttheorie*, pur interpretandone i risultati in modo nuovo (Polanyi, 1966/2009: 6). Per completezza, va segnalato che, in alcuni rari passi, Polanyi (1962/1974) distingue due (forse più) "persone" nell'individuo umano, la "appetitiva" e la "intelligente", indicando con tali espressioni due livelli in interazione e conflitto (318 e ss.); però, comunemente il termine è riferito al singolo individuo umano, sulla cui unità insiste di frequente (Vinti, 2008: 44)⁸.

L'altro notevole contributo di Michael Polanyi è il riconoscimento di conoscenza scientifica e conoscenza quotidiana come conoscenza *tacita*⁹. Il nostro autore, cioè, evidenzia elementi inespressi e non formalizzati in ogni

⁶ Ovviamente, in tal modo non si resterebbe nell'ambito della mera ricostruzione del pensiero di Polanyi, ma se ne impiegherebbero i risultati per proporre nuove riflessioni.

⁷ È quanto risulta dagli esempi portati e dall'andamento dei suoi testi, anche se riconosce che la percezione è "the most impoverished form of tacit knowing" (7).

⁸ Il problema deriva, forse, dalla mancanza di una trattazione organica e approfondita della nozione di *persona* all'interno del suo pensiero. Ad esempio, per Grosso (2007): "it is somewhat surprising that Polanyi did not devote more attention to elucidating the nature of personhood... Simply put, providing a metaphysics of the person was not Polanyi's intent" (33). È pur vero, però, che "Polanyi [...] è convinto di trasferire i risultati della sua teoria della conoscenza personale sul piano ontologico" (Vinti, 2008: 95).

⁹ "tacit powers [...] all consist in comprehending experience, i.e. in making sense of it; the word which covers them all is simply "understanding" (Polanyi, 1959/2014: 20). Inoltre: "all thought contains components of which we are subsidiarily aware in the focal content of our thinking, and that all thought dwells in its subsidiaries, as if they were parts of our body. Hence thinking [...] is also necessarily fraught with the roots that it embodies. It has a *from-to* structure" (Polanyi, 1966/2009: xviii). Ne tratta in vari altri passi (Polanyi, 1962/1974: 82-84, 91-93, 163, 186-191, 329 e *passim*; 1966/2009: 3-25).



tipo di conoscenza, che concorrono però all'oggetto conosciuto, tanto da non poter essere eliminati dalla conoscenza senza perderlo. Si può dire che gli elementi taciti o sussidiari concorrono all'oggetto formalmente ed esplicitamente conosciuto (e considerato invece con attenzione *focale*) come parti, appartenenti a un livello formale-strutturale inferiore, di un *tutto*, all'oggetto inteso come intero comprensivo (di livello di formalità superiore). Se solitamente il contenuto tacito può essere esplicitato tramite analisi e studio, tuttavia a livello *logico* la dimensione tacita rimane ineliminabile, perché non è possibile considerare le parti come parti isolate nello stesso atto conoscitivo con cui si considera l'intero. Conseguentemente, per Polanyi (1969) l'atto di conoscenza (di cui un esempio importantissimo è la scoperta, considerata l'aspetto più caratterizzante della scienza, ben più del *corpus* di conoscenze) è un' *integrazione* intesa come passaggio *da-a*, dai particolari isolati alla loro coerenza teoretica (140). Tale atto, perciò, si può considerare di tipo *sintetico* per via della priorità dell'intero. È frutto di uno dei più importanti poteri della persona, che la pone al vertice del mondo naturale. Si tratta di un contesto che è necessario tener presente quando ci si accosta ai testi polanyiani sulla ricerca scientifica, nella quale la conoscenza tacita risulta determinante.

Per completare brevemente gli aspetti più importanti di questo quadro sintetico sul pensiero di Polanyi, occorre ricordare alcune altre tesi a lui molto care. Già in *Personal Knowledge*, ma anche nelle sue principali opere successive, si trovano: la critica della modernità e del dubbio come principio euristico; il perseguimento della scienza per sé stessa, inteso come condizione essenziale della ricerca scientifica; la rivalutazione del ruolo della fede (umana) nel conoscere, appunto anche in ambito scientifico; il riferimento costante alla verità, su cui si tornerà brevemente più avanti.

Quanto al nostro tema, egli sostiene che la bellezza sia essenziale per la ricerca scientifica, basandosi anche su una serie di esempi storici¹⁰, e inquadrandola, ovviamente, nella conoscenza tacita. I passi più significativi si trovano in *Personal Knowledge*, la sua monografia più importante, e in *Meaning* (ove riflette soprattutto sulla bellezza artistica), ma accenni e riflessioni sulla

¹⁰ Tra i più celebri, vi sono la tesi dottorale di L. de Broglie, che proponeva il dualismo onda-particella della materia, e la relatività di Einstein (Polanyi, 1962/1974: 14-15, 148-149, 160).



bellezza e la scienza emergono in tutta la sua produzione, che si può considerare sostanzialmente unitaria¹¹.

È interessante rimarcare che la bellezza nell'epistemologia neopositivista risulta sostanzialmente estranea alla scienza. Solitamente, il giudizio estetico non è ritenuto oggettivamente valido (Ayer, 1946/1953: 113). Per Carnap (1997), la comprensione del contenuto estetico di un'opera d'arte è determinato univocamente mediante ciò che è percepito sensibilmente, mediante un rapporto funzionale univoco (55); ciò significa che non può guidare la conoscenza degli oggetti studiati dalla scienza, che risulta già determinata dalla percezione sensibile. Da un lato, ciò pare dovuto alla "debolezza" della nozione di *soggetto* di molti autori neopositivisti, che non ammettono un soggetto gnoseologico strutturato e attivo, ma tutt'al più la ricezione passiva di un fluire di percezioni (Vinti, 2008: 21-25)¹². Essi sono influenzati dal Wittgenstein del *Tractatus logico-philosophicus*, da Mach e da Hume e tendono a identificare il soggetto gnoseologico con il privatistico, trattandolo come un residuo da eliminare, potenzialmente dannoso per l'oggettività della ricerca. In questo contesto, non c'è spazio per il riconoscimento di un ruolo alla percezione della bellezza nella ricerca, che inevitabilmente dovrebbe essere propria del soggetto. D'altra parte, se la conoscenza scientifica è data dal principio di verifica, per cui ogni proposizione deve corrispondere a un dato empirico o a un fatto, non vi è spazio per una valutazione in termini di bellezza, che appare qualcosa di estraneo o successivo rispetto al dato empirico. È quest'ultimo, infatti, a fornire i contenuti della conoscenza scientifica, che si limita a ordinarlo logicamente.

¹¹ L'articolo *Beauty, Elegance and Reality in Science*, originariamente pubblicato in S. Korner (a cura di), *Observation and Interpretation. A Symposium of Philosophers and Physicists*, Academic Press, New York 1957, fu parzialmente usato per la stesura del cap. 5, *Intellectual Passions*, di *Personal Knowledge*.

¹² Le posizioni dei singoli autori, pur riconducibili a questo solco, sono molto diversificate; dalla negazione della sostanza che compie l'atto del sentire e dell'atto in quanto distinto dai suoi contenuti, per cui l'io è un costrutto logico (Ayer, 1946/1953: 120-133), al soggetto epistemologico inteso come coscienza universale e impersonale, che non può divenire oggetto o contenuto di coscienza (Rickert, 1921: 27-53), alla negazione di un ruolo determinante del soggetto nell'organizzare le percezioni empiricamente intese (Carnap, 1997: 215-223).



§1. LA BELLEZZA SCIENTIFICA IN MICHAEL POLANYI

Per iniziare, bisogna chiarire cosa intende il nostro autore con *bellezza* scientifica, dato che non offre una definizione vera e propria di tale nozione.

Oltre a evidenziare la pluralità di usi del termine, egli ammette la difficoltà di distinguerla da una mera eleganza formale (Polanyi e Prosch, 1976: 106); si tenga presente che qui il termine *formale* è adottato nel suo senso più debole. Questa eleganza, a differenza della bellezza, può accompagnarsi a progressi scientifici quasi ininfluenti o errori veri e propri (Polanyi, 1962/1974: 145 e ss.). Ovviamente, Polanyi non indica regole o protocolli per individuarla automaticamente e infallibilmente, dei quali contesta la corrispondenza anche alla pratica della ricerca scientifica in generale. Infatti, fondandosi sulle tesi sul tacito riportate prima, il nostro autore dimostra che la scoperta non può essere, in alcun caso, il frutto dell'applicazione passiva di regole formali.

In ogni caso, anche “le menti scientifiche più penetranti” (Polanyi, 1962/1974: 149) possono ingannarsi nel riconoscere l'autentica bellezza scientifica, ad esempio scambiandola proprio per mera eleganza. Alcuni degli scienziati citati da Polanyi hanno espresso le loro difficoltà in prima persona, come in questo caso: “[la] bellezza matematica [...] è una qualità che non si può definire, non più di quanto si possa definire la bellezza nell'arte, ma che gli studiosi di matematica non hanno nessuna difficoltà a percepire” (Dirac, 2013: 84).

Nonostante tutto ciò, dagli scritti polanyiani emergono ugualmente delle caratteristiche precise della bellezza scientifica, che permettono di approfondirne la struttura spingendosi oltre il suo ovvio legame con la conoscenza tacita.

1.1 *La bellezza come termine di una passione intellettuale della persona*

Uno degli aspetti più manifesti della trattazione polanyiana della bellezza è il suo stretto rapporto con quella delle passioni intellettive o scientifiche, che a loro volta sono fortemente legate alla conoscenza tacita, segnata da



“un contributo appassionato della persona che conosce” (Polanyi, 1962/1974: viii). Si tratta di una questione forse meno studiata¹³, ma importante nell'economia del suo pensiero.

La riflessione sulle passioni, inoltre, risulta assai originale nel contesto nel quale scrisse Polanyi, in cui sembrava ancora dominare la tendenza, non estranea al neopositivismo, a sottostimare il ruolo delle passioni e il loro legame con la razionalità. Le passioni intellettuali, da lui riconosciute come espressione della persona e come fattore che la spinge all'azione, sono rivolte agli oggetti scientifici e alla ricerca stessa e risultano determinanti per portarla a buon fine, con la scoperta e la dimostrazione.

Per quanto riguarda strettamente il nostro tema, il ricercatore prova una serie di emozioni e sentimenti suscitati dalla percezione e fruizione della *bellezza* del suo oggetto di studio. Per Polanyi (1959/2014), essa è la più rilevante fonte della gioia dell'attività di ricerca: “il termine più generale per la sorgente di questa gioia è *bellezza*” (37). La bellezza scientifica (come si riconosce generalmente per la bellezza *tout court*) è gradita, comporta piacere e soddisfazione, tanto da suscitare emozioni di gioia e di commozione. Così, tale bellezza è riconosciuta in un quadro emotivo e passionale: è un termine in grado di appagare (almeno parzialmente) il ricercatore. Quindi, è *attraiva*

¹³ Se le passioni intellettuali sono riconosciute come un aspetto essenziale del pensiero polanyiano, il ruolo della bellezza nella scoperta scientifica, in quanto colta da tali passioni, sembra meno approfondito nella letteratura secondaria. Anche sulla rivista *Tradition & Discovery* della *Polanyi Society* (punto di raccolta di quanti intendono studiare e approfondire gli sviluppi del pensiero di Michael Polanyi), gli articoli pubblicati sui fascicoli più recenti (2000-2019) trattano della bellezza nel pensiero polanyiano soprattutto in riferimento alle sue riflessioni sull'arte (Bocharova, 2019; Turkis, 2019) e sulla dimensione religiosa (Innis, 2011) o la citano insieme alla verità e ad altri “ideali” (Takaki, 2018). Un recente articolo apparso su *Appraisal*, che tratta le scoperte dello scienziato Stanley Prusiner come caso che rientra nell'epistemologia polanyiana, non si sofferma sulla bellezza (Beauregard, 2015).

Tra i commentatori di Polanyi più noti, Harry Prosch tratta brevemente del ruolo attribuito da Polanyi alla bellezza intellettuale nelle scienze, pur riportando che è fondamentale in matematica e in fisica (1986: 144). Sanders, presentando il pensiero di Polanyi in termini di filosofia analitica, sembra dedicare poco spazio alla bellezza, trattata all'interno delle passioni scientifiche e in un solo paragrafo a lei dedicato, ossia *Intellectual beauty as a mark of intuitive verisimilitude* (Sanders, 1988: 42-50 e 145-150); anche in un recente articolo dedicato al realismo polanyiano, non sembra sottolineare il ruolo primario della bellezza tra i valori universali che guidano le passioni intellettuali (Sanders, 2000). In Italia, Carlo Vinti, pur sottolineando l'importanza delle passioni scientifiche, non approfondisce il ruolo speciale della bellezza (1999, 2008).



e il ricercatore ne è *attratto*. Perciò, nel ricercatore vi è la capacità o la possibilità di essere attratto dalla bellezza. Non si tratta solo di un'eventualità, ma di un suo tratto in quanto persona: vi è in lui una tendenza che ha per termine la bellezza e che costituisce una spinta ad agire per fruirlo e trovare appagamento.

Per prima cosa, quindi, bisogna considerare il modo in cui Polanyi descrive tali passioni. Egli adotta il termine *passione*, ma sviluppa una teoria delle sole passioni *intellettuali* e, soprattutto, in quanto proprie dell'attività di ricerca (Polanyi, 1962/1974: cap. 6). Le sue tesi sono originali e non ripropongono in modo speciale il pensiero di un singolo autore o di una sola scuola di pensiero. Tuttavia, richiamano la concezione delle passioni come "appetiti" –termine che Polanyi (1962/1974; 1959/2014) impiega (173; 92-93)– orientati verso un certo tipo di oggetto e in grado di costituire una spinta all'azione. Egli risulta distante da una concezione puramente passiva di esse, il che lo differenzia da numerosi autori (fermo restando che la nozione di passione ha ricevuto, nei secoli, interpretazioni numerosissime e in contrasto tra loro¹⁴). Proprio per questo, tali passioni sono indice dell'importanza di un certo oggetto per la persona: per il nostro autore (1962/1974), esse rendono gli oggetti "repellenti o attraenti" (134) e, così, ne affermano la preziosità per il ricercatore. Perciò, l'oggetto preso in esame nella ricerca scientifica deve essere tale da soddisfarle; in tal modo, esse costituiscono degli *standard* per giudicarlo¹⁵. Esse risultano così una guida per la ricerca. In particolare,

¹⁴ La distinzione tra *passioni*, *emozioni* e *sentimenti* oscilla tra le diverse scuole di filosofia e di psicologia; in generale, le passioni sono tendenze strutturali con un certo orientamento, le emozioni ne sono la manifestazione puntuale a livello psichico e somatico, di fronte a un oggetto determinato, e i sentimenti sono, a livello psicologico, vissuti "emozionali" stabili e umanizzati, applicati a un sé che sente. Il termine *passione* è adottato anche in senso più ampio, in riferimento all'animo o alla volontà, senza una necessaria connotazione psicologica. In senso stretto, solitamente le passioni comportano una modificazione corporea e hanno una dimensione *passiva*; le modificazioni o i moti dell'animo vi rientrano solo in senso più ampio; in quanto inclinazioni del soggetto, richiedono soddisfazione e divengono una spinta ad agire per raggiungere il desiderato (Malo, 2013: 169-202). Gli usi specialistici di *passione* in ambito ermeneutico, fatti risalire alla radice greca di *pathos*, non coincidono con quello polanyiano.

¹⁵ La soddisfazione degli appetiti è un modo di verificaione, per quanto fallibile, e implica la supposizione che esistano oggetti tali da dover essere desiderati (o temuti); in tal modo, Polanyi (1962/1974) riconosce alle passioni intellettuali la capacità, non infallibile, di riconoscere la verità scientifica. Qui risiede una tensione su cui si tornerà nel prosieguo di questo articolo.



distinguono tra fatti dimostrabili di interesse scientifico e quelli che non lo sono, tra una linea di ricerca promettente e una che non lo è. Polanyi rileva, a conferma, che le valutazioni dell'oggetto studiato compiute dai ricercatori sono spesso intrise di passione; la qual cosa, dunque, *non* è un difetto della ricerca scientifica, ma è necessaria alla ricerca in quanto tale.

È importante notare che le nostre passioni si caratterizzano per essere legate a una "struttura" articolata. L'eccellenza della teoria che ha scoperto dona allo scienziato una soddisfazione intellettuale permanente; a differenza di quel che accade agli animali, che appunto, pur godendo della soluzione di un problema determinato, non riescono ad accedere a e a godere di sistemi culturali articolati (Polanyi, 1962/1974: 173).

Bisogna sottolineare con forza, dunque, che le passioni intellettuali polanyiane apprezzano la soluzione di problemi scientifici: sono volte, appunto, a oggetti scientifici o intellettuali (alle strutture matematiche, fisiche, biologiche del mondo, ma anche alle dimostrazioni e alle strategie sperimentali e così via), che Polanyi (1959/2014) chiama anche "cose della mente" (62). Si ricerca qualcosa di non materiale, che nella sua formulazione scientifica universale non è sensibile: una conoscenza a livello fisico, chimico, biologico oppure matematico ecc., come ad esempio le leggi fisiche. Sono, quindi, ben distinte dalle passioni sensibili o corporee (*drives*), come sottolinea l'autore (1962/1974), con le quali possono entrare in contrasto (172-173).

È vero che Polanyi (1962/1974) offre una caratterizzazione delle passioni intellettive in termini principalmente emotivi (la scoperta, ad esempio, comporta gioia ed esaltazione): il godimento estetico è quasi solo una questione di emozioni (135 e 193-195); la scienza diffonde i propri *standard* anche tramite l'imposizione di modi corretti di sentire (133). Ciò, inoltre, è parte della sua difesa della cultura e del mondo della persona umana, contro la riduzione della conoscenza vera e propria a fatti positivi operata dal neopositivismo¹⁶. Però, se un certo desiderio di conoscere appartiene anche agli animali, nessun

¹⁶ "If the upholding of scientific truth requires that we justify such passionate valuations, our task expands inevitably also to the justifications of those equally passionate valuations on which the affirmations of several domains of culture is predicated. Science can then no longer hope to survive on an island of positive facts, around which the rest of man's intellectual heritage sinks to the status of subjective emotionalism. It must claim that certain emotions are right; and if it can make good such a



animale (nonostante le tensioni sulla definizione polanyiana di persona) può apprezzare le gioie intellettive della scienza (134).

Non per niente, la soddisfazione delle passioni intellettive non comporta l'appropriazione di qualcosa in modo esclusivo da parte dello scopritore: i loro oggetti rimangono fruibili da un numero potenzialmente infinito di altre persone. In particolare, una nuova scoperta comporta un accrescimento della conoscenza disponibile e dunque del "bene" desiderato; solitamente, amplia e rafforza la possibilità altrui di accedervi. Per di più, essa permette di provare meraviglia e gioia sempre maggiori: ogni nuova conoscenza, evidenziando nuove strutture ordinate, belle e vere, fa sì che il mondo fisico (e matematico) risulti più affascinante di prima. Le passioni intellettuali, mirando a nuove scoperte, mirano ad arricchire il mondo (Polanyi, 1962/1974: 174).

Inoltre, per Polanyi (1962/1974) non si tratta di una egoistica gratificazione di appetiti: esse sono rivolte a qualcosa di valido e ricercato per sé stesso, indipendentemente dalla nostra soddisfazione individuale (e sono proprio la ricerca per sé stessa e i suoi risultati a soddisfare); suscitano rispetto e sono accompagnate dalla disponibilità a lasciarsi educare dai loro standard.

Bisogna rimarcare anche che tali passioni, per quanto raggiungano la loro espressione più forte e più viva nello scienziato e nell'attività di ricerca e, in particolare, nel momento della scoperta, possono essere provate sia dai ricercatori sia da coloro che vengono a conoscenza dei loro risultati (quindi gli studenti e i profani), sia pure in tono differente e minore.

Tuttavia, esse si ripropongono e si rafforzano tramite la loro soddisfazione (Polanyi, 1962/1974: 150, 171-174, 193 e *passim*; Polanyi, 1959/2014: 37 e 60). Quest'ultima, infatti, non è mai completa e definitiva, la passione non si acqueta se non momentaneamente: le nuove scoperte stesse suscitano nuove domande e quindi nuove ricerche (del resto, l'impresa scientifica non è conclusa).

In breve, si evidenzia un vero e proprio desiderio di conoscere, volto all'ambito delle scienze, dai molteplici aspetti (Polanyi, 1959/2014: 62). A questo riguardo, in effetti, Polanyi pare oscillare tra il riconoscimento di più

claim, it will not only save itself but sustain by its example the whole system of cultural life of which it forms part" (Polanyi, 1962/1974: 134).



funzioni di una sola passione conoscitiva oppure tra più passioni differenti ma tutte intellettuali¹⁷.

La bellezza scientifica risponde pienamente a questo quadro, in cui, anzi, gioca un ruolo di primo piano. Risulta importante, come si vedrà, sia per giudicare il valore scientifico di qualcosa sia in termini euristici, come guida alla scoperta, ed è apprezzata per sé stessa; può essere pienamente apprezzata solo dallo scienziato esperto, ma non è priva di risonanze accessibili a studenti e profani (Polanyi, 1969: 64).

Quel che è più interessante, forse, è che il desiderio della bellezza scientifica è uno dei tratti più importanti, una componente fondamentale, di tale desiderio di conoscere: sarebbe la bellezza ad avere la maggiore forza attrattiva (Polanyi, 1962/1974: 135). Inoltre, da quanto si desume dai testi, è un vero e proprio amore per la verità (Polanyi, 1966/2009: 38-39). Infatti, la passione per la bellezza scientifica ha un carattere *affermativo* o positivo, è orientata intenzionalmente a qualcosa di determinato, come la paura¹⁸, ed è per questo che costituisce un movente per l'azione. Non si acqueta sinché non si raggiunge o non si fruisce l'oggetto che la suscita. Si tratta di un punto cruciale, molto caro a Polanyi: ricercare la bellezza non è qualcosa di passivo. Infatti, emozioni e passioni sono sempre da attribuire a un centro di unità e di azione, la persona.

Per concludere, la bellezza scientifica è approvata con una forte coloritura emotiva e la valutazione estetica di un'ipotesi o di una teoria, su cui ci si soffermerà, è ricca di emozione. Dunque, se per difendere certe verità scientifiche è necessario il criterio estetico, allora anche in questo caso specifico bisogna ammettere che certe emozioni sono giuste, senza relegare l'emotività nel puro soggettivismo¹⁹. In termini polanyiani, è necessario che tali passioni, che hanno per sorgente in senso più generale la bellezza, puntino da ultimo però

¹⁷ Polanyi (1962/1974) distingue tra funzione selettiva, euristica e persuasiva, anche se a tratti le indica come passioni vere e proprie; non per niente, scrive quasi sempre passioni intellettuali al plurale (132-202, spec. 134-149, 142-145, 150-160, 171-174).

¹⁸ Polanyi (1962/1974) distingue tra emozioni che hanno e non hanno carattere affermativo (173).

¹⁹ Polanyi (1959/2014) ritiene in continuità fatti-valori (p. 38). Inoltre: "the dichotomy between fact and values no longer seems to be a real distinction upon which to hang any conclusion" (Polanyi e Prosch, 1976: 65).



alla verità (Polanyi, 1962/1974: 173). È anche per questo che, nel pensiero del nostro autore, risulta destituita la pretesa che la scienza sia costituita dall'accumulo automatico di fatti positivi, il che permette altresì di superare la rigida separazione della scienza dagli altri ambiti della cultura umana. In tal senso, è necessario che la bellezza stessa rimandi al vero. È effettivamente così?

1.2 *Caratteristiche della bellezza scientifica*

Di seguito si considerano le caratteristiche della bellezza scientifica in sé, in quanto propria degli oggetti di studio, e non solo in quanto apprezzata dal ricercatore, soggetto personale. Nel pensiero polanyiano, i due poli *soggettivo* e *oggettivo* sono riformulati e intrecciati tra loro nel costituire la conoscenza personale²⁰.

Uno dei primi problemi è il relativo dinamismo degli *standard* di eccellenza in base a cui è valutata la bellezza scientifica, di cui Polanyi (1962/1974) è ben consapevole (144; Polanyi e Prosch, 1976: 189). Esso va contestualizzato in un quadro dinamico più ampio. Nella ricerca scientifica, infatti, variano gli ambiti di indagine considerati prioritari (del mondo naturale, delle matematiche ecc.). Tale aggiornamento, tipico, avviene in virtù delle nuove conoscenze sulla natura, e si riflette anche sul nostro tema. Le nuove scoperte, infatti, in quanto originali, sono dotate di una bellezza altrettanto originale. Per questo, all'inizio, essa non è familiare alla comunità scientifica e può non essere facilmente riconosciuta e apprezzata, tanto da suscitare giudizi divergenti e da richiedere un tempo di adattamento da parte degli scienziati formati secondo le concezioni precedenti (Polanyi, 1962/1974: 14 e *passim*). L'affermazione di teorie fortemente innovative, perciò, comporta un riassetto del gusto e del giudizio estetici.

Un'ulteriore difficoltà è data dalla diversità delle manifestazioni della bellezza scientifica, a livelli differenti: quella di una teoria fisica non è identica a quella dei teoremi matematici, per non citare quella delle altre scienze, e

²⁰ Polanyi (1962/1974) intende superarli a favore del *personale* (vii-viii). Tutto ciò concorre, però, a determinare la tensione di cui si diceva e che si tratterà in *infra*, 2.2.



comunque, anche all'interno della stessa disciplina, quella di una certa scoperta è differente da quella di un'altra²¹. Per di più, essa è propria di alcune discipline più di altre: la matematica ne è guidata in modo speciale, per quanto altri livelli di bellezza siano propri degli altri settori scientifici (Polanyi, 1962/1974: 189 e ss.).

L'epistemologia del tacito, inoltre, suggerisce una difficoltà aggiuntiva. La bellezza scientifica è costituita, come un intero strutturato, da aspetti o parti che non sono conosciuti focalmente ma solo in modo distale: una teoria contiene un componente tacito che ne afferma la bellezza (Polanyi, 1962/1974: 133)²². Quest'ultima è colta nel suo insieme e non a partire dalle sue note caratteristiche singolarmente prese –ossia non si manifesta come un insieme di particolari da sommare: solo poi, se possibile, se ne individuano le singole caratteristiche. Anche se ciò che è tacito può essere almeno parzialmente esplicitato e conosciuto tramite l'analisi – ma non nello stesso atto conoscitivo²³; ciò costituisce un problema ulteriore quando si cerca di indicarne i caratteri distintivi.

Nonostante tali difficoltà, emergono delle caratteristiche generalissime della bellezza scientifica: Polanyi le rintraccia puntualmente considerando l'attività di ricerca e molte tra le scoperte più importanti degli ultimi secoli, specialmente in fisica (come la relatività). Del resto, se non fosse possibile individuarne dei tratti distintivi, bisognerebbe forse ammettere una pluralità quasi equivoca di tendenze alla bellezza (non una sola passione per la bellezza ma molte) e anche di passioni scientifiche, con le quali si potrebbe confondere quella estetica. Ciò, oltre a non concordare con le esperienze dei ricercatori (soprattutto come rilevate da Polanyi), non risponde all'analisi delle passioni intellettive da lui proposta. Del resto, ne impedirebbe l'impiego selettivo ed euristico. Infatti, gli standard devono rimanere gli stessi almeno in qualche aspetto fondamentale per poter essere usati – ad esempio, per

²¹ “All great discoveries are beautiful, but the quality of beauty varies. The discovery of Neptune was a brilliant confirmation of hitherto accepted views, the discovery of radioactivity a dazzling revolution against them; each was beautiful in its own way. In *Personal Knowledge* I told of discoveries in mathematical physics, guided by pure theoretical beauty” (Polanyi, 1964: 12).

²² Anche la dimensione passionale rientra nel tacito.

²³ Polanyi conserva l'inesplicabilità logica dei particolari taciti (Polanyi e Prosch, 1976: 203).



valutare equamente i nuovi contributi scientifici (Polanyi, 1966/2009: 71-72); in caso contrario, non potrebbero essere criteri di riferimento, nonostante di fatto risultino impiegati come tali.

A questo punto, bisogna rilevare che Polanyi (1962/1974) sostiene “l’affinità esistente tra diversi generi di ordine e di bellezza, scoperti nella natura o concepiti in matematica o creati immaginativamente dall’arte” (193). Egli difende l’affinità tra teoria scientifica e opera d’arte (133) e l’esistenza della bellezza anche nel mondo della tecnologia (178), coerentemente con le sue tesi sulla continuità del conoscere e della cultura umani. Per il nostro problema, è interessante la ragione di tale continuità: “Sia le composizioni visive sia quelle musicali sono apprezzate per la bellezza di un insieme di relazioni complesse incorporate in esse” (Polanyi e Prosch, 1976: 106)²⁴. Anche nel momento in cui non si tratta esclusivamente di teorie e oggetti scientifici, egli suggerisce un legame tra bellezza e *ordine*. Da qui si può partire per esplicitare i caratteri più importanti della bellezza scientifica.

Vi sono altre considerazioni che ci suggeriscono che si tratti soprattutto di una questione di strutture e relazioni d’ordine (Polanyi, 1962/1974: 132-202). La bellezza è apprezzata dallo scienziato “soggiornando” nella propria teoria, ossia facendone proprio il modo di vedere la realtà e riosservando la realtà a partire da essa (e, in fisica ad esempio, osservandone le conferme empiriche); il che comporta, soprattutto, apprezzare l’ordine svelato dalla teoria stessa (Polanyi, 1959/2014: 74). La matematica, in particolare, è caratterizzata dall’ordine²⁵. Tale aspetto è evidente anche nel confronto tra la bellezza di una teoria scientifica e quella di una tecnica, laddove la prima riguarda la maggiore penetrazione nell’ordine naturale, mentre la seconda quella nel nuovo modo di far funzionare le cose, in modo efficiente ed economico insieme (Polanyi, 1962/1974: 178); si può notare anche che si tratta di tipi diversi di ordine. La sorgente della nostra bellezza, quindi, è l’ordine conoscibile razionalmente dalle scienze, con uno spiccato riferimento alla dimensione

²⁴ Compie anche riflessioni sulla bellezza artistica, poesia compresa (Polanyi e Prosch, 1976: 82-119).

²⁵ “Nowhere is intellectual beauty so deeply felt and fastidiously appreciated in its various grades and qualities as in mathematics” (Polanyi, 1962/1974: 188). Ciò motiva anche l’*interesse* del ricercatore per la matematica.



matematica e alle relazioni strutturali. Sembra che il componente tacito citato che indica la bellezza sia proprio l'ordine.

È quasi pleonastico sottolineare che si tratta di un ordine *razionale e intellettuale*. Tali caratteri sono desumibili già dal peculiare genere di passione che riguarda la bellezza, ma dipendono proprio dal tipo di oggetti che tale passione apprezza (intellettuali, appunto), oltre che dalle capacità della persona che essa coinvolge. È bella l'attribuzione della natura ondulatoria alle particelle nella tesi dottorale di de Broglie, ossia sono belle le relazioni e la struttura del mondo fisico che suggerisce – che però sono primariamente intelligibili e immateriali. Inoltre, la bellezza è definita da Polanyi un obiettivo “spirituale” (Polanyi & Prosch, 1976: 203)–. Non per niente, essa è termine di una passione intellettuale. Sembra intrattenere un rapporto privilegiato con l'intelletto, più delle altre passioni umane. Infatti, è possibile apprezzare tale bellezza solo conoscendo scientificamente; anzi, la si apprezza tanto più quanto più si conosce, direttamente, in prima persona (Polanyi, 1962/1974: 267).

In breve, la bellezza scientifica non è frutto di una qualsiasi caratteristica sensibile: non è fruibile direttamente dai sensi, per quanto complessi siano gli strumenti d'osservazione, ma è comprensibile alla ragione. Tuttavia, l'indicazione dei sensi si trova in accordo con la valutazione intellettuale (Polanyi, 1962/1974: 135), tema su cui Polanyi non si sofferma, anche se dai suoi testi è evidente che la bellezza sensibile del mondo naturale studiato dalla scienza ha un rimando intrinseco all'ordine e alle strutture matematiche di quello stesso mondo. In ogni caso, tale bellezza risiede soprattutto nel cuore teoretico della disciplina stessa, quello che riguarda il modo in cui i suoi oggetti di studio sono strutturati – il che non è mai unicamente una questione sensibile: ad esempio, la formulazione delle leggi matematiche e fisiche, universale, è immateriale. Si parla a ragion veduta, perciò, di bellezza *intellettuale*. Per inciso, ciò imporrebbe di superare una valutazione esclusivamente emotiva della bellezza, per quanto appassionata.

Talvolta quest'ordine è caratterizzato come armonia delle relazioni (si tratta di un aspetto che, per Polanyi, segna la maggiore distinzione della bellezza scientifica rispetto alle istanze dell'arte moderna). È importante altresì il ruolo di integrità e interezza – legate anche alla conoscenza tacita, che evidenzia come gli oggetti siano conosciuti in quanto interi complessi. Bisogna



evidenziare anche il forte legame di tale bellezza con l'ammirazione che suscita, tanto che i due aspetti della meraviglia e del bello si possono trovare discussi insieme (Polanyi, 1959/2014: 37). Inoltre, è caratterizzata da originalità e novità: supera le aspettative del conoscente. Infatti:

Una teoria come quella della relatività continua ad attrarre l'interesse di sempre nuovi studenti e profani coi preannunci della sua bellezza ancora nascosta alla loro comprensione: una bellezza che è riscoperta ogni volta che una nuova mente apprende la teoria. Ed è ancora per questa remota e inaccessibile bellezza, e non per le sue poche formule utili (che potrebbero essere memorizzate in un minuto), che la relatività continua ad essere valutata un trionfo intellettuale e accettata come una grande verità (Polanyi, 1962/1974: 172).

Ecco ora un passaggio fondamentale: tale ordine è naturale, è proprio della natura, della realtà. La bellezza scientifica è strettamente dipendente da profondità e penetrazione nel mondo naturale delle teorie scientifiche, in particolare quanto alle strutture e relazioni d'ordine. La bellezza di una teoria fisica dipende proprio dalla conservazione di uno stretto rapporto con il mondo fisico e con l'ordine che si scopre in esso. Per Polanyi, il riferimento dell'ordine alla *realtà* è inseparabile dalla scienza, che non avrebbe senso se non fosse un tentativo di entrare in contatto con la realtà e non avesse un costante riferimento al *vero*²⁶. Ogni tentativo di non adottare questi termini, *razionale* compreso, comporta pseudo-sostituzioni, come quella con *semplicità*, che da ultimo non possono essere comprese se non facendo riferimento, almeno implicitamente, alla realtà, alla razionalità e alla verità²⁷. Quindi, “nessuna teoria scientifica è bella se è falsa” (Polanyi, 1962/1974: 195). È bello ciò che è pienamente sé stesso, ovvero una teoria scientifica che è una *buona* teoria scientifica –con un certo *ordine strutturale*, quello proprio del livello superiore individuato nella conoscenza tacita–. Novità e fruttuosità sono caratteri che rimandano a un ordine *reale*, alla verità e alla realtà.

²⁶ “truth lies in the achievement of a contact with reality – a contact destined to reveal itself further by an indefinite range of yet unforeseen consequences” (Polanyi, 1962/1974: 147).

²⁷ La *semplicità* ricercata dalla scienza, infatti, non è “ovvia” (Polanyi, 1962/1974: 15-17, 166-167 e *passim*).



Per Polanyi (1962/1974), dunque, è proprio dall'accrescimento del contatto con la realtà che dipende la distinzione della bellezza dall'eleganza formale (148 e *passim*). Egli trova anche in ciò un parallelo con l'arte²⁸. Anche se, per sua stessa ammissione, alcuni progressi formali sono stati tali da poter essere considerati delle scoperte vere e proprie (ad es. la riformulazione della meccanica newtoniana da parte di D'Alembert, Maupertuis, Lagrange e Hamilton), una formulazione elegante non è di per sé indice della bellezza delle relazioni strutturali a cui si riferisce.

Per riassumere, la caratteristica più importante della bellezza intellettuale, colta dagli scienziati nel corso della ricerca scientifica e nella scienza stessa, è il riferimento all'ordine e alla realtà. Infatti, è il contatto con questa che la differenzia dall'eleganza meramente formale (Polanyi e Prosch, 1976: 189). Andando di poco oltre le parole di Polanyi, si può dire che la bellezza è il risplendere dell'ordine sottostante, ancor prima che ne siano chiariti al ricercatore tutti gli aspetti. In tal modo, egli riconosce alla bellezza dei caratteri marcatamente in accordo con la pratica della scienza. La questione, però, non è del tutto conclusa.

§2. LA BELLEZZA COME GUIDA DELLA RICERCA SCIENTIFICA

Si giunge così al cuore del nostro problema: Polanyi (1959/2014) ritiene che la bellezza sia una guida della ricerca scientifica legittima e persino

²⁸ "A scientific theory which calls attention to its own beauty, and partly relies on it for claiming to represent empirical reality, is akin to a work of art which calls attention to its own beauty as a token of artistic reality. It is akin also to the mystical contemplation of nature: a kinship shown historically in the Pythagorean origins of theoretical science. More generally, science, by virtue of its passionate note, finds its place among the great systems of utterances which try to evoke and impose correct modes of feeling. In teaching its own formal excellence, science functions like art, religion, morality, law and other constituents of culture" (Polanyi, 1962/1974: 133). Inoltre: "In each of these domains [natural science, engineering, and mathematics] it is the relevant intellectual passion which affirms the distinctive intellectual values by which any particular performance may qualify for admittance to the domain. The arts appear then no longer as contrasted but as immediately continuous with science, only that in them the thinker participates more deeply in the objects of his thought" (Polanyi, 1962/1974: 194).



necessaria, insieme all'esperienza (38)²⁹: “Dirac lo conferma enfaticamente: «... è più importante che le proprie equazioni siano dotate di bellezza piuttosto che corrispondano all'esperimento»” (Polanyi, 1964: 12).

Il passaggio, però, non è privo di tensioni e problemi.

2.1 *Il ruolo della bellezza in scienza e la sua giustificazione*

Per prima cosa, la bellezza ha un ruolo nella valutazione delle teorie scientifiche e dei nuovi contributi proposti alla comunità scientifica³⁰.

Secondo Polanyi (1962/1974), tale valutazione consiste, da parte del singolo (ma anche quando sono coinvolti più scienziati, compreso il caso in cui avvenga in un quadro istituzionale), in un giudizio personale sostenuto da passione ed emozione, non codificato da leggi e regole e che non può essere applicato in modo legalistico (185 e ss.)³¹. I principi (taciti) a cui si fa riferimento sono: l'importanza sistematica dell'oggetto di studio, per la quale è rilevante appunto la bellezza, e l'interesse intrinseco di tale oggetto, a cui spesso aggiunge l'esattezza. Essi, variando, si compensano a vicenda (Polanyi e Prosch, 1976: 187). Tale valutazione distingue anche tra fatti dimostrabili di interesse scientifico e quelli che non lo sono.

Il nostro autore giunge a scrivere:

Persino la fisica, anche se basata sull'osservazione, si fonda fortemente su un senso di bellezza intellettuale. Nessuno che sia insensibile a tale

²⁹ Inoltre: “authentic feeling and authentic experience jointly guide all intellectual achievements” (Polanyi, 1962/1974: 321).

³⁰ Polanyi individua i valori in base ai quali si valutano i contributi scientifici, laddove il giudizio di coerenza è dato sulla base di “*nonstrict criteria*” (Polanyi, 1969: 53-57, 82-83 e ss.; Polanyi, 1962/1974: 134-142; Polanyi e Prosch, 1976: 100 e *passim*).

³¹ L'apprezzamento del merito scientifico tramite questi valori è trasmesso largamente grazie alla tradizione, per apprendistato, da maestro ad allievo (Polanyi, 1969: 66). Polanyi (1959/2014) affronta apertamente le possibili critiche: “I have moved deliberately from facts to values and from science to the arts, in order to surprise you with the result; namely, that our powers of understanding control equally both these domains. This continuity was actually foreshadowed from the moment when I acknowledged intellectual passions as a proper motive of comprehension” (38).



bellezza può sperare di fare un'importante scoperta in fisica matematica, né persino di raggiungere un'appropriata comprensione delle sue teorie attuali (Polanyi, 1959/2014: 38).

Studioso accurato dei limiti dell'applicazione di algoritmi e protocolli, egli ritiene che nessun progresso possa esser fatto in scienza senza che l'attività razionale (e decisionale) dello scienziato sia guidata da un fermo desiderio di conoscere, ossia amore per la verità, nella sua declinazione scientifica. Tale amore deve guidare anche la valutazione in questione. In particolare, è la bellezza scientifica a suggerire le domande scientificamente pertinenti e a permettere di discriminare tra concetti e relazioni empiriche intrinsecamente plausibili, da mantenere anche in presenza di elementi che li contraddicono, e quelli che invece non lo sono. La bellezza, cioè, è indice di valore scientifico³². Ecco la funzione selettiva delle passioni intellettive. Non si tratta, però, solo di selezionare problemi, di cogliere armonie che suggeriscono un insieme ancora indeterminato di future scoperte, ma anche di suggerire scoperte scientifiche specifiche, tramite un presentimento della bellezza che solo la scoperta e gli studi successivi ad essa dischiuderanno appieno. In quest'ultimo caso, la capacità di riconoscere il valore delle teorie scientifiche si fonde con quella di scoprirlo (Polanyi, 1962/1974: 143). La bellezza ha quindi una funzione euristica. È una guida per la scoperta nel contesto tacito. Ad esempio, nell'esperimento sono possibili errori, dovuti a errori di misurazione o a fattori sconosciuti e non ancora ricompresi e considerati nella teoria sotto esame, per cui la bellezza è un criterio migliore della perfetta conformità ai dati sperimentali (d'altronde impossibile). Polanyi non è cieco alla conseguente possibilità di commettere errori (143-145), ma la fallibilità rimane inseparabile dall'esercizio dell'attività di ricerca in generale.

Per Polanyi, soprattutto, una teoria scientifica è riconosciuta come verità per la bellezza della visione della realtà che dischiude. In particolare, la bellezza è la "guida alla realtà" (Polanyi, 1962/1974: 320) dell'impegno euristico. A permetterlo è il contatto con la realtà di cui essa è indice: "riconosciamo la bellezza intellettuale come una guida per la scoperta e un segno della ve-

³² Infatti: "Passionate intimations of this harmonious order are the guides of discovery in physics, and the beauty of a physical theory is the mark of its scientific value", (Polanyi, 1959/2014: 74).



rità” (300). Polanyi stesso, infatti, in stretto legame con i caratteri ricostruiti prima e come uno dei capisaldi della sua teoria delle passioni, dichiara che la bellezza intellettuale è “un segno della realtà nascosta” (189), ossia il segno di una verità che già ci attira – in quanto bella – ma è ancora sconosciuta nei suoi caratteri propri³³. Ciò è possibile appunto perché il bello, più a fondo, proprio in quanto sgorgante dall’ordine, dall’integrità e dall’armonia, è il segno dell’ordine proprio di una realtà (al livello scientifico, nel nostro caso, ma non solo). Potremmo dire che il risplendere dell’ordine è anche risplendere della verità (il riferimento alla verità da parte della conoscenza scientifica in Polanyi è importantissimo)³⁴, perché tale ordine è quello proprio del reale. Perciò, dato che c’è una bellezza degli oggetti che dipende dal modo in cui sono strutturati e costituiti e che le scienze tentano di conoscere tale loro struttura, allora questa bellezza può legittimamente risultare rilevante per l’attività di ricerca ed essere adottata come criterio-guida.

La struttura tacita costituisce un ulteriore motivo per accettarla come tale. I componenti taciti concorrono al risplendere della bellezza nel suo insieme, ma non sono conosciuti se non subsidiariamente; per cui, essa è riconoscibile prima dei particolari ed è, quindi, più evidente dell’ordine, almeno per certi

³³ La bellezza come segno del vero in termini scolastici rimanderebbe al trascendentale *verum*.

³⁴ La scienza non può fare a meno della verità, altrimenti (Polanyi, 1969: 79-80). La ricerca scientifica è caratterizzata dal senso di avvicinarsi progressivamente a una verità nascosta (Polanyi, 1962/1974: 310 e *passim*); la conoscenza scientifica stabilisce un contatto con la realtà (vii) e la verità è appunto contatto con la realtà (147). Anzi, per Polanyi l’essere umano è chiamato a conoscere la verità e a servirla (402-405). La posizione polanyiana, però, non si esaurisce qui (255 e *passim*).

Anche se il realismo polanyiano è stato difeso in modo netto (Vinti, 2008: 158-160, 162-164 e *passim*), Polanyi non rientra del tutto nei canoni del cosiddetto realismo scientifico standard. Anche se una nuova scoperta è *vera* e quindi l’intento di tale tesi del ricercatore è universale, si tratta del polo impersonale e universale del conoscere al quale si ancora l’impegno (libero e appassionato, ma non arbitrario) del ricercatore, che si fonda su premesse che per il nostro autore non sono soggettive, ma sono comunque *credute* (Polanyi, 1962/1974: 303-316 e *passim*). Nel formulare tale verità il ricercatore deve sempre impegnarsi personalmente (Polanyi 1966/2009: 78), il che comporta la presenza del *credere* in ogni conoscere in termini tali da risultare epistemicamente meno corrispondente alla realtà, la quale sembra divenire irraggiungibile. Non per niente, Polanyi (1969) attribuisce al ricercatore “the belief that the scientific truth is an aspect of reality” (55). Al realismo polanyiano è stato dedicato un numero abbastanza recente di *Tradition and Discovery*, la rivista della *Polanyi Society*, che affronta il tema in 8 articoli nel volume 26, n. 3, dell’anno 1999-2000, e risulta molto presente anche nel numero 1 del volume 45, anno 2019. La discussione sul soggettivismo ha coinvolto soprattutto *Meaning*, il suo ultimo libro scritto con la collaborazione di Harry Prosch, e le parti sull’esperienza religiosa.



aspetti. In tal modo, l'ordine può trasparire attraverso il bello. Esso non è ancora manifesto nei suoi dettagli strutturali, ma risplende nell'intero complesso.

Inoltre, vi è un senso più specifico secondo cui la bellezza è guida: almeno in *Personal Knowledge*, il suo apprezzamento appassionato è necessario per compiere l'integrazione dei particolari taciti nel focale³⁵. Anche l'assenso alla verità di una teoria avviene per passione intellettuale (Polanyi, 1962/1974: 189)³⁶. Anche con il ridimensionamento dell'impegno, la bellezza rimane comunque una guida legittima nell'attività di ricerca, legata alla conoscenza tacita. La bellezza, infatti, nutre l'impulso creativo dell'immaginazione che porta alla scoperta (Polanyi, 1966/2009: 79; Polanyi e Prosch, 1976: 106).

Per concludere, la bellezza è segno del contatto con la realtà e può essere seguita dal ricercatore appunto perché è propria dell'ordine scientifico. Proprio in quanto segno dell'ordine, essa è colta per prima, prima della dimostrazione integrale o di molte conferme empiriche. Per lo stesso motivo, può ben essere una guida da seguire, più importante della perfetta (e impossibile) concordanza con i dati sperimentali (una guida che attrae e appaga colui che la coglie e che, soprattutto, fa risplendere l'ordine prima ancora della spiegazione completa, il quale può sorpassare, soprattutto nelle sue conseguenze, le aspettative dello scienziato). Allo stesso tempo, tale passione è un "modo di verifica" perché è competente a riconoscere gli oggetti che la soddisfano (Polanyi, 1962/1974: 173), tale per cui la bellezza intellettuale è uno *standard* di razionalità (189) e quindi, come tale, fa parte delle premesse della scienza (161). È il suo aspetto di *standard* a condurci a un paradosso polanyiano.

2.2 Una tensione paradossale

Il vero problema nell'ammettere la legittimità della bellezza come criterio, però, pare derivare dalla già citata tensione interna del pensiero polanyiano

³⁵ "We have to cross the logical gap between a problem and its solution by relying on the unspecified impulse of our heuristic passion" (Polanyi, 1962/1974: 143). Se ne trova conferma anche in studi su Polanyi (Prosch, 1986: 144).

³⁶ Anche Vinti (2008) rintraccia la funzione logico-metodologica delle passioni e il fatto che la partecipazione personale all'interno di un flusso di passione (79 e ss.).



che riguarda il realismo e la verità. La paradossalità della tesi da lui proposta, quanto alle passioni e alla valutazione delle teorie scientifiche, è ammessa dallo stesso Polanyi (1962/1974), che intendeva però conservarla consapevolmente (195). Per l'autore, infatti, tutte le passioni intellettuali sono proprie, personalmente e individualmente, di ciascuno scienziato, che le fa sue *credo* che siano universalmente valide (145). Il riferimento alla verità, in molti passi, non è più di una credenza e la validità universale è soltanto asserita; così come le passioni scientifiche sembrano spesso dipendere pressoché esclusivamente dallo scienziato stesso, in un modo che tende a essere più che suscettibile di accuse di soggettivismo³⁷. Si tenga presente, però, che Polanyi (1962/1974) negò sempre quest'addebito, sottolineando che l'intervento del soggetto che vuole conoscere il vero non può mai essere arbitrario perché la sua scelta è determinata dall'obiettivo stesso a cui tende, e preferendo proporre la riformulazione di *soggettivo* e *oggettivo* nel *personale* (vii, 171, 403 e *passim*).

In effetti, la valutazione di tale bellezza è affidata interamente al senso estetico dello scienziato. Per riconoscere la bellezza di una teoria scientifica è necessario un intenditore, un conoscitore della materia (Polanyi, 1962/1974: 267). Tuttavia, è la passione stessa, secondo Polanyi, che carica gli oggetti di emozioni rendendoli repulsivi o attrattivi, come si è detto: una passione afferma che il suo termine è (intellettualmente) prezioso (134). Polanyi "estremizza" questa tesi a partire dalla presentazione della bellezza scientifica (nel nostro caso) come uno *standard* di eccellenza ma di autosoddisfazione del soggetto (189). Gli *standard* per la bellezza accettata e goduta dagli scienziati consistono in ciò che è in grado di appagare la loro passione estetica (Polanyi, 1966/2009: 68-70): la bellezza intellettuale è valutata in base a livelli regolativi di perfezione fissati dalle passioni conoscitive stesse della persona, che richiedono una soddisfazione a loro commisurata. Alcuni passi sono inequivocabili: si tratta di un metro di valutazione esclusivo, sostenuto solo dal nostro *credere* in esso.

Certo, anche per raggiungere *standard* autoreferenziali non sono possibili scelte arbitrarie, poiché "una ricerca appassionata della soluzione cor-

³⁷ Vinti (2008), invece, è tra coloro che negano la presenza di tale soggettivismo (28-29).



retta di un compito non lascia aperte scelte arbitrarie al ricercatore” (Polanyi, 1959/2014: 36). In tal modo, però, è perduto il contatto con la realtà –e dunque la possibilità che tali *standard* si riferiscano ad essa³⁸. Polanyi accetta la paradossalità della struttura da lui propugnata: nonostante la tensione con altri aspetti della sua gnoseologia e nonostante alcuni passi e dichiarazioni decisamente poco realistici, il riferimento alla verità e alla realtà rimane un caposaldo a cui non vuole rinunciare. Effettivamente, tolto questo, la bellezza non potrebbe più essere usata legittimamente come criterio-guida; non avrebbe senso nemmeno la ricerca, perché non vi sarebbe più conoscenza del mondo naturale in senso stretto. È stato spesso riconosciuto che la scienza non può fare a meno della verità per definirsi. Se la bellezza è davvero un segno della realtà ed è in grado di indicarla e di raggiungerla, non può essere una preferenza soggettiva e nemmeno una caratteristica innata della specie umana che non ha nulla a che vedere con la realtà esterna; se una teoria si avvicina alla realtà tramite la bellezza, allora la nostra capacità di coglierla dovrebbe essere anche capacità di cogliere qualcosa della realtà.

Si tratta di una tensione non da poco nel pensiero di Polanyi, che altrove afferma, ad esempio, che l'autorità scientifica (che è necessaria) tollera il dissenso e incoraggia l'originalità proprio in virtù delle fondamenta metafisiche della nostra conoscenza del mondo esterno: ciò che si conosce è un aspetto della realtà che contiene indizi per nuovi problemi e per esperienze nuove e ancora impensabili; la fecondità della scienza dipende dalla conoscenza che offre della natura della realtà. Allo stesso tempo, però, questa è una *credenza*, nella quale la persona (cioè sia Polanyi, sia chi fa ricerca) esprime la propria fiducia (Polanyi, 1966/2009: 68-70), per quanto essa abbia una dimensione di obbligatorietà (Polanyi e Prosch, 1976: 195). Si toccano, quindi, i limiti del realismo polanyiano, insieme alla sua intrinseca tensione –ossia un problema più generale e ben distinto da quello della bellezza scientifica: la tensione rispetto all'ineliminabilità del riferimento alla verità. Lo stesso Polanyi (1959/2014) chiama la passione intellettuale per la verità desiderio per cose

³⁸ Infatti, la scienza è considerata da Polanyi (1962/1974) un “system of beliefs” (171), nei confronti del quale siamo impegnati, che non può essere espresso in modo privo di impegno ma che non siamo liberi di lasciare.



“dall’eccellenza intrinseca” (62); in altri casi, vi sono forti cadute di realismo (Polanyi e Prosch, 1976: 106).

In breve, ci si impone o di divenire hegeliani o kantiani nella nostra concezione delle scienze; o di rimanere saldi all’importanza del contatto con la realtà e rifiutarsi di farlo diventare da ultimo inattingibile. In Polanyi è presente qualcosa che possa aiutare a superare il suo stesso paradosso?

Certamente gli scienziati hanno degli *standard* di bellezza scientifica, perché altrimenti non sarebbero in grado di riconoscerla, ma lo stesso fatto che *solo* gli scienziati li abbiano sviluppati appieno dovrebbe essere sufficiente a concludere che questi si affinano grazie all’apprendimento e alla conoscenza della realtà. Nasce un problema, quanto alla soddisfazione degli *standard* del conoscente, solo se tali *standard* –più che la capacità di riconoscerli– sono intesi come dipendenti pressoché esclusivamente dalla persona stessa (che in tal caso assumerebbe caratteri simili, ad esempio, a quelli del soggetto kantiano).

L’unico modo per non cadere in contraddizione (e quindi dover abbandonare *tout court* l’uso del criterio di bellezza) è ammettere che la valutazione della bellezza tramite il senso estetico del conoscitore non è primariamente ed esclusivamente una questione di preferenze soggettive e individuali, o anche della specie umana, ma dipende dalle caratteristiche proprie dell’oggetto. Allo scienziato che intenda restare nel realismo pratico (che ne guida sostanzialmente la ricerca) è sufficiente ammettere che gli *standard* di autosoddisfazione non dipendono dal soggetto in modo esclusivo, ma dipendono soprattutto dalla realtà stessa; alla quale, del resto, lo stesso Polanyi non poteva fare a meno di legarli, almeno implicitamente.

2.3 Conclusioni

Se alcune delle indicazioni di Michael Polanyi sono marcatamente legate al suo quadro epistemologico, in particolare alla teoria della conoscenza tacita, le acquisizioni presenti nei suoi testi permettono comunque di trarne altre più generali e di vastissimo respiro. Che il riconoscimento della bellezza, per quanto a riguardo siano possibili errori, sia segno della correttezza di una teo-



ria è una conclusione che l'autore ha provato. Che ciò sia essenziale anche al riconoscimento di una teoria come tale è una questione che sembra rimanere più dubbia, soprattutto dato che non è stato possibile ricostruire la sua intera teoria epistemologica.

Pur senza dimenticare le tensioni polanyiane sul realismo scientifico, si può concludere che la bellezza è indice dell'ordine ricercato dallo scienziato e, come tale, è indice del contatto con la realtà: è indizio di una realtà profonda ma ancora nascosta e anche dell'intelligibile; è per questo che può essere un criterio di ricerca migliore della perfetta conformità ai dati sperimentali. Dato che l'ordine, la struttura del soggetto di studio, è ciò che la scienza cerca, lo scienziato risulta così pienamente giustificato nel momento in cui adotta il criterio estetico come guida della sua ricerca, a condizione di non sostituirlo al fine vero e proprio della ricerca (che, Polanyi rimarca, è la verità scientifica). A riguardo Polanyi conclude:

Tre cose sono state stabilite oltre ogni ragionevole dubbio: il potere della bellezza intellettuale di rivelare la verità sulla natura, l'importanza vitale di distinguere questa bellezza da un'attrattività meramente formale; e la delicatezza della distinzione fra le due, così difficile da poter confondere le menti scientifiche più penetranti (Polanyi, 1962/1974: 149).

Il criterio di bellezza può (e deve, in quanto risulta un potente fattore di aiuto) guidare la ricerca scientifica. Dato che la capacità di apprezzamento della bellezza intellettuale evidenzia quei tratti, quali il senso estetico e la ragione, tipicamente riconosciuti alla persona in senso forte, ne risulta rafforzato ed evidenziato il ruolo della persona umana, in quanto tale, come decisiva per la ricerca scientifica e il suo buon esito. Da tutto ciò emerge che la conclusione si può estendere, infatti, a una persona intesa in senso più forte e profondo di quanto appaia dagli scritti polanyiani.

In ogni caso, qui si misura la profonda distanza che separa la prospettiva polanyiana da quella neopositivista, anche dalla concezione della bellezza del Circolo: la bellezza, pur essendo intellettuale, è comunque un tratto proprio degli oggetti scientifici in quanto tali. Inoltre, l'oggettività nei termini neopositivisti risulta impraticabile, poiché la dimensione passionale ed estetica risulta profondamente coinvolta nella ricerca scientifica: il ricercatore non



può fare a meno del proprio orientamento appassionato verso la verità e la bellezza scientifiche. Infine, cosa più importante, tale dimensione è necessaria al successo della ricerca stessa.

In conclusione, si tratta, con Polanyi, di non autocensurare la nostra concezione dell'attività di ricerca in nome di criteri oggettivistici e di ammettere nuovamente l'importanza e il potere di guida del vero e del bello.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Ayer, A. J. (1953 [1946]). *Language, truth and logic* (rist. 2 ed.). Londra: Gollancz.
- Beauregard, J. (2015). Michael Polanyi and the Practice of Contemporary Science. *Appraisal*, 10(3).
- Bocharova, J. (2019). Toward a Post-Critical Literary Theory. *Tradition & Discovery. The Polanyi Society Periodical*, 45(1), 4-15.
- Born, M. (1961). *La fisica e il nostro tempo*. Firenze: Sansoni. [Traduzione di C. Carlà].
- Cantore, E. (1977). *Scientific Man. The Humanistic Significance of Science*. New York: Institute for Scientific Humanism Publications.
- Caracciolo A., Givone S. (2010). Bello. In Centro Studi Filosofici di Gallarate (cur.), *Enciclopedia filosofica* (vol. 2, pp. 1136-1143). Milano: Bompiani.
- Carnap, R. (1997). *La costruzione logica del mondo; Pseudoproblemi nella filosofia* (E. Severino, cur.). Torino: UTET.
- Chandrasekhar, S. (2013). *Truth and Beauty: Aesthetics and Motivations in Science*. University of Chicago Press.
- Curtin, D. W. (cur.) (1982). *The Aesthetic Dimension of Science. 1980 Nobel Conference*. New York: Philosophical Library.
- Dirac, P. A. M. (2013). *La bellezza come metodo* (V. Barone, cur.). Milano: Indiana. [Traduzione di F. Graziosi].
- Hadamard, J. (1993). *La psicologia dell'invenzione in campo matematico* (B. Sassoli, cur.). Milano: Raffaello Cortina.



- Hardy, G. H. (1989). *Apologia di un matematico* (C. P. Snow, cur.). Milano: Garzanti. [Traduzione di L. Saraval].
- Innis, R. E. (2011). The Reach of the Aesthetic and Religious Naturalism: Perceian and Polanyian Reflections. *Tradition & Discovery. The Polanyi Society Periodical*, 38(3), 31-50.
- Malo, A. (2013). *Essere persona. Un'antropologia dell'identità*. Roma: Armando.
- McAllister, J. W. (1999). *Beauty and Revolution in Science*. Ithaca/Londra: Cornell University Press.
- Piper, A. (2008). Beauty and Truth in Science and Phenomenology. In A. T. Tymieniecka, International Society for Phenomenology, Fine Arts and Aesthetics (cur.), *Beauty's Appeal. Measure and Excess* (pp. 225-238). Dordrecht: Springer.
- Polanyi, M. (1969). *Knowing and Being*. Chicago/Londra: The University of Chicago Press.
- Polanyi, M. (1974 [1962]). *Personal Knowledge. Towards a Post-Critical Philosophy* (rist. 2 ed.). Chicago/Londra: The University of Chicago Press/Routledge and Kegan Paul.
- Polanyi, M. (1964). *Science, Faith and Society* (2 ed.). Chicago/Londra: The University of Chicago Press.
- Polanyi, M. (2009 [1966]). *The Tacit Dimension* (rist.). Chicago/Londra: University of Chicago Press.
- Polanyi, M. (2014 [1959]). *The Study of Man* (rist.). Mansfield Centre (CT): Martino Publishing.
- Polanyi, M., Prosch, H. (1976). *Meaning*. Chicago/Londra: University of Chicago Press.
- Prosch, H. (1986). *Michael Polanyi. A Critical Exposition*. Albany: State University of New York Press.
- Rickert, H. (1921). *Der Gegenstand der Erkenntnis: Einführung in die Transzendentalphilosophie* (4. e 5. ed.). Tübingen: Mohr.
- Sanders, A. F. (1988). *Michael Polanyi's Post-Critical Epistemology. A Reconstruction of Some Aspects of "Tacit Knowing"*. Amsterdam: Rodopi.



- Sanders, A. F. (2000). Science, Religion and Polanyi's Comprehensive Realism. *Tradition & Discovery. The Polanyi Society Periodical*, 26(3), 84-93.
- Sen, A. (2009 [1966]). Foreword. In M. Polanyi (2009). *The Tacit Dimension* (pp. vii-xix, rist.). Chicago/Londra: University of Chicago Press.
- Smoot, G., Davidson, K. (1994). *Nelle pieghe del tempo. La scoperta dell'universo neonato* (N. Mandolesi, P. Piazzzi, cur. e trad.). Milano: Mondadori.
- Takaki, K. (2018). Reality Crisscrossed. *Tradition & Discovery. The Polanyi Society Periodical*, 44(3), 15-26.
- Thomas, A., Braun, M., National Gallery of Canada (1997). *Beauty of Another Order. Photography in Science*. New Haven: Yale University Press.
- Turkis, M. E. I. (2019). Post-Critical Platonism: Preliminary Meditations on Ethics and Aesthetics in Iris Murdoch and Michael Polanyi. *Tradition & Discovery. The Polanyi Society Periodical*, 45(1), 30-41.
- Vinti, C. (1999). *Michael Polanyi. Conoscenza scientifica e immaginazione creativa*. Roma: Studium.
- Vinti, C. (2008). *Epistemologia e persona. Dittico su Polanyi e Bachelard*. Roma: Armando.
- Wechsler, J. (cur.). (1988). *On Aesthetics in Science*. Boston/Basel: Birkhäuser.

