

---

# *La Matematica nella Società e nella Cultura*

RIVISTA DELL'UNIONE MATEMATICA ITALIANA

---

CHARLES ALUNNI

## **Guido Castelnuovo & la teoria della relatività. Prolegomeni alla sua epistemologia**

*La Matematica nella Società e nella Cultura. Rivista dell'Unione Matematica Italiana, Serie 1, Vol. 8 (2015), n.2, p. 353–370.*

Unione Matematica Italiana

[http://www.bdim.eu/item?id=RIUMI\\_2015\\_1\\_8\\_2\\_353\\_0](http://www.bdim.eu/item?id=RIUMI_2015_1_8_2_353_0)

L'utilizzo e la stampa di questo documento digitale è consentito liberamente per motivi di ricerca e studio. Non è consentito l'utilizzo dello stesso per motivi commerciali. Tutte le copie di questo documento devono riportare questo avvertimento.

---

*Articolo digitalizzato nel quadro del programma  
bdim (Biblioteca Digitale Italiana di Matematica)  
SIMAI & UMI*

<http://www.bdim.eu/>

La Matematica nella Società e nella Cultura. Rivista dell'Unione Matematica Italiana, Unione Matematica Italiana, 2015.

## Guido Castelnuovo & la teoria della relatività Prolegomeni alla sua epistemologia

CHARLES ALUNNI

### Castelnuovo (\*) & Einstein

Se sin dal 1912 l'influente Tullio Levi Civita si era per così dire 'convertito' alle nuove idee relativistiche, dopo un inizio non certo favorevole ad esse, trascinando quindi con sé gran parte dell'ambiente

(\*) Castelnuovo è autore dei libri seguenti: *Lezioni di Geometria analitica*, Milano-Roma-Napoli, Società Ed. Dante Alighieri, Segati & C. (varie edizioni dal 1902 in poi); *Calcolo delle probabilità*, 1. Edizione Società Ed. Dante Alighieri; 1918; 2da Ed. in 2 volumi, Bologna Zanichelli, 1925-1928; *Spazio e tempo secondo le vedute di A. Einstein*, Bologna, Zanichelli, 1923; *La probabilité dans les différentes branches de la science*, "Actualités scientifiques et industrielles", Ed. Hermann et Cie, Paris, 1937; *Le origini del calcolo infinitesimale nell'era moderna*, Bologna, Zanichelli, 1938.

Da notare che uno di essi ha per tema la relatività di Einstein ed è dunque apparentemente "periferico" rispetto alla sua stretta pratica di matematico. Però molti tra i suoi articoli trattano temi non strettamente connessi al filone di ricerca per cui Castelnuovo è universalmente noto, spaziando da questioni metodologiche alla epistemologia, al calcolo delle probabilità, alla relatività: *Il valore didattico della matematica e della fisica* (Rivista "Scientia", 1907); *Il principio di relatività e i fenomeni ottici* (Rivista "Scientia", 1911); *L'evoluzione delle misure dello spazio e del tempo* (Atti del Congresso della Società Italiana per il Progresso delle Scienze, 1911); *Antiche e moderne vedute sulle leggi naturali* (Discorso inaugurale dell'anno scolastico 1913-1914 della R. Università di Roma); *Il Calcolo delle probabilità e le scienze dell'osservazione* (Rivista "Scientia", 1918); *Questioni di metodo nel Calcolo delle probabilità* (Rivista "Scientia", 1918); *Sulla teoria della relatività* (Sunto di due conferenze; "L'elettrotecnica", luglio 1922; riprodotto nell'appendice alla traduzione italiana dell'opera Kopff "I fondamenti della relatività einsteiniana", Hoepli, Milano, 1923); *Cenno commemorativo del Socio straniero Max Noether* (Rendiconti della R. Accademia dei Lincei, s. V, vol. XXXI, 2° semestre 1924); *L'espace-temps des relativistes a-t-il un contenu réel?* (Rivista "Scientia", 1923); *Commemorazione del Socio Corrado Segre* (Rendiconti della R. Accademia dei Lincei, s. V, vol. XXXIII, 2° semestre 1924); *Felice Klein, cenno commemorativo* (Annali di Matematica pura ed applicata, s. IV, t. III, 1925-26); *La geometria algebrica e la scuola italiana* (Conferenza tenuta al Congresso

fisico-matematico italiano (come spesso succede), fu proprio solo in quegli anni che comparvero in Italia i primi libri che esponevano i principi relativistici<sup>(1)</sup>. Il libro di Roberto Marcolongo, *Relatività*, esce nel 1921 a Messina; quello di Guido Castelnuovo, *Spazio e tempo secondo le vedute di A. Einstein*, già menzionato, esce nel 1923 a Bologna; mentre è del 1924 il testo di Paolo Straneo, *Teoria della relatività – Saggio di una esposizione secondo il senso fisico* (Roma).

Nei suoi ricordi di giovinezza, Carlo Bernardini dichiara:

“Mio padre fu generoso; e mi aiutò molto un lontano parente, Mario Pascal, il meccanico razionale figlio di Ernesto, che mi dava notizie bibliografiche degli autori di quei testi ‘sacri’. Ero ignorante, ma lettore instancabile. Tra i tanti, trovai due libri che mi incuriosirono molto: una *Relatività* di Guido Castelnuovo, pubblicata da Zanichelli nel 1922 (sic) – della quale molti anni dopo ebbi l’onore di scrivere una breve presentazione, su richiesta degli Enriques, per la ristampa anastatica 1983 – e un saggio, *Espaces courbes, critique de la relativité*, di Cesare Burali Forti e Tommaso Boggio, pubblicato dall’editore Andrea Viglondo di Torino nel 1924, forse meglio conosciuto come ‘STEN’ ”.<sup>(2)</sup>

È particolarmente notevole che il Bernardini si sia trovato a confronto con due testi “antagonistici” riassuntivi la situazione italiana dell’epoca. Da una parte, quello di Castelnuovo, considerato come un

Internazionale dei Matematici di Bologna, 1928, “Atti”, vol. I); *Commemorazione del Socio Luigi Cremona* (Memorie della Società Italiana delle Scienze, detta dei XL, s. III, t. XXIII, 1929); *Luigi Cremona nel centenario della nascita* (Rendiconti della R. Accademia dei Lincei, s. VI, vol. XII, 2° semestre 1930); *Sulle prime applicazioni del Calcolo delle probabilità alla statistica* (Atti dell’Istituto Nazionale delle Assicurazioni, vol. II, 1930); *Sulla teoria della dispersione; appunti critici* (ibid.); *Forma e dimensioni dell’universo* (Rivista “Scientia”, 1931); *Commemorazione del Socio Eugenio Bertini* (Rendiconti della R. Accademia dei Lincei, s. VI, vol. XVII, 1° semestre 1933); *Determinismo e probabilità* (Atti della Società Italiana per il Progresso delle Scienze, 1932-33, Rivista “Scientia”, 1933); *Il principio di causalità* (Rivista “Scientia”, 1936).

<sup>(1)</sup> Sulla storia della relatività in Italia, cfr. Sandra Linguerrì e Raffaella Simili, *Einstein parla italiano. Itinerari e polemiche*, Bologna, Edizioni Pendragon, 2008; Fabio Toscano, *Il genio e il gentiluomo. Einstein e il matematico italiano che salvò la teoria della relatività generale*, Milano, Sironi, 2005; F. Pastrone e S. Caparrini, *La Relatività*, in *La matematica italiana dopo l’Unità, Gli anni tra le due guerre mondiali*, Milano, Marcos y Marcos, 1998, pp. 453-489.

<sup>(2)</sup> Carlo Bernardini, [www.fisicamente.net/FISICA/index-640.htm](http://www.fisicamente.net/FISICA/index-640.htm)

testo di “alta divulgazione”, e dall’altra, quello di Burali Forti e Boggio, una sorta di “prefazione generale” che appariva come un velenoso libello contro le idee di Albert Einstein.

Lo sforzo divulgativo del Castelnuovo era quanto di meglio si potesse produrre all’epoca (valido anche molto dopo, quando ne uscì l’anastatica); ma anche del volume di Burali Forti e Boggio non si poteva parlar male: al primo è collegata, nella storia della logica, una importante antinomia; al secondo si può riconoscere di essere stato un meccanico razionale di valore (quando i meccanici razionali avevano, a differenza dei loro eredi attuali, ruoli di primo piano nell’accademia italiana). Quindi, i contenuti dei due libri dovevano, secondo Bernardini, essere anche segni di un contrasto nella comunità scientifica dell’epoca: “Mi incuriosii e mi misi a leggere, archiviando la cosa nella mia testa per più di 50 anni”.<sup>(3)</sup>

La linea di confine su cui matematici e fisici allora si separavano era la “materia”. La materia è in qualche modo lontana dal rigore delle strutture simboliche, è “sporca”: lo spazio la contiene, il tempo l’accompagna, ma sono contenitori e marcatori puliti, immateriali, estranei al loro contenuto. Forse, qualunque scienziato dell’Ottocento avrebbe pensato che se pure la materia avesse raggiunto le sue forme più povere e degradate, lo spazio e il tempo avrebbero conservato immutate le loro proprietà. Spazio e tempo assoluti. Euclidei, come il loro modello più semplice e intuitivo, buono per ogni punto nel quale ci sia un osservatore. Ed ecco che in questo bastione delle certezze confortate dal senso comune, arriva questo ebreo tedesco, Einstein, che pretende che la materia sia “misura di tutte le cose”. Una novità straordinaria per Guido Castelnuovo; un orrore per Cesare Burali-Forti e Tommaso Boggio.

Castelnuovo non ha ripugnanza per i corpi materiali. Il suo libro prende le mosse da Galilei, anche per rivendicare a lui, giustamente, il doppio ruolo sia di “padre” della relatività detta speciale, già chiaramente prefigurata nel celebre discorso della nave nel *Dialogo sopra i due massimi sistemi del Mondo*, che quello di padre della relatività detta generale con l’enunciato del “Principio di equivalenza”, almeno per il moto dei gravi in prossimità della superficie terrestre (indi-

<sup>(3)</sup> *Ibidem.*

pendenza dalla massa dall'accelerazione di caduta: esperimento leggendario della Torre di Pisa). Castelnuovo appare entusiasta delle nuove idee con cui Einstein abbraccia tutta la fisica conosciuta, fino ai confini segnati dalla velocità della luce e dall'immensità del cosmo. Non è certo il ricorso a geometrie non euclidee a metterlo in imbarazzo, anzi: che la fisica ricorra a nozioni che i matematici hanno già pensato solo perché pensabili lo rassicura sull'importanza della stessa matematica.

La causa scatenante dell'opera di Burali-Forti e Boggio sembra essere un articolo di Carlo Somigliana, altro nome illustre della fisica-matematica italiana, *Sur les fondements de la Relativité*<sup>(4)</sup>, apparso nel 1923 su "Scientia", la rivista di Federico Enriques, Eugenio Rignano e Paolo Bonetti che aveva provocato le ire di Benedetto Croce e Giovanni Gentile per "furto di filosofia".<sup>(5)</sup> Con queste premesse, Burali-Forti e Boggio s'appoggiano all'illustre Augusto Murri<sup>(6)</sup> che, nelle sue *Lezioni di Clinica Medica* del 1906 scriveva: "C'è una quantità di gente la quale gode nel credere l'incredibile, anzi si sente felice solo quando non riesce a capire nulla di quello che crede".<sup>(7)</sup> Il loro saggio, che da qui prende le mosse, è però di tale oscurità tecnica da far dubitare del senno degli autori.

L'influenza del grande Giuseppe Peano sembra avere un ruolo decisivo<sup>(8)</sup>: Burali-Forti e Boggio, come se il loro obiettivo fossero le definizioni costitutive di un linguaggio formale, sin dalle prime pagine (e ce ne saranno 250! dense di notazioni ormai desuete, nonché assai pesanti) puntualizzano e sviscerano nozioni di cui difficilmente si intuisce la ri-

<sup>(4)</sup> Carlo Somigliana, *Sur les fondements de la Relativité*, Scientia, XXXIV, 1923, pp. 1-10. Sui legami di Somigliana e Burali-Forti, cfr. Emma Sallent Del Colombo, Cesare Burali-Forti. *Contributi alla Fisica-matematica del primo quarto del XX secolo*, Barcelona, Maig, 2007.

<sup>(5)</sup> Vedere anche, Carlo Somigliana, *Sulla trasformazione di Lorentz*, in Atti dell'Accademia dei Lincei. Rendiconti, s. V, voll. XXXI, 1922.

<sup>(6)</sup> C. Burali-Forti e T. Boggio, *Espaces courbes. Critique de la relativité*, Sten Editrice, Torino, 1924, p. VIII.

<sup>(7)</sup> A. Murri, *Lezioni di Clinica Medica.*, Bologna, 1906, p. 38.

<sup>(8)</sup> Su questa tematica, cfr. Giuseppe Boscarino, *Peano e la filosofia*, <http://www.lascuolaitalica.it/vsIV2.htm#NOTA52>; *Peano e la sua Scuola fra Matematica, Logica e Interlingua*, a cura di C. S. Roero, Torino, *Deputazione Subalpina di Storia Patria*, 2010.

levanza per l'obiettivo proposto: smascherare l'assurdità logica della relatività. Bisognerà studiare intensamente per 212 pagine il "calcolo assoluto delle omografie generali negli spazi a  $n$  dimensioni", che serve loro per "eliminare" gli elementi dell'ordinario *Calcolo differenziale assoluto* (coordinate, covarianza e controvarianza – di cui "dimostrano la completa inutilità" –, simboli di Riemann e di Christoffel, ecc.) prima di arrivare a un capitolo V, *Critique de la relativité*. La critica è detta deliberatamente (e correttamente) "matematica", essendo già stata presentata una critica "fisica" nella prefazione (secondo le idee di Somigliana) e non intendendo avanzare una critica "filosofica".<sup>(9)</sup>

Tornando a Castelnuovo, mi soffermerò prima sulla data del 1911, e poi sull'articolo: *Il principio di relatività e i fenomeni ottici*.<sup>(10)</sup>

Nel 1911, il matematico Tullio Levi-Civita, delimitando ciò che sarà la linea di fronte dell'atteggiamento generale dei difensori italiani della teoria della relatività, rinvia con prudenza agli sforzi di Ernst Mach e dei suoi colleghi Gian Antonio Maggi, Giovanni Giorgi e Federigo Enriques per porre la meccanica classica su fondamenti più rigorosi ed eliminare i sistemi di riferimento assoluto a favore delle soluzioni di Lorentz ed Einstein:

"Così – primo Enriques, limitatamente alle leggi della statica, poco di poi Giorgi con tutta generalità – sono pervenuti ad *eliminare l'assoluto*, dando ai postulati meccanici forma non meno semplice dell'ordinaria.

Codesto è *evidente riformismo*. Ma c'è anche in meccanica *la tendenza rivoluzionaria*. Tale apparisce agli ortodossi seguaci di Newton e di Lagrange quella che, in nome del principio di relatività Lorentz-Einstein, è condotta a fondere i concetti di spazio e di tempo e a negare l'invariabilità della massa.

Si renderebbe in conseguenza necessaria una ricostruzione *ab imis* di tutta la filosofia naturale.

<sup>(9)</sup> La loro filosofia "spontanea" è però così affermata fin dalla "Préface générale": "La relativité générale doit être considérée dans ses relations intimes avec la Mécanique classique de Newton, Lagrange, Voigt, Lorentz, ... ce patrimoine scientifique important, que l'on ne doit pas livrer à une vague révolutionnaire et irrationnelle. – Aussi il ne faut pas non plus en oublier l'aspect qu'on appelle philosophique, lequel, peut-être, étant dénué de sens, impressionne, plus que tout autre, la presque totalité du public qui est dépourvue de préparation scientifique", op. cit., p. V.

<sup>(10)</sup> Guido Castelnuovo, *Il principio di relatività e i fenomeni ottici*, in *Scientia*, IX, 1911, pp. 64-86.

*Attendiamo per giudicare.*

Basta intanto riconoscere l'importanza dell'attuale movimento relativista e l'influsso innovatore che esso va suscitando.

Già entrati nel dominio della storia *sono invece* i risultati positivi da cui sorse il principio, cioè, con sintesi espressiva, l'opera compiuta da Lorentz fra il 1895 e il 1904 nel campo dei fenomeni magnetoelettrici e luminosi".<sup>(11)</sup>

Aggiunge il Levi-Civita:

“Il Lorentz ideò [dopo il risultato negativo dell'esperienza di Michelson e Morley] una spiegazione ingegnosa, introducendo la nozione di tempo locale e quella sua famosa contrazione che, per essere piccolissima, accomodava la difficoltà senza disturbare negli altri casi. Ciò aveva tutta l'aria di uno sgambetto: sgambetto di genio, ma sempre *coup de pouce*, come ebbe a qualificarlo Poincaré.

È bastato però che Einstein spostasse alquanto la interpretazione per trarre dall'artificio una concezione filosofica profonda: il principio di relatività, intrinsecamente inattaccabile, per quanto metta a soqquadro le nostre abituali intuizioni.

Lussureggianti sviluppi del principio si devono a Minkowski e a Sommerfeld, che ebbero in Marcolongo un precursore sagace".<sup>(12)</sup>

Ricordo che Levi-Civita era in contatto diretto con Einstein che gli scrive da Lucerna il 2 agosto 1917:

“Ho trovato [...] i suoi bei nuovi lavori e li ho subito portati con me per studiarli qui con tranquillità. Ammiro il suo metodo di calcolo. *Deve essere bello cavalcare sul cavallo della vera matematica attraverso questi campi, mentre uno come me deve accontentarsi di procedere a piedi*".<sup>(13)</sup>

Ora, vorrei insistere sull'originalità del primo testo di Castelnuovo, dedicato a Einstein, e più specificamente al contesto *matematico* che

<sup>(11)</sup> Tullio Levi-Civita, “*Estensione ed evoluzione della fisica matematica nell'ultimo Cinquantennio, con speciale riguardo al contributo italiano*”, in *Atti della Società italiana per il progresso delle Scienze*, V Riunione, Roma, Ottobre 1911, ripreso in *Opere matematiche*, vol. 3, Bologna, Zanichelli, 1957, pp. 285-286.

<sup>(12)</sup> *Ibidem*, p. 288.

<sup>(13)</sup> Einstein a Levi-Civita, Lucerna, 2 agosto 1917, in Einstein Archive, Boston, (EA 16-253), p. 1. Il testo è citato da Carlo Cattani e Michelangelo De Maria, “Conservation Laws and Gravitational Waves”, in [John Earman, Michael Janssen, John D. Northon eds], *The Attraction of Gravitation. New Studies in the History of General Relativity*, Boston, Basel, Berlin, Birkhäuser, 1993, p. 74.

domina chiaramente la sua analisi. Nel periodo 1909-1911, Castelnuovo pubblica sulla *Relatività speciale* <sup>(14)</sup>, ma è più interessato alla geometria dello spazio-tempo minkowskiano che alle radici elettrodinamiche della teoria relativista o ai suoi fondamenti. Sulla rivista *Scientia* dell'amico Enriques, presenta le concezioni di Minkowski, seguendo da vicino la progressione tematica della conferenza del matematico di Göttingen, cosiddetta *Conferenza di Colonia*, e intitolata "Raum und Zeit" pronunciata nel 1908. Questa conferenza è una descrizione delle origini del principio di relatività, intesa come un'espansione dei confini disciplinari della matematica, in relazione con l'aumento folgorante del numero di articoli dedicati alla teoria della relatività dal 1909. Una conseguenza della descrizione minkowskiana delle origini del principio di relatività, fu quella di fissare l'attenzione dei teorici *sul ruolo della matematica nella costruzione delle teorie fisiche*. La riuscita della sua teoria dello spazio-tempo non era dovuta unicamente alla sua descrizione del principio e alle sue rivendicazioni di priorità di fronte alle teorie di Lorentz e Einstein; certi elementi della teoria minkowskiana piacevano tanto ai fisici quanto ai matematici. E, come osservava anche Levi-Civita, l'accettazione da parte dei fisici teorici della teoria dello spazio-tempo era dovuta soprattutto ad Arnold Sommerfeld che ne diede una forma vettoriale: mentre Minkowski chiamava i matematici allo studio della sua teoria in virtù della sua essenza matematica, Sommerfeld incoraggiava i lettori degli *Annalen der Physik* ad adottare questa teoria sulla base della *semplicità* tecnica. Il suo articolo presentava la teoria di Minkowski in una forma più familiare ai fisici: sostituiva la notazione vettoriale a quattro dimensioni al calcolo matriciale di Cayley. Altre formulazioni di questo tipo furono pubblicate da Max Abraham e da Gilbert Newton Lewis nel 1910.

Nel suo articolo, Castelnuovo espone la differenza tra le cinematiche newtoniana e relativista, attribuendo quest'ultima a Einstein, piuttosto che a Minkowski. Laddove Minkowski diceva che Einstein non aveva modificato la nozione di spazio, Castelnuovo scriveva: "Affermare che la

(14) «Il principio di relatività e i fenomeni ottici», in *Scientia*, IX, 1911, pp. 64-86; «L'evoluzione delle misure dello spazio e del tempo», in *Atti del Congresso della Società Italiana per il Progresso delle Scienze*, (Roma 14 ottobre 1911), 1912, pp. 47-63.

velocità della luce vale sempre 1, qualunque sia l'osservatore, equivale ad asserire che il cambiamento nell'asse del tempo porta pure un cambiamento nell'asse dello spazio".<sup>(15)</sup>

Castelnuovo respinge la possibilità di un'interpretazione come quella avanzata da Minkowski di fronte alla cinematica di Einstein, secondo la quale una rotazione dell'asse temporale non implicherebbe una rotazione dell'asse spaziale. In altri termini, secondo Castelnuovo, nella teoria di Einstein l'asse temporale e quello spaziale dovrebbero girare insieme. Dopo aver corretto in questo modo il ragionamento di Minkowski, Castelnuovo avrebbe potuto constatare l'equivalenza delle teorie di Einstein e di Minkowski, ma non l'ha fatto. Si è piuttosto accontentato di riprendere una delle pretese metateoretiche di Minkowski. Castelnuovo ricordava che la cinematica di Einstein era caratterizzata dal fatto che una rotazione dell'asse temporale si accompagnava *sempre* della rotazione degli assi spaziali. Ma la differenza tra le due era difficile da evidenziare:

"Il cambiamento a dir vero sarebbe solo percepito dal demone di Minkowski. Ma di qualche differenza nelle particolarità dei fenomeni dovremmo accorgerci noi pure, quando i nostri sensi fossero abbastanza delicati".<sup>(16)</sup>

L'artificio del demone – che ricorda quello di Maxwell – fu attribuito a Minkowski da Castelnuovo. Secondo lui, Minkowski "immagina uno spirito superiore al nostro, il quale concepisca il tempo come una quarta dimensione dello spazio, e possa seguire l'eroe di un noto romanzo di Wells nel suo viaggio meraviglioso attraverso i secoli".<sup>(17)</sup>

Malgrado che rifiutasse il fondamento della rivendicazione di priorità da parte di Minkowski, Castelnuovo riconosceva contemporaneamente l'utilità dell'intervento di Minkowski e la modificazione con Einstein del concetto di spazio. Il riconoscimento della rotazione degli assi dello spazio colla rotazione dell'asse del tempo necessitava sia (1) l'adozione del punto di vista di Minkowski, sia (2) i risultati della fisica sperimentale. Ora, si trattava di una parafrasi di Minkowski che am-

<sup>(15)</sup> Castelnuovo, *Il principio di relatività ...*, 1911, cit., p. 78.

<sup>(16)</sup> *Ibidem*.

<sup>(17)</sup> Castelnuovo, *Il principio di relatività...*, 1911, cit., p. 76.

metteva che il principio di relatività si era stabilito sui risultati della fisica sperimentale, ma che suggeriva che i matematici l'avrebbero potuto stabilire indipendentemente dall'esperienza di Michelson. Per Castelnuovo, sembra che il rifiuto della rivendicazione teoretica di Minkowski sul concetto di spazio, andava di pari passo coll'accordo sull'essenza matematica del principio di relatività.

Da notare infine, a proposito del famoso *diagramma di Minkowski*, che questo diagramma era apparso anteriormente in un volume di Vito Volterra, che l'attribuì ad una conferenza di Castelnuovo fatta a Roma. <sup>(18)</sup>

Ora, passando agli anni Venti, bisogna insistere su avvenimenti importantissimi per la storia della Relatività, eventi che inquadrano l'edizione del libro di Castelnuovo nel 1923.

Durante questo periodo, Castelnuovo aveva promosso una serie di lezioni tenute da Levi-Civita e Marcolongo per il Seminario di Matematica presso l'Università di Roma col sostegno di Vito Volterra. Queste conferenze della primavera 1919 prepararono gli Italiani per l'annuncio del mese di novembre successivo riguardante i risultati positivi delle spedizioni per osservare l'eclisse del maggio 1919 organizzate dalla *Royal Society*. <sup>(19)</sup>

E Levi-Civita presentò in data 8 marzo un articolo che doveva rivelarsi molto influente, tradotto in Francese su "L'Enseignement mathématique" (1920) e in Spagnolo (anche nel 1920), articolo intitolato "Come potrebbe un conservatore giungere alla soglia della nuova meccanica". <sup>(20)</sup> Quest'articolo semi-divulgativo tenta di convincere

<sup>(18)</sup> cf. Vito Volterra, *Lectures Delivered at the Celebration of the 20th Anniversary of the Foundation of Clark University*, Worcester, Clark University, 1912, p. 22, figura 5.

<sup>(19)</sup> L'eclisse fu fotografata durante un'esperienza particolare dalla spedizione organizzata da Sir Arthur Eddington all'isola del Principe. L'esperimento doveva misurare la posizione delle stelle situate vicino al sole per verificare che c'era effettivamente un effetto di lente gravitazionale come predetto dalla teoria della Relatività Generale di Einstein. È ormai denominata "eclisse di Einstein" o "eclisse della Relatività Generale". L'esperienza è ormai considerata come un "experimentum crucis" della Relatività Generale.

<sup>(20)</sup> Tullio Levi-Civita, *Come potrebbe un conservatore giungere alla soglia della nuova meccanica*, Rendiconti del Seminario matematico della Facoltà di Scienze della R. Università di Roma, vol. V (1918-1919), pp. 10-28, ora nelle *Opere matematiche*, vol. 4, Bologna, Zanichelli, 1960, pp. 197-216.

coloro che erano familiari coi metodi variazionali della meccanica classica che è un desiderio legittimo ricercare una sintesi concettuale e generalizzare a partire da formule classiche bene stabilite della meccanica hamiltoniana per ottenere una matematica molto più semplice per la teoria della gravitazione di Einstein. La matematica può essere stata relativamente semplice, ma l'articolo era scientificamente e filosoficamente molto profondo, nel senso che costruiva un ponte tra la teoria gravitazionale di Einstein e la meccanica classica, piuttosto che insistere sul divario tra di loro. Ma Levi-Civita riprende l'idea che gli era tanto cara già nel 1911:

“In politica non sono molti quelli che amano chiamarsi puramente e semplicemente *conservatori*, perché conservatore si prende spesso quale sinonimo di *misoneista*. Questo pericolo non c'è evidentemente in scienza. Nessun ricercatore può essere misoneista, ma molti cultori di scienza *possono, direi quasi debbono, essere conservatori* per la stessa loro missione di custodire con gelosa cura un certo patrimonio intellettuale ben consolidato, e di vagliare con severo spirito critico ciò che importa variazione od alienazione del patrimonio stesso.

Sotto questo punto di vista posso ben onorarmi di parlare dinanzi a *numerosi conservatori*; e sarò doverosamente circospetto nel cercare di orientarne il pensiero verso la nuova meccanica, *senza destare diffidenze con improvvise demolizioni*. Mi propongo di mostrare, attraverso un paio di formule classiche, semplici e compendiose, come un legittimo desiderio di generalizzazione formale da un lato e di sintesi concettuale dall'altro, renda plausibili alcune modificazioni di leggi generali, quantitativamente lievissime, speculativamente grandiose, che hanno ricevuto in questi ultimi anni un assetto sistematico per opera di Einstein”.<sup>(21)</sup>

Si ritrova in “Come potrebbe un conservatore giungere alla soglia della nuova meccanica” (8 marzo 1919), quella che sarà la prudenza degli italiani di fronte all'opera di Einstein. È quasi un modello. Quando i sostenitori della relatività usano metafore politiche, usano il termine “conservatore”, e non il linguaggio della “rivoluzione”.<sup>(22)</sup>

<sup>(21)</sup> Levi-Civita 1960, *cit.*, p. 196.

<sup>(22)</sup> Su questo punto, cfr. Levi-Civita e i suoi allievi: Attilio Palatini in “La teoria della relatività nel suo sviluppo storico” in *Scientia*, 26, 1919, pp. 195-207; Roberto Marcolongo, nei due articoli “La teoria della relatività in senso stretto”, e “I fondamenti analitici della

Tutti praticanti e promotori della relatività nei loro lavori personali, nel loro insegnamento e nei loro articoli divulgativi – tutti insistono sulla *continuità col passato*: evoluzione piuttosto che rivoluzione, Castelnuovo compreso. Tra gli scienziati, solo Federigo Enriques sembra avere usato il termine “rivoluzione” in un senso positivo, quando si riferisce alla relatività. Nella sua introduzione a Einstein il 22 ottobre 1921, durante la sua visita presso l’Università di Bologna per le sue tre conferenze, Enriques presentò la relatività come una rivoluzione *contro Kant* per il quale spazio e tempo assoluto erano essenziali come forme della percezione; tuttavia, Enriques ha fortemente insistito sulla continuità col passato della scienza – la relatività era una generalizzazione della meccanica newtoniana, una migliore approssimazione della verità, più vera della meccanica classica, unificando fisica e geometria.

Ricordo brevemente che Einstein fu invitato in Italia da Enriques nel gennaio 1921, dove tenne conferenze a Bologna (nei giorni 22, 23, 26 ottobre) e a Padova (il 27), dove incontrò Gregorio Ricci-Curbastro. Risale al 1923 l’offerta di venire a insegnare in Italia.

Da notare che, contemporaneamente all’invito di Einstein in Italia, la relatività stava per diventare una “teoria culturale”, col libro di Adriano Tilgher intitolato: *Relativisti contemporanei*, apparso qualche giorno dopo la visita di fine ottobre. Tilgher introduce Einstein in questo modo:

teoria generale della relatività e le equazioni del campo gravitazionale”, in *Rendiconti del Seminario Matematico della Università di Roma*, 1918-1919, pp. 55-76 e pp. 77-94; nel libro *Relatività*, Messina, Principato, 1921; di nuovo negli articoli “Uno sguardo sintetico alla teoria speciale e generale della relatività”, in *Esercitazioni matematiche*, 2, 1922, pp. 127-148, e “La relatività ristretta. Parte Prima: suo punto di partenza sperimentale. Parte seconda: modificazione che essa apporta nei concetti di spazio e di tempo”, *Scientia*, 35, 1924, pp. 249-258 e pp. 321-330; Luigi Donati, “Introduzione alla teoria della relatività”, sunto della comunicazione tenuta il 18 dicembre 1921, *Elettrotecnica*, 9, 1922; “La relatività generale”, sunto di due conferenze tenute a Bologna il 15 e il 29 gennaio 1922, *ibidem*, pp. 286-289; “Relatività generale”, sunto della conferenza tenuta a Bologna il 12 febbraio 1922, *ibidem*, pp. 401-402; i geometri Guido Fubini, “Sul valore della teoria di Einstein”, *Scientia*, 35, 1924, pp. 85-92; e Gino Fano, “Vedute matematiche su fenomeni e leggi naturali”, 6 novembre 1922, inaugurazione dell’anno accademico, Torino, *Annuario 1922-1923*, pp. 15-45.

“Con Hans Vaihinger, autore della *Filosofia del Come se*, con Ostwald Spengler, autore del *Tramonto dell'Occidente*, Albert Einstein, fisico e matematico, sta *terzo duce* del formidabile assalto relativista che, irraggiando dalla Germania in tutto il mondo civile, tende a rinnovare le basi stesse del nostro sapere, e che, senza dubbio, è il maggior avvenimento culturale del dopoguerra: di tanto maggiore degli altri due, quanto maggiore per audace novità d'idee e potenza di sintesi è l'opera sua genialissima, quanto più grande per intensità e vastità di effetti è lo scompiglio da essa gettato tra i difensori delle vecchie posizioni”.<sup>(23)</sup>

All'intuizione attivistica del mondo e della vita, alla quale corrisponde “il mobilismo universale” rappresentato dall'essenza stessa della relatività einsteiniana, Tilgher connette la visione gentiliana dell'*Attualismo* o “filosofia dell'atto”:

“La verità non è più in un'immaginaria equazione dello spirito con ciò che è fuori di lui, e che, se è fuori di lui, non si vede in che modo potrebbe toccarlo ed esserne appreso: essa è nell'atto stesso del pensiero che pensa”.<sup>(24)</sup>

Da notare che il Tilgher ricorda spesso la figura di Castelnuovo, unico italiano che viene menzionato esplicitamente nella sua ultima lezione universitaria tra quelli ai quali riteneva di dovere un grazie per avergli consentito di esporre le sue idee nelle sedi più qualificate, pur non condividendole.

Interessante è anche la sua contestualizzazione della teoria della relatività:

“nel campo delle scienze fisico-matematiche la teoria della relatività corrisponde a quello che in filosofia è il pragmatismo, in economia il capitalismo dei *trusts* o altrimenti associati, in politica l'imperialismo, in arte il titanismo, l'energetismo o, come io preferisco dire riferendomi all'artista che di quello stato d'anima ha dato forse l'espressione più pura [si tratta di Michele de Unamuno], al chisciottismo”.<sup>(25)</sup>

<sup>(23)</sup> Adriano Tilgher, *Relativisti contemporanei*, Roma, Libreria di Scienze e Lettere, quarta edizione, 1923, p. 3.

<sup>(24)</sup> *Ibidem*, p. 50.

<sup>(25)</sup> *Ibidem*, p. 48.

Di lì, la connessione con “l’intuizione attivistica del mondo e della vita”, e quindi col fascismo<sup>(26)</sup>: “Il Fascismo non è che *l’assoluto attivismo* trapiantato nel terreno della politica”. *Nel solco delle grandi filosofie: Relativismo e Fascismo* (Il Popolo d’Italia, 22 novembre 1921), Benito Mussolini, lettore del Tilgher, scriveva:

“La definizione è esattissima. Con questa affermazione Tilgher immette il Fascismo nel solco delle più grandi filosofie contemporanee: quelle della relatività. Se il Tilgher avesse seguito da vicino, quotidianamente, l’opera del fascismo [...], dico senza immodestia ch’egli mi avrebbe collocato fra i relativisti, se non teoretici, almeno pratici. Il fascismo è stato un movimento super-relativista, perché non ha mai cercato di dare una veste definitiva “programmatica” ai suoi complessi e potenti stati d’animo, ma ha proceduto per intuizioni frammentarie. [...] Se [...] per relativismo deve intendersi la fine dello sciopticismo, il tramonto del mito “Scienza” – intesa come scopritrice di verità assolute – [...] Se per relativismo deva intendersi il dispregio delle categorie fisse, per gli uomini che si credono i portatori di una verità obiettiva immortale, per gli statici che si adagiano, invece che tormentarsi e rinnovarsi incessantemente, per quelli che si vantano d’esser sempre uguali a se stessi, *niente è più relativistico della mentalità e dell’attività fascista*”.

Nello stesso momento, veniva pubblicato un testo che attaccava apparentemente la posizione di Mussolini, testo intitolato “Relativismo e politica” e apparso a gennaio 1922, nel primo numero di *Gerarchia*, supplemento mensile a *Il popolo d’Italia*. L’autore non è altro che il pittore e scrittore Ardengo Soffici che dichiara che “la dottrina della relatività è stata fondata da un gruppo di tedeschi e di ebrei, o ebrei tedeschi, con Einstein in testa”. È un “complotto germano ebreo premeditato contro la nostra intelligenza”. Soffici dichiara che nessuna dottrina che nega il concetto di verità può servire come fondamento per l’azione politica: può solo condurre all’anarchia, al bolscevismo e al caos. Di più, la relatività dello spazio e del tempo non ha senso per una

<sup>(26)</sup> Sul tema della relatività e sulle sue interpretazioni politiche, cf. Roberto Maiocchi, *Einstein in Italia. La scienza e la filosofia italiane di fronte alla teoria della relatività*, Milano, F. Angeli, 1985; Barbara J. Reeves, “Einstein Politicized: The early Reception of Relativity in Italy”, in Thomas F. Glick ed., *The Comparative Reception of Relativity*, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, 1987, pp. 189-229.

psiche italiana, intuitiva com'è! La relatività è quindi incompatibile col Fascismo. <sup>(27)</sup>

Notiamo come Enrico Fermi si situa di mezzo a questa offensiva “relativistica”:

“Io sto facendo il conferenziere, *il relativista*, il fisico... Nella prima attività, come avrai saputo, non mi sono ancora sporcato la coscienza con nessun omicidio. I filosofi se la sono molto presa con me perché dato che “le basi della teoria della relatività, oltre che fisiche sono anche logiche sarebbe bene mettersi un po’ al corrente con i risultati che questa logica ha raggiunti” (sono parole testuali). Ma *Wer fregiert sich darum*, finché non picchiano non mi fanno paura [...] non ho ancora deciso definitivamente [se far stampare o meno su *Scientia* la conferenza sulla Relatività] perché ho un po’ di paura che i filosofi insorgano inferociti e che mi trascinino in una polemica piuttosto stupida. Basta, vedremo!” <sup>(28)</sup>

Due parole per finire sul volume di Castelnuovo del 1923: *Spazio e tempo secondo le vedute di A. Einstein*.

- (1) Questo volume, anche nella ristampa del 1981, con la Prefazione di Bernardini, è introvabile nelle biblioteche francesi, come è introvabile in quella della Normale di Pisa;
- (2) Castelnuovo non è mai nominato nel libro canonico di Abraham Pais, *Subtle is the Lord. The Science and the Life of Albert Einstein*, Oxford University Press, 1982;

<sup>(27)</sup> Per completezza, bisogna aggiungere l'articolo del gentiliano Ugo Spirito, “Le interpretazioni [sic] idealistiche delle teorie di Einstein” e “Le ‘integrazioni’ idealistiche delle teorie di Einstein” sul *Giornale critico della filosofia italiana*, 2, 1921, no. 2, pp. 63-75 e no. 4, pp. 99-101. Infine, citiamo il pluralista Antonio Aliotta, *Relativismo e idealismo*, Napoli, Perrella, 1922 e *La teoria di Einstein e le mautevoli prospettive del mondo*, Palermo, Sandron, 1922.

<sup>(28)</sup> Enrico Fermi a E. Persico, il 25 gennaio 1922. Da E. Segrè, *Enrico Fermi, fisico. Una biografia scientifica*, Bologna, Zanichelli, 1987, p. 210. Ecco come in una lettera del 23 ottobre del 1924 al suo amico Enrico Persico, Fermi commenta il suo incontro con Einstein: « Ho conosciuto Einstein che è stato qui per una ventina di giorni; persona molto simpatica benché porti il cappello a larga tesa per darsi l'aria di un genio incompreso. È stato preso da una simpatia vivissima per me, che non poteva fare a meno di dichiararmi ogni volta che mi incontrava (peccato che non sia una bella bimba!).»

- (3) Non compare nelle *Œuvres Choiesies* di Einstein dirette da Françoise Balibar, Parigi, Seuil, 1993;
- (4) Non è mai citato negli *Einstein Studies* di Boston, dirette da John Stachel, di cui diversi volumi sono dedicati alla ricezione della relatività all'estero.

Castelnuovo presenta il volume in questi termini:

“Pareva negli anni precedenti la grande guerra, che le preoccupazioni materiali avessero assopito l'attrattiva delle ricerche astratte e che alle applicazioni si volgessero ormai i più fervidi ingegni. Di fronte a costoro, pochi spiriti assetati di alti ideali si ritraevano dalla scienza che non dava risposta ai loro dubbi, per abbandonarsi alle mistiche contempezioni. – In questa crisi del pensiero scientifico, è sorto il genio di Alberto Einstein il quale, con audacia che ci riempie di ammirazione, ha affrontato i maggiori problemi dell'universo. Le correzioni che egli ha saputo portare alla teoria della gravitazione, *l'opera più perfetta della scienza moderna*, la previsione, confermata dalle osservazioni, di fenomeni astronomici delicatissimi, bastarono a scuotere l'indifferenza verso gli studi puri. E noi che per gli studi puri viviamo avemmo il conforto di riconoscere che le grandi verità scientifiche, anche le più astratte, esercitano sempre un fascino potente sullo spirito umano. (...) – Ho pensato che non fosse superfluo questo libretto ove ho esposto con maggiore ampiezza il soggetto di due conferenze da me tenute alla Associazione Elettrotecnica, Sezione di Roma, e all'Associazione per l'Alta Cultura di Milano. Nel quale opuscolo ho limitato il mio esame ai due punti che a me sembrano più fondamentali nella concezione di Einstein: *la nozione di tempo relativo* e quella di *campo gravitazionale*. Ho cercato di illuminare l'argomento sotto l'aspetto *fisico* e *matematico*, evitando però gli sviluppi formali che della matematica costituiscono sì lo sviluppo tecnico indispensabile per risolvere i problemi, *ma non sempre il mezzo più adatto per chiarire i concetti* (...) Io spero che alla fine di questo libro il lettore sarà in grado di gustare la bellezza dell'edificio maestoso elevato da Albert Einstein. L'edificio potrà forse essere ritoccato in avvenire, ma resterà sempre una delle creazioni più grandiose dell'ingegno umano”. (*Spazio e tempo*, op. cit. pp. XV-XVII)

Senza dubbio questo libro è il più preciso e il più completo trattato scritto in lingua italiana del periodo. Rimane un vero *exploit* di alta divulgazione, che deve molto alle concezioni didattiche dell'autore. Tutti i punti-chiavi della teoria sono spiegati in una visione sintetica e principiale. La posizione filosofica di Castelnuovo si legge in con-

clusione del volume.<sup>(29)</sup> Nel capitolo intitolato *valore della nuova teoria*, l'autore procede *sinteticamente* in 8 fasi:

- (1) Quale importanza si deve attribuire alle conferme sperimentali? Ci sono scettici, “cultori di scienze sperimentali o di osservazione”. “Solo il moltiplicarsi delle conferme basterebbe a scuotere il loro scetticismo, mentre la smentita a qualche previsione della teoria dovrebbe, secondo essi, determinare il crollo definitivo della costruzione relativistica” (p. 121).
- (2) Punto importante: Castelnuovo, che si augura una collaborazione crescente tra *astronomi* e *fisici* nella verifica e richiede qualche “prudenza”, svela la sua posizione epistemologica profonda: “Ma non conviene, d'altra parte, *esagerare il valore di prove*, sia favorevoli, sia contrarie. Un secolo fa si voleva affermare che una sola smentita offerta dai fatti *bastasse a distruggere una teoria*. Oggi la *moderna critica scientifica* ci impone una maggiore cautela” (p. 122). Qui, il bersaglio è la concezione *positivistica* tipica del XIX secolo, la predominanza dei “fatti” che Castelnuovo sostituisce colla “critica scientifica” cara all'amico “filosofo” Enriques.
- (3) Nella terza fase, Castelnuovo discute la dimensione “formale”, quasi *assiomatica* della teoria: “Ogni teoria scientifica è *fondata* sopra numerose *ipotesi* di cui *solo alcune vengono esplicitamente enunciate e discusse*”. Notando che si usano anche ipotesi supplementari o aggiunte riguardanti l'uso degli strumenti o le correzioni da introdursi nei risultati bruti per trasformarli in risultati scientifici, Castelnuovo scrive: “Una eventuale discordia tra la teoria e le osservazioni colpisce nel suo insieme *il blocco delle ipotesi teoriche e sperimentali*; ma non bastano né

<sup>(29)</sup> Sarebbe interessante confrontare queste premesse epistemologiche colle posizioni filosofiche di Gaston Bachelard in *La Valeur inductive de la Relativité*, Paris, Vrin, 1929. Cfr. su questo argomento, Charles Alunni, “Relativités et puissance spectrale chez Gaston Bachelard”, in *Revue de synthèse*, 4. n° 1, janv.-mars 1999, Paris, Albin Michel, pp. 73-110. Scaricabile su [http://www.researchgate.net/publication/225445637\\_Relativits\\_et\\_puissances\\_spectrales\\_chez\\_Gaston\\_Bachelard](http://www.researchgate.net/publication/225445637_Relativits_et_puissances_spectrales_chez_Gaston_Bachelard)

- una né più osservazioni fatte sullo stesso fenomeno per isolare le ipotesi che vanno abbandonate dalle altre che possono essere conservate. Nemmeno moltiplicando i fenomeni si riesce talvolta a separare le une ipotesi dalle altre, *perché in svariatissimi modi può esser corretta la teoria* in guisa da trovarsi d'accordo colle osservazioni; e la scelta tra questi modi può dipendere *da ragioni non strettamente scientifiche*" (p. 22).<sup>(30)</sup>
- (4) In una quarta fase, Castelnuovo insiste sulla dimensione *unitaria, principale e sintetica* della teoria: "La teoria è tanto più solida, quanto più numerosi sono i fatti che essa spiega riconducendoli, senza artifici, *a pochi principi*, quanto più notevoli sono i fatti nuovi che essa prevede, i fenomeni o le leggi che essa riesce a collegare *in una unica veduta*. Ora, sotto questo aspetto *poche teorie possono competere colla concezione di Einstein* (p. 123).
- (5) Nella quinta fase Castelnuovo dichiara apertamente il carattere *rivoluzionario* della teoria della relatività: "Abbiamo già detto che le leggi della meccanica e dell'elettromagnetismo, anzi dell'intera fisica, sono invarianti di fronte ad uno stesso tipo di trasformazioni, fondamentali per la relatività, *ciò che non aveva luogo nella scienza classica*" (p. 123);
- (6) In una sesta fase, insiste sul carattere *universale*, sull'*eredità riemanniana*, e sulla dimensione *fisico-matematica* della teoria: "Abbiamo visto che la gravitazione e l'inerzia costituiscono *un'unica proprietà universale* [...] Fisica e Geometria tendono a riunirsi; nelle indagini sui fondamentali di una di queste scienze *non si può più fare astrazione dall'altra*, come aveva affermato settanta anni or sono la mente profetica di Riemann" (p. 123);
- (7) Nella fase settima, Castelnuovo parla di *altre sintesi* da mettere sul conto della relatività: "La massa e l'energia costituiscono *un*

<sup>(30)</sup> A proposito della nascita di una fisica teorica in Italia, sul "conservatismo" sperimentalistico di Fermi, il gruppo di fisici della via Panisperna, e sulla funzione di rottura giocata da Giovanni Gentile Jr. ed Ettore Majorana, cf. Charles Alunni, "Ettore Majorana et la philosophie, entre affinités électives et conjectures philosophiques", in [Ch. Alunni ed.], *Ettore Majorana: de la légende à la science*, in *Revue de synthèse*, Tome 134, N° 1 / 2013, Paris, Springer, 2013.

*solo ente* [...] La energia della luce è pesante e ciò spiega sotto un nuovo aspetto perché la luce è deviata da un campo gravitazionale. Massa ed energia dipendono nello stesso modo della velocità di cui sono animate rispetto all'osservatore che la misura. Le leggi della conservazione della massa e della conservazione dell'energia *si fondono insieme*, ed entrambe *si uniscono in un solo enunciato* col principio della conservazione della quantità di moto" (p. 124).

- (8) In una fase 8, Castelnuovo si richiama alla *ragione storica* "la quale ci induce ad accogliere con fiducia la teoria della relatività" (p. 124). L'argomento mostra che la scienza cerca di estendere ogni giorno il suo dominio sopra una regione più vasta dell'universo, dall'uomo primitivo ridotto alla sua tribù, passando attraverso *l'antropomorfismo dell'antichità*, fino all'estensione universalizzante di Copernico. "Ora è appunto nella stessa direzione che procede la teoria di Einstein. *Essa ferisce le ultime vestigia antropomorfiche che ci restano*". Finora "un unico orologio batteva il tempo a tutto l'Universo. Einstein ci dimostra che [...] ad ogni corpo vagante nel cielo spetta un tempo proprio" (p. 125). Di più, "colla *relatività generale* sparisce il privilegio dei sistemi galileiani" (p. 215). Tale è l'ultimo argomento *filosofico* di Castelnuovo, in sintonia con quello sviluppato dall'amico Enriques. Aggiunge in conclusione un giudizio *assiologico* e universalizzante: "Ma pur chi voglia rinunciare a far previsioni deve riconoscere che per la grandiosità delle idee a cui le nuove vedute si ispirano, per *il movimento intellettuale* che da esse ha avuto origine, la teoria della relatività costituisce una delle maggiori tappe nella storia del pensiero umano" (p. 126).

Così, Castelnuovo ha dato all'Italia uno dei libri più belli dedicati alla Relatività.

Charles Alunni  
 École Normale Supérieure - Parigi  
 e-mail: charles.alunni@ens.fr