



Alessandro Giostra

STANLEY JAKI
SOCIETY.
INSEGNANTE
DI FILOSOFIA E
STORIA PRESSO IL
LICEO SCIENTIFICO
"A. ORSINI" DI
ASCOLI PICENO.

Duhem e le origini cristiane della scienza



INTRODUZIONE

Nella cultura contemporanea è presente un diffuso pregiudizio concernente una presunta opposizione tra scienza e teologia cristiana. Tra i fattori che hanno contribuito ad alimentare questo preconetto vi è, per esempio, il richiamo alla cautela nelle applicazioni tecnologiche, continuamente espresso dal mondo cattolico. A ciò si aggiungano alcuni episodi storici, spesso male interpretati, come la condanna di Galileo Galilei (1564-1642). Altri eventi hanno incentivato tale errata interpretazione, come le critiche mosse al darwinismo dai teologi creazionisti e alcune forzate, e non scientifiche, interpretazioni della teoria di Darwin (1809-1882) che ignorano il carattere storico, e pertanto non contrario all'idea di evoluzione, del rapporto tra Creatore e creatura nella teologia cristiana¹. La realtà storica, invece, presenta un quadro del tutto diverso della situazione. Nonostante vi sia una diversità nel metodo e nei contenuti di queste due discipline, un'attenta lettura dei testi dei protagonisti della Rivoluzione scientifica rivela il ruolo essenziale del principio cristiano di creazione dal nulla per l'emergere delle scienze esatte. L'idea di un universo modellato secondo archetipi matematici di origine divina e l'idea di un uomo, fatto ad immagine e somiglianza di Dio, che con la sua ricerca si rende partecipe del progetto del Creatore sono state al centro della concezione

di quegli autori che hanno avviato la scienza moderna, intesa come disciplina volta alla quantificazione della realtà. La nascita della storia della scienza come disciplina specifica, inoltre, avvenuta a partire dagli inizi del secolo passato, ha dimostrato che il pensiero scientifico non ha avuto origine dal nulla. L'affermazione delle scienze esatte è consistita nel graduale distacco dalla visione finalistica e qualitativa della realtà naturale, tipica dell'impostazione aristotelica, e nel progressivo raggiungimento della concezione quantitativa dell'universo. Tale percorso è iniziato nella tarda scolastica, quando la filosofia della natura ha intrapreso quel cammino verso la quantificazione dei fenomeni che è culminato, dopo circa tre secoli e mezzo, nell'opera di Isaac Newton (1642-1727).

In tale ambito della ricerca si colloca l'opera di Pierre Duhem (1861-1916). Famoso scienziato nel campo fisico-chimico, Duhem è passato alla storia per la sua visione epistemologica e per essere riuscito a stabilire il collegamento tra la filosofia naturale della scolastica cristiana e la scienza moderna. In occasione del primo centenario della sua morte si è voluto ricordare questo personaggio, come una pietra miliare dell'epistemologia contemporanea.

UN CONFLITTO INSANABILE?

L'opinione sostenente l'inconciliabilità tra scienza e dottrina cristiana ha origine nel pensiero illuminista, secondo cui la ragione scientifica sarebbe in grado di liberare la mente dal dogmatismo religioso e di concepire, eventualmente, la presenza di Dio solo come un "orologiaio" del mondo. Alcuni autori di questa corrente sono approdati a un meccanicismo radicale, proprio per negare l'esistenza stessa di Dio. In tale ottica, la Rivoluzione scientifica rappresenterebbe uno stadio essenziale del cammino di liberazione dell'umanità dal presunto oscurantismo teologico. Il dominio della dimensione teologica e la conseguente mancanza di una visione empirica avrebbero impedito nel Medioevo la nascita della scienza².

Questa linea di pensiero si è poi rafforzata nel XIX secolo, a causa soprattutto della crescente specializzazione della ricerca scientifica che ha

alimentato la convinzione di una sua indipendenza da ogni altra forma di sapere³. Il Positivismo ha giocato un ruolo essenziale in tale processo. Al suo interno, nella varietà delle posizioni espresse, possono essere rinvenute alcune visioni comuni, come lo sviluppo lineare della scienza e la dipendenza del progresso dall'adozione del metodo scientifico. La legge dei tre stadi di Comte (1798-1857) che definisce la storia dell'umanità come il passaggio da uno stadio teologico a uno scientifico, attraverso quello metafisico, è una di quelle concezioni che hanno acuito l'idea di un distacco totale tra scienza e teologia. Secondo questa teoria, i protagonisti della Rivoluzione scientifica sarebbero stati gli iniziatori di quel percorso che avrebbe poi condotto alla fase positiva, nella quale il trionfo della scienza avrebbe avviato il genere umano verso la sua piena realizzazione. Il culmine della scienza, pertanto, comporterebbe la piena separazione da ogni prospettiva teologica. L'unico merito che Comte riconosce alla cultura medievale è quello di aver dato vita a un clima di vivace fermento culturale, che avrebbe creato il contesto adatto per lo sviluppo successivo della Rivoluzione scientifica stessa⁴.

La prospettiva empirico-strumentale è stata tipica anche dell'impostazione marxista che ha rapportato lo sviluppo scientifico ai modelli della produzione nelle varie epoche. Marx (1818-1883) ha precisato che la cultura medievale, la cui tipologia di produzione è simboleggiata dal mulino, è quella dei filosofi scolastici che hanno legittimato la posizione dei signori feudali e delle gerarchie ecclesiastiche:

I rapporti sociali sono intimamente connessi alle forze produttive. Impadronendosi di nuove forze produttive, gli uomini cambiano il loro modo di produzione e, cambiando il modo di produzione, la maniera di guadagnarsi la vita, cambiano tutti i loro rapporti sociali. Il mulino a braccia vi darà la società col signore feudale, e il mulino a vapore la società col capitalista industriale⁵.

La stessa impostazione si ritrova in Engels (1820-1895), secondo cui un'esigenza tecnologica della società aiuta la scienza più di quanto riesca a fare il mondo accademico:

Se è vero, come Lei dice, che la tecnica dipende in massima parte dallo stato della scienza, a maggior ragione questa dipende dallo stato e dalle esigenze della tecnica. Quando la società ha un'esigenza di natura tecnica, ciò favorisce lo sviluppo della scienza più di dieci università⁶.

FILOSOFIA NATURALE E SCIENZA DEL MOVIMENTO

La tesi della frattura tra scienza e teologia entra in crisi con le ricerche del XX secolo, durante il quale si pone attenzione al dogma cristiano della creazione dal nulla come un fondamento essenziale per l'avvio dell'impresa scientifica. Per il filosofo inglese A.N. Whitehead (1861-1947), la scienza moderna è fondata sul principio, di origine medievale, di un universo ordinato, in quanto opera di una volontà divina razionale⁷. Durante il Medioevo è maturato quel contesto, adatto all'inizio di una svolta scientifica, caratterizzato dalla traduzione in latino dei testi greci ed arabi. A ciò si aggiungano lo sviluppo delle università e la conseguente fioritura di molti grandi pensatori. In seguito alla riscoperta e alla traduzione delle opere di Aristotele, di Tommaso e degli altri classici della scienza greca, infatti, nel periodo medievale i corsi accademici di filosofia naturale sono stati incrementati. In tale contesto, mentre la generale concezione aristotelica dell'universo è rimasta quella dominante, la ricerca naturale ha iniziato a proporre alcune modifiche essenziali.

Nel periodo medievale, dunque, le prime novità relative al moto dei corpi sono state escogitate a partire da argomenti teologici. Nella *distinctio* 17 del libro I delle *Sentenze*⁸, Pietro Lombardo (ca. 1100-1160) affronta un aspetto propriamente teologico, chiedendosi se lo Spirito Santo possa accrescere la propria presenza in una persona. Secondo la teologia cristiana, non può certo dirsi che lo Spirito divino sia soggetto a una variazione di quantità, ma l'uomo può possederne più o meno in base all'intensità della sua partecipazione ad esso. L'argomentazione delle *Sentenze* è stata poi ripresa da Duns Scoto (1266-1308), secondo cui ogni qualità in una persona può aumentare o diminuire, introducendo così il concetto di intensione e remissione del-

le qualità (forme)⁹. Da questa posizione scotista si è sviluppata l'attenzione nei confronti degli aspetti matematici del cambiamento qualitativo che porterà, nei primi decenni del XIV secolo, i famosi *calculatores* del Merton College di Oxford ad applicare il concetto di intensione e remissione delle forme alla teoria del moto locale che, nel pensiero di Aristotele, è presentata in maniera qualitativa.

Come si supponeva che una successione di forme di diversa intensità spiegasse l'aumento continuo o la continua diminuzione dell'intensità di una qualità, così il succedersi delle nuove posizioni assunte da un corpo in movimento fu vista come una successione di forme che rappresentavano nuovi gradi di intensità di quel movimento [...]. Nei successivi trecento anni, dal XIV al XVI secolo, l'analogia tra qualità variabili e velocità diventò una caratteristica permanente dei trattati sull'intensione e remissione delle forme e delle qualità¹⁰.

I successivi risultati ottenuti nel XIV secolo hanno avuto un impatto notevole per la nascita del pensiero scientifico. Tra queste acquisizioni vi sono i concetti di velocità uniforme e movimento uniformemente accelerato, «definizioni che più tardi Galileo impiegò senza apportarvi alcun miglioramento»¹¹. I filosofi naturali del tempo, pur usando lunghi ragionamenti al posto delle formule matematiche moderne, sono riusciti a escogitare teorie della massima rilevanza. Thomas Bradwardine (ca. 1290-1349) e Alberto di Sasonia (ca. 1316-1390), per esempio, hanno conseguito importanti risultati in merito alla velocità dei corpi in caduta libera. Secondo questi pensatori, due corpi dello stesso materiale, ma di diverso peso, cadono nel vuoto con la stessa velocità e questa teoria si oppone a quella aristotelica che sostiene la diretta proporzionalità tra il peso di un corpo e la sua velocità di caduta, poiché, secondo lo stagirita, la finalità in esso insita coinciderebbe proprio con il peso¹². Anche se non si sa con certezza se Galilei abbia conosciuto queste teorie¹³, questi studi medievali attestano che alcune conquiste fondamentali della fisica moderna sono partite dalle riflessioni di alcuni studiosi che hanno operato alla fine della Scolastica.

LA SVOLTA DECISIVA

Nel campo della storia della scienza, l'attività di Duhem si è concretizzata con diverse opere, tra le quali spicca *Le système du monde*¹⁴. Si tratta di un lavoro straordinario, basato su un accurato studio delle fonti. Le sopracitate e altre innovazioni dell'era medievale, infatti, sono contenute in dettaglio proprio in questa magistrale ricerca. Duhem non nega gli elementi di novità presenti nelle opere di Galilei e degli altri scienziati moderni, ma dimostra che i principi e le scoperte che hanno caratterizzato la Rivoluzione scientifica hanno avuto degli antecedenti nel periodo della tarda Scolastica:

Il pisano è arrivato al momento opportuno [...] antiche idee hanno atteso un genio matematico che mettesse in piena luce le verità presenti in esse e lanciasse la scienza della meccanica dei tempi moderni. Galileo è stato quel matematico¹⁵.

Ciò che Duhem individua è una linea evolutiva nel percorso storico della scienza. Il passo che segue esplicita la posizione duhemiana ed è possibile rinvenire in queste parole una notevole affinità con i concetti di adattamento del paradigma, cumulo delle anomalie e incompatibilità del nuovo paradigma con quello precedente, tipici del pensiero di Thomas Kuhn (1922-1996)¹⁶.

Per quanto riguarda la demolizione della fisica aristotelica non si è trattato di un processo improvviso; la costruzione della fisica moderna non è avvenuta su un terreno nel quale nulla è rimasto in piedi. Il passaggio da una visione all'altra è avvenuto grazie a una lunga sequenza di trasformazioni parziali [...] senza cambiare nulla dell'insieme. Ma quando tutte queste modificazioni nei dettagli sono state apportate, la mente umana ha colto [...] che nulla è rimasto dell'edificio precedente e che al suo posto un altro edificio è stato eretto¹⁷.

Fin dai primi secoli del cristianesimo, inoltre, i pensatori cristiani hanno respinto alcuni presupposti del pensiero di origine greca, creando così le condizioni per la nascita della scienza:

In nome della dottrina cristiana, i Padri della Chiesa hanno attaccato i filosofi pagani su principi che oggi crediamo appartengano più alla metafisica che alla fisica [...] come la teoria dell'eternità della materia prima, il dominio degli astri sulle cose sublunari, la vita ciclica dell'universo legata al ritmo del Grande Anno. Distruggendo con questi attacchi le cosmologie di Peripatetici, Stoici e Neoplatonici, i Padri della Chiesa hanno spianato il terreno alla scienza moderna¹⁸.

Oltre agli aspetti sopra esposti, secondo Duhem l'istanza più evidente della continuità tra Medioevo ed epoca moderna consiste nella teoria dell'*impetus* di Buridano (XIV sec.), cioè la prima formulazione del principio di inerzia. Tra le diverse formulazioni dell'*impetus*, la più significativa è quella del commento al *De coelo* di Aristotele:

Uno perciò potrebbe immaginarsi che non è necessario ammettere le intelligenze motrici dei corpi celesti, anche perché nella Sacra Scrittura non è detto che vadano ammesse. Infatti si potrebbe dire che quando Dio creò le sfere celesti, egli iniziò a muovere a piacimento ciascuna di esse; pertanto esse sono mosse ancora dallo slancio che Dio diede loro, dato che quello slancio non si distrugge, né diminuisce, poiché le sfere non hanno resistenza¹⁹.

La teoria dell'*impetus* (slancio) ancora riflette qualcosa della filosofia tradizionale; per esempio, il principio di un moto eterno come conseguenza dell'assenza di attrito nella zona celeste, legato al presupposto aristotelico della sua perfezione. Anche il riferimento all'*inclinazione* dei corpi in moto, dipendente dalla loro finalità, evidenzia un legame con i principi del pensiero aristotelico. La teoria dell'*impetus*, inoltre, afferma la natura inerziale del moto circolare; Buridano non ha avuto a disposizione cognizioni adeguate per evitare questo tipo di errore. Ma l'*impetus* contiene anche importanti spunti di innovazione. La natura, dopo aver ricevuto la sua esistenza da Dio, non ha bisogno di ulteriore supporto divino, a parte quel legame fondante tra Dio e le creature, con cui la persona divina mantiene in esistenza le creature. Viene così ammessa la presenza di una natura governata da leggi autonome, stabilite da Dio al momento della creazione, in opposizione alla

visione di un universo animato da forze divine. Buridano esclude anche che il moto dei cieli sia dovuto alle intelligenze celesti, una soluzione spesso accettata per conciliare il cosmo aristotelico con la dottrina cristiana. La teoria dell'*impetus*, pertanto, rivela il suo chiaro fondamento teologico poiché implica il dogma della creazione dal nulla, contro le visioni incentrate sulla divinità e sull'eternità dei cieli. Si tratta di quei capisaldi della cosmologia aristotelico-averroista che, insieme ad altri principi dell'aristotelismo, sono stati condannati a Parigi nel 1277. Queste sono le motivazioni che hanno indotto Duhem a vedere quella condanna come un evento essenziale per la svolta scientifica, tanto che uno degli scopi principali del suo lavoro «è quello di giustificare tale asserzione»²⁰. In quell'occasione il vescovo di Parigi, Etienne Tempier (+ 1279), ha condannato 219 proposizioni provenienti dalla filosofia aristotelico-averroista e contrastanti con i principi del cristianesimo.

Questo avvenimento storico, pertanto, per Duhem ha provocato un cambiamento di indirizzo nella concezione della filosofia della natura. Anche se in questa sede è stata riportata soltanto la formulazione più nota della teoria dell'*impetus*, nel pensiero di Buridano l'*impetus* stesso è il principio alla base di ogni tipo di movimento nell'universo, sia nei cieli che nella zona elementare. In altre parole, anche i corpi in caduta libera e quelli che Aristotele aveva definito come moti violenti, vengono spiegati dal filosofo francese con il concetto di *impetus*. Inizia, in questo modo, il cammino verso la definitiva unificazione dei fenomeni terrestri e celesti, che culminerà con l'opera di Newton, con la quale la divisione tra terra e cielo, tipica dell'impostazione aristotelica, è stata del tutto abbandonata. Duhem ha evidenziato come i modelli della meccanica medievale, passando poi attraverso il lavoro di studiosi successivi, siano confluiti negli studi condotti da Galilei. Ecco come, in una lettera al filosofo Bulliot (1817-1902), Duhem illustra apertamente la sua idea relativa all'origine cristiana della scienza:

Dalla sua nascita la scienza ellenica è tutta impregnata di teologia, ma di una teologia pagana che insegna che i cieli e gli astri sono degli dei, che non possono avere altri movimenti all'infuori del moto circolare e uniforme che è il movimento perfetto [...]. Ora, questi ostacoli, chi li ha spezzati? Il Cristianesimo. Chi ha, in primo luogo, profittato della libertà così conquistata per lanciarsi alla scoperta

di una scienza nuova? La Scolastica. Chi dunque, nel mezzo del XIV secolo, ha osato dichiarare che i cieli non erano per nulla mossi da intelligenze divine o angeliche, ma da un impulso indistruttibile ricevuto da Dio al momento della creazione, nello stesso modo in cui si muove una palla lanciata dal giocatore? Un maestro delle arti di Parigi: Giovanni Buridano. [...] Se dunque questa scienza, di cui noi siamo così legittimamente fieri, ha potuto vedere la luce, è perché la Chiesa Cattolica ne è stata la levatrice²¹.

In un altro brano significativo, Duhem identifica l'opera di Buridano come il primo passo verso il traguardo della fisica newtoniana:

Buridano ha l'incredibile audacia di dire: i movimenti dei cieli sono soggetti alle stesse leggi dei corpi sulla terra [...] c'è una sola meccanica con la quale sono regolate tutte le cose create; [...] forse non c'è mai stata nell'intero dominio della scienza fisica una rivoluzione così profonda e fruttuosa. Un giorno Newton scriverà nell'ultima pagina dei suoi *Principia*: «con la forza di gravità ho dato una descrizione di tutti i fenomeni che i cieli offrono e che i nostri mari presentano». In quel giorno Newton annuncerà il pieno sbocciare di un fiore del quale Buridano ha gettato il seme. Il giorno nel quale quel seme è stato seminato è, per così dire, il giorno in cui è nata la scienza moderna²².

CONCLUSIONI

L'opera di Duhem è essenziale per comprendere le origini della scienza. Il suo pensiero ha annullato le concezioni relative al cristianesimo come un ostacolo allo sviluppo dell'impresa scientifica. Idee come la continuità tra filosofia naturale del Medioevo e scienza moderna, o la centralità delle istituzioni e delle concezioni cristiane per lo sviluppo della cultura scientifica hanno rigettato le tesi positiviste, marxiste o dello scientismo contemporaneo. Tutti questi orientamenti filosofici, anche se ognuno in modo peculiare, hanno affermato un netto distacco tra la razionalità scientifica e la cultura religiosa, nonché il ruolo negativo della teologia cristiana per il sorgere della

scienza. In verità, si è visto come elementi dottrinali del cristianesimo, come la differenza tra Creatore e creatura, abbiano avuto un impatto decisivo per l'avvento delle scienze esatte.

Qualche idea di Duhem ha suscitato delle perplessità da parte di alcuni autori successivi. Dei ricercatori, per esempio, hanno riconosciuto il contributo della cultura cristiana per il progresso della scienza, senza aver assegnato la stessa importanza alla condanna del 1277. In ogni caso, Duhem ha stabilito che il passaggio fondamentale verso la scienza esatta è avvenuto nel contesto cristiano.

Lo scienziato francese ha lasciato, tuttavia, una questione insoluta: perché la scienza moderna è nata all'interno del contesto cristiano e non in quello islamico o ebraico? Queste due religioni, infatti, in quanto fondate sul monoteismo, affermano la dottrina della creazione dal nulla e rigettano ogni forma di panteismo o vitalismo naturale. La cultura islamica, da parte sua, ha preceduto quella cristiana nello sviluppo della filosofia naturale, poiché ha avuto a disposizione i testi greci prima del mondo cristiano. La risposta a questo interrogativo è stata fornita dal sacerdote e filosofo ungherese Stanley L. Jaki (1924-2009) che ha individuato nella specificità della cristologia la ragione della nascita della scienza nel pensiero occidentale²³.

In definitiva, Duhem ha intravisto nello sviluppo progressivo della scienza le tracce di una Provvidenza superiore, che denotano l'impresa scientifica come dono di Dio all'umanità:

Attraverso i fatti complessi che compongono questo sviluppo, cogliamo l'azione continua di una Sapienza, che presagisce la forma ideale verso cui la scienza deve tendere, e di un Potere che fa convergere verso quell'obiettivo gli sforzi dei ricercatori. In altre parole, vediamo in tale sviluppo l'opera di una Provvidenza²⁴.

¹ Il fatto che la Chiesa non abbia preso una posizione nei confronti della teoria di Darwin è stato dimostrato nel volume di M. Artigas - T.F. Glick - R.A. Martinez, *Negotiating Darwin. The Vatican confronts evolution 1877-1902*, John Hopkins University Press, Baltimore 2006.

² Cf. E. Cassirer, *La filosofia dell'Illuminismo*, La Nuova Italia, Firenze 1973, pp. 63-136.

³ Una valida sintesi delle varie posizioni espresse su questo argomento può essere reperita in: W.E. Burns, *Warfare of science and theology*, in W. Applebaum (ed.), *Encyclopedia of the scientific revolution*, Garland Publishing, New York 2000, pp. 679-682.

⁴ Cf. A. Negri, *Introduzione a Comte*, Laterza, Bari 1983, pp. 44-100.

⁵ K. Marx, *Miseria della filosofia* (1847), reperibile su <http://www.ousia.it/content/Sezioni/Testi/MarxMiseriaFilosofia.pdf>, p. 27.

⁶ F. Engels, *Lettera a Walther Borgius, 25 gennaio 1894*, reperibile su <http://xoomer.virgilio.it/primomaggiointernazionalista/testi/engels/formazione0012engels1.htm>.

⁷ Cf. A.N. Whitehead, *La scienza e il mondo moderno*, Bompiani, Milano 1945.

⁸ P. Lombardus, *Libri Quattuor Sententiarum*, liber I, d. 17, p. 2, c. 5.

⁹ Per questo particolare del pensiero di Duns Scoto, trattato all'interno degli aspetti generali della sua filosofia, cf. P. King, *Scotus on Metaphysics*, in *The Cambridge companion to Duns Scotus*, Cambridge University Press, Cambridge 2003, pp. 15-68.

¹⁰ E. Grant, *Le origini medievali della scienza moderna*, Einaudi, Torino 2001, pp. 151-152.

¹¹ *Ibid.*, p. 152.

¹² Cf. Aristotele, *De coelo*, III, 2, 301b.

¹³ «È possibile che Galileo venisse a conoscenza di questa celebre prova attraverso le edizioni a stampa della fine del XV e dell'inizio del XVI secolo». E. Grant, *Le origini medievali della scienza moderna*, cit., p. 156.

¹⁴ P. Duhem, *Le système du monde: histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic*, 10 voll., Hermann, Paris 1913-1959. Per brevità i passi citati da quest'opera sono stati riportati direttamente nella traduzione italiana.

¹⁵ Questa affermazione, tratta dagli *Études sur Léonard de Vinci*, è ripresa da S.L. Jaki, *Uneasy genius: the life and work of Pierre Duhem*, Martinus Nijhoff Publishers, The Hague 1984, p. 395.

¹⁶ Cf. T. Kuhn, *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, Einaudi, Torino 1999.

¹⁷ P. Duhem, *Le système du monde*, cit., VII, p. 3.

¹⁸ *Ibid.*, II, p. 408.

¹⁹ G. Buridano, *Il cielo e il mondo. Commento al Trattato «Del Cielo» di Aristotele* (a cura di A. Ghisalberti), Rusconi, Milano 1983, p. 327.

²⁰ P. Duhem, *Le système du monde*, cit., VI, p. 66.

²¹ Francisco Javier López Ruiz, *Pierre Duhem*, in *Dizionario interdisciplinare di scienza e fede*, <http://disf.org/pierre-duhem>.

²² P. Duhem, *Le système du monde*, cit., VIII, p. 340.

²³ Cf. A. Giostra, *Fede, filosofia e scienza in Stanley Jaki*, in «Prospettiva Persona», n. 92, Rubbettino, Soveria Mannelli 2015, pp. 13-16; A. Giostra, *Jaki e la nascita della scienza. Il ruolo centrale del cristianesimo*, in «Emmeciquadro», n. 26, Euresis, Milano 2006, pp. 55-62.

²⁴ Questo passo, tratto dall'opera di Duhem *Les origines de la statique* (Hermann, Paris 1903), è stato ripreso da S.L. Jaki, *Uneasy genius: the life and work of Pierre Duhem*, cit., p. 390.