

# VU Research Portal

## Introduzione: Perché raccontare la storia della relatività generale?

Realdi, M.

### **published in**

Giornale di Astronomia  
2016

### **document version**

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

### **citation for published version (APA)**

Realdi, M. (2016). Introduzione: Perché raccontare la storia della relatività generale? *Giornale di Astronomia*, 42(4), 2-5.

### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

### **Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

### **E-mail address:**

[vuresearchportal.ub@vu.nl](mailto:vuresearchportal.ub@vu.nl)

## Introduzione: perché raccontare la storia della relatività generale?

**Matteo Realdi**

Vrije Universiteit Amsterdam

In: Matteo Realdi (ed.), Cento anni di relatività generale. Storie su spazio, tempo, universo”, *Giornale di Astronomia*, 42, 4, 2-5 (2016). Versione open access senza illustrazioni

---

Il presente fascicolo del «Giornale di Astronomia» è dedicato alla storia della relatività generale.

Questa teoria della gravitazione fu proposta all’incirca un secolo fa da Albert Einstein (1879-1955).

Sulla copertina di questo volume è stata riprodotta proprio la prima pagina dell’articolo di Einstein sui fondamenti della relatività generale, articolo che fu pubblicato nel 1916 e che contiene in forma definitiva la teoria da lui presentata all’Accademia delle Scienze di Berlino alla fine del 1915.<sup>1</sup>

Qualche anno più tardi, una volta terminata la prima guerra mondiale, il nome di Einstein acquisterà fama a livello internazionale. Ciò avvenne essenzialmente a seguito della diffusione dei risultati di due spedizioni astronomiche a Sobral (Brasile) e presso l’isola di Principe (Golfo di Guinea).

Queste spedizioni, appositamente organizzate e condotte da astronomi inglesi, avevano lo scopo di verificare la deflessione dei raggi luminosi in prossimità di corpi celesti massivi, capaci dunque – questi ultimi – di curvare lo spazio circostante. L’occasione fu offerta dall’eclissi totale di Sole del 29 maggio 1919. Il famoso astrofisico Arthur Eddington (1882-1944), all’epoca uno dei pochi esperti in grado di addentrarsi con successo tra i complicati aspetti formali della relatività generale, analizzò la manciata di lastre fotografiche ottenute durante l’eclissi della nostra stella. L’intento era quello di verificare l’entità di ciò che Eddington stesso chiamò il «peso della luce».<sup>2</sup> Si trattava di misurare la posizione di alcune stelle in cielo così come esse apparivano durante l’eclissi, e di

---

<sup>1</sup> Per una trattazione non tecnica della relatività, così come proposta da Einstein stesso, si veda: A. EINSTEIN, *Relatività: esposizione divulgativa*, Universale Bollati Boringhieri, Torino, 1967.

<sup>2</sup> “Il peso della luce” è uno dei capitoli di un libro apparso nel 1920, in cui Eddington espose in maniera divulgativa la teoria della relatività generale. Si rimanda all’edizione italiana: A.S. EDDINGTON, *Spazio, tempo e gravitazione*, Universale Bollati Boringhieri, Torino, 1971.

confrontare tali misure con quelle delle posizioni delle medesime stelle ottenute stavolta in assenza del Sole dal campo di osservazione (FIG. 1).

Eddington concluse che lo spostamento apparente delle stelle corrispondeva a quanto predetto dalla teoria di Einstein. In altre parole, il valore teorico previsto dalla relatività generale, che interpreta la gravità come curvatura dello spazio-tempo, meglio si avvicinava a quanto misurato durante l'eclissi rispetto alla predizione fornita dalla teoria fino ad allora classicamente accettata. Quest'ultima, proposta nel 1687 da Isaac Newton (1642-1727), interpreta invece la gravità come una forza che agisce tra punti materiali, secondo la celebre legge della gravitazione universale che descrive l'interazione tra due corpi come direttamente proporzionale al prodotto delle loro masse ed inversamente proporzionale al quadrato della loro distanza.

A seguito dell'annuncio di Eddington e dei suoi colleghi, già il 7 novembre 1919 il *Times* di Londra titolava «Rivoluzione nella scienza. Nuova teoria dell'universo. Le idee newtoniane spodestate». In realtà, tale titolo potrebbe dare l'impressione che la teoria di Newton sia “sbagliata”, quando invece essa permette di interpretare correttamente – o, meglio, con buona approssimazione – vari fenomeni gravitazionali in cui le velocità ed energie in gioco sono così basse che non necessitano di correzioni relativistiche. Fino all'eclatante annuncio fatto dall'astronomo britannico, il nome di Einstein era rimasto pressoché ignoto ai più. A partire dalla fine degli anni Dieci del secolo scorso, si potrebbe quasi affermare invece che non è trascorso pressoché un giorno senza che tale nome sia stato in qualche maniera menzionato, non solo negli articoli e trattati scientifici scritti da esperti della relatività, ma anche nei mezzi di comunicazione di massa. Proprio qualche mese fa, per la precisione l'11 febbraio 2016, ancora una volta l'attenzione generale è stata rivolta alla teoria della gravitazione di Einstein. L'occasione è stata l'annuncio ufficiale da parte del *team* del rivelatore LIGO (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory) insieme a quello dell'interferometro Virgo della prima osservazione diretta delle onde gravitazionali. Queste sono deformazioni dello spazio-tempo previste dalla relatività generale, la cui presenza tuttavia non era mai stata rilevata in

maniera diretta, essenzialmente a causa dell'estrema complessità e precisione della strumentazione necessaria per tale misura.

In un certo senso, non poteva esserci maniera più idonea per celebrare i cento anni della relatività generale. Curiosamente, tale celebrazione legata all'osservazione delle onde gravitazionali è avvenuta a cavallo tra il 2015, anno internazionale della luce, e il 2017, anno che segna i cento anni dall'inizio della moderna cosmologia relativistica. Alla luce di tale concomitanza di eventi e ricorrenze riguardanti l'indagine scientifica dell'universo, è apparso dunque appropriato focalizzare alcuni contributi sulla storia della teoria della relatività generale e sui diversi sviluppi avvenuti nei primi cento anni dalla sua formulazione. Tali contributi sono stati raccolti nel presente volume.

Come suggerito dal sottotitolo in copertina, la pretesa non è certo quella di presentare “tutta” la storia di cento anni di relatività generale, impresa alquanto difficile. Più semplicemente, l'idea è quella di offrire alcuni spunti di analisi storica – per l'appunto *storie* e non *storia* – relativi a specifici aspetti di questi cento anni di relatività generale, dai primi articoli di Einstein fino alla recente rilevazione delle onde gravitazionali.

Nell'arco di questo secolo di relatività generale, la comprensione scientifica dell'intreccio tra spazio, tempo ed universo è andata via via cambiando ed evolvendo. Come risulterà chiaro dalla lettura degli articoli qui presentati, l'intento alla base di questi scritti non è quello di presentare storicamente gli sviluppi della scienza, nella fattispecie quelli nel campo della relatività generale, come una sorta di trionfale “galoppata” di progresso giunta fino ai nostri giorni. Così facendo, leggendo cioè quei fatti storici solo attraverso la prospettiva dell'oggi, si rischia di appiattire la storia della fisica (e in generale della scienza) ad una mera sequenza cronologica costellata da idee risultate “giuste” e opposte a idee “sbagliate”. Ciò trascurerebbe prima di tutto il ruolo specifico della scienza in epoche e società differenti. Inoltre si sorvolerebbe acriticamente e frettolosamente

sugli aspetti sociali, politici ed economici che hanno caratterizzato i contesti delle storie in esame. Appare, in altre parole, riduttivo e semplicistico, come purtroppo talvolta capita di leggere, relegare la storia della scienza ad una semplice presenza introduttiva o ad un ruolo secondario nello sforzo di comprendere i legami tra conoscenza scientifica e società. Non risulta a tal proposito fuori luogo ricordare che la storia della scienza, nelle sue varie diramazioni disciplinari, è una vera e propria disciplina di studio, con le proprie dinamiche di confronto tra comunità, sia nazionali ed internazionali, che accademiche e non, oltre che riviste specializzate e discussioni su differenti approcci e questioni metodologiche.

La scienza ha bisogno di tempo per svilupparsi, oltre che per essere discussa e assimilata. E scrivere storie di scienza significa (pre)occuparsi appunto delle dinamiche e dei percorsi del passato, dalle grandi rotte alle piccole tracce. In tal senso, l'analisi delle varie discipline scientifiche nel loro sviluppo storico, affrontata *cum grano salis*, permette proprio di metterne in risalto le complesse strutture.

La ricerca in storia della scienza, ad esempio, offre la possibilità di identificare il ruolo delle controversie e dei dibattiti tra i vari protagonisti e protagoniste – “giganti” o “nani” che siano – e le modalità di interazione e confronto tra esperti e profani rispetto a specifici temi. A tal proposito, un caso interessante è proprio quello legato all'annuncio fatto da Eddington circa le prime verifiche sperimentali della teoria della relatività generale sopra menzionato. Le conclusioni di Eddington sono state oggetto di una certa critica storiografica per la propensione di Eddington stesso, da lui mai negata, di preferire la teoria di Einstein a quella di Newton. Proprio per questo motivo, alcuni hanno ritenuto che Eddington e la comunità di cui faceva parte e a cui si rivolse abbiano sovrastimato i risultati delle osservazioni a favore delle previsioni della nuova teoria, che però non sarebbero sufficientemente corroborate dai dati effettivamente ottenuti. Recenti studi storici hanno invece dimostrato come l'analisi di Eddington fosse corretta. Tali studi si sono basati sia sul

confronto con misure replicate in occasioni successive, sia su fonti quali la corrispondenza dell'epoca, sia infine sulla maniera in cui l'annuncio di Eddington venne ricevuto presso la comunità astronomica britannica. I membri di quest'ultima, se da un lato non potevano dirsi esperti di relatività generale come invece era il caso di Eddington, avevano senz'altro i titoli, in alcuni casi anche più di Eddington stesso, per valutare lo studio micrometrico eseguito sulle lastre fotografiche dell'eclissi. Una pratica, quest'ultima, che era ben nota all'epoca, essendo l'astrometria una tecnica di lunga tradizione, ben diffusa presso osservatori e istituzioni astronomiche. La comunità astronomica inglese ritenne in sostanza corretta la scelta di Eddington di selezionare solo alcune lastre e scartarne altre. Allo stesso tempo, venne considerato accettabile il valore medio dello spostamento misurato rispetto alla posizione delle stelle in presenza ed assenza del Sole. L'interpretazione più appropriata delle misure fu ritenuta dunque quella offerta dalla teoria della relatività generale. Ad avvalorare l'importanza della discussione e dei dibattiti scaturiti in quell'occasione, si aggiunge il fatto che alcuni astronomi e fisici dell'epoca, alquanto scettici nei riguardi della relatività, tentarono di spiegare i risultati delle osservazioni dell'eclissi del 1919 introducendo ipotesi differenti, come ad esempio possibili effetti dovuti all'atmosfera terrestre o al calo di temperatura nei minuti dell'eclissi. Non dubitarono però di quei valori di posizione delle stelle ottenuti da Eddington.<sup>3</sup>

Tornando alle considerazioni sullo studio della scienza attraverso la lente della storia, quest'ultima risulta un utile strumento per rintracciare i caratteri di continuità e discontinuità nell'avvicinarsi di teorie e pratiche. Inoltre proprio lo studio delle teorie e pratiche scientifiche in divenire può mettere chiaramente in evidenza quali siano gli aspetti epistemologici salienti della costruzione scientifica, dalla comprensione dei quali possono derivare spunti importanti anche in ambito didattico. Le ricerche in storia della scienza possono infine portare alla luce le differenti condizioni di accesso,

---

<sup>3</sup> Per ulteriori approfondimenti, si veda in particolare: D. KENNEFICK, *Not Only Because of Theory: Dyson, Eddington, and the Competing Myths of the 1919 Eclipse Expedition*, in *Einstein and the Changing Worldviews of Physics*, «Einstein Studies», vol. 12, 2011, pp. 201-232 (versione preprint: <https://arxiv.org/abs/0709.0685>). Si veda anche: B. ALMASSI, *Trust in Expert Testimony: Eddington's 1919 Eclipse Expedition and the British Response to General Relativity*, «Studies in History and Philosophy of Modern Physics», 2009, 49, pp. 57-67.

gestione e controllo della conoscenza, l'evoluzione del ruolo e della percezione della scienza nella sfera pubblica, le questioni di scienza e genere, e la maniera in cui idee, strumenti e, non ultimo, persone di scienza sono circolate in determinati periodi storici.

In tali ambiti di ricerca, risulta fondamentale lo studio e la valorizzazione delle fonti bibliografiche risalenti alle epoche in esame e del materiale inedito custodito presso archivi e biblioteche (ad esempio lettere, appunti, resoconti), così come la ricerca sulla strumentazione, più o meno datata e conservata presso musei e collezioni varie, e, in tempi più recenti, anche l'utilizzo di interviste. Il tutto confrontato con quanto è già stato scritto e detto su determinati argomenti storico-scientifici. Va menzionata, inoltre, l'enorme potenzialità rappresentata dalla condivisione di materiale storico attraverso il *web*. Come esempio decisamente in tema con l'argomento in questione, basti pensare al grandioso progetto di pubblicazione online dei vari scritti appartenuti ad Einstein, l'*Einstein Papers Project*, progetto tuttora in corso (<http://einsteinpapers.press.princeton.edu/>).

In sintesi, i temi affrontati nelle prossime pagine sono i seguenti: la genesi e i primi sviluppi della relatività generale vengono descritti nell'articolo di Giulio Peruzzi, in cui la questione viene presentata con il dovuto richiamo agli studi di relatività condotti da Galileo e a quelli di relatività ristretta dello stesso Einstein. Seguono due approfondimenti su alcuni argomenti in generale meno dibattuti, quali l'affascinante storia della termodinamica relativistica e i primi importanti dibattiti su una possibile teoria del campo unificato, presentati rispettivamente da Massimiliano Badino e Silvia De Bianchi. L'avvento della cosmologia relativistica e le differenti fasi di sviluppo della comprensione dell'universo tramite la relatività generale sono l'argomento dello scritto di Giovanni Macchia che si conclude con la scoperta, nel 1965, del cosiddetto fondo cosmico di microonde, generalmente considerato come evidenza del *Big bang*. Un aspetto decisamente interessante della storia della relatività generale è che, dopo un'iniziale attenzione verso di essa, vi fu un lungo periodo di disinteresse che durò fino agli inizi degli anni Cinquanta. Le motivazioni di tali alternanti

fasi e la cosiddetta rinascita della relatività generale sono l'oggetto dell'analisi di Roberto Lalli.

Parallelamente, Luisa Bonolis presenta nel suo scritto le vicende che portarono agli inizi degli anni Sessanta all'emergere di una nuova disciplina, l'astrofisica relativistica. Infine, Adele La Rana racconta gli studi sulle onde gravitazionali, fino al sensazionale annuncio dello scorso febbraio sopra menzionato.

In conclusione, i contributi storici di seguito proposti vogliono rappresentare un invito a lettrici e lettori a incuriosirsi e ad avventurarsi tra i meandri della storia della scienza nelle sue differenti ed interagenti dimensioni: teorica, materiale, istituzionale e sociale. In particolare, raccontare storie di relatività generale, con lo sguardo attento e appassionato come quello delle autrici e autori che, dall'Italia o dall'estero, hanno contribuito a questo volume, significa in ultima istanza (ri)mettere in circolazione riflessioni sui modi, mezzi e cambiamenti della cultura scientifica del secolo scorso e di questo inizio secolo. Il tentativo racchiuso nella prospettiva storica, solo all'apparenza semplice ma di fatto complesso, impegnativo e cionondimeno da perseguire, rimane quello di comprendere *tempi e spazi* passati, che sono differenti da quelli odierni, per poter meglio interpretare ed organizzare il nostro presente. Presente, in cui anche la scienza e le sue molteplici storie possono e devono giocare un ruolo fecondo nell'instillare atteggiamenti di presenza critica e partecipe e contribuire a modellare dunque una cittadinanza responsabile.

#### RINGRAZIAMENTI

Desidero innanzitutto ringraziare le colleghe e i colleghi che hanno accettato con entusiasmo di partecipare a tale progetto offrendo i loro contributi. Un ringraziamento particolare va a Fabrizio Bònoli, per aver accettato e reso possibile la realizzazione di questo fascicolo di carattere storico del «Giornale di Astronomia» e per il fondamentale aiuto nella fase di edizione.

---

**Matteo Realdi** si occupa di storia dell'astronomia del XIX e XX secolo. Ha ottenuto la laurea e il dottorato in Astronomia presso l'Università degli Studi di Padova. Oltre che in quest'università, ha lavorato presso l'Universitat Autònoma de Barcelona e il Museo Tridentino di Scienze Naturali (oggi Muse). Attualmente è *Marie Skłodowska-Curie fellow* presso la Vrije Universiteit di Amsterdam, dove sta conducendo una ricerca sull'organizzazione dell'astrofisica in Europa nel secondo dopoguerra, in particolare in termini di nuovi osservatori astronomici e collaborazioni internazionali (progetto ISHTAR, H2020-MSCA-IF-2014, rif. 656139).



