

Piccola storia della bomba atomica attraverso le date più importanti

- 1896** In un dizionario dell'epoca si legge: «L'uranio, metallo pesante di nessun pregio, praticamente inutile».
- 1897** J.J. Thomson scopre l'elettrone, la prima delle particelle elementari.
- 1905** Albert Einstein pubblica il lavoro sulla teoria della relatività ristretta. Una delle conseguenze è l'equivalente di materia ed energia, secondo la relazione $E=mc^2$ (una diminuzione di massa di un mg corrisponde ad una emissione di energia pari a circa venti milioni di calorie).
- 1911** Ernest Rutherford dimostra sperimentalmente che l'atomo ha la struttura di un piccolo sistema planetario: al centro il nucleo, massiccio, con carica elettrica positiva; intorno gli elettroni leggeri, con carica elettrica negativa.
- 1914** Inizia la prima guerra mondiale. L'ammiraglio britannico chiede a Rutherford di trasformare il Cavendish Laboratory in un istituto di ricerca militare: egli rifiuta perché vuole lavorare sulle proprietà del nucleo atomico.
- 1917** Fritz Haber, premio Nobel per la sintesi dell'ammocianuro, inventa gas asfissianti molto efficaci e collabora all'organizzazione dell'attacco tedesco a Ypres, il 22 aprile.
- 1928** Rutherford e Harkinson formulano l'ipotesi che l'energia emessa dal Sole e dalle stelle sia generata in un processo di fusione di nuclei leggeri; questo processo è alla base delle armi termonucleari (bomba H).

- 1932** J. Chadwick scopre il neutrone, la particella senza carica elettrica che insieme al protone costituisce il nucleo degli atomi.
- 1933** 30 GENNAIO: A. Hitler è nominato cancelliere del Reich; inizia una aperta campagna antisemita. Nel 1935, con l'esilio di Norinberg, gli ebrei sono privati della cittadinanza tedesca. Molti fisici (tra i quali Albert Einstein, si trasferiscono negli Stati Uniti). I fisici Albert Johannes Stark e Philipp Lenard, premi Nobel, sostengono una fisica «ariana» contrapposta al «giudaismo», nella quale rientra la teoria della relatività e la meccanica quantistica. Leo Szilard prevede la possibilità di sfruttare a fini pratici l'energia nucleare (che tiene legate le particelle che costituiscono il nucleo dell'atomo, cioè neutroni e protoni) e brevetta la possibilità di realizzare la reazione a catena. L'idea di sfruttare l'energia del nucleo per fare bombe era stata presentata nel 1933 dallo scrittore H.G. Wells.
- 1934** Frederick Joliot e Irene Curie scoprono la radioattività artificiale, bombardando l'Alluminio con particelle alfa. Il gruppo di Enrico Fermi produce molti nuclei radioattivi artificiali, bombardando vari elementi con neutroni rallentati. Bombardando l'Uranio, l'elemento naturale più pesante, ritiene di aver ottenuto nuovi elementi non esistenti in natura. I Transurani, invece ha realizzato per la prima volta, senza rendersene conto, la «fissione nucleare», cioè la rottura del nucleo di Uranio in due nuclei di elementi più leggeri.

- 1938** MARZO: l'Austria viene annessa alla Germania. DICEMBRE: Fermi riceve il premio Nobel e si trasferisce in America, anche per evitare persecuzioni razziali alla moglie, Laura Capon. Otto Hahn e Fritz Strassman in Germania scoprono che l'uranio bombardato con neutroni dà origine a vari elementi leggeri. Lise Meitner e Otto Frisch, fuggiti dalla Germania per motivi razziali, interpretando il fenomeno come fissione (rottura) del nucleo di uranio in due frammenti di massa intermedia e prevedono che contemporaneamente vengano emessi due o più neutroni e molta energia (200 MeV). Se questo fosse confermato, si aprirebbe la strada per la realizzazione di reazioni a catena, dunque per lo sfruttamento dell'energia nucleare.
- 1939** 15 MARZO: l'esercito tedesco invade la Cecoslovacchia. Viene vietata l'esportazione di minerali di uranio estratti dalle miniere boeme. La notizia allarma un gruppo di scienziati europei, emigrati negli Stati Uniti, che hanno intravisto la possibilità di realizzare reazioni a catena esplosive di grandissima potenza basate sulla fissione dell'uranio. FEBBRAIO-MARZO: tre gruppi di ricercatori verificano che nella fissione dell'Uranio 235 (il nucleo di U più leggero e più raro) vengono emessi più di due neutroni: il gruppo di Anderson e Fermi e quello di Szilard e Zinn in USA, quello di Hahn, Joliot e Kowarski in Francia. In seguito ricercatori di vari Paesi si rendono conto che si può costruire il reattore nucleare se si dispone di un moderatore adatto a rallentare i neutroni: Szilard in USA, Hahn, Joliot, Kowarski e Fermi in Francia, Heisenberg in Germania, vari gruppi in URSS. Szilard tenta di organizzare l'autocensura fra gli scienziati, sulle ricerche riguardanti

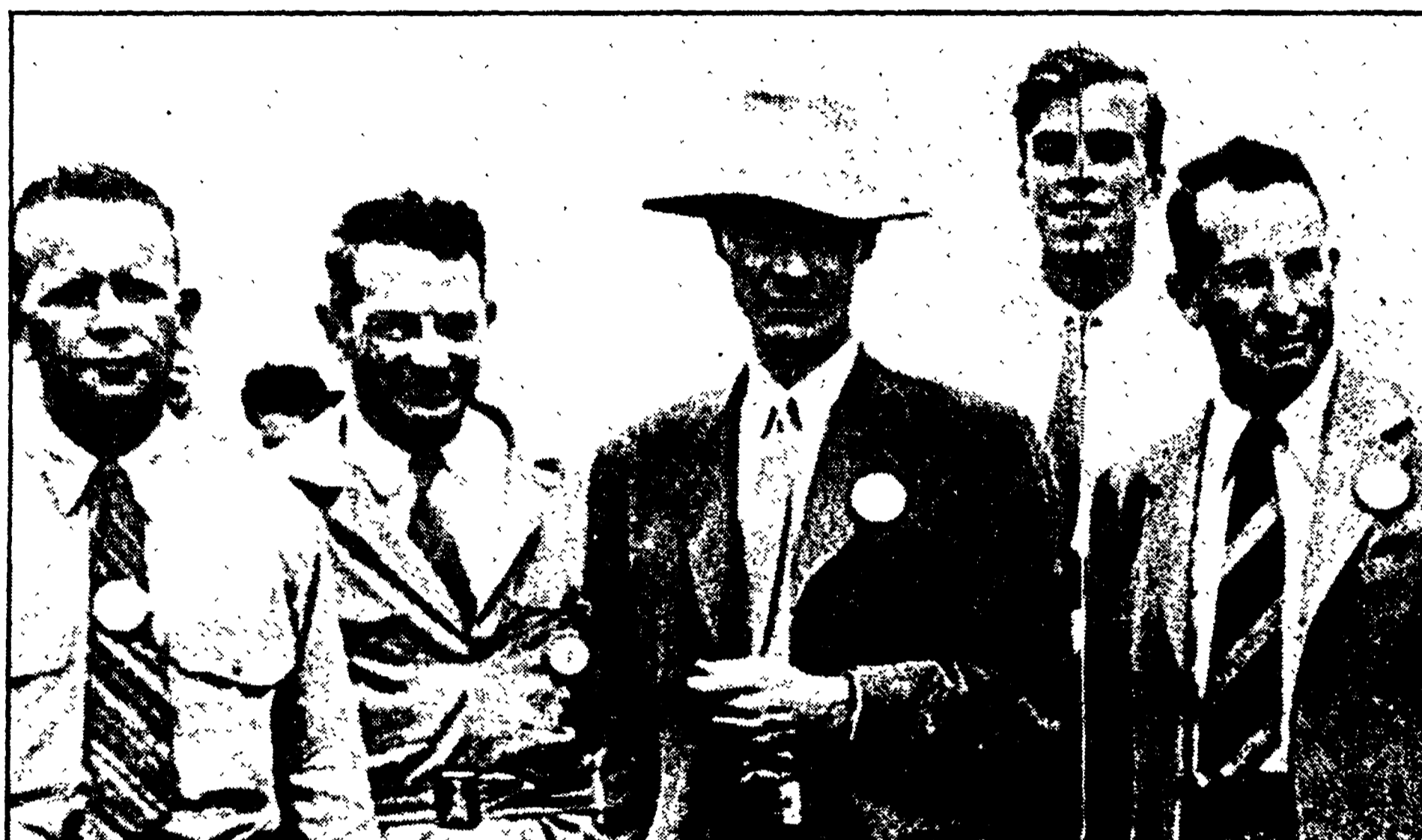
- il l'Uranio, e in particolare sul numero di neutroni emessi nel processo di fissione (punto centrale per sfruttare l'energia nucleare), il tentativo riesce solo in parte.
- 2 AGOSTO: Einstein firma la lettera del Presidente Roosevelt, nella quale si richiede al governo americano di interessarsi alla costruzione della bomba «atomica», basata sulla possibile reazione a catena in una massa di Uranio; la giustificazione è il fondato sospetto che in Germania si stia già lavorando a un analogo progetto. La lettera verrà consegnata l'11 ottobre e otto giorni dopo verrà recapitata ad Einstein la risposta: il Presidente è convinto che si debba agire.
- 2 SETTEMBRE: le truppe tedesche invadono la Polonia.
- 3 SETTEMBRE: Gran Bretagna e Francia dichiarano guerra alla Germania.
- 1940** APRILE: Hitler scatenò la Blitz-Krieg. Le truppe tedesche invadono Danimarca e Norvegia e attaccano la Francia, che viene rapidamente sconfitta.
- 10 GIUGNO: le ricerche sull'Uranio procedono a ritmo lento. Louis Turner, in Usa, aveva l'idea che il Plutonio (Pu) dia la fissione nucleare, come l'Uranio 235; il Plutonio, che non esiste in natura, viene prodotto quando l'Uranio (che è abbondante in natura) viene bombardato con neutroni. Poiché il Pu è facile da separare, è conveniente fabbricarlo mediante reazioni a catena controllate, cioè realizzate in un reattore nucleare. Il gruppo di Fermi, nel frattempo, aveva avuto l'idea di usare grafite pura per rallentare i neutroni, anziché acqua (materiali a moderazione difficile da procurare). Gli scienziati tedeschi invece basandosi su misurazioni errate (gli scienziati americani nel frattempo avevano rinunciato a pubblicare i loro dati),

Esplose nella coscienza dei suoi artefici

di ROBERTO FIESCHI

ALL'INIZIO del 1944 il servizio di spionaggio britannico era giunto alla conclusione che le ricerche tedesche sulla bomba atomica non destavano preoccupazioni e comunicò le proprie informazioni agli americani. Ciononostante il progetto Manhattan proseguì a ritmo fanatico. Nel novembre 1944 gli americani si impadronirono a Strasburgo di una documentazione dalla quale risultava chiaramente che i tedeschi erano ben informati sulla possibilità di fabbricare la bomba. La situazione militare in Europa era ormai tale che non solo il pericolo di una bomba atomica tedesca era cessato, ma addirittura si poteva prevedere che anche la resa della Germania sarebbe giunta prima della disponibilità delle bombe che venivano preparate a Los Alamos. Nel frattempo però stavano mutando gli obiettivi americani: nel maggio 1943 si cominciò a pensare all'impiego della bomba atomica contro le forze navali giapponesi e alla fine dell'anno il generale Groves, responsabile per il Pentagono del progetto Manhattan, scelse l'aereo B-29 per sganciare la bomba nel teatro asiatico. D'altra parte, man mano che si profilava la sconfitta nazista, incominciavano ad emergere i contrasti di interesse fra gli alleati occidentali e l'Unione Sovietica; in questo nuovo contesto la bomba atomica assumeva anche il valore di strumento politico nelle mani del governo americano. Interessante a questo proposito la dichiarazione rilasciata dal generale Groves nel 1954: «Credo importante dichiarare che, dopo circa due settimane dal momento in cui mi fu affidato il progetto, io non mi facevo più alcuna illusione che il nemico non fosse la Russia e che il progetto non fosse portato avanti su queste basi. Naturalmente il Presidente ne fu informato».

Dissolti l'incubo di un'arma nucleare hitleriana, si diffuse fra molti degli scienziati che lavoravano al progetto Manhattan uno



Julius Robert Oppenheimer, con l'immane cappelletto, a Los Alamos nel 1944, circondato dai suoi collaboratori

Frank» (11 giugno); il rapporto fu firmato da una settantina di persone, che includevano i fisici più importanti, ma nessun chimico; i chimici sostenevano che si doveva limitare a valutare se si potevano salvare più vite lanciando la bomba contro il Giappone, oppure continuando la guerra senza lanciare la bomba. Il Rapporto consigliava l'uso della bomba in un attacco a sorpresa contro il Giappone, metteva in guardia il governo dall'illusione che gli Stati Uniti potessero mantenere a lungo il monopolio delle armi nucleari e proponeva di arrivare a un accordo internazionale per il loro controllo: «I vantaggi militari e il risparmio di vite umane per la nazione americana, ottenuti con l'uso improvviso di bombe atomiche contro il Giappone, sarebbero quasi completamente annullati dalla perdita di fiducia che neces-

sariamente ne deriverebbe e dall'ondata di orrore e di repulsione che farebbe fremere tutto il mondo e che forse dividerebbe anche l'opinione pubblica nazionale». Il rapporto giunse al generale Groves il 25 luglio, perché fosse immediatamente inviato al nuovo presidente, Harry Truman, che in quei giorni si trovava alla Conferenza di Potsdam; ma Truman non lo ricevette mai. All'incirca nello stesso periodo (16 giugno) la «Commissione ad interim», che doveva valutare i possibili usi della bomba, ascoltò i pareri di quattro fisici, cioè Fermi, Lawrence, Compton e Oppenheimer; questi respinsero la soluzione di una dimostrazione della potenza della bomba in una zona desabitata, anche per il fatto che erano disponibili solo due esemplari, e che non si poteva contare su un numero sufficiente di copie; un bersaglio giapponese ad alta densità di

popolazione e di carattere militare, per ottenere il massimo effetto psicologico. In ogni caso Truman, che cominciava già a vedere la bomba in termini di strategia della guerra fredda contro l'Urss, decise di lanciarla contro le città del Giappone. Il 6 agosto, dalla nave che lo riportava in patria dalla Conferenza di Potsdam, il presidente Truman annunciò al mondo la distruzione di Hiroshima e l'esistenza dell'arma atomica; in un secondo messaggio, il 9 agosto, disse: «Noi ringraziamo Dio che sia toccata a noi piuttosto che ai nostri nemici e preghiamo perché Egli ci guidi per utilizzarla secondo le Sue vie e i Suoi propositi». Per gli scienziati che avevano fatto del loro meglio per impedire l'impiego della bomba quello fu un giorno di lutto. Pochi giorni dopo si scoprì che il bersaglio giapponese era un campo di illuminazione pubblica e di carattere militare, per ottenere il massimo effetto psicologico.

che la bomba atomica non era peggiore del bombardamento a tappeto che i nostri E-29 facevano ogni giorno in Giappone e che la cosa da fare era concludere la guerra al più presto possibile... In seguito cambiò opinione, ma allora era molto influenzato dalle stime dei militari (e cioè che la prosecuzione della guerra con mezzi normali sarebbe costata ancora milioni di vittime)... Sono convinto che la nostra giustificazione per lanciare la bomba (su Nagasaki) era molto debole.

Torna alla mente, a questo punto, un passo di Uomo e Superuomo di Bernard Shaw: il demonio osserva sardonicamente che nelle arti della vita l'uomo non ha inventato nulla, ma in quelle della morte supera la natura stessa. Ma 80 anni fa lo scrittore irlandese non poteva immaginare quanto il suo pessimismo fosse inadeguato a descrivere la realtà di oggi.

I quotidiani hanno contribuito in modo decisivo al formarsi d'una coscienza nucleare: nel '45 però sapevano ben poco della bomba atomica e non «compresero» Hiroshima

Ma i giornali di allora non capirono la notizia

di MARIO VADACCHINO

LA NUOVA STAMPA del 7 agosto 1945 intitolava un articolo di quattro colonne «La bomba atomica: così entrano nella cronaca le armi nucleari». La coscienza del pericolo di guerra nucleare si diffuse e approfondì in questi quarant'anni con un processo al quale hanno contribuito in modo cruciale i quotidiani: è quindi interessante esaminare come essi dettero la notizia.

La fonte di tutte le informazioni riportate il 7 agosto è il comunicato di Truman che informava come una bomba dalle caratteristiche nuove, che era chiamata atomica, fosse stata lanciata sulla città di Hiroshima.

Il rilievo dato alla notizia è notevole. Ciò non deve essere pensato come ovvio, con problemi più minuti e contingenti che premevano sulla vita di tutti ed esigevano spazio dagli striminziti giornali di quei giorni. La Gazzetta d'Italia nel 7 agosto aveva su cinque colonne un'onda paginaria «La bomba che distrugge una metropoli», ma a fianco, con rilievo poco minore, spiegava «perché a Tortona c'è il coprifuoco».

Gli articoli esprimono una sensazione mista di ammirazione, stupore, incredulità, nessuna pietà per le vittime, ma con una sola eccezione: l'ammirazione è tanta, per quella che viene descritta come «la più grande scoperta scientifica» o «la meravigliosa scoperta della bomba atomica» o il «biblico esperimento».

L'orgoglio nazionale è un poco soddisfatto quando si riporta la notizia che fra coloro che hanno costruito «l'ordigno superinfernale», vi è Enrico Fermi, scienziato italiano che «per i suoi studi di atomologia» prese nel 1938 il premio Nobel. Può addi-

rittura essere che le prime esplosioni nucleari si siano in realtà verificate in Italia; come ci informa il Corriere d'Informazione del 17 agosto questa doveva essere la natura di due misteriose esplosioni che avvennero in un laboratorio romano alcuni anni prima.

Si tenta anche una spiegazione semplificata del principio di funzionamento della bomba atomica, che è giustificata per lo meno il nome; non è un compito facile. A. Pochetti, nella Nuova Stampa del 8 agosto spiega in modo corretto i principi fisici. La Gazzetta d'Italia già il 7 agosto azzardava ardimentemente che la bomba atomica è «così definita forse perché riduce in atomi quello che le bombe usate finora — e che hanno causato abbastanza iniquo — non reducevano nemmeno in molecole, ma solo in pezzi di varia grandezza».

Della tragedia umana che si era svolta e si svolgeva dietro la densa nube che nascondeva Hiroshima nessuno parla: in fondo il numero dei decessi di questo sordo episodio era piccolo se confrontato con quello di cui molti avevano già esperienza diretta o, come nel caso dei campi di concentramento, avevano vendendo conoscenza. Unica eccezione la voce di condanna esplicita ed immediata che viene dal Vaticano «che si oppone decisamente al lancio delle bombe atomiche sul Giappone». È una voce isolata (ma seguita da alcuni «per i suoi studi di atomologia» prese nel 1938 il premio Nobel. Può addi-

monitrice che afferma come «la scoperta della bomba atomica ha provocato una sfavorevole impressione in Vaticano, perché l'uso delle bombe atomiche potrebbe essere la prima tappa verso una catena di imprevedibili violenze» (Gazzetta d'Italia, 8 agosto).

Appaiono per la prima volta, legate strettamente alla esplosione di Hiroshima quasi a volente militare l'impressione di morte, le prospettive di quelle che ora chiamiamo utilizzazione pacifica dell'energia nucleare con una inquietante vicinanza dei due aspetti che è forse sedimentata in profondità nella coscienza popolare. Già il 7 agosto nel sottotitolo dell'articolo più volte ricordato da un altro giornale del 3 settembre «l'energia che sostituisce in futuro quella che si trae dal carbone, dal petrolio, dagli impianti idroelettrici». Ma le prospettive sono più ampie se per la Gazzetta d'Italia, che cita uno scienziato americano si viaggia nella luna sono ormai a portata di mano».

Più sottili inquietudini svela l'informazione e l'analisi del significato politico della bomba accettata da tutti la giustificazione americana che il suo lancio serve a emendare velocemente una guerra già decisa, non sfugga a nessuno che si è creata una simmetria fra le potenze alleate: da un lato gli Stati Uniti in possesso di un ordigno nuovo e potentissimo ed il cui segreto essi non intendono condividere con nessuno e dall'altro l'Unione Sovietica. L'Unità del 7

agosto sintetizza subito e bene questa inquietudine dicendo: «Dopo aver citato il comunicato americano, che «la notizia è d'importanza tale da influire non soltanto sul corso della guerra, ma anche sulla pace, ma sull'avvenire di tutto il mondo».

La seconda bomba nucleare su Nagasaki non avrebbe avuto, alcuni giorni dopo, altrettanto rilievo: la notizia fu infatti schiacciata tra quella dell'ultimo enorme bombardamento convenzionale di Tokio e quella della resa del Giappone.

Non da tutti è compreso che la bomba nucleare modifica i termini in cui d'ora in poi si dovrà parlare di guerra e pace. Sul Corriere d'Informazione del 14 agosto è un esempio di proponne, per garantire la pace, di internazionalizzare l'industria pesante e sullo stesso giornale il 15 settembre, accadeva a Flora di parlare della pace e delle sue prospettive senza citare la bomba nucleare come anche all'Unità del 29 agosto. Sulla Nuova Stampa del 19 agosto C. Storz, in un fondo intitolato «L'Italia e la bomba atomica» dopo aver proposto l'energia nucleare come soluzione alla carenza energetica dell'Italia auspica semplicemente per le nazioni piccole come l'Italia «un diritto... di essere tra i guardiani ed i correttori del terribile segreto».

Gazzetta d'Italia dell'11 agosto avverte che la bomba è alla portata di tutti e che non sono necessari quindi ordigni atomici di controllo. Per lo meno fino ad oggi troppo pessimista può essere considerato A. Low che sull'Unità del 9 agosto giustifica il fatto che «la bomba atomica renderà la guerra impossibile in futuro. E puerile pensare di rendere la guerra impossibile col fatto di spaventarsi».

Una grande impresa scientifica culminata nell'orrore

di PASQUALE TUCCI

QUALI SONO le «origini» della bomba? Le conoscenze maturatesi negli anni 30 intorno alla natura e al comportamento del nucleo dell'atomo sono estremamente approfondite e articolate. Agli inizi di quel decennio le grandi linee della meccanica quantistica erano ormai disegnate: negli anni successivi importanti scoperte evidenziarono la capacità della teoria di dare una spiegazione accettabile ai nuovi fenomeni scoperti nel nucleo atomico.

La prima scoperta importante in relazione alla bomba fu quella del neutrone ad opera di J. Chadwick, allievo di Rutherford, nel gennaio del 1932. Fino a quell'epoca il neutrone era considerato un nucleo dell'atomo fosse costituito da protoni ed elettroni. Quest'ipotesi però era in contraddizione sia con la meccanica quantistica sia con alcune osservazioni di spettroscopia molecolare. Tutte le difficoltà scomparivano assumendo, sulla base dell'evidenza sperimentale, che il nucleo dell'atomo fosse costituito da protoni e da neutroni.

Una scoperta della radioattività artificiale ad opera di Irene Curie e Frédéric Joliot nel 1934, Enrico Fermi pensò di usare i neutroni come proiettili per formare sostanze radioattive artificiali. Fermi, nel 1938 aveva elaborato una teoria del decadimento beta basato sull'ipotesi dell'esistenza di una nuova particella — il neutrino —, giunse alla sorprendente conclusione che i neutroni fossero il mezzo più efficace di quelli veloci nel produrre disintegrazioni del nucleo. In seguito questa osservazione diventò la chiave per liberare energia dal nucleo. In effetti, bombardando con neutroni elementi diversi si ottenevano reazioni simili a quelle provocate da protoni e da particelle alfa: il nucleo colpito si disintegrava emettendo, in genere, una particella leggera, mentre permaneva un nucleo di numero atomico era vicino a quello del nucleo iniziale.

A Fermi era però sfuggito il fatto che, nella disintegrazione del nucleo dell'uranio si formavano elementi il cui numero atomico era molto più piccolo di quello dell'atomo bombardato. Nel 1938, invece, Otto Hahn e Fritz Strassmann, bombardando l'uranio con neutroni, notarono in maniera imbarazzata ma decisa che, tra le sostanze radioattive che si formavano, un elemento il cui numero atomico era inferiore a quello dell'uranio — 92 —. Il fenomeno fu chiamato «fissione nucleare» da Otto Frisch.

Nella fissione, inoltre, si formavano frammenti di isotopi di uranio e di plutonio in eccesso di neutroni che possono venire emessi come neutroni liberi. Se questi sono in numero superiore a quelli impiegati per produrre la fissione si può avere una reazione divergente che, se è incontrollata, può dar luogo a un'esplosione violenta. L'interpretazione di questo inatteso fenomeno fu fornita sulla base di un modello di nucleo ipotizzato da Gamow e Bohr: il nucleo era supposto simile a una goccia d'acqua. Come accade a una goccia di acqua la tensione superficiale si oppone alla divisione; ma nel caso del nucleo atomico essa è bilanciata dalla repulsione elettrostatica. Colpito da un neutrone il nucleo dell'atomo di uranio dapprima si allunga, poi si restringe e, infine, si divide in due. L'analisi delle forze che giocano in favore della stabilità del nucleo è molto più complicata di quella riguardante le forze che uniscono o separano le goccioline di una goccia d'acqua.

Lise Meitner e Otto Frisch, suo nipote, fecero subito un'analisi grossolana del fenomeno scoperto da Hahn e Strassmann e notarono che i prodotti della scissione provenienti dalla scissione erano inferiori alla massa del nucleo iniziale: la massa mancante la si ritrovava sotto forma di energia in accordo alla nota formula einsteiniana $E=mc^2$. Il fenomeno concreto verificarsi del fenomeno furono analizzate da Bohr il quale, quando aveva scritto parlare per la prima volta del nuovo fenomeno scoperto da Hahn e Strassmann, esclamò: «Oh, che idiotti siamo stati tutti! Oh, ma è meraviglioso! È proprio come dev'essere!».

Bohr, in collaborazione con Wheeler, scrisse un articolo che forniva una teoria quantitativa della fissione. Essa spiegava perché i nuclei di peso atomico intermedio sono stabili rispetto alla fissione e perché l'uranio è al limite della stabilità (è al limite per la quale in natura non si formano elementi più pesanti dell'atomo di uranio); essa era in grado inoltre di spiegare perché i neutroni lenti potessero causare la scissione dell'isotopo raro U235 dell'uranio.

Ala B. Wheeler non solo avevano dato un'interpretazione soddisfacente del fenomeno noti, bensì avevano delineato un quadro concettuale capace di evidenziare i problemi da superare, per i quali erano necessari isotopi montabili, per dar luogo a una reazione a catena. Altri problemi come quello del calcolo della massa critica necessaria perché si inneschi la reazione a catena, o quello della separazione dell'isotopo U235 e altri ancora furono affrontati e risolti dagli scienziati che, a Los Alamos, parteciparono al progetto Manhattan per la costruzione della bomba atomica.

Ricordando gli anni che precedettero la costruzione della bomba, e che coincisero con l'affermazione della meccanica quantistica, Robert Oppenheimer, il direttore del laboratorio di Los Alamos, così si esprime: «Fu un periodo epico. L'opera non fu l'impresa di un singolo individuo, ma richiese la collaborazione di diversi Paesi, anche se, da un estremo all'altro, lo spirito profondamente creatore, penetrante e critico di Niels Bohr ha sorreggiato e sostenuto il lavoro e alla fine concretizzato l'impresa (...). Per tutti coloro che la videro fu un'epoca creatrice: le nuove prospettive si riempivano di terrore e di entusiasmo».

Le persecuzioni razziali, lo scoppio della guerra e la costruzione della bomba, che vide coinvolta la stragrande maggioranza degli scienziati, avevano dato contributi significativi alla fisica dell'ultimo decennio, distrusse ogni «atmosfera». Le conoscenze scientifiche della fisica teorica e sperimentale furono messe al servizio di una tecnologia di distruzione, sia pure nel nome di un ideale di pace e di libertà.

