

# *Federigo Enriques: tra filosofia e matematica*

Parte III

Luca Nicotra \*

DOI:10.30449/AS.v7n13.111

Ricevuto 05-05-2020 Approvato 28-05-2020 Pubblicato 15-06-2020

*La seconda parte di questo articolo è stata pubblicata in «ArteScienza» N.12.*



**Sunto:** *Federigo Enriques è stato una delle figure di primo piano nel panorama culturale, non soltanto italiano ma anche europeo, della prima metà del secolo XX. Matematico, filosofo e storico della scienza, grande didatta ha lasciato in ciascuno di questi campi opere che - come disse Guido Castelnuovo - «basterebbero da sole a riempire ed illustrare l'intera vita di uno scienziato». La letteratura su Federigo Enriques è immensa. Qui si vuole tratteggiare la sua figura di intellettuale a tutto campo, ponendo in evidenza la straordinaria varietà dei suoi interessi culturali, che ne fanno uno dei più notevoli riferimenti per il superamento delle barriere fra le cosiddette due culture, sempre unite nel pensiero dell'Enriques.*

**Parole Chiave:** filosofia della scienza, Scientia, storia della scienza, razionalismo critico, principi della geometria, psicologia fisiologica.

**Abstract:** *Federigo Enriques was one of the leading figures in the cultural landscape, not only Italian but also European, of the first half of the twentieth century. Mathematician,*

---

\* Direttore responsabile di «ArteScienza», del «Bollettino di Filosofia delle Scienze Umane» e del «Periodico di Matematica».Ingegnere e giornalista, presidente dell'Associazione culturale "Arte e Scienza", accademico onorario della Nuova Accademia Piceno Aprutina dei Velati e dell'Accademia di Filosofia delle Scienze Umane; luca.nicotra1949@gmail.com.

*philosopher and historian of science, great teacher has left in each of these fields works that - as Guido Castelnuovo said - "alone would be enough to fill and illustrate the entire life of a scientist". The literature on Federigo Enriques is immense. Here we want to outline his intellectual figure in all areas, highlighting the extraordinary variety of his cultural interests, which make him one of the most remarkable references for overcoming the barriers between the so-called two cultures, always united in the thought of Enriques.*

**Keyword:** philosophy of science, Scientia, history of science, critical rationalism, principles of geometry, physiological psychology.

**Citazione:** Nicotra L., *Federigo Enriques: tra filosofia e matematica. Parte III*, «ArteScienza», Anno VII, N. 13, pp. 5-52, DOI:10.30449/AS.v7n13.111.

## 8 - Federigo Enriques e la filosofia

### 8.1 - La mancata affermazione in Italia come filosofo

Nel 1906 Abramo Giulio Umberto Federigo Enriques (questo il nome completo) fonda la Società Filosofica Italiana (SFI) e ne diviene presidente, mantenendo la carica fino al 1913. Una iniziativa che nessun altro filosofo italiano aveva preso. Dal 31 agosto al 5 settembre 1908, ad Heidelberg in Germania, partecipa attivamente, anche in qualità di presidente della SFI, al III Congresso Internazionale di Filosofia e ivi riceve l'incarico di organizzare e assumere la presidenza del IV Congresso che, in occasione del cinquantenario dell'unità d'Italia, si terrà a Bologna nel 1911. Già questo basterebbe per riconoscergli un posto di primaria importanza non solo nella scena della filosofia italiana ma anche in quella internazionale. Inoltre, la sua polemica con gli idealisti italiani, e proprio con i loro capiscuola, Benedetto Croce e Giovanni Gentile, ebbe una larga eco anche sulla stampa nazionale. Eppure Federigo Enriques, in Italia, non ha goduto, come avrebbe meritato, di grande notorietà come filosofo. Per quali motivi?

Uno dei motivi è certamente il successo incontrastato, in Italia,

dello storicismo assoluto di Benedetto Croce<sup>38</sup> e dell'attualismo di Giovanni Gentile,<sup>39</sup> che comportarono la scomparsa del positivismo dalla scena filosofica italiana. Enriques, fin da giovane, si richiamò energicamente e chiaramente al positivismo, ma con critiche tali da non poterlo più inserire pienamente in quel movimento di pensiero filosofico. Ma le critiche di Enriques al positivismo classico non furono evidentemente comprese a fondo e la sua filosofia fu superficialmente marchiata come positivista, in antitesi con l'idealismo imperante in Italia e destinata quindi a rimanere sommersa, anche per l'appoggio del regime fascista all'idealismo gentiliano.

La polemica fra Enriques e gli idealisti italiani iniziò nel 1908 con Gentile, a seguito della sua severa critica ai *Problemi della scienza* apparsa in «La Critica» (n. 6, p. 430 e succ.), nella quale il filosofo siciliano negava alla filosofia della scienza di Enriques il valore di una vera filosofia. Divenne più aspra con il successivo intervento di Croce nella sua intervista rilasciata a Guido De Ruggiero in treno il 6 aprile 1911, di ritorno a Napoli dopo l'apertura del IV Congresso Internazionale di Filosofia di Bologna e poi ripubblicata in "Il Giornale d'Italia" il 16 aprile, poi riedita da Croce in *Pagine sparse*, 1° vol., *Letteratura e cultura*, 2a edizione del 1960 interamente riveduta, pp. 342-349. Croce, a differenza di Gentile, negava ogni valore conoscitivo alla scienza, considerata insieme di "pseudo-concetti", riconoscendole soltanto una utilità pratica. Posizione in netto contrasto quindi con

---

38 Il termine "storicismo assoluto" fu introdotto da Benedetto Croce in sostituzione dell'altro "idealismo" da lui stesso dato inizialmente. In sintesi, è il ruolo totalizzante della storia che fa coincidere il progresso della realtà con la storiografia e quindi con la filosofia, unica vera porta per la conoscenza assoluta («la vita e la realtà è storia e nient'altro che storia» Benedetto Croce, *La storia come pensiero e come azione*, a cura di M. Conforti, 2002, p.59).

39 Dalla voce "attualismo" dell'Enciclopedia Treccani on line: «Il nome di a. (o di idealismo attuale) deriva dal ridurre tutta la realtà a spirito (spiritualismo assoluto) e dall'intendere lo spirito come 'atto' non nel senso aristotelico di realtà che è già tutto quello che può essere nella sua perfezione (*actum*), ma all'opposto nel senso di *actus*, o realtà che è in quanto si fa. Atto è la stessa autocoscienza come processo pratico e teorico insieme di fondazione. Nella scuola attualistica si distingue un'ala sinistra, antimetafisica e antiteologica, e un'ala destra, tendente a conciliare l'a. con la trascendenza teistica». (<http://www.treccani.it/enciclopedia/attualismo/>). La realtà, per Gentile, è l'atto puro del pensiero nel momento che pensa. «Il pensiero, sì, è la realtà, il mondo» (Giovanni Gentile, *Filosofia dell'arte*, Firenze, Sansoni, 1937, p. 373). Non i singoli enti pensati, ma l'atto pensante che sta a monte di essi rappresenta l'unica realtà per l'attualismo gentiliano.

quella di Enriques. La polemica degenerò poi ben presto in attacchi personali di cattivo gusto e «si protrasse con decrescente intensità fino al 1912 senza conclusioni definite. Tuttavia, l'autorità del Croce ebbe l'effetto pratico di far schierare gran parte degli ambienti filosofici e culturali su posizioni ostili all'Enriques, per cui la fine della polemica venne comunemente recepita come una 'sconfitta' dell'Enriques.» (Israel, 1993).

L'incomprensione del pensiero filosofico dell'Enriques da parte dell'*establishment* culturale italiano della prima metà del Novecento è una chiara manifestazione di quello iato fra cultura umanistica e cultura scientifica che, qualche decennio dopo, sarà stigmatizzato dal fisico-scrittore inglese Sir Charles Peirce Snow nella sua celebre conferenza *Le due culture*, tenuta all'Università di Cambridge il 7 maggio 1959 e poi ripubblicata, con qualche aggiunta, nel volumetto dello stesso titolo nel 1963.

Altri motivi della mancata affermazione in Italia di Enriques come filosofo sono stati ipotizzati da Ludovico Geymonat. Uno sarebbe l'incomprensione da parte dell'Enriques dell'importanza che andavano sempre più assumendo la moderna logica matematica e il formalismo matematico:

Purtroppo erano parecchi in quegli anni i matematici, in Italia e non solo in Italia, che guardavano con forte sospetto alle ricerche di logica; ma certo fu particolarmente grave che questo atteggiamento fosse condiviso anche da uno studioso come Enriques che non voleva essere e non era un puro tecnico della scienza. Esso finì per gettare un notevole discredito, fra i «matematici puri», nei riguardi dei matematici che si occupavano anche di altri problemi (logici, storici o filosofici). [...] l'accennata chiusura nei riguardi della logica ha notevolmente indebolito la presa di posizione a favore del razionalismo, sembrando per lo meno singolare la pretesa di difendere, nel nostro secolo, i diritti della ragione senza basare questa difesa sul pieno riconoscimento dei meriti acquisiti in questo campo dalle più raffinate ricerche logico-formali. (Geymonat, 1976, pp. 690-691).

## 8.2 - Opere filosofiche

Numerose sono le opere che Enriques dedicò alla filosofia.

Fra gli articoli ricordiamo in particolare: *Razionalismo e storicismo* in «Scientia» V (1909); *La filosofia positiva e la classificazione delle scienze* in «Scientia» VII (1910); *Il pragmatismo* in «Scientia» VIII (1910); *Matematiche e teoria della conoscenza* in «Scientia» XI (1912); *Razionalismo e misticismo* in «Rivista di Filosofia» XII (1920); *La teoria della conoscenza scientifica nei suoi sviluppi da Kant ad oggi* in «Atti della Società Italiana per il Progresso delle Scienze», V, (1936).

Fra i libri: *Problemi della scienza* (1906), *Scienza e razionalismo* (1912); *Per la storia della logica. I principi e l'ordine della scienza nel concetto dei pensatori matematici* (1922); *Storia del pensiero scientifico, Vol. 1, Il Mondo Antico* (1932) scritto con Giorgio de Santillana; *Compendio di storia del pensiero scientifico*, ancora in collaborazione con Giorgio de Santillana (1937); *Signification de l'histoire de la pensée scientifique* (Hermann, Paris, 1934) tradotto in italiano nel 1936 con il titolo *Il significato della storia del pensiero scientifico* (1936); *Causalité et déterminisme dans la philosophie et l'histoire des sciences* (Paris, Hermann, 1941), tradotto in italiano con il titolo *Causalità e determinismo nella filosofia e nella storia della scienza* (1945); *Le dottrine di Democrito d'Abdera. Testi e commenti*, (1948) opera postuma a cura di M. Mazziotti.

Fra queste le opere che contengono maggiormente le sue riflessioni filosofiche originali sono: *Problemi della scienza*; *Scienza e razionalismo*; *Il significato della storia del pensiero scientifico*; *Causalità e determinismo nella filosofia e nella storia della scienza*.



**Fig. 31- Federigo Enriques, *Problemi della Scienza*, Bologna, Zanichelli, 1a edizione 1906.**

### 8.3 - Motivi di dissenso con il positivismo

Si è detto precedentemente che la filosofia di Enriques fu erroneamente identificata dagli idealisti italiani con il positivismo ottocentesco.

In comune con il positivismo, Enriques ebbe l'assegnazione alla scienza di un posto di primaria importanza nella teoria della conoscenza, ma ne differiva profondamente per il riconoscimento del pieno valore teoretico della scienza.

Anzitutto contestò, in tutti i suoi scritti filosofici, il valore assoluto conferito alla scienza dai positivisti. Per Enriques, al contrario, le conoscenze scientifiche non sono assolute ma relative, concetto da lui insistentemente ripetuto in molti suoi scritti: «... la scienza è essenzialmente relativa» (Enriques, 1912 a, p. 107). La scienza, per Enriques, è relativa in quanto sempre approssimata e quindi mai conclusa, una costruzione in continuo divenire e perfezionarsi:

... la scienza è un processo di approssimazioni successive che prolunga indefinitamente le sue radici nelle induzioni inconscie della vita comune, e spinge sempre più in alto i suoi rami, toccando ad un sapere ognora più vasto, più certo e più preciso (Enriques, 1912 a, p. 21).

Il pensiero di Enriques è in questo caso in pieno accordo con quanto affermava Henri Poincaré in *La science et l'hypothèse (La scienza e l'ipotesi)* del 1902:

Ciascun secolo si è riso del precedente, accusandolo di avere generalizzato troppo presto e troppo ingenuamente. Cartesio compativa gli ionici; egli, a sua volta, ci ha fatto sorridere; senza dubbio i nostri figli un giorno rideranno di noi (Poincaré, 1950, p. 137).

La scienza è relativa anche perché i suoi acquisti ne presuppongono altri precedenti:

La scienza oltrechè approssimata è anche relativa. Ciò implica che il significato di un fatto scientifico deve subordinarsi in ogni istante all'insieme di tutte le conoscenze acquisite. Appunto perché

tutto è relativo non è lecito prendere alcun fatto o principio come isolato, nè stabilire una gerarchia assoluta delle conoscenze che ponga un sapere primitivo ed indipendente dallo sviluppo del sapere considerato nel suo complesso (Enriques, 1912 a, p. 20).

Conseguenza del carattere relativo della scienza è la critica mossa da Enriques alla classificazione assoluta delle scienze enunciata dai positivisti Auguste Comte e Antoine Augustin Cournot, fondata invece sulla convinzione del valore assoluto della conoscenza scientifica.

Al positivismo, inoltre, Enriques contestava il fatto di limitarsi a spiegare il “come” un fenomeno avviene senza cercarne il “perché”:

... le ipotesi e le rappresentazioni immaginative conducono al di là della scienza positiva. Sotto tale aspetto la spiegazione causale implica qualcosa di più che la semplice risposta alla domanda del «come si produca un certo fenomeno». La scienza oltrepassa questa spiegazione allorchè cerca di dar ragione del «perché».

A quest'ultima domanda si può conferire un senso per riguardo ad una rappresentazione immaginativa, che leghi l'effetto alla causa, mediante una continuità di immagini. Così il fisico, che ha adottato la teoria cinetica del calore, vede il moto del martello che percuote una lastra di metallo prolungarsi nei moti disordinati delle particelle di questo, che si manifestano a noi col riscaldamento. (Enriques, 1945, p.107).

Dalle sue stesse parole risulta chiara la collocazione del pensiero filosofico-scientifico di Enriques nell'ambito di quel razionalismo sperimentale da lui espressamente menzionato:

Ma da un altro lato si scorge come ogni osservazione ed ogni esperienza abbia valore scientifico solo in quanto si appoggi ad un ragionamento; altrimenti ci si riduce ad attendere che la natura sia così gentile da istruirci, rispondendo per caso a domande che non sappiamo rivolgere nè interpretare. (Enriques, 1906, p. 126).

Si tratta di quel metodo di indagine fisico-matematico che da Galilei e Newton fu assunto a paradigma per la nascita della scienza moderna, fondata sulla simbiosi fra esperimento e matematica, che ebbe - è doveroso farlo presente - un geniale precursore in Leonardo

da Vinci:

Io credo che invece che definire che cosa sia l'anima, che è una cosa che non si può vedere, molto meglio è studiare quelle cose che si possono conoscere con l'esperienza, poiché solo l'esperienza non falla. E laddove non si può applicare una delle scienze matematiche, non si può avere la certezza. (Codice Atlantico a 119 v).

Ma prima farò alcuna esperienza avanti ch'io più oltre proceda, perché mia intenzione è allegare prima l'esperienza e poi colla ragione dimostrare perché tale esperienza è costretta in tal modo ad operare. E questa è la vera regola come li speculatori delli effetti naturali hanno a procedere, e ancora che la natura cominci dalla ragione e termini nella esperienza, a noi bisogna seguitare in contrario, cioè cominciando, come di sopra dissi, dalla esperienza, e con quella investigare la ragione. (Baldini, 1993, p. 6)

Il pensiero di Leonardo è molto chiaro: per lui la Natura in tutte le sue manifestazioni (esperienza) segue la ragione, ma l'uomo, per intenderla, deve seguire il cammino inverso che dall'esperienza lo fa risalire alla ragione. E questo è fare scienza, per Leonardo e per qualunque scienziato moderno.

Un altro motivo di dissenso di Enriques con il positivismo si trova nella costruzione della conoscenza scientifica, che consente il passaggio dal "fatto bruto" al "fatto scientifico".

I "fatti bruti" (dati sperimentali od osservativi) non hanno, per Enriques, alcun significato in sé, ma lo ricevono dalle idee secondo le quali sono interpretati, ordinati e correlati, divenendo in tal modo "fatti scientifici":

... la scoperta di un astro nuovo è veramente un risultato importante per l'Astronomia, ma non costituisce ancora una vera conoscenza scientifica (Enriques, 1906, p. 108).

La scoperta di un astro nuovo, per Enriques, di per sé amplia soltanto il campo dei fatti bruti, mentre diviene una vera scoperta scientifica allorché viene interpretata alla luce di idee già acquisite o nuove. L'esempio della scoperta di Urano illustra magistralmente questo pensiero dell'Enriques:



Vediamo, p. es., che cosa HERSHELL ci abbia insegnato colla scoperta di Urano.

Varii osservatori, prima di lui, avevano trovato quest'astro nel campo del loro telescopio, di guisa che esso era stato catalogato più volte fra le stelle fisse. Riattaccandolo al sistema planetario, Hershell ha dovuto seguire il suo movimento attorno al sole, e quindi determinare le condizioni obiettive, sotto le quali si può ripeterne l'osservazione.

Queste condizioni, o se si preferisce, i rapporti di posizione leganti l'astro al sole, costituiscono veramente il fatto nuovo, stabilito colla scoperta del pianeta (Enriques, 1906, p. 108).

Il "fatto bruto" costituito dalla semplice osservazione di Urano è divenuto "fatto scientifico" quando Hershell, dopo avere, in un primo momento, classificato l'astro come cometa e accettato poi la congettura di altri astronomi che invece fosse un nuovo pianeta del sistema solare, ha confermato tale ipotesi registrandone le posizioni rispetto al Sole durante il suo moto. Senza il concetto di sistema solare, senza la conoscenza della legge di gravitazione universale e delle leggi di Keplero sulle orbite planetarie attorno al Sole, l'avvistamento di Urano nel campo visivo dei telescopi sarebbe rimasto un semplice fatto bruto, senza portare ad alcuna nuova conoscenza scientifica.

Il caso della scoperta di Urano è particolare in quanto mostra come la scoperta di un nuovo fatto scientifico possa portare "direttamente" alla scoperta di un altro fatto scientifico, senza dover passare attraverso un altro fatto bruto. È il meccanismo, molto frequente in fisica, delle scoperte puramente teoriche poi confermate sperimentalmente. L'aver riconosciuto la natura di pianeta solare di Urano, conservando la fiducia nella validità della legge di gravitazione universale di Newton, ha portato a dover ammettere, su basi puramente teoriche, l'esistenza di un altro pianeta, Nettuno, responsabile delle perturbazioni dell'orbita ellittica di Urano a seguito della sua forza di gravitazione esercitata su quest'ultimo:

All'epoca, di cui si tratta, aggiungevasi alla scoperta un altro interesse, relativo alla conferma o alla modificazione, che si aveva ragione di aspettarne, della teoria newtoniana. Gli astronomi, pieni di fiducia nella legge che aveva spiegato così precisamente i fatti noti, videro con immenso stupore il nuovo pianeta sfuggire alle

previsioni basate sopra di essa. Bisognava ammettere un'eccezione distruggente la regola, o ricorrere all'ipotesi di un altro pianeta ignoto, che colla sua azione perturbatrice spiegasse l'allontanamento di Urano dall'orbita ellittica.

Quest'idea, proposta da ARAGO, fu assoggettata al calcolo da LE VERRIER. La così detta legge empirica di BODE (la quale si rivelò qui assai inesatta) dette modo di rendere determinato il problema. E la scoperta di Nettuno, che, per una fortunata combinazione, si trovò molto vicino al luogo assegnatogli a priori da LE VERRIER, fu salutata come un trionfo dell'Astronomia planetaria, in quanto veniva a confermare in modo brillante la realtà dei rapporti semplicissimi, riassunti nella legge di NEWTON (Enriques, 1906, pp. 108-109).

La mentalità altamente interdisciplinare di Enriques e il particolare posto che ha sempre assegnato alla psicologia allargano il dominio delle idee secondo le quali i fatti bruti devono essere interpretati, ordinati e correlati affinché divengano nuovi acquisti della scienza:

Lo studio della Scienza, concepita come un «fatto», deve aiutarsi degli insegnamenti della Storia e dei risultati della Psicologia (Enriques, 1906, p. 79).

E ancora più esplicitamente è da lui stesso menzionato il ruolo della psicologia nella genesi delle teorie scientifiche:

Ora in questo secondo aspetto, la teoria scientifica ci appare come uno *sviluppo psicologico*, che procede in un senso propriamente *induttivo*, cioè trae da nuove associazioni ipotesi nuove, e dalla verifica di queste s'innalza ad associazioni e ad ipotesi più estese e più precise. (Enriques, 1906, p. 150)

La distinzione fra fatti bruti e scientifici è un altro punto di allontanamento del pensiero enriquesiano dal positivismo di Comte, per il quale invece la scienza deve essere costituita soltanto da idee, ipotesi e teorie che non superano la realtà dei dati direttamente esperibili, affermando quindi l'oggettività assoluta del fatto:

Ma questa dottrina [il positivismo], presa alla lettera, toglierebbe ogni valore alla scienza, riducendola a semplice collezione di

ricette. Perché anche quelli che, a buon diritto, chiamiamo “fatti”, ricevono il loro significato proprio dalle idee secondo le quali vengono interpretati. [...] Un fatto non è mai l’incontro bruto di certi dati sensibili, bensì il collegamento di più dati di un certo ordine, dominato da un’idea: la sua affermazione implica sempre di riconoscere dati obiettivi e subiettivi, separabili fino ad un certo punto, ma non mai in senso assoluto (Enriques, 1936 b).

La distinzione enriquesiana tra fatti bruti e fatti scientifici è invece in perfetto accordo con il pensiero del Poincaré:

Non possiamo contentarci della pura e semplice esperienza. No, questo è impossibile; equivarrebbe a disconoscere completamente il vero carattere della scienza. Lo scienziato deve ordinare; la scienza si fa coi fatti, come una casa si fa con le pietre; ma un cumulo di fatti è tanto poco una scienza, quanto un mucchio di pietre una casa (Poincaré, 1950, pp. 137-138).

E un po’ più avanti ancora il Poincaré: «I fatti bruti non ci possono dunque bastare; ecco perché ci occorre la scienza ordinata o generalizzata». (Ivi, p. 140). Per Poincaré la scienza si costruisce a partire dall’esperienza, come per l’Enriques, ma su principi che sono convenzioni:

Dunque, secondo il Poincaré i principi geometrici non sono nè giudizi sintetici a priori, nè verità sperimentali. Sono bensì convenzioni, foggiate dal nostro spirito nella piena libertà della sua attività creatrice, limitata soltanto dalla necessità di evitare contraddizioni. Pertanto, non ha senso domandarsi se sia vera la geometria euclidea o la non-euclidea. Sarebbe lo stesso che chiedere se il sistema metrico è vero e le antiche misure sono false. Una geometria non può essere più vera di un’altra, ma solo più comoda. Questo, in sintesi, il moderato convenzionalismo di Poincaré (Nicotra S., 1962).

Enriques, invece, non accetta il convenzionalismo del Poincaré (e ancor meno il nominalismo) che negherebbe il carattere teoretico della scienza:

Il concetto costruito dalla scienza rappresenta i fatti in modo approssimato; perciò nella sua determinazione entra - è vero -

un elemento arbitrario ed una scelta economica; ma l'arbitrio è contenuto nei limiti dell'approssimazione segnata dalle esperienze e per riguardo al progresso della costruzione scientifica deve esser ritenuto non già convenzione ma ipotesi, cioè disposizione preordinata di esperienze future. Così nel rapporto scientifico fra ipotesi ed esperienza si ritrova in forma più alta il rapporto invariante fra atto volontario e sensazione, che costituisce il significato comune della realtà (Enriques, 1912 a, p. 20).

Enriques sostituisce ai principi-convenzioni del Poincaré principi basati sull'esperienza, unica fonte di verità,<sup>40</sup> ed elaborati attraverso i processi psicologici dell'uomo. Nella costruzione scientifica Enriques assegna, accanto a quello dell'esperienza, un ruolo importante allo spirito, ponendo la sua concezione della scienza fra il positivismo e l'idealismo gentiliano:

Il processo dell'investigazione ci appare oggi come un'operazione dello spirito, che muovendo dalle sensazioni vi ritorna per mezzo di un ragionamento, più o meno lungo (Enriques, 1906, p.126).

La scienza non è semplice riflesso di un ordine delle cose fuori di me, anzi è costruzione della realtà per opera della mente; ma la costruzione si fa sempre in funzione dei dati sperimentali, sicché i principi che, in un certo grado di sviluppo dell'evoluzione scientifica, traducono certe esigenze della nostra comprensione, evolvono essi stessi per accordarsi con una più larga realtà (Enriques, 1934, p. 22).

La scienza è una costruzione mentale della realtà che opera su due piani: i dati sperimentali e osservativi da una parte sono la materia prima, mentre l'immaginazione creatrice è lo strumento di «acquisto della conoscenza»:

La conoscenza teorica così perseguita, non si riferisce più ad un insieme di rapporti reali, verificabili dall'esperienza; accanto al mondo fisico di questa, essa crea un mondo immaginario, metafisico, al di là di ogni esperienza possibile, e pensa l'uno e l'altro come due parti non distinte (se pure l'una visibile e l'altra invisibile) di una medesima realtà. Ora spetta alla critica discernere le ipotesi e

---

40 Anche Poincaré, però, afferma proprio all'inizio del capitolo "Le ipotesi in fisica" in *La scienza e l'ipotesi*: «L'esperienza è la sorgente unica della verità».

le conseguenze che si riferiscono a codeste due parti; infine soltanto ciò che si riferisce alla prima ha un senso reale, cioè costituisce una conoscenza effettiva; mentre, ciò che vi è di immaginario nella teoria deve essere pensato soltanto come un mezzo di acquisto della conoscenza (Enriques, 1934).

Alla distinzione tra fatti bruti e fatti scientifici si collega il concetto di realtà per Enriques, che non si identifica con il dato sperimentale, come per i positivisti, ma con ciò che rimane invariante nella sua rappresentazione matematica:

Di guisa che la conoscenza di un reale implica sempre il *coordinamento di dati* convenientemente associati. In altre parole la realtà non è un dato puro ma *qualcosa di costruito mercè l'attività razionale coordinatrice* (Enriques, 1912 a, pp. 19-20).

Il mondo fenomenico offre la visione eraclitea di un flusso delle cose sensibili. Ma in questo perpetuo divenire si lasciano cogliere oggetti poco variabili che possono essere approssimativamente rappresentati da oggetti (invarianti) del pensiero. E quegli oggetti danno luogo a rapporti di somiglianza che, ordinati secondo l'ordine di coesistenza e di successione, si rispecchiano nei concetti rappresentativi degli "invarianti reali". Il riconoscimento di siffatti invarianti, che sta a base della costruzione del reale offerta dal senso comune, si prosegue nella costruzione scientifica, che conduce progressivamente a rapporti più invarianti.

Pertanto la corrispondenza fra i concetti scientifici e la realtà sensibile rimane sempre una corrispondenza approssimata, ma *il valore obiettivo della razionalità del sapere consiste in ciò che il processo della scienza è un processo di approssimazioni successive illimitatamente proseguibile*. In questo processo vengono congiunte, come due fasi strettamente connesse dell'acquisto della conoscenza, la fase induttiva che - muovendo da un sapere già acquisito - promuove - mercè nuove associazioni di dati sensibili e assunzione d'ipotesi - la formazione di concetti, e la fase deduttiva che chiarisce le ipotesi contenute nei concetti, svolgendone rigorosamente le conseguenze, da cimentarsi alla correzione delle esperienze verificatrici.

Tale è, nelle sue linee generali, il processo effettivamente posto in opera dalla scienza, che la critica ha messo oggimai in piena luce. E la chiara coscienza di esso chiude la storica lotta fra il razionalismo e l'empirismo, conciliando le ragioni delle due opposte dottrine della conoscenza in una teoria superiore, che giustifica in nuovo modo,

abbattendone i presupposti metafisici, il razionalismo sperimentale di Galileo e di Newton (Enriques, 1912 a, pp. 114-115).

Questa invarianza nella costruzione matematica dei rapporti fra i dati sperimentali od osservativi, che costituisce la realtà per Enriques, ricorda molto il pensiero del fisico Paul Adrien Maurice Dirac, scopritore dell'antimateria.

Ricerca la verità in fisica, per Dirac, equivale a inseguire la bellezza, perché se un'equazione è elegante, prima o poi la teoria fisica sulla quale poggia si rivelerà vera, anche se quell'equazione temporaneamente non riesce a descrivere in maniera soddisfacente la realtà.<sup>41</sup> Ma perché l'eleganza di una equazione garantisce la verità della teoria fisica su di essa costruita? I formalismi matematici, per Dirac, sono tanto più eleganti quanto più "invarianti" contengono, intendendosi per "invarianti" tutte quelle entità o quantità che non cambiano quando si effettuano trasformazioni geometriche (come per es. una rotazione) o quando si cambia sistema di riferimento. Per Dirac, dunque, la bellezza porta all'invarianza e questa alla verità ossia alla scoperta della realtà fisica (Nicotra L., 2011). L'invarianza dei rapporti matematici di Dirac è in fondo la medesima invarianza di Enriques ed è la realtà sia per il fisico inglese sia per il matematico livornese.

#### 8.4 - La filosofia come riflessione critica sulla scienza

Il pensiero filosofico di Federigo Enriques non si delinea come un "sistema filosofico" compiuto e la ragione va ricercata nella sua stessa concezione della filosofia, intesa non come disciplina autonoma ma come riflessione critica sulle conoscenze scientifiche:

Il problema tanto dibattuto ai nostri giorni «che cos'è la filosofia?» sorge appunto da questa pretesa delimitazione, e risponde

---

<sup>41</sup> È ciò che è accaduto alla sua famosa equazione che prediceva nel 1928 l'esistenza dell'antimateria (il positrone, antiparticella dell'elettrone) quattro anni prima della sua scoperta sperimentale avvenuta nel 1932 per opera di Carl Anderson e confermata nel 1933 dal geniale esperimento di Patrick Maynard Stuart Blackett e Giuseppe Occhialini.

insomma al supposto che esista in qualche modo una conoscenza particolare, un oggetto proprio della ricerca filosofica, da porre accanto o di centro all'oggetto della ricerca scientifica o perfino da attribuire ad uno speciale campo di questa.

Già il fatto che la filosofia venga concepita come sostantivo anzichè come aggettivo (attività o spirito filosofico) corrisponde a codesto supposto, e dà buon giuoco ai negatori della tendenza universale che è la filosofia, di scambiare le parti e di pretendere - proprio essi - che la filosofia sia negata da coloro cui non riesce di scorgervi un oggetto particolare (Enriques, 1912 a, pp. 235-236).

Il filosofo troverà nella storia del pensiero scientifico [...] la spiegazione dell'ordine e del significato dei problemi della filosofia (Enriques, 1934, Barbieri 2004, p. 31).

Il punto di vista di Enriques sui rapporti fra filosofia e scienza è speculare di quello del grande fisico teorico Werner Heisenberg, che invece anteponeva il pensiero filosofico a quello scientifico:

Ogni lavoro scientifico si sviluppa, consciamente o inconsciamente, a partire da un'impostazione filosofica, da una determinata struttura mentale, che fornisce al pensiero un fondamento stabile. Senza una simile impostazione, difficilmente i concetti e i nessi concettuali potrebbero conseguire quel grado di chiarezza e di univocità che è il presupposto di ogni lavoro scientifico. Quasi tutti i ricercatori sono pronti ad accogliere nuovi contenuti d'esperienza e a riconoscere nuovi risultati che rientrino nel quadro della loro impostazione filosofica (Heisenberg, 1974).

Tuttavia Heisenberg, poco oltre nello stesso scritto, si affretta anche a riconoscere il processo inverso, che vede modificare una certa impostazione filosofica in conseguenza di esperienze non altrimenti comprensibili:

...nel progresso della scienza può accadere però che un nuovo campo d'esperienza divenga pienamente comprensibile solo quando si compia l'enorme sforzo di ampliare questo quadro e di modificare la struttura stessa del pensiero. (Ibidem).

È evidente l'allusione sia ai radicali mutamenti del pensiero filosofico riguardo i concetti di tempo e spazio, introdotti dalla Teoria della Relatività di Albert Einstein, sia alla rinuncia del concetto

tradizionale di traiettoria per gli elettroni, da Heisenberg stesso proposta per interpretare correttamente i risultati sperimentali sulle radiazioni di corpo nero e che sarà un tratto distintivo della nuova meccanica quantistica.

### **8.5 - La filosofia della scienza in Italia**

L'influenza delle "riflessioni filosofiche" enriquesiane sulla cultura scientifica italiana del Novecento è stata notevole, mentre non altrettanto può dirsi nei riguardi della filosofia italiana. Nel resto d'Europa invece (Francia, Germania e Inghilterra in particolar modo), il pensiero filosofico di Enriques ha avuto una notevole risonanza sugli orientamenti della filosofia della scienza, come si evince dalle traduzioni delle sue opere filosofiche in tedesco, francese, inglese, russo e spagnolo, e dai molti riconoscimenti internazionali.

Tuttavia, i suoi benemeriti sforzi per affermare gli studi di filosofia della scienza nel nostro Paese non sono stati vani.

Nel secondo dopoguerra Ludovico Geymonat, con la sua doppia laurea in matematica e in filosofia, ha dato una reale consistenza alla filosofia della scienza in Italia, divenendo il titolare, nel 1956, della prima cattedra universitaria di filosofia della scienza in Italia, a Milano. Geymonat ha creato per primo in Italia una vera scuola di filosofia della scienza con allievi, o collaboratori, quasi tutti con una doppia laurea in filosofia e in matematica o in fisica. Fra i più illustri nomi ricordiamo Giulio Giorello (laurea in matematica e in filosofia), Evandro Agazzi (laurea in filosofia e in fisica), Corrado Mangione (laurea in matematica), Enrico Bellone (laurea in fisica), Silvano Tagliagambe (laurea in filosofia e in fisica).

### **8.6 - I Problemi della Scienza e la filosofia scientifica**

*I Problemi della Scienza* è il libro che per primo raccoglie - come indicato nella prefazione alla prima edizione - le riflessioni filosofiche di Enriques, molte delle quali erano già apparse in diversi articoli



pubblicati fra 1890 e il 1900.

Furono pubblicati nel 1906 ma l'impianto dell'opera era già compiuto nel 1901. L'immediato successo rese necessaria una seconda edizione già nel 1909 (con prefazione del 20 ottobre 1909) e una ristampa di questa nel 1926 (con prefazione del dicembre 1925). Il volume, negli anni 1909-1914, ebbe una larga diffusione in Europa, essendo stato tradotto in tedesco, francese, inglese, russo e spagnolo. Pierre Boutroux, nella recensione pubblicata su «Scientia» 1907 p. 338, lo definì «una teoria completa della conoscenza». Enriques sviluppa la sua concezione storicistica della formazione delle teorie scientifiche come frutto del lavoro di più autori. Per il suo spirito e la sua impostazione può essere gemellato con i celebri volumi di Henry Poincaré: *La science et l'hypothèse* (*La scienza e l'ipotesi*), uscito nel 1902, *La valeur de la science* (*Il valore della scienza*), del 1905, e con *Science et methode* (*Scienza e metodo*) del 1908.

Il pensiero dell'Enriques espresso nei *Problemi della Scienza* ha poi trovato riscontro nelle teorie elaborate dai massimi epistemologi del Circolo di Vienna del XX secolo: l'austriaco Karl Popper (1902-1994), l'ungherese Imre Lakatos (1922-1974) e lo statunitense Thomas Kuhn (1922-1996). In particolare, questi ultimi due epistemologi svilupparono la concezione enriquesiana della formazione storica dei concetti scientifici come opera collettiva di diversi ricercatori, che in determinati periodi storici elaborano teorie ipotetico-deduttive successivamente avvalorate da verifiche sperimentali.

Il contenuto dei *Problemi della Scienza* è dichiarato dallo stesso Enriques nella prefazione alla prima edizione del 1906:

... critica di taluni problemi che si riferiscono allo sviluppo logico e psicologico delle conoscenze scientifiche; i quali vengono qui trattati come «problemi della Scienza».

e ancora più avanti:

Lo spirito generale della trattazione può difficilmente essere spiegato in rapporto alle distinzioni filosofiche delle scuole. Vorremmo caratterizzarlo come critico e positivo ad un tempo, poiché crediamo veramente d'interpretare in modo più chiaro e scientifico, e di conciliare senza transazioni eclettiche, i suddetti

indirizzi speculativi da cui fu stimolato agl'inizi il nostro pensiero; ma non ci dissimuliamo che profonde differenze separano le idee esposte in questo libro da quelle che corrono sotto il nome di positivismo critico.

Queste ultime parole sono una esplicita dichiarazione da parte dell'Enriques dello scostamento del suo pensiero filosofico dal positivismo critico, al quale però si richiama precedentemente nella stessa prefazione.

Gli argomenti trattati spaziano dalla gnoseologia, al linguaggio, alla logica, alla matematica, alla fisica, alla psicologia, alla biologia e «il nesso fra temi così disparati consiste in una veduta d'insieme del processo scientifico, che abbiamo cercato di spiegare con una esposizione induttiva confortata da numerosi esempi» (Enriques, 1906, "Prefazione").

L'elenco dei capitoli e sottocapitoli può dare una idea sommaria della vastità e diversità degli argomenti trattati:

I. Introduzione - II. Fatti e teorie - III. I problemi della Logica - III A. Logica pura - III B. L'applicazione della Logica - III C L'aspetto fisiologico della Logica - IV. La Geometria - IVA. Il significato reale della Geometria - IV B. L'acquisto psicologico dei concetti geometrici - V. La Meccanica - V A. Significato reale e sviluppo psicologico dei principii - VI. Estensione della Meccanica - VI A. La Fisica come estensione della Meccanica - VI B. L'ipotesi meccanica e i fenomeni della vita.

Il fine ultimo di questa opera «che, ravvicinando così largamente oggetti e problemi diversi, oltrepassa le consuetudini della nostra società scientifica» - prosegue l'Enriques nella stessa prefazione - è l'affermazione di una filosofia scientifica capace di «discutere sulla preparazione di una scienza gnoseologica che possa divenire oggetto d'intesa degli studiosi, e che porti ad unificare i varii dominii del sapere in una veduta sintetica del procedimento conoscitivo».

L'aspirazione di Enriques è quella di riaffermare il valore teoretico della conoscenza scientifica negato sia dal pragmatismo positivista sia dall'idealismo italiano.

Di particolare rilievo è tutta la parte dedicata all'approfondi-

mento delle idee di Felix Klein (1902) sulle origini sensoriali dei principi della geometria per i suoi tre principali rami: la topologia, fondata su principi tratti da sensazioni tattili muscolari, la geometria metrica fondata su principi tratti da sensazioni tattili speciali e la geometria proiettiva fondata su principi tratti dalla vista.<sup>42</sup>

Inoltre, nel capitolo dedicato alla meccanica, sono contenute idee e vedute maturate dall'Enriques negli anni 1900-1905 (quindi antecedenti la comparsa della Teoria della Relatività Speciale di Albert Einstein) relative ai concetti di tempo, spazio, moto e forza che anticipano, in germe, le concezioni di Einstein.

Un contributo filosofico importante presente nei *Problemi della Scienza* è la concezione della geometria come capitolo della fisica.

Enriques contesta la visione nominalista della geometria sostenuta dal convenzionalismo di Henry Poincaré, che considera "trascendente" perché dovuta unicamente alla visione dell'opera compiuta e sistemata razionalmente, negando la sua evoluzione storica.

Molti decenni dopo, nel 1965, Bruno de Finetti tornerà su questi due aspetti, storicità e formalizzazione dei contenuti scientifici, che sono riscontrabili in ogni ramo della matematica, affermando:

La formalizzazione è indubbiamente di grande e spesso indispensabile ausilio per un'opera di ricostruzione, panoramica



**Fig. 32 - Federigo Enriques, *Problemi della Scienza*, Bologna, Zanichelli, 2a edizione 1910.**

<sup>42</sup> Enriques trasse ispirazione dalle ricerche fisiopsicologiche sulla formazione dei concetti di tempo e spazio di vari scienziati-filosofi del tempo: il celebre medico, fisiologo e fisico tedesco Hermann von Helmholtz (1821-1894), lo psicologo, fisiologo e filosofo tedesco Wilhelm Maximilian Wundt (1832-1920), il filosofo e logico tedesco Rudolf Hermann Lotze (1817-1881) e il fisico e filosofo austriaco Ernst Mach (1838-1916).

ma anche e soprattutto critica, come quella di Bourbaki. È naturale che chi ne ha fatto uso traendone tanti frutti la apprezzi, e non si può dire che, dal suo punto di vista, la sopravvaluti se le assegna un ruolo essenziale. Si tratta però di deformazione professionale e di sopravvalutazione se pretende che la prospettiva di chi ammira l'opera compiuta e se ne serve debba essere la stessa dell'artigiano che l'ha costruita e di coloro che vorranno e dovranno curarne la manutenzione o il completamento (de Finetti B., 1965).

Nella visione "attuale", qual è quella fornita da un trattato, la geometria appare come una scienza che precede la fisica ed è alla base delle stesse misure sperimentali, portando all'errore kantiano della geometria come regno dei "giudizi sintetici a priori".

Enriques si richiama alla filosofia evoluzionista, rivendicando alle scienze il loro carattere di conoscenze provvisorie soggette a un processo di successive correzioni progressive, conferendo alla scienza quel carattere cumulativo che oggi le è universalmente riconosciuto. E in questo sviluppo accade che si formino nuove branche del sapere:

Il fatto generale che l'esperienza si interpreta per mezzo di conoscenze anteriori, e che ogni fase del progresso scientifico è analogamente sottomessa ad una fase precedente, si accetta oggi in un senso diverso; non più stabilendo una gerarchia assoluta delle scienze, ma riconoscendo il graduale sviluppo di ciascuna, per cui certe nozioni più semplici o suscettibili di maggior precisione si distaccano dalla massa dei dati empirici bruti, fino a costituire un corpo di dottrina relativamente autonomo (Enriques, 1906, pp. 272-273).

È quello che è accaduto alla geometria quando si è staccata dalla fisica per diventare una disciplina autonoma:

Pertanto la Geometria anziché essere ritenuta come necessariamente precedente alla Fisica, viene ad esserne considerata una parte, assorta ad un alto grado di perfezione in virtù della semplicità, della generalità e della relativa indipendenza dei rapporti in essa compresi.

Ora quando le proposizioni geometriche sieno prese in un senso fisico, le previsioni concrete che esse contengono risultano

legate ad elementi di fatto che si considerano di solito come non geometrici (Enriques, 1906, p. 273).

Ed ecco espressa chiaramente l'idea dell'Enriques riguardo la posizione della geometria rispetto alla fisica: non anteriore ma posteriore ad essa, in una visione storicistica:

Perciò i teoremi della Geometria teorica appaiono soltanto come l'espressione simbolica di rapporti fisici, incompiutamente enunciati, che vengono determinati nelle applicazioni concrete.

Rispetto a queste, la forma precisa dei teoremi rappresenta soltanto un grado di approssimazione, che può essere spinto più innanzi ove si convertano le eguaglianze in disequaglianze, come si vede nell'esempio che segue:

Consideriamo il teorema «gli angoli alla base di un triangolo isoscele sono uguali».

Nella realtà esistono degli oggetti (triangoli fisici) che, con una certa approssimazione, si lasciano rappresentare dal concetto del triangolo.

Costruiamo uno di questi modelli, con tre sbarre sottili di ferro o con un disegno sulla carta. Misuriamone col metro due lati, col goniometro i due angoli opposti. La misura reale di un lato è rappresentata da due numeri, la cui differenza (sia m. 0,0001) è relativa alla perfezione dell'istrumento; essa si esprimerà dicendo che la lunghezza del lato vale p. es. m. 3,4576, a meno di un decimo di millimetro per difetto, cioè che essa è compresa fra m. 3,4576 e m. 3,4577.

Se i due lati del triangolo in questione sono misurati ugualmente, nel senso anzidetto, dal numero 3,4576, il triangolo si riterrà come «isoscele»; la nostra premessa è dunque che «i due lati sono uguali a meno di m. 0,0001».

Ora la misura dei due angoli del triangolo, opposti ai lati suddetti, ci viene data dal goniometro.

Il teorema enunciato di sopra ci avverte che la differenza tra i due angoli sarà molto piccola, e quindi le loro misure saranno uguali in un ordine d'approssimazione dipendente da quello in cui la premessa (relativa ai lati) trovasi verificata.

Ma questa è soltanto una indicazione vaga.

Quando si voglia il significato preciso del teorema nella realtà, bisogna trasformarlo nel modo seguente:

«Se due lati di un triangolo differiscono per meno di una certa lunghezza  $\varepsilon$ , i due angoli opposti differiranno per meno di una quantità  $\tau$ , dipendente da  $\varepsilon$  secondo una certa legge». Ed occorre

quindi completare il teorema stesso col trovare una funzione  $f(\varepsilon)$  tale che sia, per  $\varepsilon$  inferiore a un certo limite,  $\tau < f(\varepsilon)$ .

Con un facile calcolo si trova (essendo  $\tau$  espresso in gradi):

$$\tau < 61 \varepsilon / a,$$

dove  $a$  esprime, a meno di  $\varepsilon$  per difetto, la lunghezza dei lati sensibilmente uguali del nostro triangolo; nel nostro caso

$$(\varepsilon < 0,0001, \quad a > 3)$$

si avrà quindi

$$\tau < 1''.$$

Allorchè i teoremi della Geometria sieno convertiti da eguaglianze in disequaglianze, nel senso illustrato innanzi, si riconosce che essi rappresentano una parte dei rapporti di posizione fra i corpi; quello che bisogna aggiungervi, nelle varie applicazioni concrete, tiene appunto alla natura di questi corpi stessi (al calore, alle forze che vi agiscono ecc.), ed è riguardato come estraneo alla Geometria teorica (Enriques, 1906, pp. 273-275).

Ma allora come si passa dalla geometria fisica approssimata (degli enti sensibili) alla geometria teorica esatta (degli enti ideali)? La risposta la dà Enriques nello stesso brano precedente, in virtù della presenza di regolarità statistiche nei dati bruti della geometria fisica:

Sebbene la distinzione fra teoria ed applicazione s'introduca solo convenzionalmente a semplificare la veduta della realtà, codesta semplificazione è resa possibile dalla sussistenza di una regolarità statistica che si sovrappone alla irregolarità dei fenomeni, e si lascia interpretare colla supposizione di fatti geometrici generali e precisi riferentisi a condizioni ipoteticamente semplici (Enriques, 1906, pp. 275-276).

Conseguenza della origine fisica dei principi della geometria è il sentimento di evidenza e necessità che "accoglie" nella nostra mente gli assiomi o postulati, sovrapponendo principii logici agli acquisti psico-sensoriali di quei concetti. In particolare è molto suggestiva la spiegazione data dall'Enriques (ripresa poi anche dall'allievo Luigi

Campedelli) della riluttanza a riconoscere l'evidenza del postulato euclideo delle parallele, per la maggior complessità dovuta all'essere oggetto di due diversi tipi di sensazioni: quelle ottiche dell'assenza di intersezione idealmente prolungata all'infinito (cui è connesso il concetto del punto improprio o all'infinito) e quelle tattili meccaniche di equidistanza:

È naturale di paragonare per questo le due rappresentazioni, tattile e visiva, che ci formiamo delle rette parallele.

Queste si presentano nell'aspetto ottico come rette di un piano non secantisi e, precisamente, come limiti di rette secantisi in un punto lontano. Nella rappresentazione tattile si presentano invece come linee equidistanti.

L'associazione porta che due parallele vengano concepite come rette (di un piano) equidistanti. E l'ipotesi dell'esistenza di due rette siffatte involge notoriamente il postulato d'Euclide delle parallele; in altri termini porta a riconoscere come unica la retta i cui raggi sono otticamente paralleli ad un'altra retta data, secondo le sue opposte direzioni.

Così dunque, il postulato delle parallele nasce dall'associazione tattile-visiva che ci porta al concetto metrico-proiettivo dello spazio (Enriques, 1906, pp. 344-345).

La concezione fisica dei principi della geometria avvicina molto Enriques ad Albert Einstein, che così si esprime nei *Principi della ricerca*, nota introduttiva alla raccolta di scritti di Max Planck pubblicata nel 1965 (II ed. nel 1973) dai Fratelli Fabbri Editori nel volume *Scienza, filosofia e religione* a cura di Filippo Selvaggi:

Compito del fisico è pertanto di cercare quelle leggi elementari più universali dalle quali si possa ottenere mediante deduzione pura l'idea del mondo. A queste leggi elementari non conduce nessuna via logica ma solo l'intuizione basata sull'immedesimazione con l'esperienza (Planck, 1973, p. XI).

Non appena si sostituiscano i termini "fisico" con "matematico", "idea del mondo" con "geometria" "leggi elementari" con "postulati", si riconosce nelle parole di Einstein lo stesso pensiero di Enriques riguardo la natura dei principi della geometria.

E di seguito continua Einstein:

Data questa incertezza metodologica, si potrebbe pensare che siano possibili sistemi della fisica teorica quanti se ne voglia e tutti equivalenti; e questa opinione è certo in linea di principio giusta. Ma lo sviluppo ha mostrato che di tutte le costruzioni pensabili solo una si è mostrata di volta in volta incondizionatamente superiore a tutte le altre. Nessuno che abbia effettivamente approfondito l'oggetto in questione potrà negare che il mondo delle percezioni determina praticamente in maniera univoca il sistema teorico (Ibidem).

## 8.7 - La disputa sul determinismo

Nell'opera *Causalité et déterminisme dans la philosophie et l'histoire des sciences* del 1941 (trad. it. *Causalità e determinismo nella filosofia e nella storia della scienza*, 1945), Enriques volle affrontare, con un esame critico, il problema del determinismo posto alla riflessione filosofica, verso la fine della prima metà del Novecento, dagli sviluppi della fisica quantistica che ad esso opponevano concezioni probabilistiche. Anche nel campo della matematica il determinismo veniva posto in discussione dalle originali ricerche del giovane Bruno de Finetti sul significato soggettivo della probabilità contrapposto alla concezione oggettiva della probabilità fino ad allora imperante. Lo stesso de Finetti si vide respingere la richiesta di pubblicazione del suo celebre saggio *Probabilismo* proprio da Federigo Enriques che non ammetteva l'idea di una simile impostazione della teoria della probabilità che metteva in dubbio il determinismo nella scienza.<sup>43</sup>

Il determinismo per l'Enriques non è qualcosa che possa essere confermato o rigettato con l'esperienza, bensì è la «nostra stessa fede nell'intelligibilità delle cose» e il presupposto della scienza, un criterio metodologico della ricerca scientifica:

Il nostro rifiuto ad ammettere qualcosa di questo genere non si basa sopra una ipotesi concernente la struttura della realtà che, per avere un senso positivo, dovrebbe importare una soluzione del

---

43 Per una conoscenza dettagliata delle difficoltà incontrate da Bruno de Finetti per la pubblicazione di *Probabilismo* da parte dell'*establishment* matematico dell'epoca, ancorato all'idea del determinismo, rimando al mio articolo *Bruno de Finetti scrive ad Adriano Tilgher* (Nicotra L., 2007).



problema; ma sopra la repugnanza ad accogliere il non intelligibile, donde scaturisce la posizione del problema stesso, cioè sulla fede nella intelligibilità delle cose. C'è qui un *criterio metodologico*, affatto generale, che è il *presupposto della scienza da fare* cioè della ricerca scientifica.

Una scienza perfetta dovrebbe dare ragione di tutti i fenomeni possibili. Questo è, evidentemente, un ideale irraggiungibile, se si vuole anche privo di significato. Ma, *almeno in via astratta*, possiamo sforzarci di render conto di particolari ordini di fenomeni, di comprenderli in qualche modo traverso una rappresentazione concettuale, che costituisca una *teoria scientifica adeguata alla realtà* di cui si tratta. E prima o indipendentemente dalla verifica sperimentale della teoria (che potrà essere soltanto approssimata) dobbiamo chiedere che la teoria stessa sia *plausibile*, soddisfacendo al *principio della ragion sufficiente*, che è l'aspetto mentale della causalità (Enriques, 1945, p. 154).

## 8.8 - L'unità del sapere

Federigo Enriques fu, assieme a Vito Volterra, il più strenuo promotore, nell'Italia del secolo XX, della interdisciplinarietà e dell'unità del sapere. In molteplici occasioni e modi si prodigò per affermare l'unità della cultura, denunciando i pericoli del «particolarismo scientifico», ovvero dell'eccessiva parcellizzazione della scienza, creata con le molteplici specializzazioni, come da lui stesso esplicitamente espresso nel già ricordato "Programma" della «Rivista di Scienza», pubblicato nel primo numero della Rivista nel 1907 (Enriques, 1907; riportato in Nicotra L., 2018 a, p. 7).

Enriques, su questo tema, ritorna più volte in diverse sue opere: nell'articolo *La filosofia positiva e la classificazione delle scienze* (Enriques, 1910 a), nel capitolo V "Il particolarismo filosofico e la classificazione delle scienze" di *Scienza e razionalismo* (Enriques, 1912 a, pp. 235-269), nell'Appendice n. 45 "L'ordine gerarchico delle scienze e l'unità del sapere" in *Per la Storia della Logica* (Enriques, 1922, pp. 285-288).

Tuttavia, il richiamo all'unità del sapere («veduta sintetica del sapere») e il «temperare gli effetti della divisione del lavoro promovendo la cultura generale degli studiosi» non significano affatto, per Enriques, il progetto di una inverosimile e fumosa cultura unica

che non riconosca la necessità della differenziazione del sapere in molteplici campi di studio e di ricerca:

... la veduta sintetica del sapere non disconosca il *fatto* della divisione del lavoro e le esigenze positive che vi si collegano [...] il progresso delle conoscenze e dei metodi di ricerca importa bensì una differenziazione e coordinazione del lavoro scientifico, per la quale ogni studioso è costretto a segnare scopi particolari alla propria indagine; (Enriques, 1910 a, "Introduzione").



**Fig. 33- Federigo Enriques, *Scienza e razionalismo*, Bologna, Zanichelli, 1912.**

L'unità del sapere, per Enriques, si realizza affiancando alla «prevalente veduta analitica [...] una veduta sintetica del sapere [che] non pretenda in alcun modo contrapporre alla varietà delle ricerche speciali e concrete una nebulosa filosofia dell'astratto; giacchè all'opposto la nuova critica denuncia ad un tempo questa forma di vacua generalità – il concetto di un campo proprio della Filosofia distinto dalle scienze – come un particolarismo filosofico, svoltosi parallelamente e correlativamente al particolarismo scientifico, durante il secolo scorso» (Enriques, 2010 a, "Introduzione").

Il «particolarismo scientifico», per Enriques, è praticato soprattutto nell'insegnamento mentre, al contrario, i «problemi che la realtà pone al nostro spirito non sono in alcun modo ordinati secondo ragioni obiettive di affinità entro schemi prefissati. Non vi sono scienze separate e distinte che si lascino disporre in una gerarchia naturale, ma una Scienza sola, entro la quale soltanto per ragioni storiche ed economiche, si sono venuti formando alcuni gruppi di conoscenze più strettamente legate» (Enriques, 2010 a, "Introduzione").

## 8.9 - La critica della classificazione delle scienze di Comte

La sua visione sintetica del sapere, cioè unitaria ma non unica, conduce Enriques a criticare la classificazione delle scienze fatta dal positivismo,<sup>44</sup> contro il quale muove l'accusa di avere teorizzato il particolarismo scientifico.

Il bisogno di una classificazione delle scienze appare soltanto nel secolo XIX, soprattutto con le classificazioni del grande fisico francese André Marie Ampère (1775-1836), del filosofo francese Auguste Comte (1798-1857), fondatore del positivismo, del filosofo e matematico francese Antoine Augustin Cournot (1801-1877), cofondatore della teoria economica matematica (oggi accolta con il più ampio consenso), e del filosofo-ingegnere britannico Herbert Spencer (1820-1903).

In particolare, Enriques critica la classificazione delle scienze

---

44 Il Positivismo, più che una vera e propria filosofia intesa come sistema filosofico, fu un movimento od orientamento filosofico, frutto essenzialmente della Rivoluzione Industriale della prima metà del secolo XIX e del nascente capitalismo dei paesi europei più industrializzati (Inghilterra, Francia e Germania), fondato sull'esaltazione del progresso scientifico e tecnologico. Così il suo fondatore, il filosofo francese Augusto Comte, nel celebre *Discours sur l'esprit positif* (1844) sintetizza i cinque punti che contraddistinguono questo movimento filosofico, attraverso cinque diverse accezioni della parola "positivo", potendo designare:

1. il reale, in opposizione al chimerico: da questo punto di vista, essa conviene pienamente al nuovo spirito filosofico, così caratterizzato dalla sua costante consacrazione alle ricerche veramente accessibili alla nostra intelligenza, con l'esclusione permanente degli impenetrabili misteri di cui si occupava soprattutto la sua infanzia;
2. il contrasto dell'utile con l'inutile: allora ricorda, in filosofia, la destinazione necessaria di tutte le nostre sane speculazioni al miglioramento continuo della nostra vera condizione, individuale e collettiva, invece che alla vana soddisfazione di una sterile curiosità;
3. l'opposizione tra la certezza e l'indecisione: essa indica così l'attitudine caratteristica di una tale filosofia a costituire spontaneamente l'armonia logica nell'individuo e la comunione spirituale nell'intera specie, invece di quei dubbi indefiniti e di quelle discussioni interminabili che doveva suscitare l'antico regime mentale;
4. nell'opporre il preciso al vago: questo senso richiama la tendenza costante del vero spirito filosofico ad ottenere dappertutto il grado di precisione compatibile con la natura dei fenomeni e conforme all'esigenza dei nostri veri bisogni mentre l'antico modo di filosofare conduceva necessariamente ad opinioni vaghe, non comportando una indispensabile disciplina che dopo una permanente soffocazione, appoggiata ad una autorità soprannaturale;
5. il contrario di negativo. Sotto questo aspetto, indica una delle più eminenti proprietà della vera filosofia moderna, mostrandola destinata, soprattutto, per sua natura, non a distruggere, ma ad *organizzare*. (Comte, 1985, pp. 47-48).

elaborata da Comte, poi ripresa e perfezionata da Cournot.

Comte conferisce un valore di razionalità dogmatica all'ordine di sviluppo storico della scienza, con la pretesa che tale ordine rispecchi una presunta gerarchia naturale delle conoscenze, stabilita in base a una affinità oggettiva dei fenomeni. In tal modo le conoscenze scientifiche si sviluppano secondo un ordine lineare, rispondente alla complicazione crescente e alla generalità decrescente delle cognizioni. Con tale criterio - da Enriques associato all'applicazione di una metafisica meccanica - la classificazione di Comte stabilisce il seguente ordine delle scienze: Matematica, Astronomia, Fisica, Chimica, Fisiologia e Sociologia,<sup>45</sup> che costituiscono le sei scienze teoriche o astratte, alle quali si contrappongono le scienze concrete. Anche Cournot. contrappone due serie di scienze: le scienze teoriche (matematiche, fisiche, biologiche, noologiche e politiche) e le scienze storiche, ma definisce meglio il carattere della seconda serie.

La classificazione positivista delle scienze, per Enriques, è soltanto uno schema mentale provvisorio e relativo, in quanto ontologicamente non esistono scienze distinte («non vi sono scienze separate e distinte che si lascino disporre in una gerarchia naturale»). La sua critica parte proprio da riflessioni sulla pretesa esistenza di una affinità obiettiva fra i fenomeni:

Ora si tratta di giudicare il valore del criterio che sta a base della classificazione positivista: che cosa significa ordinare le conoscenze secondo l'affinità obiettiva dei fenomeni? è proprio vero che questa affinità presiede agli aggruppamenti delle varie scienze, quali si sono venute distinguendo nello sviluppo storico?

Affinità obiettiva vorrebbe dire rapporto dei fenomeni in *re*, cioè inerenza ad un medesimo oggetto o classe di oggetti. Ma a questo titolo i confini comunemente segnati delle nostre scienze si perdono; invero le relazioni geometriche, fisiche, chimiche ineriscono inseparabilmente agli stessi oggetti e possono essere distinte soltanto per astrazione. Un oggetto qualsiasi, p. es., un corpo come l'oro, non appartiene piuttosto ad una scienza che ad un'altra: in quanto si tratta delle sue possibili combinazioni e reazioni, p.

---

45 La questione principale per Comte era la ricostruzione scientifica della società, la quale presupponeva una scienza della società, che chiamò in un primo momento "fisica sociale" e successivamente "sociologia", termine coniato per la prima volta da lui.

es., coll'acqua regia ecc., il suo studio rientra nella Chimica; ma per ciò che concerne i rapporti commerciali di scambio è di pertinenza dell'Economia; eppure a nessuno viene in mente di ravvicinare questi due ordini di rapporti attinenti all'oro e di formarne una scienza dell'oro contrapposta ad una scienza del rame o dell'argento (Enriques, 1910 a, "Il criterio positivistico dell'affinità obiettiva tra i fenomeni").

Oltre tutto, anche taluni esperimenti scientifici non sono classificabili entro una sola precisa disciplina scientifica:

Così ad es. la spettroscopia, che ha anzitutto il suo posto nell'Ottica, serve – come mezzo – ai progressi dell'Astronomia e della Chimica, le quali si danno qui un reciproco aiuto: il confronto cogli elementi separati nei laboratorii permette l'analisi dei corpi celesti, e viceversa dall'analisi spettroscopica di questi scaturisce talvolta la scoperta di elementi non ancora riconosciuti, come è avvenuto per l'elio (Enriques, 1910 a, *Ibidem*).

La negazione dell'Enriques di una distinzione ontologica delle varie scienze è stata poi confermata dagli sviluppi della stessa scienza (Nicotra L., 2019, pp. 11-12).

I concetti di spazio e tempo, una volta considerati di esclusivo appannaggio della filosofia, con l'avvento della Teoria della Relatività Speciale sono diventati a pieno diritto idee fondamentali della fisica, tanto da potersi dire che oggi è più la fisica a trattarne che non la filosofia. La stessa distinzione fra chimica e fisica risulta nei tempi attuali sempre più sfumata, potendosi, da un punto di vista concettuale, considerare la chimica un capitolo della fisica. Anche non volendo ammettere una così drastica affermazione, è una realtà la sovrapposizione di sempre più numerose aree delle due discipline, tanto che molte parti della chimica stessa oggi danno forma a una nuova scienza: la chimica fisica.<sup>46</sup> Questa "fusione" fra chimica e fisica

---

<sup>46</sup> Che comprende: Chimica quantistica, Chimica computazionale, Termodinamica e termochimica, Meccanica statistica, Cinetica chimica, Dinamica molecolare, Elettrochimica, Spettroscopia molecolare, Fenomeni di trasporto, Chimica dello stato solido e delle superfici, Chimica delle interfasi, Chimica dei colloidi, Fotochimica, Femtochimica, Chimica supramolecolare, Chimica nucleare, Sonochimica, Astrochimica, Strutturistica chimica, Transizioni di fase, Magnetochimica, Cristallografia, Scienza dei materiali.

è dovuta al fatto che nei processi chimici sono protagonisti molecole e atomi che vengono trattati come sistemi fisici.

Enriques, in un primo momento, ammette che forse una distinzione oggettiva potrebbe esistere tra fisica e biologia, in quanto «si può sostenere che gli esseri viventi formano una classe a sè, realmente distinta da quella dei corpi non viventi». Ma anche in questo caso Enriques si dimostra estremamente in anticipo coi tempi, in quanto poi osserva che:

... quando si esamina più da vicino il contenuto delle ricerche concernenti la vita, si deve riconoscere anche qui che la divisione del lavoro scientifico non si stabilisce in base a criteri obiettivi: imperocché un gran numero di fenomeni che si osservano nei viventi restano nondimeno al di fuori della Fisiologia propriamente detta, nel campo di studio del fisico o del chimico. E reciprocamente lo studio di certi processi chimici — specialmente la sintesi dei composti del carbonio — si appoggia spesso a quello dei processi organici, nei quali p. es. si svela l'importanza delle azioni catalitiche dei fermenti, e l'ufficio della luce (Enriques, 1910 a, *Ibidem*).

Un illustre fisico teorico del Novecento, Piero Caldirola, alcuni decenni dopo osserverà che nulla può escludere a priori che i fenomeni biologici, oggi oggetto di studio della biologia essenzialmente sotto l'aspetto descrittivo e qualitativo, possano in futuro divenire oggetto di studio quantitativo con i metodi tipici della fisica e quindi far parte della fisica. (Caldirola, Olivieri, Loinger, 1956, p. 5).

La conclusione di Enriques è molto netta:

Pertanto l'idea comtiana, che vi sia un'affinità obiettiva tra i fenomeni di cui si occupano le singole scienze, si rivela ad un esame critico radicalmente falsa. Il criterio che presiede agli aggruppamenti e alle distinzioni scientifiche empiricamente date, non è un criterio obiettivo ma subiettivo: così p. es., le relazioni spaziali o geometriche vengono separate idealmente dalla realtà fisica di cui fan parte, per opera di un processo d'astrazione; ed un processo simile dà origine alla distinzione fra proprietà meccaniche ed elettriche, o fra proprietà fisiche e chimiche, ecc. (Enriques, 1910 a, *Ibidem*).

Enriques vede nascosta nell'ordinamento comtiano delle scienze

l'applicazione della metafisica del meccanicismo, ovvero della rappresentazione meccanica del mondo. Per tale motivo la prima delle scienze naturali è, nella serie contiana delle scienze, l'astronomia che offre la prima e più diretta applicazione della meccanica.

La classificazione delle scienze tipica del particolarismo scientifico è poi, secondo Enriques, pretestuosa in quanto «il sistema della produzione scientifica, nella maggior parte dei paesi che hanno una tradizione di cultura, è subordinato ad organizzazioni statali o quasi statali, che tendono a favorire una distribuzione più conforme del lavoro e ad accrescere il peso dei legami tradizionali». Diversamente vanno le cose nel mondo produttivo dell'industria:

Il regime dell'industria — nel sistema liberistico — lascia sussistere una infinita varietà di associazioni, che secondo le circostanze possono dar luogo ad un risultato economico; lo sviluppo libero riesce a ridurre continuamente il peso delle ragioni storiche e a promuovere il progresso; l'economia che si riferisce all'avvenire tende a prevalere in ogni momento sopra l'economia che consiste nella migliore utilizzazione del passato (Enriques, 1910 a, "Condizioni del progresso scientifico").

Il particolarismo scientifico, espresso nella veduta analitica del sapere, è visto da Enriques come un ostacolo alla libertà della ricerca, assicurata invece da una veduta sintetica del sapere che persegue l'unità del sapere:

La vera *unità* del sapere, senza negare i limiti di possibilità pratica che importano una divisione del lavoro, esige che alla *libertà* della ricerca non si opponga alcun limite *teorico*, come quello che risulta dall'attribuire un valore filosofico alle distinzioni contingenti e provvisorie fra i rami dello scibile. In tal guisa dunque, non già i mezzi tecnici debbono segnare le direttive dei problemi, ma all'opposto ogni problema scientifico importante deve determinare (di volta in volta) speciali coordinazioni di mezzi tecnici e corrispondenti aggruppamenti di studiosi (Enriques, 1922, p. 287).

Non è difficile scorgere in tali parole un chiaro riferimento a una concezione molto attuale del lavoro interdisciplinare di gruppo, che è una caratteristica dell'impresa scientifica dei nostri tempi.

## 9 - Federigo Enriques e la storia della scienza

Il confronto fra le vedute filosofiche attuali e quelle antiche, contenuto nel libro del 1922 *Per la storia della logica. I principi e l'ordine della scienza nel concetto dei pensatori matematici*, rende ancora più accentuata la necessità, nell'Enriques, di presentare le teorie filosofiche e scientifiche come il risultato dell'evoluzione di quelle greche antiche e di Aristotele in particolare.



**Fig. 34 - Federigo Enriques e Giorgio de Santillana, *Compendio di storia del pensiero scientifico*, Bologna, Zanichelli, 1937.**

Nel 1932 scrisse, assieme a Giorgio de Santillana, il primo volume della *Storia del pensiero scientifico*, dedicato al Mondo Antico. Il secondo volume doveva essere dedicato al Medioevo e il terzo al Rinascimento e all'Età Contemporanea. Ma l'opera rimase ferma al primo volume. In compenso, cinque anni dopo, nel 1937 gli stessi autori pubblicarono il *Compendio di storia del pensiero scientifico*, che copre l'intero periodo dall'antichità fino all'età contemporanea.

Allo sviluppo delle matematiche e ai suoi rapporti con le altre discipline, Enriques dedica nel 1938 il volume *Le matematiche nella storia e nella cultura*, nel quale sono raccolte, dall'allievo Attilio Frajese, le sue lezioni e conferenze tenute agli studenti della Facoltà di scienze dell'Università "La Sapienza" di Roma.

Molte idee già contenute nei *Problemi della Scienza* furono riprese e sviluppate nella successiva opera del 1934 *Signification de l'histoire de la pensée scientifique* (trad it. *Il significato della storia del pensiero scientifico*, 1936) riaffermando il valore teoretico della scienza.

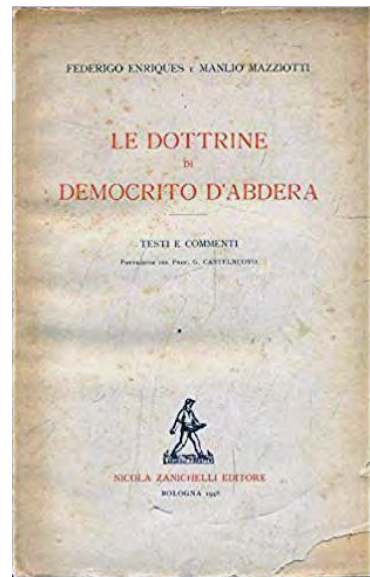
Questa opera è divisa in 16 capitoli:



1 - Scienza e storia, 2 - La concezione positivista della scienza, 3 - Postulato della ragione, 4 - Verità ed errore, 5 - Il problema del non-senso, 6 - La ragion pura di Kant, 7 - Le esigenze razionali nella costruzione scientifica, 8 - Pragmatismo e idealismo, 9 - Scienza e civiltà, 10 - I problemi della filosofia chiariti dalla storia del pensiero scientifico, 11 - Razionalismo e storicismo, 12 - Unità della scienza, 13 - Costruzione della storia, 14 - Traduzione e significato dei testi; 15 - La storia obiettiva di Duhem, 16 - La continuità del pensiero scientifico.

Sarebbe troppo lungo soffermarci su un'analisi dei contenuti di questa opera. Non si può tacere, tuttavia, sul "metodo" dell'Enriques storico della scienza, chiaramente comprensibile dalle osservazioni contenute specialmente nei capitoli 13 ("Costruzione della storia"), 14 ("Traduzione e significato dei testi") e 15 ("La storia obiettiva di Duhem").

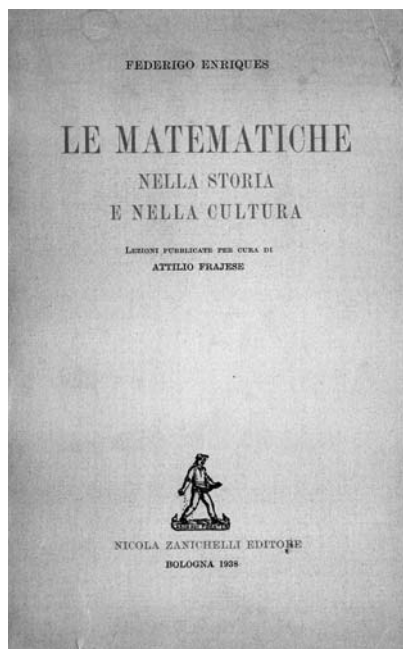
Tale metodo non è altro che l'estensione alla storia della scienza dello stesso metodo seguito dall'Enriques nella ricerca scientifica, che si può riassumere in questi termini: sintesi soggettivo-oggettiva e razionalismo sperimentale. Anche nella storia della scienza Enriques rifiuta l'idea positivista - per lui ingenua - di una obiettività indipendente dal soggetto e applica alla "ricostruzione storica" un processo analogo a quello della "costruzione della conoscenza scientifica", che dal fatto brutto conduce al fatto scientifico: l'interpretazione soggettiva del fatto storico che diventa obiettiva se viene avvalorata dai documenti, dalle fonti storiche:



**Fig. 35 - Federigo Enriques, *Le dottrine di democrito di Abdera* (a cura di Manlio Mazzotti, 1948).**

Costruire vuol dire interpretare, ordinare, connettere i dati della letteratura mediante ipotesi e spiegarli con ragioni, in una parola integrare la realtà filologica bruta che costituisce il materiale

di studio. (Enriques, 1936 b, p. 36).[...] giova dire esplicitamente che questi documenti scientifici o filosofici, costituendo i dati della nostra indagine storica, non hanno un senso di per sé ma lo debbono ricevere dalla costruzione stessa della storia in rapporto a tutto lo sviluppo delle idee (Enriques, 1936 b, p. 39).



**Fig. 36-** Federigo Enriques, *Le matematiche nella storia e nella cultura* (a cura di Attilio Frajese, 1938).

Un esempio di come l'interpretazione soggettiva può diventare obiettiva? Enriques cita l'idea "soggettiva" di Hieronymus Georg Zeuthen<sup>47</sup> che i greci possedessero i concetti dell'analisi infinitesimale, idea che è diventata "oggettiva" allorché è stata confermata dalla successiva scoperta dell'opera *Metodo* di Archimede da parte di Johan Ludvig Heiberg<sup>48</sup> (Netz e Noel, 2014; Nicotra L. 2015, pp. 5-38). Nel capitolo 15, "La storia obiettiva di Duhem", Enriques porta come esempio paradigmatico di "obiettività storica" basata sui fatti documentari la grande storia del *Sistema del mondo* di Pierre Duhem.<sup>49</sup>

Mentre i filologi e gli storici curano soltanto la salvaguardia dell'integrità dei documenti limitandosi alla loro lettura e traduzione letterale, i filosofi e gli storici della scienza av-

47 Hieronymus Georg Zeuthen (1839-1920) - Matematico danese e storico della matematica. Professore nell'università di Copenaghen e socio straniero dei Lincei (1902) ha dato importanti contributi alla geometria algebrica e alla geometria enumerativa di sezioni coniche. Aprì inoltre nuovi indirizzi nella storia della matematica con la *Storia della matematica nell'antichità e nel medioevo* (1896) e con la *Storia della matematica nei secoli XVI e XVII* (1903)

48 Johan Ludvig Heiberg (1854-1928) è stato un accademico, filologo classico e grecista danese, grande cultore di storia della matematica e della geometria.

49 Pierre Maurice Marie Duhem (1861-1916) è stato un filosofo, storico della scienza, fisico e matematico francese. Particolarmente noto per i suoi studi di storia della scienza nel Medioevo.

vertono l'esigenza primaria della loro intelligibilità, che li porta a interpretare i testi secondo un significato filosofico-scientifico e di evoluzione storica delle idee.

L'ultimo capitolo del libro *Il significato della storia del pensiero scientifico* è dedicato a uno dei temi più cari all'Enriques, che costituisce anche la chiave di volta della ricostruzione della storia della scienza: la continuità del pensiero scientifico, con un particolare richiamo a quelle che Enriques considera le origini, la cultura ellenica:

Non vi è pensiero originale che non appaia prolungamento di un pensiero precedente. La legge della continuità storica impera su tutto: nel passaggio dal maestro allo scolaro, lungo la successione del tempo e nella propagazione delle idee da nazione a nazione. [...] Non vi è grande idea - relatività del moto, inerzia, gravitazione universale contenente come caso particolare la legge del peso - che non profondi le sue radici nel suolo della cultura ellenica. E non è possibile comprendere l'evoluzione del pensiero moderno senza rifarsi a codeste lontane origini: ... esse vengono in causa ogni volta che si tratti di una rivalutazione critica e filosofica delle idee: la storia più antica rivive proprio nelle ore di rinnovamento! (Enriques, 1936, p. 46).

Giovanni Vailati, Federigo Enriques, Vito Volterra, Gino Loria e Aldo Mieli, sulle orme soprattutto di autori quali Ernst Mach, Henri Poincaré, Jean-Marie Duhamel, William Kingdon Clifford, si adoperarono affinché la storia della scienza divenisse una disciplina autonoma, riscattandola da una semplice raccolta di aneddoti.

Nel 1921, al congresso nazionale della Società Mathesis tenutosi a Napoli, si mossero i primi passi in questa direzione. Per iniziativa e sotto la direzione di Enriques, nel 1923 fu fondato a Roma l'Istituto Nazionale per la Storia delle Scienze Fisiche e Matematiche. L'intento di Enriques, però, più ambizioso e in linea con la sua visione eclettica della cultura scientifica, era quello di allargare le finalità di tale Istituto alle scienze chimiche, biologiche e della Terra (geografia). Tali intendimenti produssero la creazione, all'Università "La Sapienza" di Roma, di una Scuola di perfezionamento in Storia delle Scienze, di cui Enriques fu il direttore. L'auspicio di Enriques era, però, che tale Scuola acquistasse un'autonomia propria come

*Lettera aperta a S. E. il Ministro della Pubblica Istruzione.*

Eccellenza,

Gli studi concernenti la storia delle scienze non trovano oggi in Italia, quegli incoraggiamenti e quei mezzi che sono richiesti dalla difficoltà e dall'importanza del compito da assolvere, e dall'alto interesse nazionale che vi si connette.

Accanto ai monumenti che attestano la grandezza secolare della nostra stirpe, accanto alle opere che hanno creato o ricreato nel Rinascimento i valori eterni della bellezza, le opere della scienza italiana danno al mondo il criterio universale della ricerca della verità, il metodo razionale e sperimentale, e le più grandi idee e le più grandi scoperte che hanno fruttificato la moderna civiltà scientifica. Ricostruire la storia delle scienze è, per gl'Italiani, acquistare consapevolezza di quanto vi è in essa d'italiano; spiegare nella sua interezza codesta storia, significa compiere la più superba esaltazione del genio nazionale, che possa darsi nell'ordine dello spirito. E questa deve essere insieme

istituzione, dando vita a un Istituto Nazionale per la Storia delle Scienze, eliminando la restrizione alle scienze fisiche e matematiche. Un tale Istituto sorse «con l'aiuto di alcune elargizioni private» ma senza avere una sede propria per i suoi uffici e per lo svolgimento delle sue attività. Utilizzava una sala di consultazione della vecchia e storica "Biblioteca Vittorio Emanuele" a Roma e aveva cominciato a promuovere alcune pubblicazioni. Nel giugno del 1927, un comitato scientifico presieduto da Enriques<sup>50</sup> scrisse una lettera aperta al ministro della pubblica istruzione Pietro Fedele (anche membro del Gran Consiglio del Fascismo) sollecitando l'intervento governativo a sostegno dell'Istituto Nazionale per la Storia delle Scienze da poco istituito. Tali richieste incontrarono non poche difficoltà, malgrado la formale approvazione, in seguito, da parte di Giovanni Gentile. In realtà l'unico istituto che venne creato fu la Domus Galileiana

---

50 Ne facevano parte: Silvestro Baglioni, Davide Giordano, Roberto Almagià, Augusto Béguinot, Alberico Benedicenti, Guglielmo Bilancioni, Ettore Bortolotti, Guido Castelnuovo, Andrea Corsini, Carlo Del Lungo, Antonio Garbasso, Amedeo Giannini, Gino Loria, Roberto Marcolongo, Aldo Mieli, Carlo Alfonso Nallino, Federico Raffaele, Luigi Sabbatani, Giovanni Vacca, Nicola Vacchelli.

(tutt'oggi esistente), come centro di studi galileiani e in generale di storia della scienza, che fu inaugurata a Pisa molti anni dopo, nel 1941, in occasione del terzo centenario della morte di Galilei, e il primo direttore fu proprio Giovanni Gentile.

È interessante riportare alcuni stralci più significativi della lettera del giugno 1927 indirizzata al ministro Fedele, dai quali traspaiono chiaramente sia la mancanza di considerazione da parte dell'*establishment* culturale dell'epoca nei riguardi della cultura storica scientifica sia, al contrario, la grande attenzione e apertura di Enriques verso opposti atteggiamenti sviluppatasi fuori d'Italia, in Europa e negli Stati Uniti d'America.

L'inizio è solenne e ottempera alla corrente retorica nazionalista dell'epoca, imposta a chiunque si rivolgesse alle autorità governative.

Qui ancora più necessaria, per sensibilizzare l'attenzione del ministro verso le richieste di sostegno del governo fascista e sperare di acquisirne la benevolenza.

Ma subito dopo i convenevoli d'occasione, fa capolino l'umanesimo allargato dell'Enriques, che equipara il valore delle conquiste scientifiche a quello delle grandi opere artistiche, affermando quindi il valore dell'unità della cultura. E affiorano anche la sua visione storicistica della scienza e il valore da lui dato alla storia della scienza non come erudizione storica ma come "ricerca" («così nella storia delle grandi scoperte scientifiche, ed anche in quella dei grandi errori, si celano spesso i semi di nuove verità»):

Accanto a questo alto valore, gli studi storici ne hanno un altro non meno importante, di formazione educativa dello spirito per il progresso avvenire. Come, infatti, le grandi opere artistiche dei geni passati contengono il germe fecondo di nuove fatture, così nella storia delle grandi scoperte scientifiche, ed anche in quella dei grandi errori, si celano spesso i semi di nuove verità.

Consapevoli di questi valori, Gran Bretagna, Francia e Germania con giusto orgoglio dei propri meriti o con senso lungimirante delle forze ideali che operano nel contrasto della Società contemporanea, hanno dato e danno ogni giorno più vigoroso impulso agli studi di storia delle scienze, promovendo la pubblicazione di classici, l'istituzione di biblioteche, la ricerca bibliografica e storica nelle sue varie forme, dalla raccolta delle fonti agli studi critici, fino alle sintesi ricostruttrici del progresso scientifico.

Il tono della lettera è quasi dimesso, le richieste vengono poste con la timidezza di chi, quasi, ha un complesso di inferiorità, di chi sa di essere incompreso:

Soltanto il Governo Nazionale, conscio della gravità e della urgenza del bisogno, per il prestigio d'Italia, può affrontare degnamente il problema, in ordine al suo proprio programma di espansione culturale della Nazione. E però al Governo Nazionale ci rivolgiamo a chiedere anzi tutto, in via di massima, se veramente gli sembri che accanto all'*Istituto Nazionale di Archeologia e Storia dell'Arte* meriti d'essere promosso e di avere assicurati i mezzi per il suo sviluppo anche un *Istituto Nazionale per la Storia delle Scienze*.

Per Enriques la storia della scienza non deve esaurirsi in una raccolta di indicazioni bibliografiche e una elencazione cronologica dei suoi risultati, bensì deve essere anzitutto e soprattutto una ricostruzione del cammino travagliato delle sue conquiste, ponendo in particolare evidenza gli errori commessi e come essi siano stati corretti, perché proprio gli errori sono stati la spinta più forte per la conquista della verità. Questo approccio alla storia della scienza fa rivivere la scienza come ricerca, la restituisce alla sua vera dimensione di processo caratterizzato, per dirla con José Ortega Y Gasset, dal «porsi dei problemi, lavorare per risolverli e approdare a una soluzione», che non è mai definitiva ma soltanto uno stadio più o meno avanzato di approssimazione, superabile da un'altra soluzione che amplia e meglio precisa quella precedente. In tal modo viene superata l'opposizione accademica fra storia della scienza e scienza intesa nel suo significato più stretto di ricerca, come esplicitamente dichiarato da José Ortega Y Gasset (1972, pp. 50-51).<sup>51</sup>

Lo stesso insegnamento da *ex cathedra* dovrebbe cedere il passo a un "insegnamento dinamico" (simile a quello che oggi chiameremmo costruttivista) che faccia rivivere di una teoria, sia pure con

---

51 «Nel suo vero e proprio significato, la scienza è soltanto ricerca: porsi dei problemi, lavorare per risolverli e approdare a una soluzione. Quando vi si è approdato, tutto ciò che per mezzo di questa soluzione si faccia non è più scienza (salvo a rimetterla in questione, convertirla nuovamente in problema, ricriticarla e, pertanto, ripetere tutto il processo in cui consiste la ricerca). Perciò non è scienza né imparare una scienza né insegnarla, come non lo è usarla o applicarla».

processo abbreviato, gli stadi percorsi dai predecessori che la teoria stessa costruirono.

Un cenno infine all'opera *Le dottrine di Democrito d'Abdera. Testi e commenti* che, con l'aiuto nella redazione da parte di M. Mazziotti, fu fortunatamente completata poco prima della morte ma pubblicata postuma due anni dopo, nel 1948, con la prefazione di Guido Castelnuovo. In quest'opera Enriques torna agli antichi amori per i filosofi greci, ricostruendo pazientemente l'opera di Democrito, in base agli scarsi frammenti pervenutici. Il principio conduttore di Enriques, nella "ricostruzione" del pensiero degli antichi filosofi greci a partire dai frammenti in nostro possesso, si fonda sulla convinzione che «il pensiero originale doveva esser chiaro e intelligibile, per cui formula una ipotesi sul significato del testo e l'accoglie soltanto quando la tesi proposta si accorda con le conseguenze che i commentatori greci di epoca più recente hanno tratto da quel passo del loro predecessore» (Castelnuovo, 1947). Un'altra conferma del suo "razionalismo sperimentale" applicato alla ricostruzione storica, in questo caso, del pensiero filosofico.

## 10 - Conclusioni

Da quanto narrato sulla vita e l'immensa attività di scienziato e studioso eclettico di Federigo Enriques, è senz'altro riduttivo trarre qualunque conclusione. Personalmente non mi piacciono le conclusioni: sanno di morte, sono spesso proclami della fine di qualcosa e questo non mi sembra che possa piacere proprio a Federigo Enriques che, in tempi in cui il pensiero dominante era l'opposto, ha tanto insistito sul concetto della scienza come cammino mai concluso ma sempre perfettibile:

Non c'è dunque una verità che si manifesti a noi come qualcosa di compiuto e d'esatto, esente da errori, ma soltanto verità parziali, indissolubilmente connesse all'errore, che costituiscono gradi di approssimazione; e così teorie suscettibili ognora di essere integrate in altre più ampie e precise, senza che possa mai segnarsi un termine al loro perfezionamento (Enriques, 1938 a).

Nessuna conclusione quindi, perché il suo alto insegnamento è ancora e sarà sempre valido, attuale e meritevole di riflessione per ulteriori sviluppi.

In queste righe si è tentato di fornire un ritratto quanto più possibile completo dello scienziato e più in generale dell'intellettuale, che però non sarebbe pienamente comprensibile e apprezzabile ignorando i nobilissimi tratti dell'uomo, magistralmente delineati da queste sentite e semplici parole del suo grande allievo Oscar Chisini, con le quali mi piace chiudere questo mio scritto:

Si è perduto, con la scomparsa di Federigo Enriques, il matematico italiano che più si accosta ai grandi filosofi antichi per ampiezza di vedute e profondità di pensiero, si è perduto un maestro particolarmente generoso ed affettuoso con i suoi allievi, un giudice acuto ed imparziale, un uomo che, pur conscio del proprio valore, era modesto e, soprattutto, era buono: così la sua dipartita fu pianta da quanti veramente lo conobbero e molti ne rimasero sbigottiti, tanto che ancor ora non sanno persuadersi che tanta luce di pensiero sia spenta, per sempre. (Chisini, 1946, p. 72).

## Cronologia

- 5/01/1871. Nasce a Livorno da Giacomo Enriques (di origini ebraiche con ascendenza portoghese) e da Matilde Coriat.
- 1882. La famiglia si trasferisce da Livorno a Pisa, dove F.E. frequenta scuole secondarie, università e Scuola Normale Superiore.
- 1887. Termina il liceo a Pisa e si iscrive all'Università di Pisa frequentando anche la Scuola Normale Superiore. Ha come professori Enrico Betti, Vito Volterra, Ulisse Dini, Luigi Bianchi e Riccardo De Paolis.
- Estate 1891. Si laurea in matematica con Riccardo De Paolis. discutendo la tesi: *Alcune proprietà metriche dei complessi di rette ed in particolare di quelli simmetrici rispetto ad assi*.
- 1891-1892. Perfezionamento a Pisa.
- 1892-1893. Perfezionamento a Roma in geometria algebrica con Luigi Cremona. Incontra Guido Castelnuovo che con Corrado Segre è rappresentante di spicco della scuola di geometria algebrica italiana creata da Luigi Cremona. Stringe amicizia con Guido Castelnuovo, che poi sposerà la sorella.
- 1893. Perfezionamento a Torino con Corrado Segre.
- 25/06/1893. *Ricerche di geometria sulle superficie algebriche*, pubblicata



- dall'Accademia delle Scienze di Torino.
- 1894. *Lezioni di Geometria Descrittiva.*
  - Gennaio 1894. Incarico di Geometria Proiettiva e Descrittiva all'Università di Bologna. Si accorge che nei fondamenti della geometria proiettiva esiste una lacuna: il teorema fondamentale di Staudt non ha una dimostrazione rigorosa. Ne fornisce lui una perfetta e semplice.
  - 1894. *Lezioni di Geometria Proiettiva.*
  - 1896. *Introduzione alla geometria sopra le superficie algebriche*, pubblicata dalla Società dei XL.
  - 1896. Vincitore della cattedra di Geometria Proiettiva e Descrittiva all'Università di Bologna.
  - 1896. *Sopra le superficie algebriche di cui le curve canoniche sono iperellittiche*, Rendiconti Acc. Naz. Lincei (V) V (1896), pp. 191-197.
  - 1900. *Questioni riguardanti la geometria elementare.* Unico volume, 1ª edizione. Seguiranno una seconda edizione in 2 voll. (1912-1914) e una terza edizione in 4 voll. (1924-1927) con il titolo *Questioni riguardanti le matematiche elementari.*
  - 1901. *Intorno ai fondamenti della geometria sopra le superficie algebriche.* Atti Accademia delle Scienze di Torino, XXXVII, pp. 19-40.
  - 1901. *Sulla spiegazione psicologica dei postulati della geometria.* «Rivista di Filosofia» IV, pp. 171-195.
  - 1903. *Elementi di geometria elementare*, 2 volumi, scritto con Ugo Amaldi. 1ª edizione. Sarà il testo di geometria elementare più adottato in tutte le scuole superiori d'Italia nell'intero secolo XX. Ultima edizione: 1992.
  - 1906. *Problemi della Scienza.* Contiene la filosofia scientifica di E. e in particolare il suo approccio psicologico ai principi della geometria. Anticipa le vedute di Albert Einstein sui concetti di tempo, spazio, moto, forza.
  - 1906. Fonda a Bologna e presiede fino al 1913 la "Società Filosofica Italiana" (SFI).
  - 1907. Vince con Francesco Severi il premio Bordin dell'"Accademia delle Scienze" di Parigi, con la *Memoria sulle superficie algebriche ellittiche.*
  - 1907. Premio reale dell'Accademia dei Lincei assieme a Tullio-Levi Civita.
  - 1907. Fonda la «Rivista di Scienza», che poi assumerà il nome «Scientia» nel 1910.
  - 1908. Partecipa ad Heidelberg al III Congresso Internazionale di Filosofia e ivi riceve l'incarico di organizzare il IV Congresso.
  - 1910. Condirettore con Eugenio Rignano di «Scientia, rivista internazionale di sintesi scientifica».
  - 1911. Organizza e presiede il IV Congresso Internazionale di Filosofia a Bologna.
  - 1912. *Scienza e razionalismo.* Pensiero filosofico dell'Enriques. Le vedute filosofiche attuali sono confrontate con quelle antiche.
  - 1912-1914. *Questioni riguardanti le matematiche elementari.* 2ª edizione in 2 volumi. Bologna, Zanichelli.

- 1913-1915. Presidente dell'Associazione Nazionale dei Professori Universitari. Formula un progetto di riforma dell'università italiana.
- 1914. *Nozioni di matematica ad uso dei licei moderni*, scritto con Ugo Amaldi.
- 1919. Presidente della Mathesis (fondata nel 1895) fino al 1932.
- 1921. Direttore del «Periodico di Matematiche», fino al 1946.
- 1922. Si trasferisce da Bologna a Roma dove diviene professore ordinario prima di Matematiche Superiori e poi di Geometria Superiore all'Università "La Sapienza".
- 1922. *Per la storia della logica*.
- 1923. Fonda a Roma l'"Istituto Nazionale per la Storia delle Scienze Fisiche e Matematiche", nell'ambito del quale viene creata la "Scuola di storia delle scienze".
- 1923. *Gli Elementi d'Euclide e la critica antica e moderna*. Editi col concorso di diversi collaboratori. Volume I, pp. 323 a cura di Federigo Enriques e Maria Teresa Zapelloni (Libri I-IV).
- 1924-1927 *Questioni riguardanti le matematiche elementari*. Terza edizione in 4 volumi.
- 1925. Socio Nazionale dell'Accademia dei Lincei fino al 1938 e poi di nuovo nel 1945.
- 1925. È nominato da Gentile direttore della Sezione Matematica della Enciclopedia Italiana, incarico che manterrà fino al 1937.
- 1930. *Gli Elementi d'Euclide e la critica antica e moderna*. Editi col concorso di diversi collaboratori. Volume II, pp. 360, a cura di Federigo Enriques, Maria Teresa Zapelloni (libri V e VI) e Guido Rietti (libri VII-IX).
- 1932. *Storia del pensiero scientifico* (con Giorgio de Santillana) 1° e unico volume: l'Antichità.
- 1932. *Gli Elementi d'Euclide e la critica antica e moderna*. Editi col concorso di diversi collaboratori. Volume III, pp. 340, a cura di Federigo Enriques e Maria Teresa Zapelloni (Libro X).
- 1934. *Signification de l'histoire de la pensée scientifique*. Trad. it. *Il significato della storia del pensiero scientifico* (1936). Riafferma il valore teoretico della scienza.
- 1935. *Gli Elementi d'Euclide e la critica antica e moderna*. Editi col concorso di diversi collaboratori. Volume IV, pp. 356, a cura di Federigo Enriques e Amedeo Agostini (Libri XI-XIII).
- 1937. *Compendio di storia del pensiero scientifico* (con Giorgio de Santillana).
- 1938. *Le matematiche nella storia e nella cultura*, a cura di Attilio Frajese.
- 1938. Viene allontanato dall'insegnamento universitario e sollevato da tutte le cariche pubbliche a seguito delle leggi razziali, ma viene "discriminato".
- 1941. *Causalité et déterminisme dans la philosophie et l'histoire des sciences*. Trad. it. *Causalità e determinismo nella filosofia e nella storia della scienza* (1945). Esame critico del problema del determinismo.
- 1944. Torna a insegnare all'Università di Roma, fino alla morte.
- 14 giugno 1946. Muore di infarto a Roma.
- 1948. *Le dottrine di Democrito d'Abdera. Testi e commenti*. Opera postuma con

- la redazione di M. Mazziotti. Prefazione di Guido Castelnuovo.
- 1949. *Le superficie algebriche*. Opera postuma. Introd. di Guido Castelnuovo.

## Riconoscimenti e onorificenze

- nel 1896 premio per la matematica della Società Italiana delle Scienze detta dei XL;
- nel 1907, assieme a Francesco Severi, riceve il premio Bordin dell'Accademia delle Scienze di Parigi per la *Memoria sulle superficie algebriche ellittiche*;
- nel 1908, assieme a Tullio Levi-Civita, riceve il premio reale dell'Accademia dei Lincei;
- socio della Società Italiana delle Scienze detta dei XL;
- socio dell'Accademia dei Lincei;
- socio dell'Accademia di Copenhagen;
- socio dell'Accademia di Sassonia;
- socio dell'Accademia di Madrid;
- socio dell'Accademia di Buenos Aires;
- socio della Società Reale di Liegi;
- socio della Società Matematica di Kazan;
- laurea "honoris causa" dall'Università di St. Andrews in Scozia;
- laurea "honoris causa" dall'Università di Liegi;
- laurea "honoris causa" dall'Università di Buenos Aires;
- laurea "honoris causa" dall'Università di Montevideo;
- laurea "honoris causa" dall'Università del Cile;
- nel 1937, per la sua opera filosofica, è nominato Socio corrispondente dell'Académie des Sciences Morales et Politiques dell'Institut de France.

## Ringraziamenti

L'autore esprime tutta la sua gratitudine a Federico e Lorenzo Enriques, nipoti di Federigo, per la preziosa revisione dell'articolo.

## Bibliografia

Molte opere di Federigo Enriques sono disponibili in Rete in forma digitale, gratuitamente per scopi unicamente di ricerca e studio, nell'ambito del progetto "Edizione Nazionale delle opere di Federigo Enriques", promosso dal "Ministero per i Beni e le attività Culturali" - Area 4 - Area Archivi e Biblioteche - Direzione Generale per i Beni Librari e gli Istituti Culturali. Il sito <http://www.federigoenriques.org/it/> è dedicato all' "Edizione Nazionale delle opere di Federigo Enriques". Una pagina web di tale sito contiene l'elenco cronologico di tutte le opere di Federigo Enriques finora catalogate con i collegamenti ipertestuali alle opere digitalizzate (<http://www.federigoenriques.org/it/indice-cronologico-delle-opere/>).

BALDINI Massimo (1993). *Aforismi, novelle e profezie di Leonardo da Vinci*. Roma: Newton Compton. Ed. web: [www.liber.it](http://www.liber.it).

BOTTAZZINI Umberto, CONTE Alberto, GARIO Paola (cur.) (1996). *Riposte armonie. Lettere di Federigo Enriques a Guido Castelnuovo*. Torino: Bollati Boringhieri.

BOYER Benjamin Carl (1990). *Storia della matematica*. Milano: Oscar Saggi Mondadori. Trad. it. Adriano Carugo. Ed. originale *A History of Mathematics*, John Wiley & Sons, Inc. 1968.

CASTELNUOVO Guido (1928). *La Geometria Algebrica e la Scuola Italiana. Atti del Congresso Internazionale dei Matematici. Bologna 3-10 settembre 1928, T.I.*, Bologna: Zanichelli, 1929, pp.191-201.

CASTELNUOVO Guido (1947). *Commemorazione di Federigo Enriques. Seduta dell'Accademia Nazionale dei Lincei dell' 11 gennaio 1947. Rendiconti dell'Accademia Nazionale dei Lincei, serie VIII, volume II (1947), 3-21.*

CILIBERTO Ciro, SHAFAREVICH Igor R. (1998). *Geometria algebrica. Enciclopedia del Novecento II Supplemento*. In [https://www.treccani.it/enciclopedia/geometria-algebrica\\_%28Enciclopedia-del-Novecento%29/](https://www.treccani.it/enciclopedia/geometria-algebrica_%28Enciclopedia-del-Novecento%29/).

CHISINI Oscar (1946). *Necrologio di Federigo Enriques. «Bollettino dell'Unione Matematica Italiana»*, serie 3, volume 1 (1946), n. 1, p. 70-72.

COMTE Auguste (1985). *Discorso sullo spirito positivo*, traduzione di A. Negri. Roma-Bari: Laterza. Edizione originale: *Discours sur l'esprit positif* (1844).

de FINETTI Bruno (1965). Lettere alla Direzione. «*Periodico di Matematiche*», n° 4 ottobre 1965. Bologna: Zanichelli.

ENRIQUES Federigo (1890). Alcune proprietà dei fasci di omografie negli spazi lineari ad  $n$  dimensioni. *Rend. Acc. Lincei (4)*, VI2, 1890, p.63.

ENRIQUES Federigo (1893). *Ricerche di geometria sulle superficie algebriche*. Torino: Carlo Clausen libraio della Reale Accademia delle Scienze di Torino.

ENRIQUES Federigo (1894 a). *Lezioni di geometria descrittiva*. Bologna: litografato nel 1893-94.

ENRIQUES Federigo (1894 b). *Lezioni di geometria proiettiva*. Bologna: litografato nel 1893-94, a cura di C. Pedretti.

ENRIQUES Federigo (1896). Introduzione alla geometria sopra le superficie algebriche. *Atti della Società Italiana delle Scienze detta dei XL (s III) X (1896)*, pp. 1-81.

ENRIQUES Federigo (1906). *Problemi della Scienza*. Bologna: Zanichelli.

ENRIQUES Federigo (1907). Programma. «*Rivista di Scienza*» Vol. I.

ENRIQUES Federigo (1909 a). Il principio di ragion sufficiente nella costruzione scientifica. «*Rivista di Scienza*», V, 1909, pp. 1-20.

ENRIQUES Federigo (1909 b). Razionalismo e storicismo. «*Rivista di Scienza*», V, 1909, pp. 350-372.

ENRIQUES Federigo (1910 a). La filosofia positiva e la classificazione delle scienze. «*Scientia*», VII, pp. 369-385.

ENRIQUES Federigo (1910 b). Il pragmatismo. «*Scientia*», VIII, pp. 146-164.

ENRIQUES Federigo (1912 a). *Scienza e razionalismo*. Bologna: Zanichelli.

ENRIQUES Federigo (1912 b). Matematiche e teoria della conoscenza. «*Scientia*», XI, pp. 1-17.

ENRIQUES Federigo, CHISINI Oscar (1915-1918-1924-1934). *Lezioni sulla teoria geometrica delle equazioni e delle funzioni algebriche*. 4 volumi,

Bologna: Zanichelli.

ENRIQUES Federigo (1922). *Per la storia della logica*. Bologna: Zanichelli.

ENRIQUES Federigo, de SANTILLANA Giorgio (1932). *Storia del pensiero scientifico. Il Mondo Antico*. Vol. 1. Bologna: Zanichelli.

ENRIQUES Federigo, CAMPEDELLI Luigi (1933). *Lezioni sulla teoria delle superficie algebriche, raccolte dal Dott. Luigi Campedelli*. Padova: ed. litografica casa editrice Cedam.

ENRIQUES Federigo, CAMPEDELLI Luigi (1934). *Sulla classificazione delle superficie algebriche, particolarmente di genere zero, lezioni raccolte dal Dott. Luigi Campedelli*”, nei Rendiconti del Seminario Matematico della R. Università di Roma.

ENRIQUES Federigo (1934). *Signification de l'histoire de la pensée scientifique*. Paris: Hermann.

ENRIQUES Federigo (1936 a). La teoria della conoscenza scientifica nei suoi sviluppi da Kant ad oggi. *Atti della Società Italiana per il Progresso delle Scienze, V S.I.P.S.*, Roma. 1936, pp. 215-219. Riunione XXIV (Palermo, ottobre 1935).

ENRIQUES Federigo (1936 b). *Il significato della storia del pensiero scientifico*. Bologna: Zanichelli. Ristampa: Barbieri, 2004. Edizione originale: *Signification de l'histoire de la pensée scientifique*. Paris: Hermann, 1934.

ENRIQUES Federigo, de SANTILLANA Giorgio (1937). *Compendio di storia del pensiero scientifico*. Bologna: Zanichelli.

ENRIQUES Federigo (1938 a). Importanza della storia del pensiero scientifico nella cultura nazionale. «*Scientia*», XXXII, vol.LXIII, n. CCCXI-3, pp. 125-134.

ENRIQUES Federigo (1938 b). *Le Matematiche nella storia e nella cultura*. Lezioni pubblicate a cura di Attilio Frajese. Bologna: Zanichelli.

ENRIQUES, Federigo, CONFORTO, Fabio (1939). *Le superficie razionali*. Bologna: Zanichelli. Testo pubblicato con la sola indicazione del nome di F. Conforto in seguito all'introduzione delle leggi razziali.

ENRIQUES Federigo (1941). *Causalité et déterminisme dans la philo-*

*sophie et l'histoire des sciences*. Paris: Hermann.

ENRIQUES Federigo (1945). *Causalità e determinismo nella filosofia e nella storia della scienza*. Roma: Atlantica. Edizione originale: *Causalité et déterminisme dans la philosophie et l'histoire des sciences*. Paris: Hermann, 1941.

ENRIQUES Federigo (cur. M. Mazziotti) (1948). *Le dottrine di Democrito d'Abdera. Testi e commenti*. Bologna: Zanichelli.

ENRIQUES Federigo (cur. Guido Castelnuovo, A. Franchetta e G. Pompily) (1949). *Le superficie algebriche*. Bologna: Zanichelli.

FULLERTON George Stuart (1908). The Meeting of the Third International Congress of Philosophy, at Heidelberg, August 31 to September 5, 1908. «*The Journal of Philosophy, Psychology and Scientific Methods*», 5/21, 1908, pp. 573-7.

GEYMONAT Ludovico (1976). *Storia del pensiero filosofico e scientifico*. 7 volumi. Milano: Garzanti.

KLEIN Felix (1902). *Anwendung der differential-und integral Rechnung auf Geometrie*. Leipzig: Teubner.

HEISENBERG Werner (1974). Introduzione. In Albert Einstein, Hedwig Born, Max Born, *Scienza e vita, carteggio 1916-1955 fra Albert Einstein e Max Born*. Torino: Einaudi.

ISRAEL Giorgio (1993). Enriques Federigo. *Dizionario Biografico degli Italiani - Volume 42 (1993)*, [http://www.treccani.it/enciclopedia/federigo-enriques\\_%28Dizionario-Biografico%29/](http://www.treccani.it/enciclopedia/federigo-enriques_%28Dizionario-Biografico%29/).

NASTASI Tina (2010). *Federigo Enriques e la civetta di Atena*. Pisa: Plus - Università di Pisa.

NASTASI Tina (2012). Dell'Enriques francese. In Charles Alunni e Yves André (cur.), *Federigo Enriques o le armonie nascoste*, pp. 175-196, Pisa: Edizioni della Normale.

NETZ Reviel, NOEL William (2014). *Il codice perduto di Archimede*. Milano: Edizioni Corriere della Sera su licenza RCS Libri.

NICOTRA Luca (2007). Bruno de Finetti scrive a Adriano Tilgher. «*Lettera Matematica Pristem*», n. 64, luglio 2007, Springer-Verlag, Milano.

NICOTRA Luca (2011). L'ideale estetico nell'opera dello scienziato. In Luca Nicotra e Rosalba Salina Borello (cur.), *Nello specchio dell'altro. Riflessi della bellezza tra arte e scienza*. Roma: UniversItalia, pp. 17 - 98.

NICOTRA Luca (2015). Arte e Scienza in Archimede. Parte II. «*ArteScienza*», Anno II, N. 3, pp. 5-38.

NICOTRA Luca (2018 a). Federigo Enriques: tra filosofia e matematica. Parte I. «*ArteScienza*», Anno V, N. 10, pp. 5-34.

NICOTRA Luca (2019). Teatro e Scienza. «*ArteScienza*», Anno VI, N. 11, pp. 5-26.

NICOTRA Salvatore (1960). Henry Poincaré: sommo scienziato e filosofo. «*La Scienza e i giovani*», anno IX - 1960 n°2 .

NOETHER Max (1870). Zur Theorie des eindeutigen Entsprechens algebraischer Gebilde von beliebig vielen Dimensionen. In *Mathematische Annalen* vol. II.

ORTEGA Y. GASSET José (1972). *La missione dell'Università*. Pompei: Guida editori, trad. it. Marcello Gammardella. Edizione originale: *Mision de la Universidad*, 1930, in *Obras Completas*.

PLANCK Max (1973). *Scienza, filosofia e religione*. A cura di Filippo Selvaggi. Milano: Fratelli Fabbri Editori (I ed. 1965).

POINCARÉ Jules Henry (1905). *La valeur de la science*. Paris: Flammarion. Trad. it. *Il valore della scienza*. Firenze: La Nuova Italia, 1952.

POINCARÉ Jules Henry (1908). *Science et méthode*. Paris: Flammarion. Trad. it. *Scienza e metodo*. Torino: Einaudi, 1997.

POINCARÉ Jules Henry (1950). *La scienza e l'ipotesi*. Firenze: La Nuova Italia. Ed. orig. *La science et l'hypothèse*, Paris: Flammarion, 1902.

QUILICI, L. , RAGGHIANI R. (cur.) (1989). Lettere di Federigo Enriques. In "Il carteggio Xavier Léon: corrispondenti italiani con un'appendice di lettere di Georges Sorel", «*Giornale critico della filosofia italiana*», s. VI, 9, 1989, pp. 308-28.

## ArteScienza

Rivista telematica semestrale

<http://www.assculturale-arte-scienza.it>

Direttore Responsabile: Luca Nicotra

Direttori onorari: Giordano Bruno, Pietro Nastasi

Registrazione n.194/2014 del 23 luglio 2014 Tribunale di Roma

ISSN on-line 2385-1961

Proprietà dell'Associazione Culturale "Arte e Scienza"