

I “*misunderstanding*” della fisica nucleare durante la II guerra mondiale

Massimo Zucchetti

1. Introduzione

Questo breve scritto vuole fornire un contributo di conoscenza sul tema della scoperta della bomba atomica, guardata però da un punto di vista originale, quello di chi non arrivò alla sua realizzazione: la fisica nucleare tedesca dei primi anni '40. Più in particolare, vuol mettere in evidenza i fraintendimenti che si ebbero fra alleati da un lato e tedeschi dall'altro sulle reali possibilità della Germania di sviluppare la bomba atomica durante il secondo conflitto mondiale, e di come i fisici nucleari tedeschi misero a punto, nel dopoguerra, una “versione dei fatti” (in tedesco: *lesart*) che forniva loro un comodo alibi e gettava discredito sugli scienziati alleati.

Questi “*misunderstanding*” – sia da parte alleata che tedesca - non furono privi di conseguenze, in quanto fornirono a loro volta una comoda giustificazione agli scienziati che parteciparono al progetto Manhattan per lo sviluppo dell'atomica statunitense, primo passo verso una corsa allo sviluppo di armamenti che sarebbe durata per decenni.

2. Dalla scoperta della fissione (1938) al colloquio Bohr-Heisenberg (1941)

Il mondo accademico e della ricerca è caratterizzato, oggi, da un elevato livello di autoreferenzialità. Nonostante la grande disponibilità di mezzi di comunicazione, di internet, di possibilità di muoversi per recarsi a congressi, forse l'eccesso di comunicazione e la grande pluralità dei centri di ricerca fanno sì che avvenga una sorta di fenomeno di saturazione, per cui ogni gruppo di ricerca tende ad avere pochi riferimenti.

In passato, tuttavia, non è stato sempre così: porteremo qui l'esempio della ricerca sulla fisica nucleare negli anni trenta dello scorso secolo. A quell'epoca non c'erano mille riviste e cento centri di ricerca, ma poche riviste e meno ancora i centri di eccellenza in quell'ambito: questi ultimi si potevano addirittura contare sulle dita di una mano. La fisica statunitense, per la quale

citiamo l'Università di Chicago con Arthur Compton¹ e l'Università di Berkeley con Ernest Lawrence², l'Istituto di Ricerche sul radio a Parigi con Fredric Joliot³ e Irene Curie⁴, la fisica nucleare e la radiochimica tedesche, con Werner Heisenberg⁵, Otto Hahn⁶, Lise Meitner⁷ ed altri, il Laboratorio Cavendish britannico di James Chadwick⁸ cui si unì il polacco Joseph Rotblat, e l'Istituto Fisico di Via Panisperna a Roma⁹, con i "ragazzi" (Fermi¹⁰, Segré¹¹, Rasetti¹², Amaldi¹³, Pontecorvo¹⁴, Majorana¹⁵).

¹ Samuel K. Allison : "Arthur Holly Compton", Biog. Mem. Nat. Ac. Sci. 41 (1965) 251.

² Ernest O. Lawrence: "The evolution of the cyclotron", Nobel Lecture, Stockolm, December 1951.

³ Frederic Joliot: "Number of neutrons liberated in the nuclear explosion of uranium", Nature 143 (1939) 680.

⁴ Irene Joliot-Curie: "Artificial production of radioactive elements", Nobel Lecture, Stockolm, December 1935. Irene Curie, figlia di Marie e Pierre Curie, nacque in Francia nel 1897. Sposa nel 1926 Frederic Joliot (1900-1958). I due contribuiscono grandemente allo sviluppo della fisica nucleare, sintetizzando il primo elemento radioattivo artificiale nel 1934 e ricevendo l'anno dopo il premio Nobel. Dal 1946 al 1951 sono entrambi membri dell'alto Commissariato per l'Energia Atomica Francese, dal quale sono rimossi per le loro idee comuniste.

⁵ Werner Heisenberg: "Research in Germany on the technical application of atomic energy", Nature 160 (1947) 211. Werner Heisenberg (Würzburg, 1901 - Monaco di Baviera 1976), fisico tedesco noto per il suo principio di indeterminazione. Si è distinto per il suo contributo nel campo della fisica teoretica, soprattutto con nuove teorie sui quanti elettrodinamici e sul ferromagnetismo, e con ulteriori ricerche sulla relatività. Nel 1933 gli fu conferito il premio Nobel. H. ha insegnato a Lipsia, ha diretto l'Istituto Kaiser Wilhelm di Berlino e dal 1945 l'Istituto Max Planck di Göttinga. Durante la 2ª Guerra mondiale si è occupato delle ricerche scientifiche a scopo militare. Tra le sue opere: *Principi fisici della teoria dei quanti* 1930.

⁶ Otto Hahn: "From the natural transmutation of uranium to its artificial fission", Nobel Lecture, Stockolm, 1946. Otto Hahn (Francoforte sul Meno, 1879 - Göttinga 1968), chimico e fisico tedesco, professore a Göttinga, direttore del Kaiser-Wilhelm Institut di Berlino (1912-1944), presidente del Max Planck. Nel 1944 gli fu conferito il premio Nobel per la fisica. Lavorò in collaborazione con Lisa Meitner e Fritz Strassmann, pervenendo a eccezionali scoperte nel campo della fisica nucleare: il protoattinio, l'isomeria nucleare, la scissione dell'atomo per irradiazione con neutroni (1938). Durante la guerra, con Heisenberg, von Weizsaecker e altri fisici tedeschi lavorò al programma atomico nazista.

⁷ Lise Meitner and Otto Frisch: "Disintegration of uranium by neutrons: a new type of nuclear reaction", Nature 143 (1939) 239.

⁸ James Chadwick: "The neutron and its properties", Nobel Lecture, Stockolm, December 1935. James Chadwick, nato in Inghilterra nel 1891, allievo di Rutherford, provò l'esistenza del neutrone nel 1932 e ottenne il Nobel nel 1935. Dal '39 al '43 lavoro allo sviluppo dell'atomica in Gran Bretagna, e dal '43 al '46 fu il capo del gruppo britannico che lavorò al Progetto Manhattan. Nominato Sir nel 1945, ritornato in patria fu il leader dello sviluppo dell'atomica in Gran Bretagna.

⁹ Luisa Bonolis: "L'opera scientifica di Enrico Fermi", in: AA. VV.: "Enrico Fermi. Significato di una scoperta", AIN-ENEA, Roma, 2001, pp. 140-184. Enrico Fermi, l'artefice dell'era nucleare – esempio probabilmente unico di eccezionale teorico, sperimentale, leader di gruppi di ricerca, didatta - nacque a Roma nel 1901. Per le fondamentali scoperte sul rallentamento dei neutroni riceve il premio Nobel nel '38, ed emigra negli USA lo stesso anno, con la moglie di origine ebrea. Nel dicembre 1942 ottiene a Chicago la prima pila atomica (Compton: *il navigatore italiano è sbarcato nel nuovo mondo*). Successivamente partecipa al progetto Manhattan come consulente ed è favorevole all'uso dell'atomica contro le città giapponesi. Lasciato Los Alamos nel '45, si occupa di fisica delle alte energie e nel '49-'50, sollecitato da Teller a collaborare alle ricerche per la bomba H, si pronuncia pubblicamente – come membro più influente del GAC (General Advisory Committee) - contro lo sviluppo della bomba H. Testimonia a favore di Oppenheimer perseguito dai maccartisti nel '53 e, già malato, manifesta negli ultimi giorni la volontà di convincere Teller a rivedere la sua deposizione contro lo stesso Oppenheimer. Muore nel '54.

¹⁰ Enrico Fermi: "Collected Papers", University of Chicago Press, Chicago, 1962.

¹¹ Emilio Segré (Tivoli 1905 - Lafayette, California, 1989). Laureatosi a Roma nel 1928 nel gruppo Fermi, collaborò alle fondamentali ricerche sulla fisica del neutrone (radioattività indotta, neutroni lenti). Dal 1936 al 1938 fu professore presso l'Università di Palermo, dove isolò il tecnezio, il primo 'elemento artificiale'. Rifugiatosi a causa delle leggi razziali negli Stati Uniti (dove prese la cittadinanza nel 1944), insegnò all'università di Berkeley, partecipò al progetto Manhattan a Los Alamos. Nel dopoguerra le sue ricerche riguardarono problemi di fisica nucleare e di fisica delle particelle elementari. Nel 1955, con O. Chamberlain, scoprì l'antiprotone tra i

La ricerca in ambito della fisica nucleare fece grandi passi avanti negli anni trenta grazie alle scoperte in queste cinque nazioni, dove ognuno seguiva le ricerche altrui – prontamente pubblicate sulle poche principali riviste - e da esse partiva per ulteriori sviluppi: una comunità virtuale in un momento di grande fecondità.

Questa comunità virtuale cessò di esistere con la seconda guerra mondiale e con la militarizzazione e la segretazione delle ricerche nucleari che ne conseguì. Da quel momento una cappa di nebbia calò su tutto l'ambiente, e fu strana e peculiare la reazione diversa che si ebbe nei due "schieramenti" superstiti che rimasero durante la guerra: mentre l'Italia sparì a causa della fuga dei suoi maggiori scienziati (i ragazzi di via Panisperna, in primis Enrico Fermi), la Francia venne invasa. Restavano da una parte i ricercatori inglesi e quelli statunitensi o emigrati negli USA, dall'altra i tedeschi.

Ebbene, gli "alleati" credettero che i tedeschi fossero molto avanti nelle loro ricerche e che occorresse far quadrato per accelerare e vincere la corsa alla bomba atomica. Al contrario, i tedeschi erano convinti che la posizione di eccellenza che la fisica nucleare tedesca aveva

prodotti dell'interazione protone-nucleone ad altissima energia; per questa scoperta gli fu conferito il premio Nobel per la fisica nel 1959.

¹² Franco Rasetti (Castiglione del Lago, 1901 - Waremme, 2002) Compagno di studi di E. Fermi all'Università di Pisa, dopo un periodo trascorso presso l'Università di Firenze, per dar vita con Fermi a un gruppo di ricerca, fu chiamato da O.M. Corbino a Roma dove ricoprì la cattedra di Spettroscopia dal 1930. Tra il 1934 e il 1938 collaborò con Fermi alle fondamentali ricerche sui neutroni (radioattività indotta, neutroni lenti). Trasferitosi poi in Canada (1939-47), dove ha diretto l'Istituto di Fisica dell'Università Laval, a Québec, e negli Stati Uniti, alla John Hopkins University di Baltimora, si dedicò a ricerche sui raggi cosmici (ha per primo eseguito la misura diretta della vita media del muone) e di spettroscopia nucleare. Si rifiutò nel 1943 di partecipare al Progetto Manhattan, e anzi ha poi sempre di più spostato la sua attenzione verso gli studi naturalistici, la geologia e la paleontologia.

¹³ Edoardo Amaldi (Carpeneto Piacentino 1908 - Roma 1989) Laureatosi nel 1929 a Roma nel gruppo Fermi, collaborò alle fondamentali ricerche sulla fisica del neutrone (radioattività indotta, neutroni lenti). Passò vari periodi all'estero e dal 1937 ricoprì la cattedra di Fisica Sperimentale a Roma. Nel dopoguerra ha svolto un ruolo determinante nella costituzione in Italia dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN, del quale sarà presidente dal 1960 al 1965) e in Europa del Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire (CERN, 1952). Figura chiave nella politica della ricerca in Italia, il suo impegno per il disarmo fu costante e attivo: aderì al movimento pacifista Pugwash dall'anno della sua costituzione, nel 1957. Dal 1966 è stato presidente della Internationale school on disarmament and research on conflicts (ISODARCO).

¹⁴ Bruno Pontecorvo (Pisa 1913 - Dubna 1993) Laureatosi nel 1934 con E. Fermi, collaborò alle fondamentali ricerche sulle proprietà dei neutroni lenti. Si trasferì poco dopo a Parigi da F. Joliot all'Istituto del radio, ottenendo notevoli risultati nel campo della fisica nucleare, e quindi (1940) negli Stati Uniti dove mise a punto un metodo di carotaggio neutronico. Nel 1943 partecipò alla realizzazione del primo reattore nucleare canadese; nel 1948 assunse una delle direzioni tecniche dei Laboratori atomici inglesi di Harwell; nel 1950 si trasferì in URSS presso l'Istituto nucleare di Dubna (Mosca). Si dedicò da allora a ricerche sulle particelle elementari (neutrini), nulla avendo a che vedere con lo sviluppo della bomba atomica in URSS.

¹⁵ Ettore Majorana (Catania, 1906 - ??), fisico atomico allievo di Fermi e collaboratore di Heisenberg. Tra le sue opere ricordiamo *Reazione pseudopolare tra atomi di idrogeno* (1931), *Teoria relativistica di particelle con momento intrinseco arbitrario* (1932), *Sulla teoria dei nuclei* (1933), *Teoria simmetrica dell'elettrone e del positrone* (1937). Collaborò con il gruppo Fermi per quanto riguardò le questioni di Fisica Teorica. Scomparve misteriosamente mentre era in viaggio verso un'isola del golfo di Napoli. La sua scomparsa ha aperto, ma anni dopo, un "caso" Majorana, su cui si è scritto molto, ma che non è stato risolto.

detenuto negli anni trenta fosse inattaccabile e che gli alleati fossero così indietro da non poter far altro che tentare di imitare e ripetere i loro esperimenti, e che comunque la bomba atomica, dalla quale anche loro erano lontani, fosse molto di là da venire.

In realtà erano vere e false entrambe le affermazioni. Non vi è dubbio che la fisica nucleare tedesca abbia avuto un ruolo di primo piano negli anni trenta. Da un lato si potrebbe citare Werner Heisenberg, premio Nobel nel 1932 per l'enunciazione della teoria della meccanica quantistica del 1925 e autore del famoso principio di indeterminazione¹⁶: tuttavia, Heisenberg, grande teorico, non era un altrettanto bravo sperimentale, ed aveva sempre denunciato una certa scarsa attenzione verso i “biechi dati”, cosa che lo distingueva, ad esempio, da Enrico Fermi, rara figura di teorico e sperimentale insieme¹⁷. Questa relativa insufficienza di Heisenberg avrà il suo peso nel prosieguo della nostra vicenda. Tornando alla fisica nucleare tedesca e al suo ruolo di primo piano, basta citare la scoperta del processo di fissione nucleare, fatta nel 1938 dal radiochimico tedesco Otto Hahn, con la fondamentale collaborazione prima di Lise Meitner (costretta poi a riparare in Svezia perché ebrea) e poi di Fritz Strassman¹⁸. In particolare, la pubblicazione sulla rivista “Nature” del 11.2.1939 da parte di Lise Meitner e del nipote Otto Frisch (anch'egli fisico nucleare ed anch'egli riparato all'estero perché ebreo), nella quale si spiegava il fenomeno della fissione nucleare, costituì il punto più alto della preminenza della fisica tedesca a livello mondiale¹⁹.

Da quel momento tuttavia, la militarizzazione dovuta alla guerra imminente e poi in atto, e l'affidamento della leadership a Werner Heisenberg, fecero sì che la direzione presa dai tedeschi fosse tale da allontanarli sempre di più, invece che avvicinarli, dai passi successivi, ovvero un reattore nucleare critico – prima – ed una bomba atomica dopo²⁰. Heisenberg ed i suoi colleghi, infatti, compirono alcuni errori di valutazione che, fortunatamente, li distolsero dalla retta via²¹. Qui occorre entrare per un attimo in questioni più tecniche, e di questo ci scusiamo con il lettore; tuttavia possiamo dire che:

- I tedeschi sovrastimarono molto il valore della “massa critica” dell'uranio, cioè quella quantità di materiale necessaria a fabbricare una bomba. Se questa è, con uranio

¹⁶ David Cassidy: “Uncertainty: the Life and Science of Werner Heisenberg”, W.H. Freeman, New York, 1992. [trad. it. “Un'estrema solitudine”, Bollati Boringhieri, Torino, 1996].

¹⁷ Emilio Segrè: “Enrico Fermi – Physicist”, University of Chicago Press, Chicago, 1970. [trad. it. “Enrico Fermi, fisico. Una biografia scientifica”, Zanichelli, Bologna, 1971].

¹⁸ R. Lewin Sime, “Lise Meitner. A life in physics”, University of California Press, Berkeley, 1996.

¹⁹ Otto Frisch: “What Little I Remember”, Cambridge University Press, New York, 1979.

²⁰ Paul Lawrence Rose, “Heisenberg and the Nazi Atomic Bomb Project: A Study in German Culture”, University of California Press, Berkeley, 1998, 352 pp

²¹ Walther Bothe e Siegfried Fugge (a cura di): “Kerntechnik”, in Naturforschung und Medizin in Deutschland 1939-1946, FIAT Review of German Science, Verlag Chemie, Weinheim, 1953, pp. 142-193.

opportunamente arricchito, dell'ordine dei chili, venne invece stimata essere di tonnellate, facendo perciò credere che una bomba non fosse, nella pratica, realizzabile. Come trasportare infatti in aereo un tale ordigno? Occorreva sviluppare un reattore ed aspettare di produrre una certa quantità di un altro materiale transuranico (che venne più tardi identificato con il Plutonio) per avere materiale più adatto per una bomba. Questa "strada sgombra" verso l'atomica²², in realtà molto meno diretta, fu enunciata nel 1940 dal giovane fisico tedesco Carl Friedrich von Weizsacker, allievo prediletto di Heisenberg.

- Anche per questo motivo i tedeschi non percorsero mai la via dell'arricchimento dell'uranio nella sua componente fissile (l'Uranio-235), continuando a cercare di mettere insieme reattori ad uranio naturale²³. Oggi sappiamo che, per i fini bellici, è necessario avere uranio arricchito a circa il 90%, mentre comunque anche un reattore civile funziona molto più semplicemente se utilizza uranio arricchito al 3% (l'arricchimento naturale è 0.7%). I tedeschi erano allora, anche con i loro ultimi tentativi del 1945, assai lontani da un reattore critico, e men che meno dalla produzione di quantità rilevanti di plutonio e quindi da una bomba. Occorre aggiungere poi che il materiale fissile è solo uno degli elementi necessari per avere una bomba atomica funzionante: senza entrare nei dettagli, occorre anche avere una tecnologia di "innescò" della bomba che i tedeschi, come risulterà, non conoscevano affatto.
- I tedeschi non credettero infine che la grafite fosse un moderatore utilizzabile per un reattore nucleare, insistendo solo sull'acqua pesante²⁴. Il moderatore è un materiale che catalizza la reazione di fissione, cioè la facilita, rallentando i neutroni e aumentando la possibilità che essi provochino fissioni nell'uranio. I tedeschi pensavano che la grafite non fosse utilizzabile, cosa che invece Fermi fece proprio nella sua Pila atomica, primo reattore critico ottenuto nel dicembre 1942. L'insistere sull'acqua pesante provocò gravi ritardi ai tedeschi, specialmente quando la loro fabbrica di acqua pesante venne bombardata e distrutta dagli alleati.

²² Von Weizsacker consegnò all'esercito un Rapporto contenente la proposta il 17 luglio 1940, cfr. Jeremy Bernstein: "Il club dell'uranio di Hitler", Sironi, Milano, 2005, pp. 67-68.

²³ Thomas Powers, Heisenberg's War: The Secret History of the German Bomb, Alfred A. Knopf, New York, 1993, 610 pp. [trad. It. "La storia segreta dell'atomica tedesca" Mondadori, Milano 1994]

²⁴ Werner Heisenberg: "Papers on the Uranium Project", in: W. Blum et al. (a cura di): "Heisenberg: Gesammelte Werke/Collected Works", Springer-Verlag, Berlin, 1989, vol A2, pp. 365-601.

In sostanza, Heisenberg non aveva ben presenti né il concetto di reattore nucleare né quello di bomba atomica, e non ne capiva se non vagamente la differenza²⁵; per questo non fu capace di fabbricare una bomba atomica.

A causa di questi e di altri errori di valutazione abbastanza gravi, il programma nucleare tedesco andò molto a rilento durante la guerra; prima, l'apparente non rilevanza immediata ai fini bellici fece sì che le risorse ad esso destinate fossero – dopo il 1941/42 – abbastanza scarse, assolutamente piccole rispetto a quelle così ingenti del progetto Manhattan negli USA. Poi, i bombardamenti e le difficoltà della Germania nell'ultimo periodo bellico provocarono rallentamenti e – ormai si parla del 1944/45 – il trasferimento nel sud del Paese degli ultimi residui del progetto nucleare. Gli alleati scoprirono, nell'aprile 1945 ad Haigerloch in Baviera, una pila nucleare che era però molto lontana ancora dalla criticità²⁶.

Tuttavia, Heisenberg ed i suoi pensavano comunque di essere all'avanguardia, e che la possibilità di mettere a punto una bomba atomica non fosse, nel breve periodo, null'altro che una carta falsa da giocare per ottenere finanziamenti per la ricerca in ambito nucleare da parte dei militari, oppure uno spauracchio da agitare davanti al nemico. Comunque Heisenberg, pur non essendo assolutamente nazista ed avendo anzi avuto in passato guai per questo, desiderava la vittoria della Germania ed in cuor suo era convinto che – dopo i primi successi – questa sarebbe stata inevitabile.

Partendo da queste considerazioni è più facile interpretare il famigerato colloquio fra Niels Bohr²⁷ e Heisenberg avvenuto a Copenhagen nel settembre 1941. Questo incontro fu una vera “sagra degli equivoci”, e fiumi di parole e di interpretazioni si sono susseguite negli anni, compresi libri ed opere teatrali²⁸; noi qui ne analizzeremo soltanto in breve alcuni aspetti rilevanti per la nostra trattazione. La Danimarca era occupata dai nazisti, e Bohr, eminente

²⁵ Lawrence Rose: “Heisenberg and the Nazi Atomic Bomb Project, 1939-1945”, University of California Press, Berkeley, 1998.

²⁶ Samuel Goudsmith, “Alsos”, AIP Press, New York, 1995.

²⁷ Niels Bohr (Copenaghen 1885-1962). Fisico danese. Compiuti gli studi, fu incaricato di fisica all'università di Copenaghen nel 1913, a Manchester dal 1914 al 1916, poi professore di fisica a Copenaghen e direttore dell'Istituto di fisica teoretica. A Manchester iniziò ricerche sulla struttura dell'atomo in collaborazione con Ernest Rutherford, lo scopritore del nucleo atomico. Bohr tese particolarmente a elaborare una teoria che spiegasse le proprietà spettroscopiche dell'atomo. Partendo inoltre dalla concezione planetaria dell'atomo di Rutherford, identificò gli elettroni stabili intorno al nucleo. Le sue ricerche, unitamente a quelle di Rutherford e di Max Planck (l'autore della teoria quantistica) aprirono un nuovo fondamentale capitolo nella fisica e gettarono le basi per la disintegrazione dell'atomo. Nel 1922 ebbe il premio Nobel per la fisica e nel '26 venne eletto membro della Società Reale inglese. Scoppiato il secondo conflitto mondiale e occupata la Danimarca dai nazisti, nel 1943 Bohr si rifugiò negli U.S.A., dove a New York prese contatto con Einstein e gli altri esponenti della fisica atomica.

²⁸ Michael Frayn, “Copenhagen”, Anchor Books, New York, 2000. 132 pp. [trad. It. “Copenaghen” Sironi Editore, Milano, 2003].

fisico atomico danese e premio Nobel, meditava di fuggire all'estero. In occasione di una conferenza tenuta da Heisenberg a Copenhagen, lo incontrò per parlare di fisica nucleare²⁹. Heisenberg disse a Bohr che la Germania stava chiaramente vincendo la guerra (era il settembre 1941), che il suo gruppo di ricerca era molto avanti nello sviluppo di un reattore nucleare (e tracciò uno schema di esso su un foglietto di carta), ma che comunque la guerra sarebbe finita prima che una applicazione bellica, cioè una bomba, fosse fattibile. Aggiunse anche che, vista questa situazione, era auspicabile un permanere della collaborazione fra fisici nucleari di tutto il mondo che, comunque, potevano continuare ad occuparsi dello sviluppo della loro disciplina senza temere conseguenze sulla guerra, che tra l'altro era già comunque decisa a favore della Germania. Bohr capì tutt'altro: temette che Heisenberg volesse la sua collaborazione per lo sviluppo dell'atomica tedesca, e che il disegno da lui fatto fosse quello di un ordigno atomico e non di un reattore. Capì o credette di capire, dalla sicurezza dimostrata da Heisenberg, che i tedeschi erano molto avanti in questo campo e che presto avrebbero potuto, nonostante le assicurazioni di Heisenberg, arrivare allo sviluppo dell'atomica. Bohr troncò immediatamente la discussione e rifiutò qualunque ulteriore discorso a riguardo con Heisenberg. Dopo tutto, Bohr era pur sempre uno scienziato di una nazione invasa che parlava con il capo degli scienziati dello stato invasore.

3. Dalla pila di Fermi (1942) alla Bomba Atomica (1945)

In seguito, qualche tempo dopo il colloquio con Heisenberg, Bohr fuggì negli Stati Uniti³⁰, e arrivato laggiù mise il peso di tutto il suo prestigio per porre in allarme l'amministrazione statunitense e promuovere lo sviluppo di un programma nucleare in tempi rapidissimi.

In questo modo, la famosa lettera al presidente Roosevelt di Albert Einstein³¹ ebbe finalmente un seguito più ampio. In questa lettera del 1939, Einstein, imbeccato dal fisico nucleare

²⁹ Daniel A. Michaels, "Copenhagen: Uncertainty in Life and in Science (Copenhagen play review)", *The Journal for Historical Review*, 21,2 (2002) 35. Si veda il sito: http://www.ihr.org/jhr/v21/v21n2p35_frayn.html

³⁰ Abraham Pais: "Niels Bohr's Times", Oxford University Press, Oxford 1991 [trad.it. "Il danese tranquillo. Niels Bohr, un fisico e il suo tempo, 1885-1962", Bollati Boringhieri, 1993].

³¹ Jeremy Bernstein: "Einstein", Penguin Modern Masters, New York, 1982. [trad. It. "Einstein", Il Mulino, Bologna, 2004]. Si veda anche: Ronald Clark: "Einstein: the Life and the Times" Avon, Londra, 1984. Albert Einstein, nato in Germania nel 1879, si trasferì negli USA nel 1932. Premio Nobel nel 1905, le sue opere scientifiche non hanno bisogno di essere ricordate. Nel 1939, sotto pressione di Leo Szilard, scrisse a Roosevelt una lettera in cui sollecitava lo studio dell'energia nucleare, avvertendolo che le ricerche potevano portare allo sviluppo di potenti bombe e sollecitando a battere i tedeschi sul tempo. Grazie a quella lettera partì il finanziamento per le ricerche nucleari e più tardi il progetto Manhattan, cui Einstein comunque non partecipò. Appena fu chiaro che la Germania non avrebbe potuto sviluppare la bomba, divenne uno strenuo oppositore al suo uso contro il Giappone. Non ebbe alcun ruolo di potere nel dopoguerra, emarginato a causa delle sue tendenze

ungherese (fuggito prima in Inghilterra e poi in USA) Leo Szilard³², esprimeva forte preoccupazione sul programma nucleare tedesco e invitava gli Stati Uniti ad impegnarsi e correre ai ripari.

Oltre all'allarme lanciato da Bohr, ebbe un peso notevole anche il rapporto MAUD, un rapporto britannico che in pratica confermava le preoccupazioni sul fatto che i tedeschi stessero di gran carriera percorrendo la strada verso la bomba atomica.

Così, proprio mentre la fisica nucleare tedesca rallentava la sua corsa e si fermava, bloccata dalla militarizzazione, dagli errori di valutazione e dalle difficoltà della Germania, la fisica nucleare alleata procedeva a velocissimi passi, arrivando come si sa al primo reattore critico nel dicembre 1942 e alla prima bomba atomica nel luglio 1945.

Come sempre quando è in atto una dissonanza cognitiva, l'essere umano trova una interpretazione/distorsione della realtà che possa adeguarsi ad essa.

Fu quindi facile – per gli scienziati nucleari partecipanti al progetto Manhattan – giustificare la propria militarizzazione di fatto³³ e la partecipazione allo sviluppo della bomba atomica: occorreva battere la Germania sul tempo, si era in guerra e non era il momento per porsi domande ed avere crisi di coscienza. Il clima stesso di segretezza estrema della cittadella di Los Alamos contribuì a creare una atmosfera artificiale di “grande importanza” e la sensazione, da parte di ognuno, di stare facendo la Storia, prendendo parte ad un grande progetto. Non tutti, occorre dirlo, andarono in questa direzione: non si può dimenticare, esempio quasi unico, il famoso “no” con il quale un “ragazzo” di via Panisperna, Franco Rasetti, si rifiutò di avere alcunché a che fare con il progetto Manhattan e con la bomba atomica.

Fu più difficile da parte degli altri, ovviamente, continuare in questo autoinganno quando divenne evidente che la Germania non era assolutamente in grado di sviluppare l'atomica, e addirittura si arrese agli alleati nel maggio 1945. Fu in quel momento che l'atmosfera di importanza del progetto ebbe un grande peso, più, probabilmente, che non la pretesa di avere un'arma che potesse concludere la guerra contro il Giappone; alcuni, come ad esempio Joseph

“anarcoidi”. Nel 1955 pubblicò insieme a Bertrand Russel un Manifesto contro lo sviluppo di armi atomiche e che chiedeva agli scienziati di trovare una soluzione: ciò stimolò fra le altre cose la nascita due anni dopo delle Conferenze Pugwash.

³² Leo Szilard: “His version of the facts”, Cambridge University Press, Cambridge, 1978.

³³ Leslie R. Groves: “Now it can be told: The Story of the Manhattan Project”, DaCapo, New York, 1983. L. Groves, militare USA, divenne nel 1942 il direttore del Progetto Manhattan, con Oppenheimer direttore del Laboratorio di Los Alamos. Fu una figura- chiave nella costruzione dell'atomica e anche della decisione di se, dove e quando utilizzarla.

Rotblat, si rifiutarono di proseguire ed abbandonarono il progetto (Rotblat nel 1957 fondò il gruppo di Scienziati “Pugwash Conference”, la più importante organizzazione per l’abolizione delle armi nucleari e il disarmo, che diresse per molti anni. Promosse varie iniziative per il disarmo e per la pace, e fu insignito nel 1995 del Premio Nobel per la Pace). La maggior parte degli scienziati del progetto Manhattan, tuttavia, continuò a “correre” come se dall’altra parte ci fosse ancora stato un competitore. Salvo poi, con un ripensamento forse tardivo, proporre che l’atomica non venisse usata o venisse usata in zone desertiche a scopo dimostrativo (petizione Szilard³⁴ ed altri, Rapporto Franck³⁵ del luglio 1945)³⁶. Più tardi, anzi di lì a poco, un’altra giustificazione venne a trovarsi bell’e pronta nelle mani di chi, come Edward Teller³⁷, proseguì le ricerche verso la bomba H nonostante la tardiva opposizione di molti di coloro che parteciparono al progetto Manhattan, quali ad esempio Fermi e il direttore scientifico del progetto Manhattan Robert Oppenheimer³⁸: la guerra fredda con l’Unione Sovietica.

³⁴ Leo Szilard, Nato a Budapest nel 1898, lavorò in Germania fino al 1933, si trasferì in Gran Bretagna fino al 1936, dove brevettò la reazione nucleare a catena pur senza ottenerla. Trasferitosi negli USA, diffuse la preoccupazione che la Germania stesse per sviluppare l’atomica e preparò la lettera diretta a Roosevelt e firmata da Einstein che fu l’inizio del progetto Manhattan. Ottenne con Fermi la prima reazione a catena nel dicembre 1942 e partecipò come direttore della divisione di Metallurgia del Progetto Manhattan. A partire dal 1944, quando fu evidente che la Germania non poteva sviluppare l’atomica, si oppose al suo uso, co-firmò il “Rapporto Franck”, fino alla petizione³⁴, firmata da lui ed altri 68 membri della divisione di Metallurgia, contro l’utilizzo della bomba contro il Giappone, del 17 luglio 1945, il giorno dopo il primo test atomico di Trinity nel Nevada. Alla fine del ’45 si oppose con successo alla militarizzazione dell’energia atomica negli USA, nel ’46 fondò con Einstein il “Comitato di Emergenza degli Scienziati Atomici”, dal ’47 abbandonò la fisica nucleare e si dedicò alla biologia. Nel 1950 si oppose pubblicamente allo sviluppo della bomba H, dal 1957 partecipò alle conferenze Pugwash. Nel 1955 ottenne il brevetto del Reattore Nucleare insieme a Fermi. Morì nel 1964.

³⁵ James Franck, nato in Germania nel 1882, premio Nobel per la fisica nel ’25, emigra negli USA dopo l’avvento del nazismo. Professore e direttore dell’Istituto di Chimica all’Università di Chicago, partecipò al progetto Manhattan. Nel 1945 scrisse il “Rapporto Franck” per il Dipartimento della Difesa USA, dove si proponeva la dimostrazione della bomba atomica in una località deserta anziché sulle città giapponesi, che venne ignorato.

³⁶ Richard Rhodes. “The making of the atomic bomb”, Simon and Schuster, New York, 1986. [trad. It. “L’invenzione della bomba atomica” Rizzoli, Milano, 1990].

³⁷ Edward Teller, nato a Budapest nel 1908, lavorò in Germania fino al 1935 e successivamente negli USA. Si unì al progetto Manhattan nel 1942 e successivamente fu il leader dello sviluppo della Bomba H, la cui prima esplosione avvenne nel 1952. Testimoniò contro Hoppenheimer nel processo del ’53. Sostenne apertamente la necessità di un conflitto nucleare contro gli stati comunisti e la guerra nel Vietnam. Negli anni ’80 fu determinante nel convincere Ronald Reagan a intraprendere il progetto di difesa spaziale SDI (“Guerre Stellari”).

³⁸ J. Robert Oppenheimer, nato a New York nel 1904, fu direttore del Laboratorio di Los Alamos e leader scientifico del Progetto Manhattan. Calcolò la massa critica di U-235 necessaria per l’atomica. Fu favorevole al suo uso contro le città giapponesi. I sensi di colpa pesarono molto su di lui e incontrando il presidente Truman nel ’46 disse “Presidente, ho le mani sporche di sangue”. Dal ’45 al ’53 fu presidente della Commissione Statunitense per l’Energia Atomica e si oppose alla costruzione della bomba H. Nel ’53, in piena “Caccia alla Streghe” Maccartista, venne inquisito e privato di tutte le sue cariche, con accuse rivelatesi poi infondate o deliranti. Riabilitato da Johnson nel ’63, morì nel 1967.

4. Il club dell'Uranio a Farm Hall: la *Lesart*

Dal lato dei fisici tedeschi dell'Uraniumverein (il club dell'Uranio, così come era definito il gruppo di scienziati che vennero preposti allo sviluppo dell'atomica tedesca³⁹), la convinzione di superiorità si protrasse anche durante e dopo il crollo rovinoso della Germania. Dieci fra i più eminenti fisici nucleari tedeschi, fra cui Heisenberg, Hahn e Von Weizsacker, vennero catturati dagli alleati e rinchiusi per alcuni mesi in un cottage (Farm Hall) nella campagna inglese, dove le loro conversazioni vennero costantemente registrate a loro insaputa. Queste conversazioni⁴⁰, recentemente desegretate e raccolte in un volume ben commentato⁴¹, sono illuminanti sul pensiero di questi scienziati. Fino ad Hiroshima, gli scienziati tedeschi erano convinti, così come era accaduto spesso in passato, che il loro lavoro definisse lo standard da imitare. Heisenberg stesso, prigioniero degli alleati, disse che volentieri avrebbe messo a disposizione degli scienziati occidentali i suoi esperimenti, in modo che li potessero studiare e facessero dei passi in avanti verso la realizzazione di un reattore.

Questo autoinganno cadde il 6 agosto del 1945, quando giunse anche a Farm Hall la notizia dell'atomica di Hiroshima. Dopo la prima reazione di incredulità, i fisici dell'Uraniumverein si trovarono a dover fronteggiare un'altra forte dissonanza cognitiva: gli scienziati alleati li avevano superati e battuti nella corsa all'atomica, la fisica tedesca non era più al vertice mondiale.

Si sviluppò allora un altro tipo di autoinganno, che venne definito in gergo con il nome tedesco di "Lesart" cioè "Versione dei fatti". Essa può essere così riassunta: i fisici tedeschi sapevano come fare la bomba atomica, avrebbero anche potuto farla, ma non vollero farla. Un'ulteriore aggiunta fu poi questa: non vollero farla per motivi etici, anzi, di "resistenza interna" al regime nazista.

La *Lesart*, come dimostrarono le registrazioni di Farm Hall, era una sostanziale falsità: i fisici tedeschi avevano compiuto dei grossi errori di valutazione e questo causò, da un certo momento in poi, la messa sostanziale in secondo piano da parte dello stato nazista delle ricerche sulla bomba atomica, a favore dello sviluppo di altre armi più utilizzabili a breve termine. Comunque, se anche avessero avuto più risorse, i tedeschi non sarebbero comunque riusciti a sviluppare l'atomica prima del crollo della Germania.

³⁹ David Irving, *The Virus House*, Simon & Schuster, New York, 1967, 329 pp. Riedito come "The German Atomic Bomb: The History of Nuclear Research in Nazi Germany", DaCapo, New York, 1982.

⁴⁰ Sir Charles Frank: "Operation Epsilon: The Farm Hall Transcripts", University of California Press, Berkeley, and Institute of Physics, Bristol, 1993. [trad.it. "Operazione Epsilon. Gli scienziati della Germania nazista e la bomba atomica", Selene, Milano, 1994].

⁴¹ Jeremy Bernstein "Hitler's Uranium Club", Springer-Verlag, New York, 2001. [trad. It. "Il club dell'uranio di Hitler", Sironi, Milano, 2005].

La *Lesart* venne coniata per primo da Von Weizsacker, non a caso figlio di un importante diplomatico tedesco: “Io credo che il motivo per cui non l’abbiamo fatta sia che nessun fisico la voleva, per principio. Se tutti noi avessimo voluto che la Germania vincesse la guerra ci saremmo riusciti”, disse il giovane scienziato esattamente il 6 agosto del 1945 in una discussione con Hahn, Heisenberg e gli altri. Sempre a Farm Hall, lo stesso giorno, un altro scienziato tedesco, Karl Wirtz, disse: “Penso sia tipico che i tedeschi abbiano fatto la scoperta senza sfruttarla, e invece l’abbiano sfruttata gli americani. A essere sincero non pensavo che gli americani avrebbero osato tanto”.

Questo è un ulteriore passo in avanti in quello che fu poi un *leitmotiv* delle dichiarazioni di Werner Heisenberg negli anni a venire: mentre gli scienziati tedeschi, sotto un regime dittatoriale, decisero e riuscirono a non sviluppare l’atomica, gli scienziati alleati, sotto un regime democratico, non indietreggiarono dinanzi a nulla e sviluppando l’atomica furono corresponsabili della morte di centinaia di migliaia di persone in Giappone.

Su questa posizione si impennò ad esempio il noto libro di Robert Jungk⁴² che alla sua uscita scatenò feroci polemiche. Ad esempio, in reazione a quanto affermato in questo libro, Bohr scrisse ad Heisenberg delle lettere⁴³ nelle quali puntualizzava come, nel famoso incontro a Copenhagen del 1941, tutto sembrava meno che Heisenberg stesse “lottando” contro lo sviluppo dell’atomica tedesca, se mai tutto il contrario. Lo stesso Von Weizsacker, nel 1940, propose all’esercito tedesco di finanziare il suo progetto, la cosiddetta “strada sgombra” dello sviluppo dell’atomica tramite i transuranici (plutonio), dimostrando quindi ben poca della tensione pacifista e dell’atteggiamento resistente che egli si attribuisce a posteriori. Negli anni seguenti, infatti, Von Weizsacker fu sempre molto evasivo al riguardo, ed i suoi ricordi appaiono nebulosi su questo punto, quanto invece furono precisi e dettagliati sulle altre questioni che riguardavano la responsabilità degli scienziati tedeschi⁴⁴.

Risulta ben chiara anche dalle registrazioni di Farm Hall la vera motivazione della *Lesart* per i fisici nucleari tedeschi: da un lato conservare a se stessi un ruolo di preminenza scientifica rispetto agli alleati (noi avremmo potuto farlo – si intende, per primi – ma non abbiamo voluto), dall’altro attribuirsi una dirittura morale (noi non abbiamo voluto farlo perché

⁴² Robert Jungk, “Brighter than a thousand suns: a personal history of the atomic scientists”, Harcourt Brace Jovanovich, New York, 1958. [trad. It. “Gli apprendisti stregoni. Storia degli scienziati atomici”, Einaudi, Torino, 1959].

⁴³ William Sweet, “The Bohr letters: No more uncertainty”, *Bulletin of Atomic Scientists* 58, 03 (2002) 20-27.

⁴⁴ Carl Friedrich von Weizsacker: “The Physical and Moral Consequences of Science”, *Transcriptions of Lectures given at CERN, Gèneve, gennaio 1988*, p. 30.

sapevamo che era ingiusto), specialmente nei confronti degli scienziati alleati (loro - sotto una democrazia - l'hanno fatto, noi - sotto una dittatura - no).

5. Conclusione

L'atteggiamento dei fisici tedeschi appena descritto potrebbe essere considerato tutto sommato innocuo, da alcuni addirittura comprensibile, o al massimo leggermente odioso o pieno di inutile spocchia. Nella realtà non è esattamente così: se veramente i fisici tedeschi avessero avuto la capacità di sviluppare l'atomica, come avrebbero potuto prevedere gli alleati che essi sarebbero riusciti nella loro operazione di fronda resistente, riuscendo a rallentare così tanto il progetto? Non era quindi giustificata la militarizzazione e l'assenza di scrupoli degli scienziati del progetto Manhattan, in vista di un pericolo reale ed imminente? Non si giustificava infine il primo passo verso una corsa allo sviluppo di armamenti che sarebbe durata per decenni?

La realtà, per concludere, era ben diversa. Quando partì il progetto Manhattan la Germania aveva già decretato la fine pratica, tagliandone le risorse, del suo progetto nucleare militare, considerato di scarsa rilevanza bellica immediata. Di lì a poco, bombardata, privata della sua fabbrica di acqua pesante, senza attrezzature per l'arricchimento dell'uranio, la Germania portò avanti in maniera minimale un programma di ricerca nucleare che era, ironicamente, orientato verso scopi pacifici: lo sviluppo di una pila atomica con uranio naturale, decisamente innocua militarmente⁴⁵. Gli scienziati del progetto Manhattan, perciò, non hanno sconti nella loro responsabilità davanti alla storia: non c'era nessuna corsa con la Germania e le stragi di Hiroshima e Nagasaki, primo atto della guerra fredda piuttosto che ultimo della seconda guerra mondiale, sono anche loro colpa.

⁴⁵ Mark Walker: "Nazi Science: Myth, Truth and the German Atomic Bomb", Plenum Press, New York, 1995.