

SCIENZE

a cura di Emanuele Sorace

ANDREW ZANGWILL, *A Mind over Matter. Philip Anderson and the Physics of the Very Many*, Oxford, Oxford University Press 2021, pp. 397, € 30,00.

«Presidente: La ringrazio molto Dr. Weinberg. Il nostro prossimo teste è il Professor Philip Anderson del Dipartimento di Fisica, penso che sia Fisica Applicata, dell'Università di Princeton.

Dr. Anderson: Grazie. Per la cronaca, io non sono un fisico applicato; preferisco definirmi un fisico fondamentale; io sono proprio fondamentale, anche se in un modo particolare.

Presidente: Per via della particella W? [Si tratta delle particelle che trasmettono la forza debole, causa del decadimento beta. Weinberg aveva avuto un ruolo essenziale nel costruirne la teoria, confermata al CERN di Ginevra nel 1983 dall'esperienza guidata da Carlo Rubbia e Simon van der Meer].

Dr. Anderson: No, è per via del bosone di Higgs, che ho contribuito a inventare» (p. IX).

Questo frammento di dialogo è parte della audizione congiunta di due fisici nel 1993, davanti alle competenti commissioni del Senato degli Stati Uniti, a proposito dell'opportunità o meno di procedere alla costruzione dell'enorme acceleratore di 78 Km, il Superconducting Super Collider (SSC), il cui progetto e finanziamento aveva già ricevuto il parere positivo dal governo. Si dichiarò a favore il celeberrimo Steven Weinberg, tra i creatori del Modello Standard e all'epoca il massimo fisico teorico nel campo delle particelle elementari. Si disse invece contrario, per timore del soffocamento di altri campi e indirizzi di ricerca, Philip Warren Anderson, un altro teorico per certi versi non meno importante – più che giustificata quindi la sua piccata risposta –, ma poco noto allora come oggi persino tra i non pochi fisici che usano le sue idee e le sue scoperte. Di fatto, certo per pressanti considerazioni economiche e politiche e non solo a causa di quella audizione, il Congresso americano bocciò l'SSC, e la ricerca del cruciale bosone di Higgs dovette attendere i risultati del costruendo LHC (Large Hadron Collider lungo 27 Km) al CERN.

Il libro qui presentato è una biografia di Anderson (PWA in seguito, 1923-2020); l'autore è un fisico teorico scientificamente molto attivo dal 1981 in alcuni settori della «materia condensata» (termine coniato da PWA per designare in maniera più corretta una disciplina che non si limitava più allo studio delle proprietà dei gas e dei cristalli) e già dal 2013 ha cominciato a ricostruire la storia di questa parte della fisica. Nel 2015 propose a PWA

di scrivere insieme la sua biografia, ricevendone un rifiuto di massima, giustificato con la piattezza del racconto che ne sarebbe venuto fuori. Ottenne però di poterlo intervistare in maniera esauriente, di accedere al suo archivio personale e di parlare con la sua unica figlia e la sua cerchia di amici e collaboratori. Inoltre PWA aveva pubblicato una raccolta di ricordi personali, saggi e interventi su vari temi: *More and Different: Notes from a Thoughtful Curmudgeon*, World Scientific (2011), vivido e assai utile per l'impianto della biografia.

Il sottotitolo dell'opera, volutamente allusivo, caratterizza il testo forse più del titolo stesso, visto che a dominare il racconto non è tanto la persona quanto la colossale opera della sua vita, ovvero l'enorme contributo dato all'affermarsi dello studio dei sistemi costituiti da innumerevoli enti elementari (non solo cristalli, metalli o no, ma anche liquidi, colloidali, plastiche, vetri, ferromagneti, isolanti e semi o superconduttori...), nei quali si possono rinvenire caratteristiche comuni dovute alla numerosità dei componenti piuttosto che alla loro natura specifica. Da qui il nome «materia condensata», che ha sostituito quello di «fisica dello stato solido». L'idea guida di PWA è che la realtà fisica è stratificata quasi stabilmente in modo tale che le leggi che governano un livello influiscono ben poco sul modo di essere del livello superiore; p.e. le leggi della materia subnucleare non hanno importanza per la fisica atomica. Insomma, il comportamento di un insieme numeroso 'emergerà' in modo non prevedibile se partiamo dalla mera conoscenza delle leggi che regolano i suoi elementi. In un breve, poi famosissimo articolo del 1972 su «Science», *More is different*, PWA argomenterà la sua critica al riduzionismo sostenendo che l'ipotesi riduzionista non ne implica affatto una 'costruzionista': la capacità di ridurre ogni cosa a semplici leggi fondamentali *non* implica la capacità di partire con queste leggi e ricostruire l'universo (p. 249). Si comprende bene che la questione non era solo epistemologica, ma legata alla volontà di ribadire la pari dignità e autonomia delle varie branche di ricerca scalzando la egemonia della fisica delle alte energie (cioè delle particelle elementari); e se passi in questa direzione sono stati fatti, molto è dovuto ai risultati scientifici di PWA.

Il testo segue cronologicamente vita e ricerche di PWA fin dalla sua nascita nell'Indiana in una famiglia agiata, colta e, in contrasto con la temperie locale, radicalmente democratica e progressista. Il padre, docente universitario di patologia vegetale, frequentava soprattutto i colleghi umanisti o fisici, e il giovane PWA assisteva e partecipava alle loro lunghe, approfondite discussioni culturali e politiche. L'autore sottolinea con forza l'adolescenza felice di PWA, che conservò per tutta la vita una grande ammirazione per i genitori, e in particolare per il padre: anzi, si può dire che il capitolo relativo alla formazione della personalità di PWA sino alla sua

ammissione come borsista di Fisica all'Università di Harvard ad appena diciassette anni, è forse quello più segnatamente biografico del volume.

Dei vari incontri del timido provinciale nel prestigioso ateneo va segnalata la pluriennale competizione scolastica con il coetaneo Thomas Kuhn, il futuro, fortunato autore de *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*; ma la situazione cambiò radicalmente con l'entrata in guerra degli Stati Uniti e il conseguente supporto tecnico e scientifico richiesto alle università americane. La giovane età di PWA e dei suoi compagni di corso li destinò a lavorare sui radar e non al progetto Manhattam, segnando il loro futuro scientifico.

PWA, indirizzato nel 1946 in quanto 'veterano' ai corsi superiori di Harvard, scelse di non seguire il *mainstream* della fisica nucleare e delle particelle, né il giovanissimo luminare teorico Julien Schwinger, in procinto di realizzare una completa teoria quantistica dei campi e premio Nobel nel 1965. Preferì addottorarsi nel 1949 con una tesi teorica – assegnatagli da John Van Vleck, allora uno dei rari fisici dello stato solido, che nel 1977 riceverà insieme a lui il premio Nobel – sul problema dell'assorbimento delle microonde da parte di piccole molecole: una tesi i cui risultati sarebbero rimasti insuperati per oltre trent'anni.

Ma le ondate culturali che talvolta sommergono anche gli studi di fisica chiusero a PWA le porte dell'Accademia. Per 35 anni avrebbe lavorato come ricercatore nei Bell Telephone Laboratories: una gigantesca struttura privata in cui operavano migliaia di scienziati (nel 2017 si contavano fra loro 16 premi Nobel in fisica o chimica), di cui nel 1982 l'antitrust avrebbe ordinato il frazionamento. L'a., tra l'altro, ricorda come a favorire il gran numero di invenzioni e innovazioni che ne scandirono la storia fu, oltre alla quantità di 'eccellenze' impiegate, l'impegno posto nel dotare i laboratori della strumentazione più aggiornata e nel consentire ai ricercatori la possibilità di dedicarsi liberamente a ricerche di lungo periodo. Tra l'altro, nel 1962, scrive l'a., quei laboratori furono dichiarati di interesse militare, con l'obbligo per i dipendenti di compilare e firmare un questionario sul loro passato e presente politico: ma per coloro che si rifiutarono, tra cui PWA – che anche in seguito avrebbe partecipato alle grandi campagne della sinistra democratica, dalla opposizione alla guerra nel Vietnam a quella contro il programma di «guerre stellari» ipotizzato da Reagan – non vi furono conseguenze, diversamente da ciò che era avvenuto altrove. Anzi, alcuni fisici di Berkeley licenziati per aver rifiutato il giuramento maccartista furono assunti nei laboratori Bell, luogo ove PWA trascorse gran parte della sua eccezionale vita professionale – apprendendo sempre dai senior, poi dai colleghi alla pari, infine anche dagli junior –, e lì ovviamente la «fisica dello stato solido» era privilegiata.

All'inizio, però, egli si trovò a dover lavorare nel *team* del bravissimo, ma arrogante e vendicativo, William Shockley protagonista di una diatriba epocale con i suoi collaboratori John Bardeen e Walter Brattain, che, più bravi e autonomi del previsto, avevano realizzato il primo transistor. Ne venne una frattura talmente profonda che i tre si ritrovarono insieme soltanto nel 1956 a Stoccolma a ricevere il premio Nobel per quella straordinaria invenzione; Bardeen avrebbe poi ottenuto un secondo premio Nobel per la cosiddetta teoria BCS (acronimo dei tre autori: Bardeen, Cooper, Schrieffer) della superconduttività, un risultato tra i più fecondi della seconda metà del secolo scorso: una teoria che PWA definisce «l'amore della sua vita». Ricordo che la superconduttività consiste nel fatto, scoperto nel 1911, che la resistenza elettrica diventa zero a temperature di circa -270 C. E la BCS fu anche una prova della insufficienza conoscitiva del puro riduzionismo.

PWA, invece, riuscì a sganciarsi da Shockley, impegnandosi a studiare tutto ciò che si trovava in tema di magnetismo con dei *mentors* di pari statura scientifica, ma molto collaborativi. Da allora e da lì iniziò la sua inarrestabile crescita scientifica, intermezzata da otto anni nella britannica – sia lui che la moglie erano totalmente anglofili – Università di Cambridge: anni che dedicò all'insegnamento, sperimentando le sue idee didattiche, molto polemiche rispetto a quelle del direttore del dipartimento di Fisica, convinto che gli «students needed more instruction in tackling practical problems [di fisica, ovviamente] of the sort they would encounter in the outside world». PWA sosteneva invece che «it is especially important to teach physics at as fundamental as possible to those students for whom undergraduate work will be a terminal education. [...] Theory should be used to unify and correlate the experimental facts, rather than each experimental subject given its own theoretical discussion» (p. 202).

Era a questi principi, del resto, che si ispiravano il metodo di lavoro di PWA e le sue scoperte, che l'autore cerca di illustrare soprattutto con semplici schemi e lunghe spiegazioni, evitando quasi sempre di ricorrere a delle formule. I risultati mi sembrano problematici per tutti quei lettori che non abbiano almeno una conoscenza di base della meccanica quantistica; ma il testo è raccomandabile per chiunque sia interessato alle vie percorse per introdurre idee nuove in un determinato settore della Fisica, alle dinamiche e alle modalità del loro crescere e affermarsi in tutta la disciplina tanto universalmente da far obliare la loro origine.

Il caso più noto è proprio il già citato bosone di Peter W. Higgs, che era stato uno studente di PWA a Cambridge e che nel famoso articolo del 1963 (lungo una pagina e mezza) in cui se ne ipotizzava come necessaria la presenza scriveva: «This phenomenon is just the relativistic analog of

the plasmon phenomenon to which Anderson has drawn attention»; una affermazione ripetuta quasi con meraviglia anche decenni dopo. Per esempio sull'«Indian Express» del 2013 si trova il commento: «By thinking hard about a piece of metal Anderson had divined the solution to a puzzle about fundamental particles» (p.194). Ma l'elenco dei contributi di PWA alla fisica è impressionante e qui posso solo riportare i nomi di alcuni dei più importanti: la rottura spontanea di simmetria, la localizzazione degli elettroni tramite il disordine, la invarianza di gauge della teoria BCS, l'uso corretto di leggi di scala prima della loro codifica col gruppo di rinormalizzazione, la superfluidità dell'elio3, i cosiddetti vetri di spin, in realtà leghe di atomi magnetici inseriti a caso in un metallo non magnetico cosicché il risultante disordine delle direzioni dei singoli micromagneti è analogo alla distribuzione disordinata degli atomi in un comune vetro.

Si tratta di idee scaturite dalle ricerche sulla materia condensata che ora fanno parte della ricerca di frontiera, e non solo in fisica. Peraltro l'uso ampio dei vetri di spin da parte di PWA viene presentato in questo testo come un passaggio di PWA da leader riconosciuto nella ricerca sulla materia condensata a pioniere di attività, cui dedicò molti anni della sua vita, fondate sulla fiducia di poter affrontare problemi scientifici e sociali con metodi sviluppati da fisici come lui. E proprio per questo colpisce un po' che in questo volume non vi sia alcun riferimento alle ipotesi innovative sui vetri di spin fatte non molti anni dopo da Giorgio Parisi, per quanto l'autore si scusi fin dall'inizio del fatto che non potrà essere esaustivo.

Del resto, i riferimenti più ampi a fisici non anglofoni sono dedicati alle opere di Lev Landau e della sua celebre scuola, scoperte con stupore da PWA durante il suo viaggio in Russia nel 1958 (pp. 164-168, dove peraltro l'autore fa morire Stalin nel 1952).

In generale, va osservato che una più accurata revisione sarebbe stata utile anche per eliminare ripetizioni e lacune nell'indice dei nomi. Aggiungo che in un libro in cui 'ordine' e 'disordine' sono termini-concetto che giocano un ruolo cruciale, si avverte la mancanza di un approfondimento del significato loro attribuito, tanto più che nel testo e nel glossario non compare mai la parola entropia, tradizionalmente intesa con le dovute precisazioni come una misura del disordine; né può ritenersi chiarificatore il riferimento a Willard Gibbs (p. 88), creatore della versione più efficace della meccanica statistica. E tuttavia, nonostante queste e altre mende minori, siamo di fronte a un volume che – scritto con grande conoscenza del personaggio e della sua vastissima opera – riesce a comunicare appieno, a vari livelli, l'importanza dell'autore biografato e dei grandi passi avanti nella conoscenza del nostro mondo che a lui si debbono.