

**SCIENZE**

a cura di Emanuele Sorace

DAVID CAHAN, *Helmholtz. A Life in Science*, Chicago, The University of Chicago Press 2018, pp. 945, € 45,00.

«Both were savants not fachidioten»: erano veri uomini di scienza, non accumulatori di conoscenze fattuali. Questo il giudizio di David Cahan sul neurofisiologo Ernst Brücke e sul fisico Hermann Helmholtz (1821-1894, HH in seguito), di cui cade quest'anno il bicentenario della nascita a Potsdam, che sintetizza bene il senso e il taglio di questa biografia. Indubbiamente HH merita ancora che si approfondisca sia sul piano storico che scientifico la sua opera di infaticabile sperimentatore e inventore, profondo pensatore e di instancabile organizzatore e divulgatore della ricerca tecnico-scientifica ai massimi livelli della seconda metà del XIX secolo: un'opera che fece di lui la gloriosa e germanica personificazione del progresso civile e scientifico dell'umanità, quasi come lo era stato Alexander von Humboldt nella prima metà del secolo. Non a caso – si nota criticamente alla fine di questa biografia (pp. 763-764) – la più estesa associazione tedesca di istituti di ricerca che si occupano di fisica, biologia e medicina, è oggi la Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren, fondata nel 1995, dunque poco dopo la riunificazione del paese.

Va detto che il progresso delle scienze della natura nell'arco della vita di HH fu impressionante, paragonabile a quello del periodo che stiamo vivendo. Due 'eventi' cronologicamente correlati agli estremi della sua vita ce lo ricordano con tutta evidenza. HH nacque un anno dopo che il fisico danese, Hans Christian Oersted, seguace della NaturPhylosophie, pubblicò in latino la descrizione di una serie di esperimenti casalinghi – ripetuti poi davanti a notabili di Copenhagen indicati come testimoni – che dimostravano indiscutibilmente la capacità di un filo connesso ai due poli di una pila di Volta di deviare un ago magnetico: fu quella la prima evidenza della unità di elettricità e magnetismo. La sua morte, d'altronde, seguì di poco quella del prediletto allievo Heinrich Hertz (1858-94), che nel 1888 aveva dimostrato in laboratori universitari, seguendo i suggerimenti del maestro, che le onde elettromagnetiche esistevano e avevano le stesse proprietà fisiche della luce. Si chiuse allora la cruciale stagione delle diverse teorie sull'elettromagnetismo: l'elettrodinamica di James Clerk Maxwell, coerente col punto di vista continuistico iniziato da Faraday divenne la base dei futuri sviluppi tecnico-scientifici. Verso la metà del secolo si era precisato il concetto di energia e si era scoperta la sua conservazione in tutti i processi naturali, riconoscendo nel calore una forma di energia, detta termica. HH ebbe un

ruolo decisivo in questa determinazione. Si era anche valutata la quantità massima di energia termica che in un dato processo può trasformarsi in altri tipi di energia, ritrovando l'espressione che Sadi Carnot (1792-1832) aveva ricavato nel 1824, lavorando nella ipotesi (poi abbandonata e non essenziale) dell'esistenza di un indistruttibile «fluido calorico».

Con gli anni Ottanta dell'Ottocento poteva dirsi completata l'intera costruzione della fisica classica; e a questi risultati bisogna poi aggiungere i grandi sviluppi della chimica e della biologia, che avevano portato all'eliminazione delle ipotesi vitalistiche e alla rivoluzione darwiniana. È emblematico dell'inizio di un nuovo ciclo della storia della fisica il fatto che – alla morte di Hertz, ed essendosi rifiutato Ludwig Boltzmann, il grandissimo fisico austriaco creatore della meccanica statistica, di trasferirsi a Berlino – il successore di HH sulla cattedra di fisica teorica sia stato l'altro suo grande allievo, Max Planck (1858-1947), considerato il padre della fisica quantistica.

HH è dunque un protagonista assoluto della scienza ottocentesca; e questo volume ne segue vita, opere e pensiero in modo molto particolareggiato, come si può intuire dalla sua lunghezza: ben 764 pagine di testo divise in 29 capitoli e 200 pagine di note, bibliografia e indice dei nomi. Ne è autore un professore emerito di History of Science della Nebraska Lincoln University che negli ultimi trent'anni ha pubblicato vari volumi su HH e la scienza del suo secolo, fra cui *Letters of Hermann von Helmholtz to His Parents: The Medical Education of a German Scientist, 1837-1846* (Stuttgart, Steiner Verlag 1993) e *Hermann von Helmholtz and the Foundations of Nineteenth-Century Science* (Berkeley, University of California Press 1994). Cahan ha dunque tutte le carte in regola per scrivere una biografia di HH, uomo originalissimo e tuttavia molto intrinseco a tempi e luoghi ben determinati. Perciò è assai utile il lungo inizio dedicato alla vita e personalità del padre, che influì notevolmente sulla sua formazione e che lo abituò a «pensare filosoficamente», anche se in alcune questioni fondamentali il figlio avrebbe scelto strade opposte alle sue.

Il padre, Ferdinand, era un intellettuale irrequieto, volontario nelle guerre antinapoleoniche e allievo entusiasta di Johann Gottlieb Fichte, ai cui insegnamenti sarebbe rimasto fedele per tutta la vita. Al figlio Hermann egli trasmise l'amore per una cultura indivisa in cui l'arte (musica compresa) e la scienza erano inseparabili. Ad allontanarli – anche se il confronto fra loro non si interrompe mai del tutto – fu il totale e programmatico rifiuto da parte di Hermann di ogni forma di idealismo filosofico, e quindi di qualsiasi NaturPhilosophie, identificata soprattutto in Hegel e Schopenhauer, bestie nere dei giovani scienziati tedeschi. E fu proprio alla scuola del padre che il giovane Hermann iniziò i suoi studi, che avrebbe voluto proseguire studiando fisica all'università. Ma poiché per fisica non c'erano sovvenzioni

governative e la famiglia, più ricca di cultura che di denari, non poteva sobbarcarsi quella spesa, HH accettò di studiare medicina gratuitamente in un Istituto militare di Berlino, dove si laureò con una tesi in latino discussa col famoso fisiologo Joannes Müller: tesi che venne subito pubblicata.

Seguirono anni vissuti come ufficiale medico nella sua città natale, durante i quali HH poté dedicarsi a studi scientifici di fisiologia, fisica e matematica, coltivando al tempo stesso filosofia, musica e teatro. Un evento importante per lui, come per la scienza tedesca in generale, fu la fondazione da parte di alcuni suoi coetanei, fra cui Emile DuBois-Reymond e Ernst Brücke, della *Physikalische Gesellschaft zu Berlin* (1845), alla quale avrebbero ben presto aderito sia HH, sia alcuni studiosi che a breve si sarebbero rivelati gli scienziati più importanti dei vari Stati tedeschi, da Rudolf Clausius a Gustav Kirekhoff, da Carl Ludwig al non meno importante fisico (e futuro industriale) Werner Siemens. Con molti di loro (in gran parte allievi di Müller) HH creò un sodalizio destinato a durare tutta la vita, anche se il legame più forte e proficuo fu senza dubbio quello con il fisiologo DuBois-Reymond.

Il testo segue minuziosamente il sicuro affermarsi di HH come medico-fisiologo e anche fisico e matematico autodidatta, l'unico che all'epoca riuscisse a utilizzare e mettere a frutto insieme nelle sue ricerche tutte quelle competenze disciplinari: non per nulla il suo scritto più importante di fisica, *La conservazione della forza* (1847), venne elaborato insieme con una ricerca sulle misure del riscaldamento dei muscoli sotto sforzo, e anzi in stretta correlazione con esso. La «forza» (*kraft*) di cui HH scriveva era in realtà quella che già un decennio dopo sarebbe stata chiamata energia, e quello di cui trattava quell'articolo era la Prima legge della termodinamica, la più importante della fisica contemporanea, uno dei cardini della scienza e tecnica moderne, passo fondamentale per fare della fisica la chiave interpretativa di tutti i fenomeni naturali, anche di quelli chimici e biologici. Ma per allora quell'articolo, non compreso nel suo significato e nella sua portata, venne rifiutato in quanto «troppo teorico»; e anche quando HH lo pubblicò come opuscolo autonomo l'interesse che suscitò fu scarso. A «scoprirlo» furono alcuni fisici e ingegneri scozzesi – fra cui William Thomson: il futuro, famosissimo, lord Kelvin – che studiavano le macchine termiche: ma questo avvenne solo cinque anni dopo, quando ormai HH, grazie ai suoi studi di fisiologia, era riuscito ad ottenere, con l'appoggio di Alexander von Humboldt, una cattedra di quella disciplina all'università di Königsberg, dopo che, in virtù della sua profonda cultura estetica, si era trovato a insegnare anatomia all'Accademia di Belle Arti di Berlino.

Fu appunto in quanto fisiologo che HH riuscì a dimostrare la finitezza della velocità di trasmissione degli impulsi nervosi e a misurarla: un risul-

tato, questo, di grandissima importanza; e più importante ancora era il fatto che nello stesso periodo HH aveva inventato e costruito il primo oftalmoscopio della storia. Fu questa invenzione – di grande rilievo scientifico e di enorme portata diagnostica – a renderlo famoso anche fuori dal mondo accademico e della stessa Europa, e a fare di lui una figura pubblica di vasta e crescente popolarità. Si trattava del primo strumento capace di osservare un organo interno, la retina, dall'esterno e senza intrusioni. A mio parere sarebbe stato meglio che il testo di Cahan – ricchissimo di argomentazioni metodologiche, di richiami bibliografici e di citazioni da lettere e discorsi pubblici – dedicasse più spazio al lavoro strettamente scientifico di HH, alla strumentazione da lui usata negli esperimenti, e 'inventata' ex novo o innovata: come accadde appunto non solo col celebre oftalmoscopio (di cui si riporta una foto a p. 99), ma anche per altri strumenti di indagine fisica e fisiologica. Del resto, anche in rapporto allo scritto sulla «conservazione della forza», sarebbe stato opportuna qualche precisazione in più, visto che ormai da sessanta anni esisteva la meccanica analitica di Lagrange e da quindici la generalizzazione che ne avevano fatto prima Hamilton e poi Jacobi, nelle quali – comunque fossero chiamate – si potevano trovare le espressioni di energia cinetica e potenziale meccaniche nella loro forma più generale e dunque del lavoro ad esse associato.

Quindi la estensione, da parte di HH, a tutte le forze fisiche di quella che in seguito sarà chiamata energia potenziale avrebbe richiesto una più estesa chiarificazione, per evidenziarne il contenuto innovativo, che è tale più dal punto di vista fisico che matematico.

Se la spinta filosofico-teorica a sviluppare quella ricerca venne a HH dal rifiuto della possibilità del moto perpetuo insito nel vitalismo, la novità essenziale era infatti l'introduzione della «forza termica» nello schema meccanico: per questo la conservazione dell'energia implica l'equivalenza lavoro-calore e diventa il primo principio della termodinamica; e per questo è importante che HH nel suo saggio citi espressamente James Prescott Joule, cosa che Cahan passa sotto silenzio. Alla base di lacune come questa non c'è tanto la sottovalutazione della filologia nella scienza quanto piuttosto la volontà di restituire tutta la documentazione più minuta raccolta nel corso della ricerca, rifiutando quella esigenza di sintesi che impone anche una scelta critica delle fonti. Ad esempio le interminabili contrattazioni e manovre di HH per ottenere una cattedra nelle varie sedi universitarie in cui si trasferì – rese per un qualunque lettore ancora più complicate dalla frammentazione statuaria che caratterizzò l'area germanica fino al 1871 – vengono descritte ogni volta con estrema pignoleria, occupando pagine che si sarebbero potute dedicare a questioni di ben maggiore rilievo sia dal punto di vista del dibattito scientifico che della politica culturale. Sarebbe

stato interessante, ad esempio, sapere di quanto crebbero gli investimenti statali a vantaggio della scienza e degli scienziati, e in particolare dei fisici, e di quanto crebbe il loro numero nel mezzo secolo compreso fra gli anni Quaranta e Novanta, grazie anche alla notevole capacità di HH – ben illustrata da Cahan – di convincere i governi a muoversi in questa direzione, facendo leva sulla sua crescente rete di relazioni e sulla influenza che riusciva ad avere – grazie al suo enorme prestigio scientifico in diversi campi del sapere – sulle élite dei diversi Stati tedeschi in cui si trovò a insegnare.

In effetti la versatilità di HH – che non era eclettismo e che era condivisa dai suoi contemporanei britannici (pensiamo per tutti a William Thomson, e perfino a Maxwell) – si evidenzia nell'interminabile elenco di discipline in cui dette un contributo importante se non addirittura fondativo, dalla glaciologia alla metrologia elettrica, dalla termodinamica chimica alla meteorologia, dall'idrodinamica alla elettrodinamica. Ma sono fondamentali anche le analisi da lui fatte delle sensazioni visive e acustiche e del loro rapporto con la percezione di spazio, voce, armonia, in cui si espressero al massimo le sue notevoli capacità di fisico sperimentale e teorico, così come la sua vasta cultura artistica e filosofica, che nel testo vengono presentate con cura e in modo molto chiaro. È estremamente interessante la sua convinzione che le sensazioni non forniscano immagini o altre riproduzioni del mondo reale, ma siano soltanto segni che l'esperienza farà diventare la nostra costruzione del mondo esterno. Si comprende quindi l'insistenza sull'empirismo filosofico di HH, che lo avvicina a John Stuart Mill, e sulla sua critica a Kant (soprattutto in rapporto al giudizio sintetico a priori), e sulle ricadute di questa impostazione sui suoi ponderosi scritti, che avranno una influenza secolare non solo sulla fisiologia, sulla psicologia sperimentale o sulla psicanalisi (da William James a Sigmund Freud a Wilhelm Wundt, solo per citare alcuni nomi), ma persino su musicologi e artisti, e sulla costruzione di pianoforti e telefoni.

È a questo tipo di riflessioni che fa riferimento la sua lunga e sofferta costruzione di una complessa teoria dei colori. Il problema (molto dibattuto e risalente addirittura a Newton) riguarda quali colori l'occhio umano veda realmente, e come si arrivi alla percezione dello spettro visibile (vedi ad es. *Vortici e colori* di Giulio Peruzzi, Dedalo 2010). Di esso si era occupato a lungo Goethe, la cui teoria 'romantica' (secondo cui i colori sarebbero generati dalla dialettica tra luce e oscurità) venne appunto demolita dai risultati di HH e di altri grandi scienziati dell'epoca (Maxwell, H. Grassmann). Infatti le analisi fisiologiche sembravano dimostrare che la luce attiva tre diversi nervi che trasmettono un colore ciascuno (sempre lo stesso) con diverse intensità. Nel cervello i tre colori (rosso, verde, blu) si mescolano dando origine, a seconda della loro intensità, alla percezione di qualsiasi colore dello

spettro di qualsiasi intensità. Si trattava anche allora di un problema di grande portata pratica, cresciuta a dismisura con le tecnologie elettroniche odierne. Per trattare quantitativamente l'insieme delle varie miscele, infatti, si assegnavano a ciascuna tre numeri rappresentanti la loro intensità di rosso, verde e blu; in questo modo veniva costruito astrattamente uno spazio tridimensionale. HH trovò che, per accordarsi ai fatti, quello spazio non poteva essere euclideo, e si inventò per conto suo una geometria degli spazi curvi: per essere informato subito dopo dal matematico bolognese Eugenio Beltrami che geometrie del genere erano già state introdotte e studiate (pp. 320-321); anche se naturalmente per HH era da prendere in considerazione solo quella che si adattava alle osservazioni sperimentali.

Questa vicenda mi pare che dimostri le enormi capacità intellettuali di HH, ma anche che evidenzi le pesanti conseguenze della divaricazione in atto ormai da un secolo fra la cultura e la ricerca matematica (connotate da una marcata astrazione) e la cultura e la ricerca fisica (sempre più sperimentali), e la gravità del 'ritardo' accumulato dai fisici rispetto ai matematici anche su questioni fondamentali quali erano le geometrie non euclidee o multidimensionali: una separazione che solo in parte si è ricomposta nel '900. Anche la critica rivolta dal notissimo geometra Sophus Lie a HH per non aver usato i gruppi di trasformazione per classificare le sue geometrie (secondo lo schema dimostrato pochi anni prima da Lie stesso), sebbene alquanto pretestuosa poiché Lie era partito anche dalle geometrie di Helmholtz, riflette quel problema.

Uno dei meriti dell'accurata biografia tracciata da Cahan è quello di aver prestato molta attenzione all'ascesa di un personaggio emblematico della Bildungsbürgertum (p. 7): un personaggio attento a costruirsi e a mantenere viva la fama di moderato, ma convinto liberale non solo attraverso i passaggi del '48, del '66 e del '70-71, ma lungo tutto il Kulturkampf e l'era bismarckiana, sfidando l'avvicinarsi di arciduchi, re e imperatori senza essere mai messo in discussione dalle autorità politiche, anche le più reazionarie, raggiungendo un livello di fama, di potere politico-scientifico, di ricchezza e prestigio sociale mai più eguagliati. Le sue relazioni pubbliche, dopo la chiamata alla cattedra di Fisica nella Berlino del neonato II Reich, si dilatarono a dismisura, insieme al concentrarsi in lui di una somma di cariche e responsabilità divenute ben presto sfiancanti anche per la sua inconsueta capacità di lavoro. Ma la circostanziata ricostruzione della sua vita familiare mostra anche come si trattasse di una persona molto equilibrata e capace di autentiche passioni: sia nel rapporto con la prima moglie, morta di malattia dopo una decina di anni, sia con la seconda, che rinunciò al titolo nobiliare per sposare il borghese HH (titolo che le venne restituito non appena il marito fu nobilitato). Ma lo stesso vale anche in

rapporto ai figli, alcuni disabili e morti giovani, ma a cui fu assicurata con grande affetto una vita pressoché normale.

Le mogli lo aiutarono negli esperimenti di fisiologia, nella preparazione dei discorsi e delle conferenze popolari, nella scrittura dei libri, nelle traduzioni. La seconda moglie, in particolare, dette un apporto significativo al successo del marito, grazie alla sua ottima educazione, affinata da lunghe frequentazioni parigine che la aiutarono ad aprire un «salotto Helmholtz» a Berlino da cui passarono ripetutamente tutte le più importanti personalità culturali e politiche della capitale, da Richard Wagner e Theodor Mommsen al principe ereditario e consorte: tutte tranne Bismarck, mai neppure invitato. Ma più in generale emerge chiaramente dal testo che HH attribuiva un grande valore ai giudizi femminili; insomma la sua risulta essere una personalità aperta, diversa dallo stereotipo del professore prussiano. Va da sé che, date le leggi tedesche, nella biografia di HH non risultano collaborazioni di nessun genere con donne scienziate, a parte il sostegno alla giovane russa Sofia Kovaleskaya, pupilla del collega e famoso matematico Karl Weierstrass (pp. 347-348). Lunghissimo è invece l'elenco degli stranieri europei e statunitensi ospiti delle università tedesche con cui egli ebbe modo di entrare in contatto, a conferma di una marcata internazionalizzazione del «sapere alto» e di un precoce protagonismo della Germania nei diversi campi: anzi, proprio pensando a ciò che sarebbe successo nel 1914, non può non stupire la fittissima collaborazione di HH con gli scienziati britannici, corroborata da relazioni personali amichevoli e sancita a livello istituzionale.

Quanto all'Italia, invece, l'influenza maggiore che essa ebbe su HH fu, secondo questa biografia (che all'Italia regala anche Lugano e Bellinzona ...: p. 202), quasi solo di tipo estetico. Ci si premura di ricordare che, quando HH vide la prima volta i paesaggi e le città italiane (del Nord) ne venne sopraffatto (pp. 111-113); e che da allora, anno dopo anno, quei viaggi si ripeterono, portando HH sempre più a Sud, sino a Napoli, e confermando il suo entusiastico apprezzamento per monumenti, musei e teatri italiani. Pochissimo spazio viene invece dato ai suoi rapporti diretti e indiretti con gli intellettuali e gli scienziati italiani con cui HH ebbe modo di discutere e collaborare: nelle molte pagine che Cahan dedica a questi argomenti compaiono solo con i nomi di quattro matematici – Luigi Cremona, Enrico Beltrami, Francesco Brioschi e Felice Casorati – e due astronomi (Giovanni Schiaparelli e Pietro Tacchini), oltre a quelli del chimico Stanislao Cannizzaro, del fisico Pietro Blaserna e del medico Corrado Tomasi-Crudeli, a cui vanno aggiunti quelli di Quintino Sella, Ruggero Bonghi e Guido Baccelli. E se la prevalenza dei matematici riflette la situazione della scienza italiana dopo l'unificazione, forse meritavano qualche attenzione in più

le discussioni di HH sulla organizzazione della pubblica istruzione con i ministri italiani, che erano poi spesso anche intellettuali di primo piano (p. 546 e p. 588). Colpisce, in particolare, la marginalità di Carlo Matteucci, sul quale era invece doveroso soffermarsi, vista l'importanza che in questo testo assume l'elettrofisiologia e visto il ruolo centrale assegnato da HH a DuBois-Reymond, che aveva iniziato le sue ricerche studiando i saggi di Matteucci (su ordine di Müller) e che anni dopo si sarebbe vivacemente scontrato con lui. Cahan fa al tutto solo un vago cenno, preferendo demandare la questione di quell'acerrimo, interminabile conflitto fra i due a un saggio di Gabriel Finkelstein (*Émil du Bois-Reymond. Neuroscience, Self, and Society in Nineteenth-Century Germany*, Cambridge, CUP 2013).

Anche HH fu al centro di aspre polemiche scientifiche, ma nessuna così violenta. Subì però durissimi attacchi personali, a partire dal 1875 sino alla morte, dal pubblicista Eugene Dühring, oramai ricordato – scrive Cahan – solo per il libro di Friedrich Engels noto come *Anti-Dühring*. Una delle accuse era di aver volutamente ignorato gli scritti del medico tedesco Robert Mayer sulla conservazione dell'energia (p. 514) e di aver semmai privilegiato lo 'straniero' Joule. Sappiamo che nel 1842 Mayer aveva scritto un saggio – respinto dalla stessa rivista «*Annalen der Physick*» che nel 1847 avrebbe rifiutato quello di HH – in cui esponeva, partendo da confusi assunti fuorvianti che ne frenarono la diffusione, le sue idee di equivalenza tra movimento e calore, giungendo infine a conclusioni corrette. Va aggiunto che in quell'articolo Mayer ricavava prima di Joule una buona approssimazione del rapporto fisso tra lavoro e calore: un risultato ancora più interessante in quanto concorda col valore trovato scritto post mortem tra le carte di Sadi Carnot, rese pubbliche dal fratello solo nel 1878, nelle quali si esprimevano dubbi sul calorico e si ipotizzava l'equivalenza calore-lavoro (vedi S. Carnot, *La potenza del fuoco*, Torino, Bollati Boringhieri 1992, p. 74). HH non poteva conoscere quelle carte e in verità fu lui il primo a proporre nel 1850 la priorità di Mayer (p. 514). Ma quei due valori, non riportati da Cahan, dimostrano al meglio che la mutua convertibilità era da tempo tra gli scienziati europei qualcosa di più che una vaga idea (p. 68): e vale la pena allora sottolineare che la più importante legge della fisica, alla fine, è stata scoperta da due medici e un birraio...

EMANUELE SORACE