

## Mario Castellana

### Su alcune “eresie” di Federigo Enriques: l’idea di sistema come un processo di auto-delimitazioni successive

«O speculatore delle cose, non ti laudare di conoscere le cose, che ordinariamente per sé medesima la natura conduce; ma rallegrati di conoscere il fine di queste cose, che son disegnate dalla mente tua. La natura è piena d’infinite ragioni, che non furono mai in isperienza»

Leonardo da Vinci<sup>1</sup>

«Le *rêveries* sostanzialiste e quelle delle spiegazioni dogmatiche stanno sparendo, e la scienza nel formarsi ipotesi, nomi, modelli si libera dalle teorie preconcepite e dall’idolo delle idee semplici. La complessità è l’imprevedibile essenziale»

Paul Valéry<sup>2</sup>

A volte la lettura di testi del passato, se affrontati a dirla con Dario Antiseri con gli «strumenti concettuali forgiati nell’arsenale epistemologico-ermeneutico»<sup>3</sup> scaturito dalla ricca e a volte contraddittoria letteratura sulla struttura e la storia della conoscenza scientifica nel corso del Novecento, permette da un lato di rintracciare l’origine di alcune idee venute a maturazione in seguito e dall’altro di dare un più giusto peso, ad esempio, alle riflessioni di un vero e proprio *savant* come fu Leonardo Da Vinci<sup>4</sup>; in esse si possono, infatti, trovare i prodromi di una epistemologia

<sup>1</sup> Ci teniamo *in primis* a ringraziare Charles Alunni che ci ha fatto conoscere questi pochi ma illuminanti riferimenti ad Enriques da parte di Paul Valéry e, nello stesso tempo, ci ha permesso di far venire a galla un’altra “armonia nascosta della cultura europea”, come recita un recente volume da lui curato sullo stesso matematico ed epistemologo livornese.

Da Vinci, L., *L'uomo e la natura*, a cura di M. De Micheli, Milano, Feltrinelli, 1982, p. 52.

<sup>2</sup> Valéry, P., *Oeuvres*, a cura di J. Hytier, Paris, Gallimard, 1957-60, vol. I-II, vol I, p. 1171.

<sup>3</sup> Reale, G., Antiseri, D., *Quale ragione?*, Milano, Cortina, 2001, p. 226. Sulla scia del concetto di “patrimonio tecnico-scientifico”, avanzato prima da Pierre Duhem e poi da Ludovico Geymonat, abbiamo parlato di vero e proprio “patrimonio epistemologico” in Castellana, M., *Alle origini della “nuova epistemologia”*. *Il Congrès Descartes del 1937* (1992), ora in Id., *Federigo Enriques e la “nuova epistemologia”*, Lecce-Brescia, Pensa Multimedia, “Pensée des Sciences”, 2019.

<sup>4</sup> Si traduce in italiano il termine “*savant*” con “scienziato-filosofo” per indicare quelle figure impegnate sia sul versante scientifico che su quello filosofico a partire da Descartes; in lingua

germinale orientata già in un certo qual senso verso una visione anti-empirista e costruttivista della scienza per il ruolo accordato al soggetto nel “disegnare” i molteplici percorsi teorici rivolti ad indagare le “infinite ragioni” del reale attraverso il “frutto matematico”, che riesce a dargli più voci in quanto “silente”<sup>5</sup> e non inquadrabili negli schemi teorici a disposizione che sfociano inevitabilmente in posizioni unilaterali col produrre a volte processi cognitivi di semplificazione. Tenere in debita considerazione queste che senza esagerazione possono essere ritenute vere e proprie acquisizioni epistemiche da parte di Leonardo, e non delle semplici e sporadiche affermazioni, possono aiutare a capire che le “teorie” o “ragioni del reale”, pur costruite dallo “speculatore delle cose”, contengono il loro pieno peso e spessore, anche se limitato, di natura cognitiva e concettuale; nello stesso tempo esprimono la necessità di una continua loro pluralità come cantieri aperti ad ulteriori punti di vista e pertanto non possono più essere ritenute un “mondo di carta” o “romans de physique”, come alcuni fisici ancora nell’Ottocento sostenevano<sup>6</sup>, le cui idee poi hanno dato adito a delle “filosofie del come se” nel senso di Hans Vaihinger<sup>7</sup>, filosofie che ancora non avevano ben metabolizzato il pieno senso della cosiddetta “crisi dei fondamenti” vista in alcuni casi come crisi non solo interna alla scienza, ma della ragione tout court. I grandi dibattiti che hanno visto impegnati in prima fila gli stessi scienziati, si sono concentrati sulla pluralità delle teorie emerse nei singoli settori scientifici, e le hanno considerate per lo più come delle semplici “finzioni”, degli strumenti più o meno utili; ma hanno avuto un ruolo non secondario nel senso che hanno alimentato a vario modo quella vasta e contraddittoria letteratura confluita poi nel cosiddetto movimento convenzionalista. Tale movimento di pensiero filosofico-scientifico fu un fenomeno europeo tra ‘800 e ‘900 e gettò le basi di una prima forma più organica di una nuova disciplina, come la filosofia della scienza poi venuta a maturazione negli anni ‘30 con la stessa istituzione di figure professionali, col compito preciso di indagare la struttura della conoscenza scientifica con nuovi e

francese poi solo sul finire dell’Ottocento si introdusse il termine “*scientifiques*” per indicare gli scienziati specializzati nei singoli settori.

<sup>5</sup> Da Vinci, L., *op. cit.*, pp. 52-54; su questa lettura di Leonardo, insieme a quella di Riemann e Grassmann, cfr. Castellana, M., *Il tetraedro storico-epistemologico*, in Enriques, F., Metzger, H., *Storia e struttura del pensiero scientifico*, a cura di M. Castellana, Manduria, Barbieri-Selvaggi, 2014, pp. 117-145.

<sup>6</sup> Com’è noto, Kelvin e Tait, ad esempio, ritenevano puri “mondi di carta” e “romans de physique” alcune nuove teorie nell’ambito della meccanica, come quella di Boltzmann. Su questo importante dibattito di fine Ottocento sulla natura della fisica e sulla nascita della fisica teorica, cfr. Bellone, E., *Il mondo di carta. Ricerche sulla seconda rivoluzione scientifica*, Milano, Mondadori, 1976; D’Agostino, S., *A History of the Ideas of Theoretical Physics. Essays on the Nineteenth and Twentieth Century Physics*, Dordrecht, Kluwer Academic, 2000 e Pont, J. C., Freland, L., Padovani, F., Slavinskaia, L.(eds.), *Pour comprendre le XIX<sup>e</sup> siècle. Histoire et philosophie des sciences à la fin du siècle*, Firenze, Olschki, 2007.

<sup>7</sup> Quest’opera è del 1911 (Vaihinger, H., *La filosofia del come se*, trad. it. a cura di F. Voltaggio, Roma, Ubaldini, 1967) e ricordiamo che Gaston Bachelard, soprattutto in *La Philosophie du non* del 1940, ha criticato fortemente tale posizione di Vaihinger per le sue implicazioni convenzionalistiche contrapponendogli la “*philosophie du pourquoi pas?*”. Su questo aspetto non secondario del suo pensiero cfr. Castellana, M., *Il surrazionalismo di Gaston Bachelard* (1974), ora in Id., *Il surrazionalismo con due saggi inediti*, a cura di P. Console, Lecce, Milella Ed., 2021.

più adeguati strumenti grazie all'apporto ritenuto decisivo della logica matematica. Per queste motivazioni Ludovico Geymonat in Italia ha parlato negli anni '60 di una decisiva "rivoluzione" apportata dal movimento convenzionalista e consistita nel liberare definitivamente, al di là di alcuni inevitabili estremismi confluiti in posizioni "comodiste" o nominaliste, la conoscenza scientifica da ogni forma di essenzialismo insieme all'importanza accordata al suo linguaggio<sup>8</sup>.

I cruciali e controversi risultati di tale ampia letteratura<sup>9</sup> misero in primo piano l'idea della piena dimensione concettuale e culturale delle scienze, del loro specifico modo di produrre conoscenze e della necessità di indagarle *iuxta propria principia*, dell'emergenza al loro interno di problemi di natura filosofica da affrontare liberi da visioni unilaterali e preconette, da "filosofi anabattisti", da "filosofi del non" come dirà più tardi Gaston Bachelard<sup>10</sup>; non a caso permettono dunque di capire meglio il senso di alcune prese di posizione assunte per esempio da uno scrittore-pensatore come Paul Valéry (1871-1945), che fu un non comune testimone vigile e attento di tali dibattiti col ricavare la necessità di affrontare il mondo della scienza da una

<sup>8</sup> Cfr. Geymonat, L., *Filosofia e filosofia della scienza*, Milano, Feltrinelli, 1960 e, più recentemente, Brenner, A., *Les origines françaises de la philosophie des sciences*, Paris, Puf, 2003. Per poter meglio capire storicamente questi cruciali dibattiti, è da tenere presente che, a partire dagli anni '90 del secolo scorso e soprattutto dai primi del nuovo secolo, è venuta a costituirsi in vari paesi europei e non un nuovo settore di indagine, la storia della filosofia della scienza, e su questo cfr. Castellana, M., *Federigo Enriques e la "nuova epistemologia"*, cit., cap. I.

<sup>9</sup> Un ruolo decisivo in tal senso lo ebbero diverse riviste fondate alla fine dell'Ottocento, come la *Revue de Métaphysique et de Morale* e su questo cfr. Polizzi, G., *Forme di sapere e ipotesi di traduzione. Materiali per una storia dell'epistemologia francese*, Milano, Franco Angeli, 1984; Alunni, C., *Spectres de Bachelard. Gaston Bachelard et l'école surrationaliste*, Paris, Hermann, 2019 e Castellana, M., *Il contributo di Maximilien Winter alla "critique des sciences"*, in Winter, M., *Il metodo storico-critico per una nuova filosofia delle matematiche*, a cura di M. Castellana, Milano, Meltèmi, 2020, pp. 9-85. Sul contributo nascosto dato da Winter alla nascita di tale rivista e poi ai dibattiti ivi avvenuti sul pensiero matematico col rivelare un'altra ma non meno importante "armonia nascosta", cfr. Alunni, C., *Maximilien Winter et Federigo Enriques : des harmonies exhumées*, in Alunni, C., André Y. (eds.), *Federigo Enriques o le armonie nascoste della cultura europea. Tra scienza e filosofia*, Pisa, Edizioni della Normale, 2015, pp. 101-147, ora in Alunni, C., *Spectres de Bachelard*, cit., cap. IX; cfr. anche *ivi*, pp. 425-437.

<sup>10</sup> Cfr. Bachelard, G., *La philosophie du non. Pour une philosophie du nouvel esprit scientifique*, Paris, Puf, 1940 e Id., *L'activité rationaliste de la physique contemporaine*, Paris, Puf, 1953. Con uno stile dichiaratamente non analitico, Bachelard ha studiato le geometrie non-euclidee da Riemann a Hermann Weyl, la meccanica non-newtoniana, la chimica non-lavoisieriana e ha basato le sue riflessioni sulla struttura fisico-matematica delle meccaniche di Einstein e sull'uso euristico ivi giocato dal calcolo tensoriale, sul ruolo giocato dall'algebra non commutativa nei lavori di Paul Dirac e dagli spazi vettoriali hilbertiani nella fisica di Heisenberg. Su questa figura cfr. Castellana, M., *Il surrazionalismo di Gaston Bachelard*, cit.; Id., *Razionalismi senza dogmi. Per una epistemologia della fisica-matematica*, Soveria Mannelli, Rubbettino Ed., 2004; Id., *Sur une petite phrase de Riemann. Aspects du débat français autour de la "Reasonable Effectiveness of Mathematics"*, "Revue de Synthèse", Vol. 138, n°1-4, pp. 195-229 e anche Alunni, C., André, Y., Paoletti, C. (eds.), *Philosophie contemporaine des mathématiciens : Évariste Galois, Gian-Carlo Rota, Gilles Châtelet*, "Revue de Synthèse", Vol. 138, n°1-4, 2017, pp. 195-229. E su tutto questo ha insistito in questi ultimi vent'anni Charles Alunni in vari scritti confluiti in questo numero della "Revue de Synthèse", in Alunni, C., *Philosophie et mathématiques*, "Revue de Synthèse", Vol.136, n°1-2, 2015, pp. 1-8 e anche in Id., *Spectres de Bachelard*, cit.

diversa prospettiva per i cambiamenti strutturali in atto. Ciò gli permise di arrivare a declinare la sua “via della complessità” con delinearne una ben precisa fisionomia concettuale sino a presentarla come una “eresia”, per usare una espressione ricorrente nei *Cahiers*, rispetto ai canoni di pensiero vigenti nel suo tempo; ma tale “eresia” riesce più comprensibile se si tiene presente il fatto non comune che si è confrontato a lungo con la figura prima di Leonardo *savant* e poi con altre eminenti figure di matematici come Henri Poincaré e Federigo Enriques e, per usare una espressione dello stesso Poincaré, di “matematici con le ali”; le riflessioni sul mondo matematico che hanno accompagnato l'intero suo percorso non sono scaturite per caso o come una fulminea e folgorante intuizione all'interno di un percorso solo di natura letteraria.

Del resto in area francese non è un caso isolato se si tiene presente ad esempio un Jacques Delille (1738-1813) che, nel suo *Les trois règnes de la nature* del 1808, considerava il nostro Lazzaro Spallanzani un novello Virgilio che lo ha guidato nello scoprire e celebrare la varietà delle forme di vita; se tali riflessioni di Valéry conservano ancora oggi tutto il loro valore profetico è dovuto al fatto non comune che sono il risultato di un costante interesse per quello che egli chiamava “pratica del pensiero” e di quello matematico in particolar modo<sup>11</sup>; tale mondo è stato attraversato come diceva Federigo Enriques (1871-1946), con il quale condividerà alcune comuni “eresie” in seguito a lunghi e fruttuosi rapporti negli anni '20-'30, da diversi “cambiamenti qualitativi discontinui” nella sua lunga storia e non facilmente comprensibili nel loro reale “significato”<sup>12</sup> utilizzando le tradizionali categorie della teoria della conoscenza. E per poterne cogliere meglio il senso è necessario tenere presente il particolare e intenso dibattito che avvenne nella cultura francese dalla seconda metà dell'Ottocento in seguito all'avvento delle geometrie non-euclidee e delle nuove meccaniche che più che in altri contesti furono interrogate nei loro risvolti filosofici, metodologici ed epistemologici, tale da far dire in stile quasi bachelardiano ad un *savant* come Antoine-Augustin Cournot, impegnato su più fronti dalla matematica all'economia, che «le crisi rinnovatrici delle scienze sono state le sole crisi utili al rinnovamento della filosofia»<sup>13</sup>.

<sup>11</sup> Come ormai risulta chiaro da recenti studi critici su Paul Valéry, il suo interesse per la matematica e la scienza più in generale è stato costante come del resto testimoniano i suoi *Cahiers*, scritti tra la fine dell'Ottocento e gli anni '30, dove oltre all'analisi degli scritti di Henri Poincaré con i contributi dati all'*Analysis situs* compaiono continui riferimenti alle opere di Faraday, Maxwell, Klein, Einstein e alle prime formulazioni della meccanica quantistica. Ma tutti questi interessi sono inscindibili dal suo lungo confronto con la figura di Leonardo da Vinci su cui è ritornato più volte sino agli anni '30 e su questo cfr. i vari studi comparsi in Vogel, C., (ed.), *Valéry et Léonard : le drame d'une rencontre. Génèse de l'Introduction à la méthode de Léonard*, Frankfurt am Main, Peter Lang, 2007. Per una puntuale analisi dei rapporti tra scienza e filosofia in Valéry e della sua non comune lettura di Poincaré, cfr. Polizzi, G., “À toute fissure de compréhension s'introduit la production de son esprit”. *Il Leonardo di Valéry tra filosofia e scienza*, in Nanni, R., Sanna, A. (eds.), *Leonardo da Vinci. Interpretazioni e rifrazioni tra Giambattista Venturi e Paul Valéry*, Firenze, Olschki, 2012, pp. 125-154.

<sup>12</sup> Enriques, F., *Problemi della scienza* (1906), Bologna, Zanichelli, 1985, p. 45 e Id., *Il significato della storia del pensiero scientifico* (1934), in Enriques, F., Metzger, H., *op. cit.*

<sup>13</sup> Cournot, A.A., *Essai sur les fondements de nos connaissances et sur les caractères de la critique philosophique*, Paris, Hachette, 1851, Vol. I, p. 23; come altri *savants* dell'epoca da C. Ber-

L'ampia e non omogenea letteratura critica che ne scaturì e che si protrasse sino agli anni '30 del Novecento, che va sotto il nome di *critique des sciences* a cui collaborarono in prima persona scienziati come Poincaré e Pierre Duhem insieme a numerosi filosofi anche grazie al confronto-scontro con le tesi di Ernst Mach, produsse da un lato la necessità di una nuova figura, come l'epistemologo o filosofo della scienza impegnato nell'analisi storico-concettuale della struttura della conoscenza scientifica, e dall'altro un insieme di nuclei teorici in grado di coglierne la specificità e le sue stesse "ragioni"<sup>14</sup>. Tra queste "ragioni"<sup>15</sup>, come le chiamerà in Italia lo stesso Federico Enriques e punti ritenuti fermi, cioè *conditio sine qua non*, senza le quali non si poteva avviare un discorso costruttivo sulle scienze e le loro dinamiche o su quella che lo stesso Valéry chiamerà la intrinseca *logique imaginative*, una era costituita dall'idea di scienza come *connaissance tout court* e dunque come *pensée*, pensiero vero e proprio per la sua intrinseca dimensione storica, dotato di specifiche pratiche con contenuti concettuali che pur modificandosi nel tempo, grazie alla scoperta di nuove "ragioni" del reale, conservano il loro valore veritativo<sup>16</sup>. Come dirà Dominique Lecourt più recentemente, la scienza come pensiero è stata la grande *oubliée* sia dell'antiscienza che dello stesso scientismo<sup>17</sup>; e solo dopo aver fatto i conti sino in fondo con questa dimensione, dimensione che la tradizione storico-epistemologica francese

Su alcune "eresie" di Federico Enriques

nard a A. Laurent prima e dopo Poincaré e Duhem, Cournot era convinto che «la filosofia penetra dappertutto [...] dalla meccanica alla fisiologia» e «la ragione delle cose [...] è realmente il fine costante della meditazione del filosofo», in *ivi*, pp. 26, 326.

<sup>14</sup> Per una ricostruzione di tale ricco periodo che fa da sfondo alle riflessioni di Valéry e che ha portato allo sviluppo di una particolare tradizione di ricerca epistemologica, cfr. Polizzi, G., *Forme di sapere e ipotesi di traduzione*, cit.; Brenner, A., Petit, A. (eds.), *Science, histoire et philosophie selon Gaston Milhaud. La constitution d'un champ disciplinaire sous la Troisième République*, Paris, Vuibert, 2009 e Brenner, A. (ed.), *Les textes fondateurs de l'épistémologie française*, Paris, Hermann, 2015; Bordoni, S., *When Historiography met Epistemology. Sophisticated Histories and Philosophies of Science in French-speaking Countries in the Second Half of the Nineteenth Century*, Leyde/Boston, Brill, 2017. Per il dibattito più concentrato sulla natura della conoscenza matematica, cfr. Castellana, M., *Il contributo di Maximilien Winter alla "critique des sciences"*, in Winter, M., *op. cit.*

<sup>15</sup> Il termine "ragioni della scienza" entrò nel lessico filosofico ed epistemologico grazie proprio ad Enriques, anche in seguito ai suoi intensi rapporti con l'ambiente culturale francese, già a partire dai *Problemi della scienza* sino alle opere successive come *Scienza e razionalismo* del 1912, *Per la Storia della logica* del 1922 e la *Storia del pensiero scientifico* del 1932. Esso termine, grazie agli studi condotti sul pensiero greco e su quello moderno, è mutuato da quello di Leonardo di "infinite ragioni" per ribadire anche contro un certo Poincaré il "valore" oggettivo della scienza: ogni scienza e anzi ogni teoria ha le sue intrinseche ragioni in grado di dar voce ad "una" ragione del reale, ad un livello di realtà donde la necessità di una loro pluralità-storicità, pluralità non strumentale o formale.

<sup>16</sup> Sulla centralità in ambito francofono del dibattito sulla storia e struttura del pensiero scientifico da Winter a Bachelard, sulla scia di Enriques, a Jean Cavailles, Albert Lautman e Ferdinand Gonseth, cfr. Castellana, M., *Il dibattito in area francofona e Kurt Gödel*, Roma, Studium, 2021. Ci siamo serviti ermeneuticamente dell'idea di Valéry di "eresia" per analizzare i contributi dati in tale area alla comprensione della dimensione filosofica dei teoremi di incompletezza.

<sup>17</sup> Cfr. Lecourt, D., *La philosophie dans les sciences*, "Revue de Synthèse", Vol. 126, n° 2, 2005, pp. 451-455.

più di altre ha evidenziato<sup>18</sup>, si è più in grado, come Valéry da una parte ed Enriques e Bachelard dall'altra, di tracciare alcune "vie della complessità", a cui sono pervenuti con altre procedure ed intenti diversi filoni più recenti di pensiero filosofico-scientifico.

Non è dunque un caso che Valéry chiami il "pensiero" matematico "pratica di pensiero" il cui primo passo, come Enriques sulla scia kantiana evidenzierà nei *Problemi della scienza*, consiste metodologicamente nel liberarsi dall'empirismo dei dati e dei "fatti bruti"<sup>19</sup>; e la sua funzione, come "luogo dell'intelletto" vero e proprio, si esplica nel portarli in un percorso più articolato sino a dare allo "speculatore delle cose" la possibilità di "disegnare" più strade per conoscerne "le infinite ragioni", così come Leonardo nella sua intera attività aveva proficuamente fatto. Come pratica distrugge ogni discorso essenzialistico, astorico e semplicistico che sfocia inevitabilmente in posizioni dogmatiche, permette di "costruire dei progetti teorici" grazie ai processi di astrazione che fanno intravedere i "diversi gradi di complessità": «pensare consiste nel congetturare la storia di questa gradualità della complessità»<sup>20</sup>.

Ma tale esito fu il risultato di un confronto critico con i contributi matematici di Henri Poincaré da una parte<sup>21</sup> e dall'altra con quelle che chiamava "eresie" condivise<sup>22</sup> presenti nel corpus filosofico-scientifico di Federigo Enriques dove ve-

<sup>18</sup> Nei nostri scritti citati abbiamo parlato di una vera e propria tradizione di ricerca, chiamata "epistemologia neorazionalista italo-francofona" in quanto vi hanno contribuito prima Enriques, i francesi e figure svizzere come F. Gonseth, G. Juvet e Jean Piaget per i loro scritti dedicati al "pensiero scientifico" e a quello matematico in particolar modo, letto secondo un'ottica diversa da quella della filosofia della scienza *Standard* e centrata sui reali "contenuti" delle teorie. Su questi risultati sono pervenuti studi recenti come quelli di Longo, G., *Géométrie et cognition*, "Revue de Synthèse", Vol. 124, 2003; Patras, F., *La pensée mathématique contemporaine*, Paris, Puf, 2001; Zalamea, F., *Synthetic Philosophy of Contemporary Mathematics*, Falmouth-New York, Urbanomic-Sequence Press, 2012, recentemente tradotto in francese da Alunni (*Philosophie synthétique de la mathématique contemporaine*, Paris, Hermann, 2018). Lo stesso Alunni ha in più occasioni parlato di una stretta connessione italo-francese, frutto di "armonie nascoste" tra queste tradizioni di ricerca, in particolare in Alunni, C., *Federigo Enriques passeur de culture*, "Bollettino della società filosofica italiana", n°3, 2021, pp. 45-57, e di "cuore francese" in Enriques. A questo riguardo cfr. Alunni, C., *Spectres de Bachelard*, cit.

<sup>19</sup> Cfr. Enriques, F., *Introduzione*, in Id., *Problemi della scienza*, cit.

<sup>20</sup> Valéry, P., *Introduction à la méthode de Léonard* (1894), cit., pp. 1171-1172.

<sup>21</sup> Come osserva Gaspare Polizzi nel saggio citato, la visione della matematica prospettata da Valéry, grazie alla sua particolare lettura di Leonardo era più orientata verso una idea costruttivista della scienza che non verso quella "comodista" o convenzionalista presente negli scritti epistemologici di Poincaré dei primi anni del '900. È poi da tenere presente che in Francia esisteva già una certa letteratura che si era nutrita delle idee di Riemann tramite Felix Klein, da cui sicuramente Valéry attingeva orientata in tal senso, come viene detto in un *Cahier*: «È solo nelle ricerche matematiche che viene coltivata l'arte di prolungare l'esistenza di enti ideali», *ivi*, Vol II, p. 779. Poi la conoscenza dell'opera di Enriques *Problemi della scienza*, tradotta in francese in due volumi (1909 e 1912), il lungo rivisitare il pensiero di Leonardo, come risulta dai suoi *Cahiers* sino al 1928, ed in seguito i contatti personali col matematico italiano negli anni successivi hanno rinforzato tale punto di vista.

<sup>22</sup> Così scriverà Valéry dopo un incontro con Enriques in un altro successivo *Cahier* nel 1938: «Ieri a casa di Madame Xavier Léon, riunione per incontrare Enriques (che viene a respirare un po' fuori dell'Italia). Lì vado ad intaccare con lui e Cartan le mie eresie matematiche. Punto, infinito, uguaglianza, insieme. Sono contento di vedere che queste idee vengono ascoltate», *ivi*, Vol.

deva operante una visione del mondo matematico aperta in più direzioni e non riducibile a punti di vista unilaterali<sup>23</sup>. Il matematico italiano si era distinto nell'accompagnare in maniera costante la sua attività di scienziato con una concomitante riflessione di carattere epistemologico a partire dall'opera del 1906 *Problemi della scienza*, tradotta subito dopo in varie lingue, sino a diventare, non solo in Francia e nell'ambito delle discipline matematiche, un punto di riferimento per l'intera comunità pensante<sup>24</sup>; inoltre a partire da un'altra significativa opera *Scienza e Razionalismo* del 1912, si stava occupando di studi di storia della scienza con una particolare attenzione verso il mondo greco ed in seguito verso gli "scienziati esuberanti" del Rinascimento italiano, come li definiva Hélène Metzger (1889-1944)<sup>25</sup>, e dello stesso Galileo.

II, p. 902. È da tenere presente che i rapporti personali con Enriques ci furono già negli anni '20 in seguito alle riunioni e ai convegni internazionali a Parigi organizzate dal neonato *Institut pour la Coopération Intellectuelle*, patrocinato dalla Società delle Nazioni per contribuire a creare una "casa comune" tra uomini di cultura europei dopo le lacerazioni provocate dal primo conflitto mondiale e su questo cfr. Scarantino, L. M., *Federigo Enriques e l'Istituto Internazionale di Cooperazione Intellettuale*, in Pompeo Faracovi, O., Scarantino, L. M. (eds.), *Federigo Enriques. Matematiche e filosofia. Lettere inedite. Bibliografia degli scritti*, Livorno, Belforte, 2001, pp. 45-52. Poi ormai tutte le opere di Enriques erano apparse in francese, come quella successiva del 1934 scritta direttamente in tale lingua; nello stesso tempo erano apparse nell'*Enciclopedia Italiana* le "Voci" di Matematica curate da Enriques, tra le quali quelle citate da Valéry, e su questo cfr. Castellana, M., *L'impianto storico-epistemologico delle Voci*, in Castellana, M., Pompeo Faracovi, O. (eds.), *Oltre la matematica. Federigo Enriques e le Voci dell'Enciclopedia Italiana*, Roma, Treccani, 2019, pp. 3-12.

<sup>23</sup> Basta dare uno sguardo alle "Voci" di Matematica per l'Enciclopedia Italiana ed in particolare modo a quelle di Geometria, Infinito, Numero, Postulato per vedervi un'atmosfera di impianto decisamente non riconducibile alla filosofia della matematica che si stava imponendo nel suo periodo, fatto che spiega il termine "eresie" di Valéry ed individuato in particolare modo sul finire degli anni '30 da Albert Lautman e da Ferdinand Gonseth, impegnati a loro volta a gettare le basi di una diversa *philosophie mathématique*. Da ricordare che anche lo stesso Bachelard, a sua volta impegnato in tal senso, in *Le nouvel esprit scientifique* ha visto nel programma enriquesiano "un renversement de la perspective épistémologique". A questo riguardo cfr. anche Bachelard, G., *Le nouvel esprit scientifique*, Paris, Puf, 1971, p. 52.

<sup>24</sup> È da ricordare che in Francia fu considerato vero *savant* alla pari di Poincaré e tenuto presente da alcuni filosofi della scienza come Gaston Bachelard, Hélène Metzger e Albert Lautman e poi in Svizzera da Gonseth e Piaget. Alcuni filosofi e storici della scienza più recenti non italiani, come prima Mario Bunge e poi Imre Toth, si sono meravigliati del fatto che in Italia non è stato dato il giusto rilievo alle riflessioni epistemologiche di Enriques, considerato solo come matematico ed in parte come storico della scienza. Per lo storico delle matematiche ungheresi Toth, ad esempio, il suo nome va inserito nel Pantheon della cultura contemporanea per i contributi apportati al dibattito filosofico-scientifico e cfr. Toth, I., *Come diceva Filolao il Pitagorico...*. *Filosofia, geometria, libertà*, in Pompeo Faracovi, O., Scarantino, L. M. (eds.), *op. cit.*, pp. 52-83.

<sup>25</sup> Cfr. Metzger, H., *Les concepts scientifiques*, Paris, Alcan, 1926, p. 5. Tale figura femminile ebbe diversi contatti con Enriques sino a considerarne l'opera del 1934, *La Signification de l'histoire de la pensée scientifique*, da commentare "parola per parola" per la ricchezza dei contenuti concettuali avanzati; cfr. anche Metzger, H., *Il metodo in storia delle scienze secondo Federigo Enriques* (1935), in Id., *Il metodo filosofico nella storia delle scienze*, a cura di M. Castellana, Manduria, Barbieri-Selvaggi, 2009, pp. 147-153. Trattasi, come abbiamo dimostrato in diversi scritti sulla Metzger di un'altra "armonia nascosta" nel senso avanzato da Alunni; e, come Enriques in Italia sino agli ultimi decenni del secolo scorso, è stata una figura *oubliée* del panorama francese

Ma per capire meglio il senso di tali “eresie” intraviste da Valéry, con un non comune senso critico e condivise con Enriques, nei cambiamenti scientifici in atto nel loro tempo, è da tenere presente il fatto non secondario della ormai consolidata per loro idea delle matematiche come conoscenza tout court, idea che trovava nella quasi contemporanea nascita nel 1893 della *Revue de Métaphysique et de Morale* una particolare e nutrita sponda, sino a far dire a qualcuno che essa era più una *Revue de Mathématique et de Morale* per il peso accordato alle questioni più dibattute in tale ambito<sup>26</sup>; la matematica già dell’editoriale del primo numero era considerata “sorella maggiore” della filosofia tale da far dire a Poincaré qualche anno più tardi che «la nostra scienza confina sia con la filosofia e sia con la fisica, ed è per queste due vicine di casa che lavoriamo»<sup>27</sup>. In tale rivista furono pubblicati, infatti, già nei primi numeri scritti di Poincaré e poi quelli di Bertrand Russell sino a scatenare la famosa polemica fra queste due importanti figure sul ruolo della logica con i processi di formalizzazione e dell’intuizione. Poi sono da aggiungere, sempre sulla scia delle indicazioni di Poincaré di dare retta solo a quelli che chiamava “matematici con le ali” come Galois, Gauss e Riemann<sup>28</sup>, da una parte la riscoperta degli scritti di Évariste Galois tra i due secoli e dall’altra gli intensi dibattiti avvenuti sempre in Francia in seguito ai risultati matematici di Émile Borel con le sue *Leçons sur la théorie des fonctions*; poi le *Lettres sur la théorie des ensembles*, scambiate nel 1905 con Baire, Hadamard e Lebesgue, rimettevano al centro dei dibattiti il problema dell’infinito con la necessità di una più adeguata *philosophie mathématique*. Tale termine non a caso non trova un equivalente in altre tradizioni di ricerca ed è risalente grosso modo alla tradizione cartesiana, poi potenziata dagli articolati dibattiti avvenuti nel secolo dei Lumi, nell’indagare da una parte la struttura e la natura delle matematiche e dall’altra la loro autonomia.

Tali eventi trovarono ampio spazio nei *Cahiers* di Valéry e negli scritti di Enriques come subito dopo e negli scritti successivi di Léon Brunschvicg, confluiti in *Les étapes de la philosophie mathématique* del 1912<sup>29</sup>, opera di spessore storico-concettuale non comune dove si faceva vedere in maniera molto netta lo stretto

ed europeo, come il già citato Winter e cfr. Castellana, M., *Hélène Metzger : la grande oubliée de la pensée française au XX<sup>e</sup> siècle entre histoire et philosophie des sciences*, Postface à Metzger, H., *Attraction universelle et religion naturelle chez quelques commentateurs anglais de Newton* (1938), Paris, Hermann, 2020, pp. 297-338.

<sup>26</sup> Da quello che ci risulta manca ancora uno studio organico del ruolo che ebbe tale importante rivista nella cultura filosofico-scientifica dell’epoca, e non solo per la presenza dei maggiori scienziati e matematici dell’epoca, e nell’organizzazione dei primi Congressi Internazionali di Filosofia a partire da quello del 1900 a Parigi con la presenza fra gli altri di Poincaré, Hilbert e Russell, se non nei già citati lavori di Gaspare Polizzi e di Charles Alunni. Attualmente esiste un gruppo di ricerca franco-austriaco chiamato “Interepisteme” con delle finalità rivolte a studiare queste connessioni o altre “armonie nascoste” nella cultura europea tra Ottocento e Novecento, a partire dalle riviste, dagli epistolari, dai convegni.

<sup>27</sup> Poincaré, H., *Scienza e metodo*, trad. it a cura di C. Bartocci, Torino, Einaudi, 1997, p. 27.

<sup>28</sup> Cfr. *ivi*, cap. II.

<sup>29</sup> Cfr. Brunschvicg, L., *Les étapes de la philosophie mathématique*, Paris, Blanchard, 1974. Su tale figura cfr. anche Castellana, M., *Razionalismi senza dogmi*, cit., cap. III.

rapporto tra le fasi più salienti del pensiero matematico e le tappe più significative della stessa filosofia dal mondo greco alla fine dell'Ottocento; si evidenziava altresì la necessità di un forte engagement filosofico in grado di metabolizzare gli strutturali cambiamenti in atto operati da diversi “matematici con le ali”, i cui contributi non erano tenuti in debita considerazione dai “filosofi dalla vista corta”, come li definiva Jules Tannery nei primi anni del '900, e che richiedevano una messa in discussione dei principi a base della “tappa” cartesiana entro cui si avvinghiava ancora il dibattito sulla teoria della conoscenza. Del resto la stessa decisiva “tappa” kantiana, pur presente in maniera nascosta nei contributi di Riemann e ritenuta dallo stesso Brunschvicg un momento indispensabile, andava riscritta e rimaneggiata in alcuni punti, come da un lato stavano facendo i neo-kantiani da Natorp prima sino poi a Cassirer nonostante le perplessità e le critiche avanzate negli anni '20 dai protagonisti di quelle figure che daranno vita al movimento del neopositivismo logico e che porteranno allo sviluppo della cosiddetta filosofia della scienza *Standard*.

L'esigenza di una “nuova tappa” era quindi ritenuta più che necessaria anche con tutte le “eresie” che comportava nei confronti della tradizione cartesiana e kantiana, per usare l'espressione di Valéry, ma sempre con l'idea di fondo che esse erano tali in campo più propriamente filosofico di fronte al devastante “terremoto dei concetti”, a dirla con Nietzsche, provocati nei diversi settori scientifici dalle matematiche alla fisica, oggetto di numerose analisi rispetto ai pur strutturali cambiamenti apportati dalle scienze biologiche che richiesero più tempo per essere adeguatamente metabolizzate e diventate poi non a caso le fonti stesse, se non proprio la fonte di Siloe, dell'epistemologia della complessità. Una prima e non secondaria “eresia” fu appunto la necessità di ingaggiare una nuova forma di “filosofica militia”, per usare l'espressione di Federico Cesi nel fondare l'Accademia dei Lincei nel 1603 e poi fatta propria da Galileo per difendere i contenuti della nuova fisica e spazzare via le pseudo-conoscenze ereditate dalla tradizione<sup>30</sup>. Non è un caso, quindi, se Enriques nelle prime pagine dei *Problemi della scienza* si pone sulla scia di quegli che chiama “geometri-pensatori” dell'Ottocento da Riemann e Grassmann a Helmholtz e Klein, per seguirne quello che chiamerà in seguito il rispettivo “travaglio dei concetti”<sup>31</sup>, come stava facendo Valéry prima con Leonardo e poi con Poincaré nel cercare di individuare i nuclei portanti della loro *logique imaginative*; nei loro risultati erano ritenuti impliciti i prodromi di un diverso atteggiamento cognitivo da affidare a filosofi “anabattisti”, nel senso già detto di Gaston Bachelard, cioè in grado di mettere da parte le tradizionali categorie filosofiche, azzerarle del tutto o dare loro un nuovo significato per entrare nel vivo del “nuovo spirito scientifico”. Ma questo richiedeva un mettersi programmaticamente “*aux avant-postes*” del pensiero scientifico con la piena coscienza epistemica di situarsi in quella che poi lo stesso Bachelard nel 1934 chiamerà molto significativamente

<sup>30</sup> Cfr. Cesi, F., *Il natural desiderio di sapere*, a cura di C. Vinti e A. Allegra, Città del Vaticano, Pontificia Accademia Scientiarum, 2003, p. 126 e, sulla battaglia culturale di Galileo, cfr. Enriques, F., *Introduzione a Galilei, G., Dialogo dei massimi sistemi*, Roma, Sandron, 1945, pp. 9-19.

<sup>31</sup> Cfr. Enriques, F., *Per la storia della logica*, Bologna, Zanichelli, 1922.

“epistemologia non-cartesiana” dopo un’analisi attenta delle geometrie non-euclidee e delle meccaniche non-newtoniane di Einstein, Heisenberg, De Broglie e Paul Dirac proprio in seguito al ruolo ivi giocato dal pensiero matematico e dai nuovi strumenti messi in campo come il tensore, gli spazi vettoriali hilbertiani e l’algebra non commutativa<sup>32</sup>.

Per questo quello di Enriques fu un vero e proprio engagement rivolto a gettare le basi di un nuovo sapere che chiamerà prima “critica gnoseologica” che cogliesse le novità concettuali presenti nel corpus delle matematiche e tramutasse le loro “eresie” in momenti salienti e produttivi per non considerare più in maniera “patologica” la loro storia come ancora la considereranno in seguito alcuni esponenti del gruppo di matematici riunitisi sotto il nome di Nicolas Bourbaki sul finire degli anni ’30, che vedevano nei lavori di Riemann un colpo inferto alle verità matematiche<sup>33</sup>. Come farà poco dopo Moritz Schlick nel dare vita alla prima fase del cosiddetto Circolo di Vienna anche in seguito alla traduzione in tedesco nel 1911 dei *Problemi della scienza*, il matematico livornese radunò a Bologna intorno a sé scienziati e filosofi invitati a riflettere sulla struttura concettuale delle varie scienze sino a dare vita nel 1907 alla rivista *Scientia* e alla stessa nascita della Società Filosofica Italiana<sup>34</sup>; l’obiettivo dichiarato era quello di andare al di là della ormai ristretta metodologia di matrice positivista ritenuta non più in grado di far fronte alla complessità crescente di ogni singola scienza e di gettare le basi per una nuova disciplina, la filosofia della scienza o epistemologia, che prendesse come oggetto specifico di indagine la struttura e la storia delle conoscenze prodotte nei vari ambiti. Ma tutto questo era portato avanti già con una impronta decisamente non-cartesiana, come ben risulta nelle ultime pagine dei *Problemi della scienza*, dove si parla anche di “dinamica non-newtoniana”, di diverso spirito che alberga nelle scienze biologiche e nelle stesse nascenti scienze dell’uomo a partire dalla psicologia con i lavori di Fechner e Wundt, ritenute strade che possono allargare

<sup>32</sup> Cfr. Bachelard, G., *Le nouvel esprit scientifique*, cit.; ricordiamo che il primo capitolo di quest’opera ha il significativo titolo *La complexité essentielle de la philosophie scientifique* e non a caso è stata tenuta presente da Edgar Morin nel considerare Bachelard uno dei pochi filosofi della scienza del primo Novecento a tracciare una via della complessità (cfr. Morin, E., *Le vie della complessità*, in Bocchi, G., Ceruti, M. (eds.) *La sfida della complessità*, Milano, Feltrinelli, 1985, p. 49). A questo riguardo si rimanda anche a Morin, E., *Introduction à la pensée complexe*, Paris, Seuil, 2005, dove si denuncia anche il fatto che nei grandi dibattiti in area anglosassone tra Popper, Lakatos, Kuhn e Feysabend il tema della complessità non era presente.

<sup>33</sup> Cfr. Bourbaki, N., *Éléments d’histoire des mathématiques*, Paris, Hermann, 1967, p. 7 e Patras, F., *op. cit.*, capp. I-II.

<sup>34</sup> Poi non meno significativo fu lo sforzo di Enriques, dopo il Congresso Internazionale di Filosofia tenutosi a Bologna nel 1911, di dare vita insieme a matematici e filosofi, soprattutto francesi tali da considerarli “fratelli spirituali”, nel 1913 ad una *Société de Philosophie Mathématique* col preparare il relativo statuto e con la stessa organizzazione a Parigi nei primi mesi del 1914 del primo *Congrès International de Philosophie Mathématique*, a cui parteciparono anche inglesi e tedeschi. Di queste iniziative si hanno poche notizie alcune delle quali si trovano in Boutroux É., *Congrès International de Philosophie Mathématique*, “Revue de Métaphysique et de Morale”, Vol. XXII, n°5, 1914, pp. 571-580 e in Enriques, F., *Un convegno di matematici e di filosofi*, “Il Marzocco”, a. XIX, 8 marzo 1914, p. 2, dove si trova la significativa espressione “fratelli spirituali”, il che spiega meglio anche il suo essere *passer de culture*, come lo definisce Alunni.

il discorso sulla conoscenza e aiutare a comprendere meglio il faticoso cammino verso la comprensione delle “infinite ragioni” del reale<sup>35</sup>.

Ma il primo compito assegnato a tale nuovo sapere è quello di capire le novità emergenti nelle pieghe delle scienze bisognose di ben altri approcci e di comprendere in tutto il suo pieno spessore epistemico il critico passaggio dall’“assoluto al relativo”<sup>36</sup> senza cadere in posizioni rinunciarie di svalutazione del momento conoscitivo o di stampo irrazionalistico come del resto stava avvenendo in quel fenomeno non solo italiano di “reazione idealistica contro la scienza”, denunciato quasi negli stessi anni da Antonio Aliotta; tale evento fu già avvertito in pieno più di altri da uno scienziato come Ludwig Boltzmann la cui preoccupazione era quella di salvaguardare l’oggettività della scienza pur nei suoi ormai continui cambiamenti concettuali<sup>37</sup> e dei diversi livelli del reale, elemento che accompagnò il suo percorso di difesa della teoria atomica della materia. Enriques, come Valéry, prende innanzitutto atto che tale passaggio dall’“assoluto al relativo” è avvenuto per la prima volta nella storia del pensiero scientifico che ha dovuto fare i conti con la pluralità delle teorie all’interno di ogni singolo ambito con la rinuncia a schemi unilaterali<sup>38</sup> e con la stessa necessità di cambiare direzione nell’ambito della stessa ricerca scientifica; inoltre ritiene non adeguate le prime risposte, pur importanti, date dagli articolati dibattiti avvenuti nella ricca e non omogenea letteratura convenzionalista incapace di capire sino in fondo quella che ritiene essere l’irruzione vera e propria della *storia* nelle scienze e nelle loro strutture cognitive più specifiche, elemento primario per comprenderle come pensiero tout court.

In maniera meno evidente nei *Problemi della scienza* e poi sempre più chiaramente a partire da *Scienza e razionalismo* del 1912, la sua strategia è rivolta a coglierne il profondo “significato” teoretico come poi risulterà più evidente nell’opera del 1934 *La signification de l’histoire de la pensée scientifique*, opera preceduta da diversi lavori di storiografia delle scienze e che fu oggetto di animate discussioni presso la *Société Philosophique Française* sino ad influenzare giovani e meno giovani filosofi e storici della scienza in area francofona come

<sup>35</sup> Enriques, F., *Problemi della scienza*, cit., cap. VI.

<sup>36</sup> Pont, J. C., *De l’absolu au relatif, destin du XIX<sup>e</sup> siècle*, in Pont, J. C., Freland, L., Padovani, F., Slavinskaia, L. (eds.), *op. cit.*, pp. IX-XLVIII.

<sup>37</sup> Cfr. Boltzmann, L., *Über die Methoden der theoretischen Physik* (1892), in Id., *Populäre Schriften*, Leipzig, J. A. Barth, 1905, pp. 1-10.

<sup>38</sup> Sul ruolo dinamico del valore ipotetico in chiave antipositivistica della teoria da parte di Enriques ha insistito lo studioso polacco Lech Witkowski, che poi ha interpretato come “rappresentazione concettuale ipotetica degli invarianti dell’esperienza” in diversi recenti scritti. In tal modo è approdato a sua volta, attraverso Enriques e lo stesso Bachelard tenuti presenti quasi come sentinelle contro le posizioni normative, all’epistemologia della complessità, cfr. Witkowski, L., *Il caso Enriques (alle origini del neorazionalismo e della strategia genetica nell’epistemologia europea del ‘900)*, “Annali della Facoltà di Lettere e Filosofia dell’Università degli studi di Perugia”, Vol. XXIII, 1985/86, pp. 101-126; Id., *The Philosophy of Science in Italy and the critical rationalism in Europe*, in Minazzi, F., Zanzi, L. (eds.), *La scienza tra filosofia e storia in Italia nel Novecento*, Roma, Istituto Poligrafico Zecca dello Stato, 1987, pp. 385-421 e Witkowski, L., *Le trasformazioni e le loro dominanti tra dinamica e struttura della processualità*, “Idee”, n. 1-2, 2021, pp. 219-246.

Bachelard, Jean Cavaillès, Hélène Metzger, Albert Lautman e Jean Piaget<sup>39</sup> e che passò quasi inosservata in Italia dopo la sua pubblicazione nel 1936. Ma per capire meglio tale impegno già delineato nei *Problemi della scienza* e rivolto a cogliere le diverse implicazioni delle “ragioni della scienza”, non più riconducibili a teorie della conoscenza onnicomprensive e normative considerate, come meglio preciserà dopo Gaston Bachelard sulla sua scia, veri e propri “ostacoli epistemologici”<sup>40</sup>, sono da tenere nel debito conto alcune sue considerazioni che possono servire a non più scindere, come spesso è stato fatto soprattutto in Italia, l’Enriques matematico da quello interessato a questioni epistemologiche e storiche, come se quest’ultime fossero solo di puro accompagnamento della sua attività di scienziato. Scrive, infatti, Enriques in due occasioni in opere di diversa finalità, ma indirizzate a cogliere le intrinseche “ragioni della scienza” e a fare emergere quella che spesso chiamerà “la filosofia loro implicita”<sup>41</sup>: «La storia viene guadagnata attraverso la scienza, in servizio della scienza, e non viceversa. Il presente non resta allora che un punto di passaggio nel divenire della scienza. In questa maniera lo sforzo per il progresso porta dalla scienza alla filosofia della scienza e da questa alla storia»<sup>42</sup>.

Due sono pertanto i punti fermi che Enriques elabora nella sua “gnoseologia critica”, ricavata dalla sua attività di *savant*, di scienziato-filosofo tout court, le cui “eresie” per l’epoca erano, come dirà Bachelard, il fatto ormai incontrovertibile che la scienza è pensiero e produce la stessa filosofia della scienza con l’obiettivo di coglierne gli aspetti teoretici più salienti; l’analisi filosofica della scienza a sua volta fa capire meglio la dimensione storica ad essa intrinseca, dove il presente è un necessario passaggio da una tappa ad un’altra con le diverse discontinuità che le caratterizzano<sup>43</sup>. All’interno di tale percorso circolare tra attività scientifica,

<sup>39</sup> Cfr. Enriques, F., *Signification de l’histoire de la pensée scientifique*, “Bulletin de la Société Française de Philosophie”, Vol. XXXIV, 1934, pp. 73-104. Oltre a Bachelard, sarà soprattutto Jean Piaget nel primo volume dedicato a “la pensée mathématique” della sua Introduzione all’epistemologia genetica del 1949 e poi ancora in *Psychologie et épistémologie* del 1970 a confrontarsi con le sue posizioni e a svilupparle. Sui rapporti Enriques-Piaget cfr. Castellana, M., *Dal metodo storico-critico all’epistemologia genetica: Federigo Enriques e Jean Piaget*, postfazione a Piaget, J., *L’epistemologia genetica*, trad. it di F. Martinelli, Roma, Studium, 2016, pp. 173-201.

<sup>40</sup> Cfr. Bachelard, G., *La formation de l’esprit scientifique*, Paris, Vrin, Paris 1938, dove si discutono le tesi di Enriques sul ruolo degli errori nella ricerca scientifica, tematica poi centrale nelle riflessioni di Karl Popper.

<sup>41</sup> Tale idea è espressa in maniera netta in *Scienza e Razionalismo*, idea poi comune a figure appartenenti a filoni diversi di filosofia della scienza, come Moritz Schlick da una parte e Gaston Bachelard dall’altra; solo questa idea è sufficiente per ribaltare le accuse di Benedetto Croce ad Enriques di essere un “ingegno minuto”, come lo erano per lui in genere tutti gli scienziati e anche perché ai suoi occhi era inconcepibile la figura dello ‘scienziato-pensatore’ o dello ‘scienziato-filosofo’, figura poi ben delineata dallo storico della filosofia H. Høffding nel 1907 in *Philosophes contemporains* e presenti invece sulla scena del pensiero europeo tra ‘800 e ‘900.

<sup>42</sup> Enriques, F., *Lezioni sulla teoria geometrica delle equazioni e delle funzioni algebriche*, Bologna, Zanichelli, 1915-1934, vol. I, p. XIII e Id., *Storia del pensiero scientifico*, Bologna, Zanichelli, 1932, p. 6.

<sup>43</sup> L’intreccio stretto tra la dimensione teoretica della scienza e quella storica serve tra l’altro a ridimensionare il cosiddetto “continuismo” di Enriques e per un’analisi del rapporto tra

riflessione epistemologica ed impegno storiografico, già avviato in maniera programmatica nei *Problemi della scienza*, prende piede l'idea di *sistema* che caratterizza ogni progetto teorico costruito per dar conto di *una* ragione del reale e delle successive prese d'atto delle sue pluriarticolazioni e delle conseguenti relazioni; queste alimentano nuovi sistemi teorici che pur diversi sono il risultato di quelle chiamate necessarie "estensioni", "correzioni", "approssimazioni" dei principi di base di ogni singola scienza. Questi processi dinamici allargano i quadri di riferimento e permettono trasformazioni concettuali con «possibili modificazioni dei principi meccanici» sino a fare assumere alla stessa «Fisica un carattere di *limite* per riguardo alla Meccanica»<sup>44</sup>; l'introduzione dell'idea strategica di *limite* non è casuale in quanto è ritenuta intrinseca in ogni *sistema* che di per sé è incompleto pur rappresentando un elemento del reale da indagare ogni volta con nuovi concetti. Ma questo richiede il sistematico e continuo "travaglio dei concetti" che il soggetto epistemico si trova a costruire senza rinunciare al passato ma ad integrarlo in una visione più globale in quanto cosciente del loro essere frutto della "posizione dei problemi" man mano emergenti secondo logiche diverse e non riconducibili a schemi o statuti definiti una volta per sempre; in tal modo assumono un diverso significato le costanti prese di posizione da parte di Enriques contro quello che già nei *Problemi della scienza* chiamava "particolarismo scientifico" in auge nella ristretta metodologia di matrice positivistica non più in grado di cogliere la teoria come sistema.

Per tali motivazioni, ricavate sia dall'analisi delle geometrie non-euclidee che dalle nascenti nuove meccaniche ma anche da ciò che stava emergendo nei dibattiti sulla struttura delle scienze della vita, Enriques nei *Problemi della scienza* parla di "sistemi ontologici", per evitare d'accordo questa volta con Poincaré che «la scienza possa fare solo un lavoro di Penelope [...] in presenza di una sconfitta generale dei principi»<sup>45</sup> che hanno caratterizzato il passato filosofico-scientifico; la loro necessaria diversità è segno da una parte della varietà del reale e dall'altra della vitalità della mente umana che, pur partendo da una ispirazione puramente metafisica come dirà poi Popper, riesce comunque a coglierne qualche elemento di fondo. Con un tono *ante litteram* decisamente orientato in senso costruttivistico, così Enriques scriveva nei *Problemi della scienza*:

D'altronde accanto alla costruzione delle ontologie metafisiche, non nascondenti la loro pretesa di porgere una scienza *definitiva e completa* [...], altri *sistemi ontologici* sono stati costruiti, e si costruiscono tutti i giorni, circoscritti nel campo di un ordine di conoscenza [...]. In ultima analisi una ontologia è una *rappresentazione subiettiva della realtà*, un modello foggato dallo spirito umano, i cui *elementi, tratti da oggetti reali, vengono combinati per modo da render conto di un certo ordine di conoscenze, secondo un certo*

continuità e discontinuità nella storia delle scienze nel suo percorso, cfr. Castellana, M., *Su alcune armonie nascoste in Federigo Enriques: continuità/discontinuità*, in Alunni, C., André, Y. (eds.), *op. cit.*, pp. 53-80.

<sup>44</sup> Enriques, F., *Problemi della scienza*, cit., p. 283 e, sul ruolo del limite di ogni teoria in chiave enriquesiana, cfr. Witkowski, L., *Le trasformazioni e le loro dominanti*, cit.

<sup>45</sup> Poincaré, H., *Il valore della scienza*, trad. it. di G. Ferraro, Bari, Dedalo, 1992, p. 149.

*punto di vista, che si prende arbitrariamente come universale[...]. Nelle ontologie della moderna Metafisica, ci è sempre un sistema di immagini, un modello, che può adattarsi, talvolta convenientemente, ad un qualche ordine di fatti reali, e che, ad ogni modo, promovendo associazioni nuove, può riuscire utile nello sviluppo della Scienza<sup>46</sup>.*

Ma ciò che preme di più ad Enriquez è l'importanza per ogni discorso sulla scienza accordata all'analisi delle trasformazioni dei concetti una volta acquisiti e a quello che chiama «l'incremento cognitivo progressivo» che essi determinano col «ricostruire le [loro] astrazioni generatrici»; questa operazione è ritenuta essenziale per capire le “differenze qualitative” tra i sistemi e per cogliere i “contenuti” dei singoli livelli del reale<sup>47</sup> e allontanare da essi quelle che Valéry chiamava “*rêveries* sostanzialiste”. Attraverso il peso ermeneutico assegnato ai processi di estensione e di approssimazione nell'ambito del pensiero fisico si mettono in evidenza le diversità concettuali tra i rami o diversi sistemi della meccanica, le discontinuità interne sino a considerare la stessa storia della fisica come un insieme di processi di auto-delimitazione dei “principi meccanici”; ma tali processi non avvengono solo all'interno di una scienza e delle sue varie e successive articolazioni, ma si verificano tra scienze con statuti epistemici diversi nelle loro connessioni teorico-sperimentali. Ad esempio, essi mettono in evidenza l'insufficienza e «l'irrelevanza della spiegazione meccanica in biologia» in quanto a loro volta «i problemi della vita si presenteranno come caso limite» della stessa fisica, anche se «la filosofia meccanica in una prima approssimazione» è servita a porre il problema della vita come «oggetto proprio di Scienza»<sup>48</sup>, come nel caso emblematico di Lazzaro Spallanzani. Man mano che i “principi della meccanica” si sono estesi ai fenomeni vitali è venuto fuori ed è emerso, proprio nel senso tipico del pensiero complesso, quello che Enriquez chiama «l'effetto complicatore», trascurato o scartato «in prima approssimazione»; ciò ha determinato una «veduta correttiva», ha allargato lo stesso modello di razionalità con «nuove idee ispiratrici», ha introdotto «differenze qualitative»<sup>49</sup> tra i livelli del pensiero scientifico da affrontare con specifiche metodologie arricchite dall'apporto concettuale del patrimonio teorico-sperimentale del passato da conglobare nel nuovo che viene a costituirsi ma con un diverso *esprit* nel senso bachelardiano del termine<sup>50</sup>. Con un simile approccio storico-epistemologico il matematico Enriquez si è avvicinato al variegato mondo della biologia, come anche della psicologia del suo tempo, e ha visto in esso l'emergere ed il costituirsi del secondo fondamentale libro della natura con una specificità tutta da chiarire e da comprendere per evitare i rischi da una parte di cadere in quello che chiama “particolarismo scientifico e dall'altra nelle visioni riduttive del pensiero

<sup>46</sup> Enriquez, F., *Problemi della scienza*, cit., pp. 28-29 (sottolineature dello stesso Enriquez).

<sup>47</sup> *Ivi*, pp. 317-318.

<sup>48</sup> *Ivi*, p. 333.

<sup>49</sup> *Ivi*, p. 334.

<sup>50</sup> Bachelard chiamerà questo processo cruciale del “nuovo spirito scientifico” «*synthèse transformante*», cfr. Bachelard, G., *L'activité rationaliste*, cit., p. 22. Ma nel capitolo VI della *Philosophie du non* aveva già parlato de «la valeur synthétique de la philosophie du non».

scientifico. Quasi come profeta della teoria generale dei sistemi e anzi come ha detto Giorgio Israel suo «antesignano»<sup>51</sup>, così Enriques scrive:

Quindi la veduta della filosofia meccanica viene modificata dai progressi della Biologia, la quale reagendo a sua volta sulla Fisica, ci prepara a comprendere una unificazione superiore, cioè un tipo di Scienza più perfetto e generale, che contenga le varie forme particolari separate dalle esigenze della Tecnica. Questo tipo superiore, adeguato ai vari domini del sapere, non è un rigido schema di disposizione dogmatica, e neppure una stratificazione di acquisti che si aggiungono semplicemente l'uno sull'altro [...]. Ora il confronto è interessante sotto due aspetti reciproci: soltanto dalla Fisica ci è dato trarre una veduta del grado di perfezione cui potranno tendere in avvenire le scienze della vita; ma la enorme complicazione di queste, e la instabilità che ne deriva nelle spiegazioni biologiche, ci rendono più chiaro il movimento della Scienza, che rispetto a taluni ordini di fenomeni fisici riesce visibile solo nei secoli. Giungiamo in tal modo a comprendere che la *conoscenza esatta* è soltanto una conoscenza *bene approssimata*, la quale potrà essere tenuta come soddisfacente soltanto per riguardo ad una certa cerchia di previsione, ma rispetto ad una cerchia più estesa dovrà subire tosto o tardi una correzione, ove si aggiungono le condizioni complicatrici trascurate<sup>52</sup>.

Per usare una sua stessa espressione, ad Enriques dunque “riesce visibile” il mondo della complessità già nei primi anni del '900 in un certo qual modo, senza aspettare gli ultimi decenni del secolo e tutto questo grazie all'“anima”, proprio nel senso del termine delineato da Schlick, intrinsecamente storica che ha saputo cogliere nei “fondi”<sup>53</sup> della scienza e che si è impegnato a fare emergere nelle sue diverse articolazioni epistemiche; ma il suo linguaggio della complessità, il dar voce a tale “eresia” nel senso di Valéry, è ancora inevitabilmente basato su intuizioni e anticipazioni solo abbozzate e nei suoi scritti come ad esempio termini come “complicazioni”, “effetti complicatori”, “condizioni complicatrici” sono rivelatori del fatto che il suo percorso, come lo ha definito il filosofo della ma-

<sup>51</sup> Israel, G., *Il positivismo critico di Federigo Enriques nella filosofia scientifica del Novecento*, in Pompeo Faracovi, O., Speranza, F. (eds.), *Federigo Enriques. Filosofia e storia del pensiero scientifico*, Livorno, Belforte Edizioni, 1998, p. 40.

<sup>52</sup> Enriques, F., *Problemi della scienza*, cit., p. 335. Come è stato segnalato in alcuni scritti su Enriques (cfr. Nastasi, T., *Federigo Enriques e la civetta di Atene*, Pisa, Plus Pisa Univ. Press, 2010), del resto egli vede già nei primi suoi studi e risultati scientifici di fine Ottocento una visione del corpus delle matematiche come un “organismo vivente” e accenna a studi matematici sul vivente stesso anticipando così un filone di indagine emerso negli ultimi decenni e per tutti cfr. Bailly, F., Longo, G., *Mathématiques et sciences de la nature. La singularité physique du vivant*, Paris, Hermann 2006. Boi, L., *Geometries of nature, Living Systems And Human Cognition*, Singapore, World Scientific, 2005 e *Morphologie de l'invisible*, Limoges, Presses univ. de Limoges, 2011. Si può dire, pertanto senza esagerare, che in Enriques si avverte la posta in gioco dell'impredicatività che, come matematico, ha tenuto presente anche se non l'ha formulata in maniera organica, ma era implicita nella sua idea di “approssimazione”; e l'impredicatività è in un certo qual modo la porta per la complessità.

<sup>53</sup> Cfr. Schlick, M., *Teoria generale della conoscenza* (1918), trad. it. di E. Palombi, Milano, Franco Angeli, 1986, p. 11; il termine “fondi” è del fisico matematico André Lichnerowicz che, nella sua *Leçon inaugurale* del 3 dicembre 1952 al Collège de France, ritiene Enriques una delle sue fonti di ispirazione e su questo anche Alunni, C., *Federigo Enriques passeur de culture* cit.

tematica svizzero Ferdinand Gonseth a proposito della capacità di intravedere un approccio alle matematiche diverso dalla filosofia della scienza *Standard*, è un «percorso a volo d'uccello»<sup>54</sup>, in grado di vedere e pensare situazioni teoriche che verranno a maturazione solo in seguito. Esempi di un tale percorso, come si è accennato all'inizio di questo nostro scritto, sono stati la necessità, avvertita insieme ad altre figure del panorama europeo, di un nuovo sapere specifico incentrato sulle “ragioni della scienza” studiata *iuxta propria principia*, la critica al convenzionalismo, la scienza come pensiero tout court e l'impegno per lo sviluppo della stessa storia delle scienze come sapere autonomo ma non separato dall'indagine epistemologica; questa è la ragione della sua “epistemologia dai fondamenti storici”, come la chiamerà in un congresso internazionale di Filosofia a Parigi nel 1937, dove per la prima volta furono rese note le tesi dei protagonisti del movimento neopositivista e di cui intravide alcuni punti critici poi non a caso evidenziati da Popper.

Ma, come in ogni percorso del genere di per sé teso comunque verso qualcosa di nuovo anche se non in possesso di alcuni requisiti che poi lo caratterizzeranno in modo più articolato, il termine “complessità” pur presente poche volte è scambiato con “complicazione”; tale termine ricorrente è più intriso delle potenzialità implicite nel concetto basilare di complessità visto come graduale percorso di sempre maggiore conoscenza delle leonardiane “infinite ragioni del reale” e foriero di un discorso “eretico” nel senso che ogni teoria ed ogni scienza, scoprendo al loro interno i rispettivi “limiti” grazie alla prospettiva storica, prendono atto della loro incompletezza strutturale e preparano così il terreno all'emergenza di ulteriori “effetti complicatori” da scandagliare con nuovi strumenti. Ne è esempio il fatto, che può a prima vista sembrare contraddittorio, che lo stesso Enriques, nella versione francese da lui direttamente fatta nel 1934 di *La signification de l'histoire de la pensée scientifique*, usi il termine *complexité*, del resto più presente nei dibattiti in area francofona mentre nella versione italiana usi “complicazione”<sup>55</sup>; ma tutto questo è proprio per designare il crescente processo storico di passaggio da una visione basata sulla “semplicità” dei fenomeni natu-

<sup>54</sup> Cfr. Gonseth, F. (ed.), *Entretiens de Zürich sur les fondements et la méthode des sciences mathématiques*, Zürich, Leeman, 1941, p. 59. Questo volume contiene gli atti di un convegno di matematici tenutosi nel 1938, dove Enriques tra varie difficoltà dovute alla sua origine ebraica riuscì ad andare ma senza fare una relazione ufficiale e a tale convegno fu pure invitato Kurt Gödel che declinò l'invito per la ritrosia allora come dopo ad impegnarsi in questioni filosofiche, poi presenti nel suo *Nachlass* da poco tempo a disposizione. Gonseth utilizzò tale espressione perché vedeva nelle osservazioni fatte da Enriques ai vari relatori e nelle opere precedenti, a partire dalle sue osservazioni critiche fatte prime alle posizioni convenzionaliste e poi in base alle riserve espresse nel Congrès de Philosophie Scientifique del 1937 nei confronti degli aderenti al Circolo di Vienna, una filosofia della matematica più vicina a quella implicita nei gödeliani teoremi di incompletezza, che furono oggetto in tale convegno di varie discussioni e su questo cfr. Castellana, M., *Un “percorso a volo d'uccello”: Federigo Enriques versus Kurt Gödel*, in Id., *Federigo Enriques*, cit., cap. IV.

<sup>55</sup> Forse questo si potrebbe interpretare come un indizio del ritardo sul piano teoretico della situazione italiana più in generale rispetto a quella francofona, la cui ricca letteratura epistemologica può spiegare questa differenza lessicale.

rali, tipica del Rinascimento anche se questa “semplicità” di ordine puramente metodologico va contestualizzata nel senso che servì per individuare alcuni dei loro punti essenziali, ad una visione successiva d’insieme determinata dalla presa d’atto della “solidarietà” nel senso di connessione in essi implicita che è la nuova “verità” da tenere presente:

Tout véritable savant sait a priori que ses conquêtes ne peuvent avoir qu’une validité provisoire et relative, parce qu’à l’idée, professée par les savants de la Renaissance, d’une nature essentiellement simple s’est substituée la notion de complexité infinie qui serait l’effet de la solidarité universelle entre tous les phénomènes. En présence de cet univers solidaire dont chaque fragment exprime l’ensemble, que peuvent valoir aujourd’hui les lois scientifiques et que devient l’idée même de la vérité<sup>56</sup>?

Ogni scienziato sa, a priori, che le sue conquiste non possono avere che un valore provvisorio e relativo, giacché alla concezione della semplicità della natura, che fu la fede scientifica del Rinascimento, è subentrata quella di una complicazione infinita, effetto della solidarietà universale di tutti i fenomeni. Davanti a questo universo solidale, di cui ogni frammento esprime l’intero, che cosa valgono ora le leggi scientifiche e dove va a finire il concetto stesso della verità<sup>57</sup>?

Il significato profondamente storico del pensiero scientifico e colto nel suo pieno spessore epistemico conduce a prendere atto, come nuovo punto di partenza di una “nuova scienza” e della sua conseguente epistemologia, dell’idea di complessità insita in ogni fenomeno da studiare, le cui connessioni interne una volta individuate determinano “effetti complicatori” negli stessi processi conoscitivi, dove ogni elemento precedentemente scartato, visto poi secondo un altro approccio, si rivela ricco di nuovi contenuti; essi vengono visti come esito della metabolizzazione del fatto che da ogni livello di conoscenza prodotto emerge in maniera imprevedibile un altro mondo più articolato che sconvolge i piani epistemici preesistenti e nello stesso tempo permettono di avere come “a priori” di base l’idea di “universo solidale” le cui leggi sono irriducibili alle leggi semplici-

<sup>56</sup> Enriques, F., *Signification de l’histoire de la pensée scientifique*, Paris, Hermann, 1934, p. 7. Per questo riteniamo ancora valide e pertinenti le indicazioni, già citate, di Hélène Metzger sulla “ricchezza concettuale” di tale opera da richiedere un commento quasi parola per parola, a partire dal titolo stesso. Inoltre, una storia critica della filosofia della scienza ci fornisce gli strumenti per non ritenere isolate le opere uscite in diversi contesti culturali, nello stesso periodo tra il 1934 ed il 1936, ma come indice di un diverso orientamento di pensiero epistemologico che si stava delineando quasi in maniera “laterale” per usare un’espressione di Gilles Châtelet (cfr. Châtelet, G., *Les enjeux du mobile. Mathématique, physique, philosophie*, Paris, Le Seuil, 1993). Accanto alla più famosa di Karl Popper *Logik der Forschung*, sono dunque da segnalare *Le nouvel esprit scientifique* di Bachelard, quest’opera di Enriques, *Genesi di un fatto scientifico* di Fleck, gli scritti di natura metodologica di Hélène Metzger poi raccolti nel 1987 col titolo *La méthode philosophique en histoire des sciences*, e *Les mathématiques et la réalité* di Ferdinand Gonseth. Questi lavori sono espressione di una stessa atmosfera culturale o meglio di altre “armonie nascoste della cultura europea tra scienza e filosofia” nel senso indicato da Alunni.

<sup>57</sup> Enriques, F., Metzger, H., *op. cit.*, 10. È da notare che nell’originale francese è più visibile il fatto del valore veritativo del concetto di ‘universo solidale’ da cui occorre ripartire, mentre nella versione italiana fatta dallo stesso Enriques questo risulta meno chiaro.

stiche e lineari del pensiero ad una dimensione che ha avuto solo il merito di istituire una “ragione”, ma si è trovato poi impotente rispetto alla presa d’atto delle “infinite ragioni del reale” e a quella che Enriques ha chiamato *complexité infinie* o “complicazione infinita”<sup>58</sup>. Nel suo percorso, dunque, tale idea o “eresia”, già presente in maniera germinale negli ultimi capitoli dei *Problemi della scienza* e poi meglio evidenziata nel periodo della maturità, è venuta a sedimentarsi epistemologicamente nell’idea strategica di “pensiero scientifico”, ha accompagnato in maniera latente le riflessioni sulle “ragioni della scienza” e sulle diverse “anime” che la compongono in quanto ritenute tutte connesse tra di loro e indispensabili per capirne le polifoniche articolazioni; a differenza di altri più noti filoni di pensiero epistemologico che si sono affannati a costruire “una” ragione forte ma nomotetica ed inevitabilmente di natura unilaterale, Enriques ha indirizzato tutto il suo sforzo teoretico verso il tema strategico dell’unità della scienza, comune ad altri percorsi di filosofia della scienza, ma lo ha orientato programmaticamente in senso storico e l’approccio storico di per sé dovunque riesce ad entrare apre la via alla complessità, magari in modo embrionale, ma decisivo come lo è stato per Bachelard e lo stesso Jean Piaget<sup>59</sup>.

Per questo ci sembra utile parafrasare una sua frase, più nota e commentata in area francofona sino a diventare il punto di partenza della prima opera di Gaston Bachelard *Essai sur la connaissance approchée* e scritta non a caso nel 1928 anno decisivo per la filosofia della scienza<sup>60</sup>; tale frase, che si potrebbe considerare senza esagerare un po’ il compendio della sua impresa epistemologica, è contenuta in *Scienza e razionalismo* del 1912 ed è utile per capire meglio i processi di auto-delimitazione interna ai sistemi, poi divenuta tematica centrale nell’epistemologia costruttivistica di Jean Piaget<sup>61</sup>: «Il valore obiettivo della razionalità del sapere consiste in ciò che il processo della Scienza è un processo di approssimazioni successive illimitatamente proseguibile»<sup>62</sup>.

<sup>58</sup> Sul dibattito complessità/complicazione, ancora oggetto di discussione, è tornato a parlare il matematico e biologo Robert Rosen (1934-1998) nel delineare una sua “via” della complessità e nel combatterne quelle che chiama “visioni quantitative” dei sistemi naturali complessi a cui appartengono gli organismi viventi. A questo riguardo cfr. Rosen, R., *Essays On life Itself*, New York, Columbia University Press, 2000, pp. 42-43, dove si parla espressamente di complessità/complicazione.

<sup>59</sup> A tale proposito va ricordato il fatto che il giovane Jean Piaget ha insegnato presso l’Università di Neuchâtel da una parte *Philosophie des sciences et de Psychologie* e dall’altra *Histoire de la pensée scientifique*.

<sup>60</sup> Cfr. Bachelard, G., *Essai sur la connaissance approchée*, Paris, Vrin, 1928. Ricordiamo che il 1928 vide la pubblicazione di un’opera fondamentale di Rudolf Carnap e del *Manifesto di filosofia scientifica* a cura dello stesso Carnap, Neurath e Hahn. Ancora da sottolineare è il fatto della completa mancanza nel panorama filosofico italiano del primo Novecento di un confronto con tali tesi enriquesiane, confronto che è avvenuto solo negli anni ’80 grazie alla cosiddetta “Enriques-Renaissance”.

<sup>61</sup> Su questo cfr. l’ancora importante volume di Bocchi, G., Ceruti, M., Fabbri-Montesano, D., Munari, A. (eds.), *L’altro Piaget. Strategie della genesi*, Milano, Emme Edizioni, 1983.

<sup>62</sup> Enriques, F., *Scienza e razionalismo*, cit., pp. 114-115.

Potremmo così tradurre, non tradendo il pensiero enriquesiano e sulla scia di Piaget che lo ha tenuto in debito conto: "il valore obiettivo della razionalità del sapere consiste in ciò che il processo della scienza è un processo di auto-delimitazioni successive illimitatamente proseguibile"<sup>63</sup>. L'invito di Enriques è quello dunque di prendersi in pieno carico la razionalità implicita nella visione storica della scienza dove la conoscenza prodotta dalle singole teorie è di per sé sempre *approchée*; e solo il processo continuo di tali "approssimazioni" ne garantisce i contenuti veritativi nel tempo dove ogni sistema teorico, nato per individuare una delle tante articolazioni del reale, delimita concettualmente un altro rendendolo un capitolo di un percorso più generale e nello stesso tempo, delimitandolo, lo rende più forte nel proprio campo nel ridefinirne limiti e specificità. In tale modo la stessa storia delle scienze si può considerarla come storia delle auto-delimitazioni concettuali che ogni scienza provoca nel momento in cui si sviluppa e nello stesso tempo la stessa storia specifica di una determinata scienza; non a caso Piaget, sulla scia di Enriques, dirà spesso in diverse sue opere con piena coscienza epistemica che «il vero progresso scientifico avviene all'incrocio (*au carrefour*) dei saperi»<sup>64</sup> e cioè quando una scienza prende coscienza dei suoi limiti intrinseci si incontra con le altre fecondandosi reciprocamente. In tal modo, con il tenere presente tale approdo enriquesiano, si evita quello che Mauro Ceruti ultimamente ha chiamato il virus dell'onniscienza con le sue tentazioni semplificatrici che spesso albergano tra le pieghe di certe interpretazioni della scienza e dei suoi operatori non a caso allergici alla riflessione epistemologica<sup>65</sup>.

In tali momenti strategici, divenuti ormai punti di forza sia del patrimonio scientifico che di quello epistemologico, si deve situare un sano lavoro di filosofia della scienza per evitare di fondare riduttivamente una scienza sull'altra e per non cadere in quell'infortunio tipico di certe sue tendenze che tendono a semplificare «quando invece il pensiero scientifico è più dinamico solo nei casi più complessi» e dove si assiste al fatto che una scienza «si complica nel suo progredire», come ha detto Gaston Bachelard nella sua ultima opera del 1953 *Le matérialisme rationnel*<sup>66</sup>; anche perché lì avvengono in maniera più strutturale quei decisivi passaggi che vanno da «teorie vere a teorie più vere» come ha chiarito Enriques in più occasioni<sup>67</sup> e poi, sulla sua scia Gaston Bachelard, in quanto li «si prolungano le verità di fatto in verità di diritto» col produrre ulteriori «sintesi del vero [...] aprendo la

<sup>63</sup> Piaget parla di "processi di delimitazioni concettuali" in diverse opere da Piaget, J., *Le scienze dell'uomo*, trad. it. di T. Achilli, Bari, Laterza, 1997, p. 31 a Id., *Saggezza e illusioni della filosofia*, trad. it. di A. Munari, Torino, Einaudi, 1969, cap. II e in Id., *Psychologie et épistémologie*, Paris, Gontier-Denoël, 1970, *passim*. In queste due ultime opere, come in *La pensée mathématique*, la presenza di Enriques è costante sino a considerare il suo «metodo storico-critico uno dei metodi oggi a disposizione della epistemologia scientifica», come in Id., *Saggezza e illusioni*, cit., p. 88.

<sup>64</sup> Piaget, J., *Psychologie et épistémologie*, cit., p. 78.

<sup>65</sup> Cfr. Ceruti, M., *La fine dell'onniscienza*, Roma, Studium, 2014.

<sup>66</sup> Bachelard, G., *Le matérialisme rationnel*, Paris, Puf, 1963, p. 134.

<sup>67</sup> In particolar modo in una delle pagine meno note, cfr. Enriques, F., *Per la storia della logica*, cit., p. 283.

strada ad altre scoperte»<sup>68</sup>. Tutto questo significa entrare, come ha fatto Enriques in punta di piedi ed in senso quasi da pensiero laterale, nel mondo della complessità e di individuarne alcune “ragioni” ma solo dopo aver metabolizzato a tutti i livelli quella che lo storico Yehuda Elkana, grazie ai suoi studi su Galilei e la scienza moderna, ha chiamato «rivoluzione nella riflessività»<sup>69</sup>. Così le indicazioni di Paul Valéry sulle comuni “eresie” intraviste nell’analisi della struttura della *connaissance mathématique*, quelle di Piaget sul lavoro scientifico inteso in maniera strutturale come frutto del suo continuo essere al *carrefour* di diversi settori, se abbinare con quelle di Gilles Châtelet di pensiero laterale e di Elkana, non solo possono servire a meglio chiarire l’esito del percorso di Enriques nei lidi della complessità sia pure agli arbori, ma possono essere anche interpretate, per usare una sua espressione, come frutto del fatto che pure in periodi e con fini diversi sono stati dei “fratelli spirituali” nel cogliere le varie “anime” della scienza e le sue ulteriori “ragioni” senza cadere in posizioni unilaterali e ad una dimensione, con insieme la necessità di cambiare nello stesso tempo modo di conoscere<sup>70</sup>.

Mario Castellana  
Università del Salento  
mario.castellana@unisalento.it

<sup>68</sup> Bachelard, G., *Le matérialisme rationnel*, cit., p. 224. Da tenere presente che questa è l’ultima pagina di tale opera, ma sembra il lascito spirituale che egli assegna ai futuri filosofi della scienza invitati a riflettere su quello che chiama nella stessa pagina la posta in gioco « *du doublet du véritable et du véridique* » *ibidem*, (sottolineatura dello stesso Bachelard). Riteniamo tale esito frutto di una ulteriore “armonia nascosta” e del loro essere “fratelli spirituali” o “cuori italo-francesi” sulla scia di Alunni.

<sup>69</sup> Elkana, Y., *La rivoluzione scientifica come rivoluzione nella riflessività*, in La Vergata, A., Pagnini, A. (eds.), *Storia della filosofia. Storia della scienza. Studi in onore di Paolo Rossi*, Firenze, La Nuova Italia, 1995, pp. 23-36. Alla luce di tale importante punto di vista di Elkana, acquistano più senso i risultati ottenuti in campo storico-epistemologico da Enriques, frutto di una continua riflessione sui “significati qualitativi discontinui” intravisti nelle scienze a partire dalle matematiche.

<sup>70</sup> Non è un caso, dunque, che esponenti del pensiero complesso degli ultimi anni, pur da contesti diversi, da Robert Rosen a Edgar Morin e Mauro Ceruti stiano insistendo su una strutturale “riforma del pensiero”, su cui ha insistito lo stesso Enriques in *Insegnamento dinamico* e con più vigore Gaston Bachelard; fare i conti con la complessità significa cambiare direzione, elaborare nuove strategie conoscitive ed operare diverse “rottture epistemologiche”, consci sulla scia di Leonardo da Vinci che ontologia ed epistemologia non possono coincidere; e in tale percorso non mancano diversi “ostacoli epistemologici” che si frappongono inevitabilmente. Così acquistano più senso le stesse idee di Bachelard di *surrationalisme* o *rationalisme du complexe* e di *raison surrationnelle*, vera e propria *raison complexe* e con Alunni si può dire che questo esito è un altro non secondario suo *spectre* con cui fare i conti; e ancora oggi può essere utile confrontarsi con tale forma di “razionalismo del complesso”, dato che da più parti si aggirano, come dice Mauro Ceruti, visioni riduttivistiche o “quantitative” della complessità che la rendono una soluzione o semplice ricetta, quando essa è un “problema”, sia nel senso avanzato prima da Enriques e poi ultimamente da Morin, da metabolizzare continuamente sul piano epistemico.

## Bibliografia

- Alunni, C., André, Y. (eds.), *Federigo Enriques o le armonie nascoste della cultura europea. Tra scienza e filosofia*, Pisa, Edizioni della Normale, 2015.
- Alunni, C. (ed.), *Philosophie et mathématiques*, “Revue de Synthèse”, Vol. 136, n°1-2, 2015, pp. 1-8.
- Alunni, C., André, Y., Paoletti, C. (eds.), *Philosophie contemporaine des mathématiciens: Évariste Galois, Gian-Carlo Rota, Gilles Châtelet*, “Revue de Synthèse”, t. 138, n. 1-4, 2017.
- Alunni, C., *Spectres de Bachelard. Gaston Bachelard et l'école surrationaliste*, Paris, Hermann, 2019.
- Alunni, C., *Federigo Enriques passeur de culture*, «Bollettino della società filosofica italiana», n°3, 2021, pp. 45-57.
- Bachelard, G., *Saggio sulla conoscenza approssimata*, tr. it di E. Castelli Gattinara, Milano-Udine, Mimesis, 2018 [*Essai sur la connaissance approchée*, Paris, Vrin, 1928].
- Bachelard, G., *Il nuovo spirito scientifico*, tr. it di A. Allison, Milano-Udine, Mimesis, 2018 [*Le nouvel esprit scientifique*, Paris, Puf, 1934].
- Bachelard, G., *La formazione dello spirito scientifico. Contributo a una psicoanalisi della conoscenza oggettiva*, tr. it. di E. Castelli Gattinara, Milano, Cortina, 1995 [*La formation de l'esprit scientifique*, Paris, Vrin, 1938].
- Bachelard, G., *La filosofia del no. Saggio di una filosofia del nuovo spirito scientifico*, tr. it. di G. Quarta, Roma, Armando, 1998 [*La philosophie du non. Pour une philosophie du nouvel esprit scientifique*, Paris, Puf, 1940].
- Bachelard, G., *L'attività razionalista della fisica contemporanea*, a cura di F. Bonicalzi, tr. it. di C. Maggioni, Milano, JacaBook, 2020 [*L'activité rationaliste de la physique contemporaine*, Paris, Puf, 1953].
- Bachelard, G., *Il materialismo razionale*, tr. it. di L. Semerari, Bari, Dedalo 1975 [*Le matérialisme rationnel*, Paris, Puf, 1953].
- Bailly, F., Longo, G., *Mathématiques et sciences de la nature. La singularité physique du vivant*, Paris, Hermann, 2006.
- Bellon, E., *Il mondo di carta. Ricerche sulla seconda rivoluzione scientifica*, Milano, Mondadori, 1976.
- Bocchi, G., Ceruti, M., Fabbri-Montesano, D., Munari, A. (eds), *L'altro Piaget. Strategie della genesi*, Milano, Emme Ed., 1983.
- Boi, L., *Geometries of nature, Living Systems And Human Cognition*, Singapore, World Scientific, 2005.
- Boi, L., *Morphologie de l'invisible*, Limoges, Presses univ. de Limoges, 2011.
- Boltzmann, L., *Über die Methoden der theoretischen Physik*, in Id., *Populäre Schriften*, Leipzig, J. A. Barth, 1905, pp. 1-10.
- Bordoni, S., *When Historiography met Epistemology. Sophisticated Histories and Philosophies of Science in French-speaking Countries in the Second Half of the Nineteenth Century*, Leyde/Boston, Ed. Brill, 2017.
- Bourbaki, N., *Éléments d'histoire des mathématiques*, Paris, Hermann, 1967.
- Boutroux, È., *Congrès International de Philosophie Mathématique*, “Revue de Métaphysique et de Morale”, Vol. XXII, n°5, 1914, pp. 571-580.
- Brenner, A., *Les origines françaises de la philosophie des sciences*, Paris, Puf, 2003.
- Brenner, A., Petit, A. (eds.), *Science, histoire et philosophie selon Gaston Milhaud. La constitution d'un champ disciplinaire sous la Troisième République*, Paris, Vuibert, 2009.
- Brenner, A. (ed.), *Les textes fondateurs de l'épistémologie française*, Paris, Hermann, 2015.
- Brunschvicg, L., *Les étapes de la philosophie mathématique*, Paris, Blanchard, 1974.
- Castellana, M., *Il surrazionalismo di Gaston Bachelard (1974)*, ora in Id., *Il surrazionalismo di Gaston Bachelard con due saggi inediti*, a cura di P. Console, Lecce, Milella, 2021.
- Castellana, M., *Razionalismi senza dogmi. Per una epistemologia della fisica-matematica*, Soveria Mannelli, Rubbettino, 2004.
- Castellana, M., *Il tetraedro storico-epistemologico*, in Enriques, F., Metzger, H., *Storia e struttura del pensiero scientifico*, a cura di M. Castellana, Manduria, Barbieri-Selvaggi, 2014, pp. 117-145.

- Castellana, M., *Su alcune armonie nascoste in Federigo Enriques: continuità/discontinuità*, in Alunni, C., André, Y. (eds.), *Federigo Enriques o le armonie nascoste della cultura europea. Tra scienza e filosofia*, Pisa, Edizioni della Normale, 2015, pp.53-80.
- Castellana, M., *Dal metodo storico-critico all'epistemologia genetica: Federigo Enriques e Jean Piaget*, postfazione a Piaget, J., *L'epistemologia genetica*, trad. it di F. Martinelli, Roma, Studium, 2016, pp. 173-201.
- Castellana, M., «*Sur une petite phrase de Riemann*». *Aspect du débat français autour de la «Reasonable Effectiveness of Mathematics»*, «Revue de Synthèse», Vol. 138, n°1-4, 2017, pp. 195-229.
- Castellana, M., *Alle origini della "nuova epistemologia". Il Congrès Descartes del 1937 (1992)*, ora in Id., *Federigo Enriques e la "nuova epistemologia"*, Lecce-Brescia, Pensa Multimedia, «Pensée des sciences», 2019.
- Castellana, M., *Federigo Enriques e la «nuova epistemologia»*, Lecce-Brescia, Pensa Multimedia, «Pensée des Sciences», 2019.
- Castellana, M., *L'impianto storico-epistemologico delle Voci*, in Castellana, M., Pompeo Faracovi, O. (eds.), *Oltre la matematica. Federigo Enriques e le Voci dell'«Enciclopedia Italiana»*, Roma, Treccani, 2019, pp. 3-12.
- Castellana, M., *Il contributo di Maximilien Winter alla «critique des sciences»*, in Winter, M., *Il metodo storico-critico per una nuova filosofia delle matematiche*, trad. it. di M. Castellana, Milano, Meltemi, 2020, pp. 9-85.
- Castellana, M., *Hélène Metzger : la grande oubliée de la pensée française au XXe siècle entre histoire et philosophie des sciences*, in Metzger, H., *Attraction universelle et religion naturelle chez quelques commentateurs anglais de Newton (1938)*, Paris, Hermann, 2020, pp. 297-338.
- Castellana, M., *Il dibattito in area francofona sul pensiero matematico e Kurt Gödel*, Roma, Studium, 2021.
- Ceruti, M., *La fine dell'onniscienza*, Roma, Studium, 2014.
- Cesi, F., *Il natural desiderio di sapere*, a cura di C. Vinti e A. Allegra, Città del Vaticano, Pontificia Accademia Scientiarum, 2003.
- Châtelet, G., *Les enjeux du mobile. Mathématique, physique, philosophie*, Paris, Seuil, 1993.
- Cournot, A. A., *Essai sur les fondements de nos connaissances et sur les caractères de la critique philosophique*, Paris, Hachette, 1851, voll. I-II.
- D'Agostino, S., *A History of the Ideas of Theoretical Physics. Essays on the Nineteenth and Twentieth Century Physics*, Dordrecht, Kluwer Academic, 2000.
- Da Vinci L., *L'uomo e la natura*, a cura di M. De Micheli, Milano, Feltrinelli, 1982.
- Elkana, Y., *La rivoluzione scientifica come rivoluzione nella riflessività*, in La Vergata, A., Pagnini, A. (eds), *Storia della filosofia. Storia della scienza. Studi in onore di Paolo Rossi*, Firenze, La Nuova Italia, 1995, pp. 23-36.
- Enriques, F., *Un convegno di matematici e di filosofi*, "Il Marzocco", a. XIX, 8 marzo 1914, p. 2.
- Enriques, F., *Lezioni sulla teoria geometrica delle equazioni e delle funzioni algebriche*, Bologna, Zanichelli, 1915-1934, Voll. 1-4.
- Enriques, F., *Per la storia della logica*, Bologna, Zanichelli, 1922.
- Enriques, F., *Insegnamento dinamico*, "Periodico di Matematiche", s. IV, Vol. I., 1921, pp. 6-16.
- Enriques, F., *Storia del pensiero scientifico*, Bologna, Zanichelli, 1932.
- Enriques, F., *La signification de l'histoire de la pensée scientifique*, Paris, Hermann, 1934.
- Enriques, F., *Signification de l'histoire de la pensée scientifique*, "Bulletin de la Société Française de Philosophie", Vol. XXXIV, 1934, pp. 73-104.
- Enriques, F., *Introduzione a Galilei, G., Dialogo dei massimi sistemi*, Roma, Sandron, 1945.
- Enriques, F., *Problemi della scienza (1906)*, Bologna, Zanichelli, 1985.
- Enriques, F., Metzger, H., *Storia e struttura del pensiero scientifico*, a cura di M. Castellana, Manduria, Barbieri-Selvaggi, 2014.
- Geymonat, L., *Filosofia e filosofia della scienza*, Milano, Feltrinelli, 1960.
- Gonseth, F., *Entretiens de Zürich sur les fondements et la méthode des sciences mathématiques*, Zürich, Leeman, 1941.

- Israel, G., *Il positivismo critico di Federico Enriques nella filosofia scientifica del Novecento*, in Pompeo Faracovi, O., Speranza, F. (eds.), *Federigo Enriques. Filosofia e storia del pensiero scientifico*, Livorno, Books & Company, 1998, pp. 19-44.
- Lecourt, D., *La philosophie dans les sciences*, "Revue de Synthèse", Vol. 126, n°2, 2005, pp. 451-455.
- Lichnerowicz, A., *Leçon inaugurale faite le 3 décembre 1952*, Collège de France, Chaire de Physique mathématique, 1953.
- Longo, G., *Géométrie et cognition*, "Revue de Synthèse", Vol. 124, 2003.
- Metzger, H., *Les concepts scientifiques*, Paris, Alcan, 1926.
- Metzger, H., *Il metodo in storia delle scienze secondo Federigo Enriques (1935)*, in Id., *Il metodo filosofico nella storia delle scienze*, a cura di M. Castellana, Manduria, Barbieri-Selvaggi, 2009, pp. 147-153.
- Morin, E., *Le vie della complessità*, in Bocchi, G., Ceruti, M. (eds.), *La sfida della complessità*, Milano, Feltrinelli, 1985, pp. 49-60.
- Morin, E., *Introduction à la pensée complexe*, Paris, Seuil, 2005.
- Nastase, T., *Federigo Enriques e la civetta di Atene*, Pisa, Plus Pisa Univ. Press, 2010.
- Patras, F., *La pensée mathématique contemporaine*, Paris, Puf, 2001.
- Piaget, J., *Saggezza e illusioni della filosofia*, trad. it. di A. Munari, Torino, Einaudi, 1969.
- Piaget, J., *Psychologie et épistémologie. Pour une théorie de la connaissance*, Paris, Gontier-De-noël, 1970.
- Piaget, J., *Le scienze dell'uomo*, trad. it. di T. Achilli, Bari, Laterza, 1997.
- Piaget, J., *L'epistemologia genetica*, trad. it. di F. Martinelli, Roma, Studium, 2016.
- Poincaré, H., *Il valore della scienza*, trad. it. di G. Ferraro, Bari, Dedalo, 1992.
- Poincaré, H., *Scienza e metodo*, trad. it. di C. Bartocci, Torino, Einaudi, 1997.
- Polizzi, G., *Forme di sapere e ipotesi di traduzione. Materiali per una storia dell'epistemologia francese*, Milano, Franco Angeli, 1984.
- Polizzi, G., «*À toute fissure de compréhension s'introduit la production de son esprit*». *Il Leonardo di Valéry tra filosofia e scienza*, in Nanni, R., Sanna, A. (eds.), *Leonardo da Vinci. Interpretazioni e rifrazioni tra Giambattista Venturi e Paul Valéry*, Firenze, Olschki, 2012, pp. 125-154.
- Pont, J. C., Freland, L., Padovani, F., Slavinskaia, L.(eds.), *Pour comprendre le XIXe siècle. Histoire et philosophie des sciences à la fin du siècle*, Firenze, Olschki, 2007.
- Pont, J. C., *De l'absolu au relatif, destin du XIXe siècle*, in Pont, J. C., Freland, L., Padovani, F., Slavinskaia, L.(eds.), *Pour comprendre le XIXe siècle. Histoire et philosophie des sciences à la fin du siècle*, Firenze, Olschki, 2007, pp. IX-XLVIII.
- Reale, G., Antiseri, D., *Quale ragione?*, Milano, Cortina, 2001.
- Rosen, R., *Essays on Life Itself*, New York, Columbia University Press, 2000.
- Scarantino, L. M., *Federigo Enriques e l'Istituto Internazionale di Cooperazione Intellettuale*, in Pompeo Faracovi, O., Scarantino, L. M. (eds.), *Federigo Enriques. Matematiche e filosofia. Lettere inedite. Bibliografia degli scritti*, Livorno, Belforte, 2001, pp. 45-52.
- Schlick, M., *Teoria generale della conoscenza (1918)*, trad. it. a cura di E. Palombi, Milano, Franco Angeli, 1986.
- Toth, I., «*Come diceva Filolao il Pitagorico...*». *Filosofia, geometria, libertà*, in Pompeo Faracovi, O., Scarantino, L. M., *Federigo Enriques. Matematiche e filosofia. Lettere inedite. Bibliografia degli scritti*, Livorno, Belforte, 2001, pp. 52-83.
- Vaihinger, H., *La filosofia del come se*, trad. it. di F. Voltaggio, Roma, Ubaldini, 1967.
- Valéry, P., *Introduction à la méthode de Léonard*, in Id., *Ceuvres*, a cura di J. Hytier, Paris, Gallimard, 1957-60, voll. I-II.
- Vogel, C. (ed.), *Valéry et Léonard : le drâme d'une rencontre. Génèse de l'Introduction à la méthode de Léonard*, Frankfurt am Maine, Peter Lang, 2007.
- Winter, M., *Il metodo storico-critico per una nuova filosofia delle matematiche*, trad. it. di M. Castellana, Milano, Meltemi, 2020.
- Witkowski, L., *Il caso Enriques (alle radici del neorazionalismo e della strategia genetica nell'epistemologia del '900)*, "Annali della Facoltà di Lettere e Filosofia dell'Università degli Studi di Perugia", Vol. XXIII, 1985/86, pp. 101-126.

- Witkowski, L., *The Philosophy of Science in Italy and the critical rationalism in Europe*, in Minazzi, F., Zanzi, L. (eds.), *La scienza tra filosofia e storia in Italia nel Novecento*, Roma, Istituto Poligrafico Zecca dello Stato, 1987, pp. 385-421.
- Witkowski, L., *Le trasformazioni e le loro dominanti tra dinamica e struttura delle processualità*, "Idee", nuova serie, n. 1-2, 2021, pp. 219-246.
- Zalamea, F., *Philosophie synthétique de la mathématique contemporaine*, tr. fr. di C. Alunni, Paris, Hermann, 2018 [*Synthetic Philosophy of Contemporary Mathematics*, Falmouth-New York, Urbanomic-Sequence, 2012]