

Giandomenico Bardanzellu

LE ARMI SEGRETE DEL TERZO REICH

Peenemünde

Rivalità fra i vari progetti

La bomba volante V-1

Generalità sui motori a razzo

La bomba a razzo V-2

Il bombardamento di Peenemünde

La bomba atomica

Rottura nel mondo scientifico

Gli elementi costitutivi di una bomba atomica

I Moderatori Neutronici e l'Acqua Pesante

L'enigma Heisenberg e la bomba atomica tedesca

La missione «Alsos» e l'internamento degli scienziati tedeschi

Motivi che impedirono al Reich la realizzazione della bomba atomica

Coloro che credettero nella vittoria dell'Asse dal '39 al '43 basarono la loro fede sulla ininterrotta serie di vittorie conseguite in cielo, in terra ed in mare durante la prima parte del conflitto. Negli anni '44 e '45 tale fede dovette invece basarsi quasi esclusivamente sull'attesa delle «Nuove Armi» di cui il Reich prometteva il prossimo, decisivo impiego ai fini di capovolgere le sorti della guerra.

Il mito delle «Nuove Armi» dava una dimensione realistica all'idealismo dei soldati del Reich e della RSI il cui coraggio, da solo, non sarebbe oramai bastato per piegare avversari del calibro degli Angloamericani e dei Sovietici. Tale mito era alimentato da forti sentimenti di rivalsa per le ultime sconfitte subite, dall'odio per il nemico che in Germania ed in Italia bombardava incessantemente con sadico terrorismo le città, dalla nostalgia per l'antica potenza militare dell'Asse che forse, ancora una volta, avrebbe potuto fermare le orde bolsceviche e ricacciare in mare l'invasore atlantico.

Di tali armi si sapeva ovviamente ben poco. Si parlava di nuovi esplosivi (senza però avere idea degli esplosivi nucleari), di «raggi della morte», di veicoli, aerei e navi telecomandati che avrebbero potuto distruggere gli obiettivi nemici senza mettere a repentaglio la vita dei propri soldati, ecc. Tali speranze sembrarono realizzarsi e si esaltarono a dismisura quando comparvero nei cieli di Londra le prime V-1 e quindi le più potenti V-2. La certezza che i nuovi ordigni avrebbero cambiato il corso della guerra era tale che riusciva a tenere viva la fede nella vittoria anche quando già si parlava di «Volkssturm» a Berlino («Tempesta di popolo», ribattezzata sarcasticamente V-3 dai Tedeschi!) e di «Ridotto della Valtellina» in Italia.

PEENEMÜNDE

Sull'estuario del fiume Oder che si getta nel mar Baltico al largo della città di Stettino, si trova l'isola di Usedom, sconosciuta ai più, sulla cui punta settentrionale si trova il villaggio di Peenemünde, il cui nome invece è entrato nella Storia. La località fu individuata già nel 1935 da Werner von Braun quale luogo ideale per sperimentare missili di lunga gittata. Il Ministero per gli Armamenti del Reich organizzò due centri di ricerca, chiamati «Peenemünde West» (Occidentale) per lo

sviluppo dei progetti dell'Aeronautica e «Peenemünde Ost» (Orientale) per lo sviluppo dei progetti dell'Esercito.

Nel 1943 il Ministro Speer ricevette dal Führer l'ordine di accelerare lo sviluppo dei quattro principali progetti di Peenemünde, che erano:

- La «bomba volante» Fieseler 103, detta Fi-103, od anche FZG-76, più nota come V-1 (1)
- L'aereo a razzo Me-163
- Il missile terra-aria «Wasserfall» (cascata)
- Il missile balistico Aggregat-4, detto A-4, ma più noto come V-2.

I destini di questi quattro progetti furono molto diversi. Il missile Wasserfall non entrò mai in servizio. L'aereo a razzo Me-163 superò per primo nel mondo i 1000 km/ora nell'autunno del 1942, ma entrò in servizio solo negli ultimi mesi della guerra e raggiunse risultati eccezionali abbattendo molti bombardieri nemici. Quando però la caccia inglese realizzò che, in fase di atterraggio, dopo una breve autonomia, i Me-163 perdevano drasticamente in velocità e in manovrabilità, applicò l'efficace tattica di attaccarli ed abatterli quando avevano già compiuto la loro missione.

L'aereo a razzo Me-163, assieme al bireattore Me-262 della Messerschmitt, diedero ancora una volta ai piloti tedeschi l'ebbrezza della vittoria e della superiorità tecnica del proprio mezzo. Ancora il 7 Maggio 1945 un Me-163 abbatté un cacciabombardiere Mosquito sul fronte dell' Oder.

Le «bombe volanti» V-1, come vedremo in seguito, furono impiegate su Londra e soprattutto su alcuni obiettivi in Belgio, in particolare sul porto di Anversa, a partire dal 13 Giugno '44, e pur essendosi rivelate vulnerabili ai radar ed alla caccia inglese, proseguirono le loro missioni fino al Marzo del '45. L'unica arma che si rivelò invulnerabile e che non fu mai abbattuta nel corso della guerra fu l'«Aggregat N° 4» ossia la «Vergeltungswaffe» (Arma di rappresaglia) N°2, insomma la V-2.

Nelle priorità stabilite dal Führer non comparve però mai l'arma atomica. Di questa fatale omissione parleremo in seguito.

RIVALITA' FRA I VARI PROGETTI

A Peenemünde si concentrava l'élite militare e scientifica della Nazione nel campo della propulsione aerea, sia a reazione che a razzo. Le rivalità per accaparrarsi le risorse che, col procedere della guerra, scarseggiavano, divennero pericolose per i diversi progetti. Il Ministro per gli Armamenti Albert Speer si trovò ad affrontare ardui problemi di priorità. Le rivalità fra i due progetti V-1 e V-2, il primo sostenuto dall'Aeronautica (Luftwaffe) ed il secondo dall'Esercito (Heer) rischiò di determinare il fallimento dell'uno o dell'altro.

La V-1 e la V-2, quantunque spesso associate fra di loro in quanto ritenute modelli successivi di uno stesso sistema d'arma, erano in realtà armi del tutto diverse sul piano della propulsione nonché accanite rivali sul piano politico e industriale. Il Führer decise ad un certo punto che entrambe le armi avrebbero dovuto essere sviluppate con priorità. Questa decisione non aiutò a calmare le animosità e così avvenne che in certi periodi fu la V-1 ad assicurarsi più risorse materiali e umane che non la V-2, e l'opposto avveniva in altri periodi. Con la conoscenza di oggi si può affermare che il progetto V-1 ricevette maggiori appoggi politici e finanziari che non il progetto V-2, che fino all'ultimo fu considerato con scetticismo date le soluzioni tecniche del tutto rivoluzionarie sulle quali era basato. Centinaia di industrie in tutto il Reich fornivano i componenti per le due armi, i quali

(1) La lettera V è l'iniziale della parola «Vergeltung», Rappresaglia.

venivano quindi montati e provati a Peenemünde. Una delle forniture essenziali per la V-2, una gomma artificiale chiamata Vinol, era prodotta nel «campo di sterminio» di Auschwitz che forniva anche altre sostanze fondamentali per tutte le armi del Reich, come la gomma sintetica.

Un episodio che testimonia i livelli di rivalità fra i due progetti è costituito dall'ordinanza in data 17 Agosto 1943 che l'Aeronautica riuscì a strappare al Ministro Speer nel tentativo di contrastare l'«invadenza» del progetto A-4, ossia della V-2.

La laconica ordinanza di Speer era così formulata:

«Oggetto: Progetti dell'Aeronautica e Progetto A-4 dell'Esercito

Testo: i Progetti dell'Aeronautica non devono essere ostacolati dal Progetto A-4 dell'Esercito».

LA «BOMBA VOLANTE» V-1

La V-1 voluta dalla Luftwaffe era una bomba azionata per la prima volta nella storia del volo da uno speciale autoreattore noto come pulsoreattore (pulse-jet in inglese o, più «semplicemente», Verpuffungsstrahltriebwerk in tedesco). Il principio teorico di tutti i motori a reazione consiste nel normale ciclo termodinamico che si svolge anche nel motore a scoppio delle automobili, ossia nelle quattro fasi di compressione, accensione, espansione e scarico. In tutti i propulsori aerei, poi, sia a reazione che a razzo, è di particolare importanza il principio della conservazione della quantità di moto che si può esprimere così:

$$MV=mv$$

dove **M** è la massa del missile (o aereo), **V** la velocità del missile (o aereo), **m** è la massa del gas espulso e **v** è la velocità del gas espulso. Si vede subito che la velocità del gas espulso è un parametro importantissimo ai fini della velocità che si vuole raggiungere per il mezzo aereo. Tale velocità è a sua volta dipendente dalla temperatura del gas nella camera di combustione. Nell'autoreattore la compressione dell'aria dentro la cella del motore è data dalla velocità del mezzo relativa all'aria circostante e prende il nome di «compressione dinamica». In realtà occorrono velocità pari ad almeno due volte la velocità del suono per ottenere la compressione dinamica sufficiente a garantire il funzionamento di un autoreattore. L'aria così compressa è convogliata in modo continuativo nella camera di combustione dove viene iniettato il carburante ed ha luogo l'accensione seguita dall'esplosione della miscela. Il forte aumento di pressione causa l'espansione del gas che viene accelerato ad alta velocità verso l'ugello generando così la spinta del missile.

La velocità raggiungibile dalla V-1 non era però sufficiente a garantire il funzionamento dell'autoreattore, al cui principio tuttavia la Luftwaffe teneva molto in quanto non vi sono in esso parti mobili o rotanti, con innegabili vantaggi di leggerezza, semplicità ed economia. Si ricorse pertanto ad una geniale modifica. L'autoreattore venne trasformato in pulso-reattore nel quale il ciclo termodinamico non è più continuo bensì viene periodicamente interrotto. Il pulsoreattore divenne così un «autoreattore a combustione intermittente». Il «trucco» consistette nel porre una griglia di valvole di non-ritorno subito dopo il condotto di ingresso dell'aria che attraverso di esse entrava nella camera di combustione. Quando aveva luogo l'accensione della miscela la repentina sovrappressione chiudeva le valvole di non-ritorno cosicché il gas subito raggiungeva la pressione necessaria e poteva espandersi solamente in direzione dell'ugello generando la spinta del missile. Si creava una depressione a valle della griglia delle valvole le quali così si riaprivano lasciando di nuovo entrare l'aria compressa dinamicamente ed il ciclo si ripeteva. Nella V-1 la frequenza media di ripetizione del ciclo era di 40 Hertz, ossia di quaranta cicli al secondo.

Per attivare il ciclo occorre una velocità minima di partenza. Furono

progettate catapulte di lancio costituite da rotaie inclinate lunghe 45 metri (i cosiddetti «ski-jumpers» o trampolini da sci, come li chiamarono i servizi segreti inglesi, che non riuscivano a capire a cosa servissero). La bomba veniva accelerata a mezzo di un razzo ausiliario e raggiungeva la velocità di 110 metri al secondo (circa 400 Km/ora) necessaria all'autosostentamento del pulso-reattore. Un altro modo per raggiungere la necessaria velocità di autosostentamento fu quello di agganciare la V-1 ad un aereo Heinkel III. All'istante voluto l'aereo sganciava la V-1 che aveva acquisito la stessa velocità dell'aereo e poteva così iniziare la sua missione.

Nella sua versione di serie la V-1 pesava 2200 Kg alla partenza, raggiungeva una velocità di crociera di 600 Km/ora alla quota di 1500 metri. Portava un carico utile di 900 Kg di esplosivo ad una distanza di 250 Km. La durata del volo era di circa 25 minuti. Era stabilizzata giroscopicamente ed era munita a prua di una piccola elica i cui giri erano proporzionali alla distanza percorsa. Quando il contagiri indicava che la distanza prefissata era stata raggiunta, veniva chiuso automaticamente il flusso di carburante e la V-1 puntava a naso all'ingiù sull'obiettivo. Dal 13 giugno 1944 al 29 marzo 1945 19'000 V-1 furono lanciate sull'Inghilterra e sul Belgio. Molte di esse furono però difettose e molte furono abbattute sia dagli aerei che dalla difesa anti-aerea inglese, i cui cannoni da 40 mm Bofors, di fabbricazione svedese, erano già fin d'allora controllati da direzioni del tiro munite di radar.

GENERALITA' SUI MOTORI A RAZZO

La fondamentale differenza fra i motori a razzo e i motori a reazione consiste nel fatto che il razzo genera la sua spinta senza utilizzare l'aria atmosferica mentre i motori a reazione (autoreattori, pulsoreattori ed i ben più diffusi turboreattori) devono utilizzare a tale scopo l'aria atmosferica. Ne deriva che i motori a reazione, sebbene più facilmente regolabili dei motori a razzo, presentano una limitazione in quota e non possono essere impiegati per la navigazione spaziale.

I principi del motore a razzo erano già conosciuti fin dal secolo XIII. I Cinesi, ai quali è attribuita l'invenzione della polvere da sparo nel 1232, furono i primi a lanciare «frecce di fuoco volante» per scopi militari. Si attribuisce ai Mongoli il primo impiego di tali armi nella battaglia di Leigniz (Legnica, nell'attuale Polonia) nel 1241. Arabi, Veneziani, Spagnoli usarono abitualmente razzi già dal secolo XIV, tale tecnologia si migliorò continuamente in tutti i Paesi d'Europa, in particolare in Inghilterra ed in Svezia.

Nel 1807 gli Inglesi rasero al suolo Copenaghen a mezzo di razzi incendiari lanciati dalle navi di Nelson per punire la Danimarca per un presunto appoggio a Napoleone. Essi impiegarono i razzi anche contro i «cugini» americani nella guerra del 1812 quando dopo la battaglia di Bladenburg del 1814 presero e incendiarono Washington.

Nel 1896 un oscuro insegnante russo di Kaluga, Konstantin Ziolkowsky, compilava un testo la cui chiarezza sarebbe stata riconosciuta solo nella seconda metà del secolo XX. Il libro si intitolava «L'esplorazione dello spazio cosmico a mezzo di motori a razzo», dove egli eseguì tutti i calcoli sia per mettere in orbita i satelliti artificiali sia per raggiungere la Luna e altri corpi celesti a mezzo di razzi pluri-stadio. Egli era perfettamente al corrente della relazione che dà la «velocità di fuga» dalla Terra, così come da ogni altro campo gravitazionale, e che si esprime così:

$$V = \sqrt{2gR}$$

dove **V** è la velocità necessaria per staccarsi da un dato campo gravitazionale. Nel caso della Terra **R** è il raggio terrestre medio pari a 6378 Km, **g** è

l'accelerazione media di gravità, pari a 9,81 metri al secondo quadrato. Si ricava che la velocità di fuga dalla Terra è di circa 11,2 Km al secondo. Ziolkowsky calcolò anche le velocità di fuga dai vari pianeti e satelliti del sistema solare e giunse a calcolare le spinte da imprimere ai razzi per effettuare i viaggi spaziali, così come si sono effettuati negli ultimi anni. Egli era considerato ai suoi tempi un visionario, ma i Sovietici vollero onorare questo loro compatriota: quando essi circumnavigarono per la prima volta la Luna con la sonda «Luna 3» nel 1959, fotografandone la misteriosa parte nascosta, vi scoprirono fra l'altro un insolito cratere scuro e frastagliato, al quale diedero il nome di «Cratere Ziolkowsky».

Tutti i razzi impiegati fino all'inizio del secolo XX facevano uso di combustibili solidi con i quali, però, le temperature raggiungibili nelle camere di combustione e le conseguenti velocità di uscita dei gas avevano raggiunto i loro limiti. Tali limiti non avrebbero permesso di trasportare a distanze significative carichi utili molto pesanti. L'importante passaggio tecnico dall'impiego dei combustibili solidi all'uso dei combustibili liquidi fu merito dell'americano Robert Goddard, che il 16 Marzo 1926 riuscì a lanciare per un breve tragitto un piccolo razzo alimentato da benzina e ossigeno liquido. Nella storia della missilistica spaziale e militare viene attribuito a questo primitivo esperimento lo stesso significato che ebbero nella storia dell'aeronautica i primi metri di volo compiuti con un mezzo più pesante dell'aria dai fratelli Wright nel 1903.

Nel frattempo in Germania un altro oscuro insegnante di matematica, Hermann Oberth, pubblicava nel 1929 i seguenti testi: «*Metodi per effettuare viaggi spaziali*», «*Il razzo nello spazio interplanetario*» ed ancora «*Sistemi a propulsione elettrica*». Questi ultimi tipi di propulsori saranno probabilmente i propulsori dell'esplorazione cosmica nel nostro XXI secolo. Vi era immenso entusiasmo in Germania per gli studi e gli esperimenti relativi alla propulsione a razzo, il cui sviluppo, proprio perché imprevedibile, non era stato proibito dal Trattato di Versailles. Nel 1931 un gruppo di giovani studiosi costituì una società privata che si chiamò «*Società Tedesca per la propulsione a razzo*». Il capitano Walter Dornberger, futuro direttore di Peenemünde, si interessò a quella Società e riuscì a farla incorporare nelle Forze Armate per continuare lo sviluppo dei motori a razzo nell'interesse dell'Esercito. Dornberger aveva notato fra i membri della Società un giovane ingegnere particolarmente brillante e decise di dargli l'incarico di guidare la squadra di specialisti di razzi a propellente liquido. Il nome di quell'ingegnere era Werner von Braun.

LA BOMBA A RAZZO V-2

Come si è accennato, von Braun «scoprì» Peenemünde già nel 1935. Dal 1936 egli vi lavorò intensamente per progettare una nuova macchina volante destinata a schiudere nuovi orizzonti per l'umanità. L'originale idea di von Braun era quella di sviluppare un «razzo lunare», ma gli eventi della Storia lo obbligarono a sviluppare invece una versione militare di tale razzo. Sotto la direzione di Walter Dornberger, divenuto direttore del centro missilistico «Peenemünde Est» per conto dell'Esercito, von Braun fissò l'architettura generale del missile per realizzare ciò che lo Stato Maggiore voleva ottenere: trasportare un carico utile (esplosivo) di almeno una tonnellata ad una distanza di almeno 300 Km a velocità supersonica ed a quote irraggiungibili dall'offesa nemica. Dati questi parametri di progetto von Braun calcolò la spinta necessaria da imprimere al razzo, la temperatura della camera di combustione per fare uscire i gas alla velocità voluta, scelse i combustibili ottimali, progettò i sottoassiemi necessari quali pompe, iniettori, turbine, camera di combustione e ugello di scarico con relativa refrigerazione delle parti, e infine i dispositivi di stabilizzazione e controllo. Tutto il progetto doveva raggiungere

un'altissima efficienza, nel senso tecnico della parola, che nel caso dei motori a razzo è data dall'Impulso Specifico, che si misura in secondi (2).

Von Braun voleva ottenere un valore di Impulso Specifico di 200 secondi, mai raggiunto fino ad allora. In realtà la V-2 raggiungerà un impulso specifico di 224 secondi. Occorreva ora decidere sulle dimensioni e pesi dei vari sottoassiemi, nonché sulla loro distribuzione all'interno del missile. Partendo dall'alto e immaginando la V-2 sulla sua rampa mobile, nella classica posizione di decollo verticale, von Braun sistemò nel cono di ogiva l'esplosivo con i necessari accessori (spoletta ecc.), quindi i dispositivi di navigazione, stabilizzazione e controllo, quindi il serbatoio del combustibile (alcol etilico al 75% col 25% acqua) al di sotto del quale era il serbatoio del comburente (ossigeno liquido). Al di sotto dei serbatoi erano sistemate le pompe per l'alcol e per l'ossigeno montate coassialmente ad una turbina che le azionava. Seguivano gli iniettori, la camera di combustione e l'ugello di uscita dei gas. Nacque così a Peenemünde la classica disposizione dei principali sotto-assiemi adottata in seguito dalla NASA e dall'Agenzia spaziale Russa per tutti i veicoli spaziali del nostro tempo. Esisteva, fra gli altri, il problema della refrigerazione delle pareti della camera di combustione e dell'ugello di scarico. I gas raggiungevano temperature superiori ai 2500° per cui le pareti non avrebbero potuto resistere durante i 63 secondi per i quali durava la combustione e la spinta. Von Braun escogitò il principio detto di «refrigerazione rigenerativa» facendo passare l'alcol attraverso tutto il serbatoio di ossigeno (che si trovava a 183° sotto zero) in modo che si raffreddasse intensamente. L'alcol così raffreddato veniva forzato in una doppia parete che avvolgeva sia la camera di combustione che l'ugello di scarico. La temperatura della parete veniva mantenuta sui 1000°, il che permetteva ai materiali di resistere per tutta la durata della spinta.

L'alcol e l'ossigeno raggiungevano finalmente gli iniettori e quindi la camera di combustione. Qui si mescolavano, e dopo l'accensione si scatenava un inferno di temperatura e di pressione capace di imprimere al gas una velocità di uscita di 2200 metri al secondo, generando una spinta di 27 tonnellate.

La V-2 di serie aveva un'altezza di 14 metri ed un diametro di 1,65 metri. Sviluppava per 63 secondi una spinta di 27 tonnellate. Il suo peso alla partenza era di 13,5 tonnellate di cui 8,7 erano di propellente e 1 tonnellata era di esplosivo (Tritolo e Nitrato di Ammonio). Giunse a toccare velocità di 5200 km/ora, quote di 87 km e portate di 320 km. All'arrivo a terra la velocità era di 3600 km/ora. La durata media del volo era di circa 6 minuti.

L'impiego della refrigerazione rigenerativa, della turbina per azionare le pompe centrifughe, delle alette di stabilizzazione in grafite, immerse nei caldissimi gas di scarico, furono invenzioni rivoluzionarie nelle tecnologie dell'epoca e sono ancora oggi in gran parte utilizzate nei vettori spaziali più di sessant'anni dopo il primo lancio sperimentale della V2, avvenuto il 23 Ottobre 1942, lo stesso giorno dell'attacco inglese a El Alamein.

Il primo impiego operativo della V2 ebbe come obiettivo Parigi. Il lancio avvenne l'8 Settembre 1944. In aggiunta alle 19'000 V-1, 3000 missili V-2 furono lanciati da basi mobili contro l'Inghilterra ed il Belgio fino al 29 Marzo 1945. Le frequenze di lancio raggiunsero valori di 10-15 missili al giorno e nelle ultime settimane di guerra furono ancora lanciati 60 missili alla settimana.

La grande differenza fra la V-1 e la V-2 consistette nel diverso sistema propulsivo e soprattutto nell'«invulnerabilità» della V-2 rispetto alla V-1, grazie all'altissima velocità, al brevissimo tempo di volo ed alla quota che poteva

(2) L'Impulso specifico è la spinta che si ottiene per unità di peso di propellente al secondo e si definisce come V/g dove V è la velocità di uscita dei gas e g è l'accelerazione di gravità.

raggiungere. Essendo inoltre molte volte più veloce del suono, nessun allarme acustico ne segnalava l'arrivo. L'esplosione era quindi subitanea e inaspettata, con conseguenze devastanti sugli obiettivi ed anche sulla psicologia della popolazione.

Va rilevato che quasi due anni trascorsero dal primo lancio di successo nel 1942 al primo lancio operativo nel 1944. L'intervallo di due anni, fatale ai fini strategici del conflitto, fu dovuto al bombardamento di Peenemünde del 17 Agosto 1943.

IL BOMBARDAMENTO DI PEENEMÜNDE

Si può affermare che per von Braun la disgrazia dell'ordinanza di Speer già citata, che gli imponeva di non ostacolare i programmi dell'Aeronautica, non venne da sola. Essa recava la stessa data nella quale avvenne il terribile bombardamento di Peenemünde da parte della Royal Air Force, avvenuto fra le 23 del 17 Agosto e le 3.40 del 18 Agosto 1943. Tale bombardamento, cui fu dato il nome di operazione «Hydra» da parte dei servizi segreti britannici, è considerato come uno dei bombardamenti più fatali della 2° Guerra Mondiale, assieme al bombardamento sulla fabbrica di acqua pesante in Norvegia il 16 Novembre 1943, per le conseguenze che ebbero entrambi sull'esito finale del conflitto in Europa. Scrive David Irving: *«La disposizione di Speer fu il primo grave colpo inferto al programma di von Braun. Il secondo colpo venne inferto dal bombardamento britannico noto come "Hydra" avvenuto nello stesso giorno».*

È doveroso esprimere ammirazione per la perfida destrezza dimostrata dalla RAF. in quell'occasione. Da tempo Berlino veniva bombardata quasi ogni notte, mentre Peenemünde non era mai stata bombardata. I Tedeschi ritenevano che i mascheramenti adottati per fare apparire inoffensivi gli stabilimenti di ricerca e sviluppo fossero sufficienti a non allarmare gli Inglesi. Una serie di dati e di frammentarie informazioni sulle «Nuove Armi» forniti da agenti britannici in Germania, in diversi tempi e luoghi, era del resto affetta da grossolani e contrastanti errori di valutazione e da mancanza di conoscenze tecniche. Ma su di un punto tutti i rapporti convergevano: sulla località Peenemünde!

Fu così che, dopo interminabili dibattiti fra i sostenitori delle varie priorità dell'Inghilterra, nell'Agosto 1943 al livello del coordinatore della Difesa Antiaerea, Duncan Sandys, genero di Churchill, del Comandante della RAF., Generale Harris (conosciuto poi come «il macellaio» per il bombardamento di Dresda) e dello stesso Churchill, fu deciso il fatale bombardamento che ritardò di almeno un anno l'impiego della V-2. Impiego che si rivelò dunque tardivo sia per impedire lo sbarco in Normandia sia per influire sull'esito finale del conflitto.

L'operazione «Hydra» vide l'impiego di ben 600 bombardieri Stirling, Halifax e Lancaster, più una squadra di cacciabombardieri Mosquito che venivano abitualmente impiegati per bombardare Berlino. Questa potente «Armada» aerea attraversò il Mar Baltico e indusse i Tedeschi a credere che avesse come obiettivo di nuovo Berlino. Per rafforzare l'inganno, ad un certo punto della missione, i Mosquito si distaccarono dalla formazione e puntarono effettivamente su Berlino. Questa fase diversiva dell'operazione «Hydra» prese il nome di operazione «Whitebait».

Fin dal momento della scoperta della grossa formazione nemica in volo sul Baltico la Luftwaffe richiamò centinaia di caccia notturni dalla Germania, dal Belgio e dalla Danimarca con l'ordine di convergere verso Berlino per intercettare ed attaccare la formazione nemica.

Ma all'appuntamento su Berlino giunsero solo i caccia tedeschi, che riuscirono ancora ad abbattere un Mosquito prima che anche questi si dileguassero. Su Berlino non si trovava nessuno dei bombardieri annunciati dai radar! Essi erano tutti su Peenemünde, circa 150 km più a Nord, dove in tre ondate successive

rovesciarono un inferno di ferro e di fuoco sugli stabilimenti e sugli alloggiamenti dei tecnici, secondo un preciso piano della RAF. Von Braun riuscì fortunatamente a salvarsi, ma non fu lo stesso per molti dei suoi valorosi colleghi.

Quando la Luftwaffe si rese conto dell'errore commesso ordinò che tutti gli aerei che avevano ancora sufficiente benzina puntassero su Peenemünde. Essi riuscirono ancora ad abbattere ben 41 bombardieri nemici, ma ciò non impedì che l'inganno inglese fosse perfettamente riuscito con le già accennate nefaste conseguenze.

Dopo la guerra furono condotti approfonditi studi per valutare l'ipotesi se un più tempestivo impiego delle «Nuove Armi» unitamente ad un più grande quantitativo di esse avrebbe potuto avere un'influenza sull'esito finale del conflitto. Le conclusioni, che qui si riassumono, furono:

-Un più tempestivo impiego su grande scala di intercettori tipo Me-163 e Me-262 avrebbe costretto gli alleati a modificare drasticamente la strategia dei bombardamenti sulle città tedesche.

-Un sistematico bombardamento a mezzo di V-1 e V-2 sulle coste inglesi a partire dal 1942-1943 avrebbe certamente ritardato l'operazione Overlord (sbarco in Normandia).

-Tutti questi ipotetici eventi avrebbero ritardato la fine del conflitto, ma non avrebbero potuto modificarne l'esito.

-Da tutte queste ipotesi emerse anche una certezza: secondo i piani di Roosevelt, se il conflitto in Europa fosse durato fino all'Agosto 1945, la prima bomba atomica della Storia non sarebbe scoppiata su Hiroshima, ma su Berlino.

LA BOMBA ATOMICA

Perché il 3° Reich non riuscì a produrre una bomba atomica da usare, ad esempio, come «carico utile» di una V-2? Perché geni come i Premi Nobel Heisenberg, Hahn, Strassmann, scienziati come Carl Friedrich von Weizsäcker (fratello del futuro Presidente della Repubblica Federale Tedesca) coordinati da schiere di validissimi fisici, non riuscirono a produrre in tempo utile una bomba come fecero invece i loro «colleghi» americani di Los Alamos e di Oak Ridge? Si tratta di uno degli argomenti più controversi della 2° Guerra Mondiale. L'ipotesi di una V-2 con testata atomica era l'incubo degli Inglesi che, dopo ogni bombardamento effettuato con V2, si precipitavano con i contatori Geiger nei luoghi delle esplosioni paventando di riscontrarvi segni di radioattività, ovviamente inesistenti.

Prima di esaminare i motivi di questa «mancanza di radioattività» sarà utile seguire in linea di larga massima la storia della «Fissione nucleare», fenomeno che è alla base della bomba atomica.

L'etimologia della parola *fissione* risiede nel latino «fissio, fissionis», da «findere», che significa fendere. La parola fu presa a prestito dalla biologia. Il fisico tedesco Otto Frisch chiese una volta al biologo William Arnold in California come si chiamasse il fenomeno di un batterio che si scinde in due parti. Arnold rispose «fissione binaria». Frisch adottò la parola *fissione* per definire il fenomeno scoperto in Germania, al Kaiser Wilhelm Institut, da due fisici tedeschi, Otto Hahn e Fritz Strassmann nel 1938, per il quale essi ricevettero in seguito il Premio Nobel. I due fisici bombardarono il nucleo dell'atomo di Uranio con dei neutroni e scoprirono che il nucleo si scindeva in due nuclei di elementi diversi dall'Uranio con conseguente liberazione di energia. Risultò inoltre che il peso atomico complessivo dei due nuovi nuclei era inferiore a quello del nucleo originario. Hahn e Strassmann non seppero spiegarsi questa differenza di peso atomico. Essi comunicarono alla scienziata atomica austriaca Lise Meitner la loro scoperta, la quale volle consultare Niels Bohr, danese, forse il più illustre fisico europeo dell'epoca. Assieme al proprio nipote, il

fisico Otto Frisch, essa ipotizzò che la massa mancante si fosse trasformata in energia secondo la nota formula di Einstein $E=mc^2$, dove E è l'energia liberatasi con l'esplosione, m la massa mancante e c^2 è il quadrato della velocità della luce. Dopo avere riflettuto e scarabocchiato qualche calcolo, Bohr esclamò «*Ma è chiaro che è così! È una cosa magnifica! È proprio come deve essere!*».

La massa mancante era proprio quella che generò l'energia misurata durante l'esperimento. La comunità scientifica internazionale, i cui membri nel 1938 ancora comunicavano fra di loro apertamente e appassionatamente, condusse ulteriori analisi e ricerche sul fenomeno appena scoperto. Si accertò, ripetendo l'esperimento, che solo una piccola parte dell'Uranio causava il fenomeno di fissione, ossia l'isotopo (3) chiamato Uranio 235 e non il ben più diffuso Uranio 238.

ROTTURA NEL MONDO SCIENTIFICO

Si è accennato che ancora nel 1938 i fisici comunicavano apertamente fra di loro, anche se già affioravano le prime tensioni fra i fisici tedeschi simpatizzanti in grande maggioranza per il Regime Nazionalsocialista ed i loro colleghi degli altri Paesi. Un caso emblematico fu il rapporto scientifico e intellettuale che legò per anni il giovane Werner Heisenberg, Premio Nobel nel 1932, al più anziano collega danese Niels Bohr, Premio Nobel 1924. I due scienziati furono poi destinati a svolgere compiti ad altissimo livello in campi opposti: Heisenberg come capo delle ricerche nucleari del Reich e Bohr quale personalità centrale nei laboratori atomici di Los Alamos. Fra gli scienziati che si opponevano al Nazionalsocialismo vi era l'ebreo ungherese Leo Szilard, che lavorava in America ed era ossessionato dall'idea che la Germania potesse giungere per prima a costruire la bomba atomica. Tuttavia l'evento che causò la definitiva rottura delle consultazioni fra i fisici dei due campi fu la scoperta del francese Frédéric Joliot-Curie, il quale disponeva a Parigi dell'unico ciclotrone allora esistente in Europa, ossia di una macchina adibita all'accelerazione di particelle elementari e usata per il bombardamento neutronico. Bombardando l'Uranio con il suo ciclotrone Joliot-Curie scoprì che nei fenomeni di fissione venivano emessi anche alcuni neutroni liberi. Joliot-Curie pubblicò la sua scoperta nella rivista «Nature» il 18 Marzo 1939. I calcoli indicavano un valore di 3,5 neutroni liberi per ogni fissione ed egli scrisse «*L'interesse del fenomeno qui discusso consiste nel fatto che si tratta di un mezzo per produrre una catena di reazioni nucleari*». I neutroni liberi, che Bohr definì «schegge», presero il nome di «neutroni secondari». Si calcolò che l'energia liberata dalla fissione di una data quantità di Uranio è 400'000 volte superiore all'energia liberata da una uguale quantità di tritolo.

Si volle fare il calcolo che l'energia liberata dalla fissione del nucleo di un solo atomo di Uranio 235 sarebbe stata sufficiente a fare saltellare un granello di sabbia in modo visibile ad occhio nudo! In un grammo di Uranio 235 vi è però un numero di atomi pari a 10 seguito da 25 zeri e l'energia liberata da quel grammo di Uranio è pari a quella liberata da 400 Kg di tritolo.

Si ipotizzò dunque che se ognuno di questi neutroni secondari avesse urtato un altro nucleo, che a sua volta avesse causato la liberazione di altri neutroni secondari, che avrebbero a loro volta esaltato in progressione geometrica il fenomeno, allora si sarebbe realizzata la prevista, anche se paventata, «reazione a catena». Se tale reazione fosse controllata, si poteva ottenere una generazione di

(3) Si chiama isotopo un elemento chimicamente uguale ad un altro in quanto entrambi hanno lo stesso numero di elettroni (92 nel caso dell'Uranio) ma hanno diverso peso atomico. L'Uranio 235 ha peso atomico 235 e l'Uranio 238 ha peso atomico 238, ossia possiede nel proprio nucleo 3 neutroni in più dell'Uranio 235. 99,3% di Uranio 238 e solamente dallo 0,7% di Uranio 235.

energia non esplosiva, come nella pila atomica e, più tardi, nei reattori atomici. Se la reazione fosse invece rimasta incontrollata, si sarebbe verificata un'esplosione dagli effetti devastanti. In effetti gli scienziati non sapevano ciò che sarebbe successo nel caso di una reazione incontrollata. L'incubo era costituito dalla possibilità tecnica che il fenomeno di fissione si estendesse dall'Uranio anche ai materiali dei contenitori e all'aria circostante, senza fermarsi più, nel qual caso l'atmosfera sarebbe «bruciata» e quindi la vita sulla Terra sarebbe scomparsa. Tale ipotesi si basava su calcoli condotti con logica rigorosa, ma in cui il livello di «probabilità» era estremamente basso. Fu comunque sufficiente a togliere il sonno a scienziati come Heisenberg e Oppenheimer, indipendentemente dal loro credo politico.

La prima reazione a catena controllata si ottenne nella pila atomica costruita da Fermi a Chicago nel Dicembre 1942, mentre la prima reazione incontrollata, e quindi esplosiva, si ottenne con la bomba sperimentale al Plutonio scoppiata ad Alamogordo nel Luglio 1945.

Le miniere di Uranio della Cecoslovacchia caddero in mano tedesca nel 1939. Il Reich trasferì quindi grandi quantità di Uranio in Germania e cessò di vendere Uranio sul mercato internazionale. Il solito Szilard paventò allora che la Germania stesse lavorando alla bomba, e indusse Einstein a scrivere a Roosevelt la famosa lettera del 2 Agosto 1939, che convinse il Presidente USA a dare inizio al programma atomico americano. Nel 1940 la Germania occupò la Danimarca. Niels Bohr rimase a capo del suo Istituto di Fisica e le autorità del Reich mostrarono molta deferenza nei suoi confronti. Nel suo intimo, invece, cominciò a sviluppare una profonda avversione contro la Germania Nazionalsocialista. Nel 1943 decise di lasciare la Danimarca e, aiutato dai Servizi Segreti inglesi, che lavoravano d'intesa con i suoi assistenti ebrei, prof. Maier e prof. Klein, compì una rocambolesca fuga attraverso la Svezia e l'Inghilterra, diretto in America dove andò a lavorare con Oppenheimer a Los Alamos. La sua fuga segnò ovviamente anche la rottura definitiva dei suoi rapporti con Heisenberg e con gli altri fisici tedeschi con i quali, almeno formalmente, era rimasto fino a quel momento in contatto.

La scoperta dei neutroni secondari, che schiudeva fatalmente il percorso scientifico verso la bomba atomica, aveva scavato un solco incolmabile fra scienziati che fino ad allora avevano collaborato in piena reciproca stima ed amicizia e si erano scambiati tutte le informazioni riguardanti le proprie esperienze ed i propri studi.

GLI ELEMENTI COSTITUTIVI DI UNA BOMBA ATOMICA

La materia prima di una bomba atomica è costituita dal cosiddetto «materiale fissile», ossia da un elemento che possa dare luogo alla fissione quando viene opportunamente bombardato con i neutroni.

Nel 1940 nel ciclotrone di Berkeley in California il fisico Glenn Seaborg scoprì che bombardando l'Uranio 238 si ottenevano minime quantità di un nuovo elemento, che fu chiamato Nettunio, il quale era però instabile e subito decadeva in un altro elemento ancora, questa volta molto stabile, che fu chiamato Plutonio dal nome dell'ultimo pianeta del sistema solare, Plutone, scoperto nel 1930. Il Plutonio si rivelò subito come un elemento sinistro e pericoloso per l'uomo a causa della sua intensa radioattività. Non esiste in natura ed è costosissimo da produrre. Aveva però una grande qualità agli occhi dei fisici: aveva una massa critica di appena 300 grammi ed era facilmente fissionabile; in altre parole era l'elemento ideale per fabbricare bombe atomiche.

Per massa critica si intende la minima quantità di un elemento fissionabile in grado di dare luogo e sostenere una reazione a catena quando venga bombardata con neutroni. La sua grandezza dipende da diversi fattori, primo fra tutti dal livello di

purezza del materiale fissile. All'inizio dell'era atomica scienziati del calibro di Einstein, Bohr, Fermi ed anche Heisenberg credevano che la massa critica dell'Uranio fosse di diverse decine di tonnellate, la qual cosa avrebbe reso impossibile l'impiego di una bomba atomica aerotrasportata. Si scoprì in seguito che la massa critica dell'Uranio 235 era in realtà di poche decine di chilogrammi e che quella del Plutonio, come detto, era di appena 300 grammi.

Una volta costituita la massa critica del materiale prescelto, occorre subito bombardarla con i neutroni per innescare la reazione a catena e quindi l'esplosione. I tempi in questione erano nell'ordine di milionesimi di secondo. Nel caso dell'Uranio 235 la massa critica si ottenne impiegando due parti di materiale fissile, ognuna delle quali di massa inferiore alla critica, che dovevano essere «sparate» l'una contro l'altra a mezzo di un esplosivo convenzionale ad altissima velocità. La massa delle due parti congiunte eccedeva allora la massa critica e il processo poteva avere luogo. Nella bomba di Hiroshima l'esplosivo usato fu la cordite. Nel caso di Nagasaki, nonché per l'esplosione sperimentale di Alamogordo, non si poté usare lo stesso metodo perché l'estrema velocità con cui la reazione si scatena nel Plutonio avrebbe richiesto una velocità relativa di 900 metri/secondo, irraggiungibile coi metodi di allora. Venne allora in aiuto un metodo scoperto nel 1943 da due fisici che operavano a Los Alamos: l'olandese Neddermeyer e l'ungherese von Neumann. Essi avevano messo a punto il metodo cosiddetto dell'«implosione» per costituire la massa critica del Plutonio nei tempuscoli necessari. Cariche esplosive cave furono disposte sulla superficie di una sfera. Quando le cariche venivano innescate esse proiettavano verso il centro della sfera delle sezioni subcritiche di Plutonio opportunamente disposte e dimensionate, le quali a loro volta venivano a costituire una sfera iper-compressa di Plutonio che eccedeva la massa critica. In essa venivano quindi iniettati i neutroni che scatenavano l'esplosione. Nel caso del Plutonio, la fase più complessa per la realizzazione della bomba fu proprio la messa a punto del metodo dell'implosione. Nel caso dell'Uranio 235, la fase più complessa fu invece costituita dalla separazione dell'isotopo Uranio 235 dall'Uranio 238, ottenuta fino ad allora solo in laboratorio. Per passare alla fase industriale di tale separazione, dopo estenuanti tentativi con metodi diversi fra cui la centrifugazione, prevalse in America il processo chiamato «termodiffusione gassosa» per il quale si dovette scegliere una nuova sede per i vastissimi impianti necessari. La sede prescelta fu Oak Ridge e gli impianti richiesero chilometri quadrati di superficie. Il processo per ottenere Uranio 235 venne progressivamente abbandonato in favore del Plutonio che è anche oggi il materiale fissile per eccellenza delle bombe atomiche, nonché l'esplosivo di innesco per la bomba a fusione, nota anche come bomba all'idrogeno. Entrambi i procedimenti relativi all'Uranio 235 e al Plutonio vennero perseguiti in parallelo dagli americani, perché non si sapeva quale sarebbe stato il più pratico. Entrambi si rivelarono lunghi e costosi anche per gli USA, che pure disponevano di risorse umane, scientifiche e finanziarie pressoché illimitate. L'obiettivo di Roosevelt di lanciare una bomba atomica sulla Germania non poté essere raggiunto perché i tempi lunghi, necessari alla messa a punto della bomba impedirono di ottenere questo risultato prima della fine della guerra in Europa. Al giorno d'oggi si osserva che molti Paesi del terzo mondo impiegano come materiale fissile prevalentemente l'Uranio 235 separandolo dall'Uranio 238 sia a mezzo della centrifugazione che a mezzo della termodiffusione gassosa, pur essendo questi metodi lunghi e laboriosi. Essi sono tuttavia meno costosi e meno sofisticati dei mezzi necessari alla produzione del Plutonio.

I MODERATORI NEUTRONICI E L'ACQUA PESANTE

I Moderatori Neutronici sono quelle sostanze che, poste fra la sorgente di

neutroni e la sostanza da bombardare, rallentano i neutroni in modo che essi non attraversino i nuclei del bersaglio troppo velocemente, lasciandoli intatti. Al fine di ottenere la fissione, occorre che i neutroni penetrino nell'interno del nucleo rimanendovi per il tempo necessario ad ottenerne la frantumazione. Per spiegare questo comportamento del nucleo, Niels Bohr usò una volta un paragone divenuto poi classico nella storia della fisica: egli disse di immaginare il nucleo come una goccia sferica di un liquido molto denso tenuto insieme da una forte tensione superficiale. Un proiettile troppo veloce potrà indurre una vibrazione nella goccia, ma non ne causerà il dissolvimento, mentre un proiettile più «lento» attraverserà la goccia per il tempo necessario a causarne la separazione in più parti, proiettando anche delle gocce di liquido all'intorno (i neutroni secondari che poi causano la reazione a catena).

Il merito di avere per primo intuito l'efficacia dei neutroni lenti spetta ad Enrico Fermi che già negli anni '30 a Roma constatò che bombardando l'Uranio con dei neutroni rallentati dalla paraffina il suo nucleo si scindeva dando luogo a elementi diversi che chiamò «transuranici». Intuì inoltre che il moderatore ideale sarebbe stata «l'acqua pesante» (acqua nella quale l'atomo di Idrogeno è sostituito dal suo isotopo Deuterio). L'acqua pesante è però costosa e difficile da produrre, e quindi molto meno accessibile della semplice paraffina, o della grafite o della normale acqua, che sono tutte sostanze ricche di idrogeno che hanno la facoltà di rallentare i neutroni. L'acqua pesante venne prodotta in Europa per tutto il periodo della guerra solamente negli stabilimenti della «Norsk Hydro» di Rjukan in Norvegia. L'importanza strategica dell'acqua pesante divenne massima quando i fisici, sia in America che in Europa, si resero conto che essa era il moderatore ideale per rallentare i neutroni con cui bombardare l'Uranio 238 per ottenere il terribile Plutonio.

L'ENIGMA DI HEISENBERG E LA BOMBA ATOMICA TEDESCA

È stato scritto molto su Heisenberg e sulla sua complessa personalità. Nato a Würzburg nel 1901, morto a Monaco nel 1976, divenne ancora giovanissimo, professore di fisica a Göttingen. Lavorò a Copenaghen sotto la guida di Niels Bohr, stabilendo con lui un profondo rapporto sul piano umano e scientifico. Nel 1927 ebbe la cattedra di Fisica Teorica all'università di Lipsia. Heisenberg fu uomo di eccezionale intelligenza, capace di intuizioni brillanti nel campo della Fisica Teorica. I suoi contributi alla Meccanica Quantistica e la sua scoperta del «Principio di Indeterminazione» gli fecero assegnare il Premio Nobel nel 1932. Il Principio stabilisce che non è possibile in un atomo conoscere allo stesso tempo la posizione e la velocità di un elettrone: o si conosce una grandezza o si conosce l'altra, ma mai entrambe contemporaneamente. Il Principio fece imbestialire Einstein che sbottò con la sua famosa espressione «Dio non gioca a dadi». Heisenberg era una persona gentile e affabile, ma introversa, e non possedeva il dono di esprimersi in modo convincente. Si direbbe oggi che non era qualificato per le «relazioni pubbliche». Quando ricevette altissimi e segreti incarichi dal Reich per le ricerche atomiche, si trovò a dovere sempre trattare argomenti astrusi con personaggi che disponevano di grande potere ma che capivano poco di quanto egli cercava loro di comunicare. Dovendo inoltre usare molta cautela nel presentare i problemi delle ricerche atomiche, la chiarezza delle sue espressioni ne venne ulteriormente a soffrire, accrescendo le difficoltà di trovare appoggi e finanziamenti.

Si può oggi con certezza affermare, assieme allo storico David Irving che studiò a fondo il lavoro di Heisenberg e che lo intervistò dopo la guerra, che gli aspetti della sua introversa personalità non condussero mai ad alcun atto di slealtà nei confronti della Germania, che egli amava, ed alla quale solamente aveva sempre voluto dedicare la propria scienza.

Heisenberg fece il suo ultimo viaggio in America nel 1939, quando già le tensioni e i sospetti fra i fisici schierati pro o contro il Nazionalsocialismo erano divenuti molto forti. I fisici americani e i transfughi come Fermi (rifugiatosi in America dopo essere stato nominato Accademico d'Italia ed avere intascato il Premio Nobel) tentarono in tutti i modi di convincere Heisenberg a restare in America. Egli dichiarò che intendeva tornare a lavorare in Germania anche perché, quasi scusandosi, disse che *«non voleva abbandonare i simpatici colleghi di Lipsia»*. Quando rientrò in Germania egli venne nominato capo delle ricerche nucleari dal Heereswaffenamt (Dipartimento dell'Esercito per gli Armamenti). Heisenberg fu in quegli anni tormentato da crisi di coscienza, non nei confronti del Nazionalsocialismo, ma a causa della bomba in sé. Egli ne paventava i disastrosi effetti e, pur continuando attivamente a lavorare, confidava i propri dubbi agli amici più stretti, quali Carl Friedrich von Weizsäcker e Otto Hahn. Egli aveva inoltre mantenuto una stima reverenziale verso il suo grande maestro e amico, il fisico danese Niels Bohr e così decise di recarsi a Copenaghen per visitarlo nel Settembre 1941. Bohr era oramai schierato su posizioni antitedesche e, quando seppe che Heisenberg si trovava a Copenaghen per un convegno, si rifiutò di riceverlo. Fu la moglie a convincere Bohr ad accogliere il vecchio amico che aveva per anni frequentato la casa e tutta la famiglia Bohr. Nelle intenzioni di Heisenberg lo scopo del colloquio doveva essere quello di convincere Bohr a intervenire sui fisici americani, con i quali Bohr manteneva sicuramente stretti contatti, perché non collaborassero alla costruzione della bomba atomica. A propria volta Heisenberg si sarebbe impegnato a convincere i suoi colleghi tedeschi a fare altrettanto. Ciò avrebbe risparmiato al mondo l'orrore di una guerra nucleare. Se invece Bohr non fosse stato d'accordo egli dichiarò che non avrebbe avuto altra scelta se non quella di continuare il proprio lavoro sulla bomba in Germania. Questo fu quanto Heisenberg scrisse nei propri libri e riferì nelle interviste dopo la guerra. Dello storico incontro con Bohr non vi furono rapporti scritti.

Bohr nelle sue interviste presentò una storia diversa. Egli riferì di essere trasalito quando Heisenberg gli disse che in Germania si lavorava alla bomba perché, sebbene Bohr lo paventasse, in effetti non lo sapeva. Egli si rese conto che, se fisici del calibro di Heisenberg vi lavoravano, c'era il pericolo che raggiungessero i risultati voluti. Disse a Heisenberg che era impossibile convincere i fisici americani, e tanto meno il Governo Americano, a interrompere il proseguimento di tali studi, specialmente ora, sapendo che in Germania si lavora allo stesso progetto. Disse anche che gli Americani non avrebbero mai creduto che Heisenberg avesse davvero l'intenzione o la possibilità di fermare il lavoro sulla bomba in Germania. In una intervista dopo la guerra Bohr rincarò la dose, dichiarando di essere certo che Heisenberg venne da lui solo per carpirgli informazioni sui progetti degli Americani nel campo atomico.

Bohr uscì dal colloquio preoccupato e irritato. Heisenberg ne uscì disperato. Lo scopo del colloquio, di tutto il viaggio, era fallito. Quando ne riferì a von Weizsäcker non riuscì a controllare il senso di colpa per non essere riuscito nel suo intento. Quel colloquio fu comunque l'unico che ebbe luogo durante la guerra fra i due grandi fisici, che un tempo erano stati legati da profonda stima ed amicizia. Un'ultima volta essi s'incontrarono nell'Agosto 1947 a Tsivilde, presso Copenaghen, ma i rapporti non migliorarono. Heisenberg scrisse nelle sue memorie: *«Dopo qualche tempo arrivammo entrambi alla conclusione che sarebbe stato meglio smettere di disturbare i fantasmi del passato»*.

L'occasione più favorevole per ottenere dal Reich il pieno appoggio per il progetto atomico si presentò a Heisenberg il 4 Giugno 1942, quando, su iniziativa del Gen. Fromm della Wehrmacht, egli fu invitato a tenere una conferenza sulla «nuova bomba» all'Harnack Haus a Berlino. Furono invitate le massime autorità del Reich fra cui Speer, Göring e Himmler. Si sa per certo che Speer partecipò.

Ancora una volta le scarse doti di Heisenberg nel campo delle pubbliche relazioni furono confermate. Egli usò solo espressioni come «eccezionale fonte di energia» e simili, che vennero accolte, specialmente dai militari, con incomprendimento e insofferenza. Non fece il minimo accenno all'esistenza ed alle opportunità offerte dal Plutonio per costruire la bomba, ma parlò solo dell'Uranio 235, soffermandosi in dettaglio sulle grandi difficoltà che esistevano per separarlo dall'Uranio 238.

Persino Speer, che era forse il più intelligente e favorevolmente orientato fra tutti i gerarchi presenti, rimase molto perplesso e scrisse dopo la guerra: *«Heisenberg dichiarò che si era già trovata la soluzione scientifica al problema e che nulla ostava alla costruzione di una bomba atomica, ma disse anche che per le difficoltà tecniche ci sarebbero voluti molti anni di lavoro, anche se il progetto avesse ricevuto il massimo sostegno da parte del Reich».*

LA MISSIONE «ALOS» E L'INTERNAMENTO DEGLI SCIENZIATI TEDESCHI

Con l'invasione dell'Italia nel 1943 e della Francia nel 1944 iniziò subito la caccia agli scienziati italiani e francesi che si riteneva potessero fornire informazioni sulle conoscenze dell'Asse relative alla bomba atomica. Tali ricerche furono decise e coordinate dal Generale Leslie Groves, direttore militare del progetto Manhattan che aveva come obiettivo la costruzione della bomba atomica americana. Esse furono affidate ad agenti specializzati dei Servizi Segreti, coadiuvati da gruppi di fisici. A tale delicata missione fu dato il nome di «Alsos» e vi fu messo a capo un fisico americano ebreo di nome Samuel Goudsmith. Quando poi gli invasori atlantici riuscirono a penetrare in Germania, si impadronirono di molti documenti scientifici nonché degli scienziati che li avevano prodotti. Scrive Thomas Powers nel suo libro *«Storia segreta della bomba atomica tedesca»*: *«La storia della missione "Alsos" è una successione di ossessioni brevi e intense nei confronti di scienziati che avrebbero potuto sapere qualcosa del progetto tedesco per- la bomba: prima Edoardo Amaldi e Giancarlo Wick a Roma, poi Joliot-Curie a Parigi, infine gli stessi tedeschi».* Dai documenti raccolti dall'Alsos nonché dagli interrogatori degli scienziati, Goudsmith giunse alla conclusione che *«il principale obiettivo della Germania non era la produzione della bomba, bensì la produzione di energia».* Egli riporta inoltre un altro sconcertante aspetto della ricerca tedesca: Heisenberg sarebbe stato convinto fino alla fine della guerra che la massa critica dell'Uranio 235 fosse *«pari ad almeno due tonnellate e più...».* *«Non stupisce allora»* conclude Goudsmith *«che non ci sia stata nessuna bomba atomica tedesca!»*

Dieci dei principali scienziati tedeschi furono confinati dopo la guerra in una villa presso Cambridge, che si chiamava «Farm Hall». Una legge inglese del tempo di guerra prevedeva che chiunque potesse essere detenuto fino a sei mesi «a discrezione di Sua Maestà», anche in mancanza di capi d'accusa. Tutti i locali erano muniti di microfoni e gli Inglesi poterono così ascoltare e registrare i colloqui tra gli scienziati, che a volte sfociavano in liti furibonde.

Nell'ambito di questo scritto non è possibile riassumere il contenuto di tutti quegli interessantissimi discorsi, ma una sintesi può essere tratta: alcuni scienziati, ben sapendo di essere ascoltati, vollero far credere agli Angloamericani di non avere voluto giungere intenzionalmente alla costruzione della bomba per impedire alla Germania Nazionalsocialista di usarla! In altre parole, essi avrebbero sabotato il progetto per motivi politici, forse sperando così di sottrarsi ad ulteriori conseguenze da parte dei vincitori. Heisenberg non fu fra quelli. L'argomento del «sabotaggio» fu subito sfruttato dalla propaganda angloamericana per dimostrare che i più brillanti cervelli scientifici della Germania erano degli oppositori del Nazionalsocialismo.

Non tutti gli Angloamericani furono però di questo parere, primo fra questi la vecchia volpe Goudsmith, che più di altri aveva avuto accesso a tutte le informazioni

sullo stato delle ricerche tedesche. Egli si infuriò quando seppe di quelle interpretazioni propagandistiche, che non poteva contraddire pubblicamente. Ebbe però modo di far sapere di trovare «indegno» da parte di scienziati di quel calibro il tentativo di coprire con argomenti ideologici il fallimento dei loro sforzi, dovuto invece a «incompetenza professionale»!

MOTIVI CHE IMPEDIRONO AL REICH LA REALIZZAZIONE DELLA BOMBA ATOMICA

A questo punto è legittimo chiedersi perché le difficoltà tecniche furono superate in USA e non in Germania. E' pur vero che né gli USA né la Germania riuscirono a produrre la bomba prima della fine della guerra in Europa, ma è altrettanto vero che gli USA vi riuscirono circa tre mesi dopo, e che in tale lasso di tempo la Germania non avrebbe comunque mai potuto raggiungere quel risultato.

Si riportano le ipotesi considerate più evidenti:

- I superiori mezzi economici e industriali impiegati in USA.
- Il superiore livello scientifico collettivamente raggiunto dai moltissimi scienziati concentrati in Los Alamos, paragonato al livello che pochi brillanti scienziati tedeschi, sparsi in vari laboratori e università, poterono raggiungere.
- La mancanza di coordinamento, più che «l'incompetenza professionale» citata da Goudsmith, giocò un ruolo determinante.
- La collaborazione costruttiva fra un direttore scientifico come Robert Oppenheimer, fisico teorico, con il tirannico direttore militare del progetto Manhattan, Generale Leslie Groves, che si piccava di non capire nulla di fisica, ma che era uno straordinario organizzatore. Una tale figura pratica mancò a fianco di Heisenberg.
- Gli USA disponevano di un territorio immenso che non fu mai bombardato, mentre tragicamente opposto era il caso della Germania.
- Negli USA Roosevelt si schierò subito decisamente in favore del progetto Manhattan e concesse agli scienziati ed ai militari tutti i mezzi disponibili, che erano immensi. In Germania Hitler era orientato ad appoggiare quei progetti militari che potevano ancora essere realizzati nell'ambito della durata della guerra. Egli non era favorevole all'impiego delle immense risorse necessarie alla bomba a scapito di altri progetti e non accettava l'incertezza sui tempi di realizzazione che gli scienziati gli prospettavano.
- E' noto che la propaganda angloamericana dopo la guerra sostenne che gli scienziati tedeschi volontariamente sabotarono il progetto. Non vi è alcuna prova di questa tesi e ve ne sono invece molte che provano il contrario. È peraltro possibile che Heisenberg stesso, pur non avendo mai voluto sabotare il progetto, abbia contribuito a creare questa impressione con la sua propensione a parlare sempre delle difficoltà.
- La mancanza del dialogo internazionale fra gli scienziati influì negativamente sul progetto tedesco. Tale dialogo era intensissimo prima della guerra a mezzo di articoli, conferenze, convegni, in un periodo della storia della Fisica molto fertile di continue scoperte nel mondo dell'atomo. L'esclusione da questo dialogo scientifico nocque sicuramente più al progetto tedesco che a quello USA.

Si sono fino ad ora riportate le ragioni generali che hanno causato il mancato successo tedesco. Esiste però, nell'opinione di chi scrive, anche una ragione specifica che portò a quel risultato.

Heisenberg sapeva che sia la separazione dell'Uranio 235 che la preparazione del Plutonio sarebbero state imprese difficilissime nella Germania degli anni di guerra. In ogni caso, comunque, sarebbe stato necessario disporre di

moderatori neutronici, dei quali il più disponibile in Germania era certamente la grafite. Heisenberg tuttavia esclude la grafite come moderatore e giunse alla conclusione che solamente l'acqua pesante potesse essere impiegata per ottenere il materiale fissile occorrente. L'acqua pesante, come già detto, veniva prodotta solamente in quantità scarse negli stabilimenti della Norsk Hydro, attraverso l'elettrolisi dell'acqua, principalmente per scopi di laboratorio.

Non si prese in considerazione, all'epoca, la costruzione di fabbriche di acqua pesante in Germania, e neppure il trasferimento in Germania degli impianti norvegesi della Norsk Hydro. Non si pensò che gli Angloamericani sarebbero ben presto stati informati sui piani tedeschi, i quali implicavano la disponibilità di molte tonnellate di acqua pesante. In America lo scienziato ebreo ungherese Edward Teller, padre della bomba all'idrogeno, sostenne nel 1943 che «*ci sono prove che i Tedeschi perseguono la procedura con il Plutonio*».

In base alla raccolta di tutte le informazioni dei servizi segreti e delle dichiarazioni di diversi scienziati, la decisione di neutralizzare la fabbrica di Rjukan fu rapidamente presa dagli Alleati. Il primo tentativo era già stato fatto a mezzo di alianti partiti dall'Inghilterra nel Marzo del 1942 ma fallì miseramente causando la perdita di 38 uomini. Il secondo tentativo, nel Febbraio 1943, ebbe invece successo. Il «commando» riuscì rocambolescamente a penetrare nello stabilimento di Rjukan, a piazzare le cariche in ogni cella elettrolitica dove si generava l'acqua pesante, e a fare esplodere lo stabilimento. I Tedeschi ripresero la produzione di acqua pesante in Norvegia molto prima di quanto gli Alleati si aspettassero, ma neppure allora vollero decidere di trasferire la produzione in Germania, pur avendo constatato che gli Alleati conoscevano oramai i loro piani. L'attacco successivo non fu più solamente un'azione di incursori. Il 16 Novembre 1943 duecento B-17 decollarono all'alba dagli aeroporti britannici per trovarsi su Rjukan in pieno giorno e per lanciare a bassa quota un totale di 600 tonnellate di bombe che paralizzarono lo stabilimento per molti mesi. Solo allora i Tedeschi decisero di trasferire gli impianti che si erano salvati in Germania, compresa l'ultima partita di 600 chili di acqua pesante prelevata il 20 Febbraio 1944, che però non giunse mai in Germania perché la nave che la trasportava attraverso un lago fu fatta saltare in aria dai partigiani norvegesi. Da allora la ricerca tedesca dovette limitarsi a reattori su scala ridotta fino alla fine della guerra e non portò mai a ottenere la fissione a livello industriale, la stessa fissione che, per ironia del destino, era stata scoperta proprio in Germania, da due scienziati tedeschi, nel 1938. Questa fu forse la principale causa del mancato successo tedesco e getta un'ombra di responsabilità su Heisenberg. L'aver puntato tutto sulla disponibilità di acqua pesante, sulla quale la Germania non aveva il necessario controllo, si rivelò un errore fatale. Non si può comunque attribuire ad un solo uomo o ad uno solo di questi ostacoli la mancata realizzazione della bomba atomica da parte del Reich. Anche se Hitler avesse assegnato priorità assoluta alla ricerca atomica, cosa che non fece, non è sicuro che si sarebbe potuto raggiungere il risultato in tempo utile per rovesciare le sorti del conflitto. Fu l'insieme di tutte queste difficoltà a costituire un ostacolo insormontabile per i valorosi scienziati del Reich che vi lavorarono accanitamente fino agli ultimi giorni di guerra.

epilogo

La bomba atomica sviluppata e cinicamente lanciata dagli Americani su di un Giappone già militarmente in ginocchio nell'Agosto del 1945 (4) risolse il problema USA di liberarsi di alcuni ingombranti prototipi e nello stesso tempo di incutere timore

(4) Vedi lo studio di Piero Sella, Da Madama Butterfly a Hiroshima, l'Uomo libero N° 42

all'Unione Sovietica che ancora non disponeva di tale arma. Se la bomba atomica fu decisiva per la sorte della guerra, essa lasciò dietro di sé una scia di distruzione e di morte. La V-2 invece ebbe il merito di schiudere sconfinati orizzonti di progresso per tutta l'umanità.

Scrive Vittorio Giavotto del Dipartimento di Ingegneria Spaziale del Politecnico di Milano in occasione dell'atterraggio su Marte di un veicolo spaziale nel Luglio 1997: «*Tutti i vettori spaziali successivi alla V-2, sia quelli russi che quelli americani, incluso il Progetto Apollo, il Progetto europeo Ariane e altri, non sono diversi dalla V-2 nelle linee essenziali. Sono più grandi, più sofisticati, più affidabili, ma hanno lo stesso tipo di propulsione e fundamentalmente lo stesso tipo di controllo*».

L'ebreo Oppenheimer ed i suoi collaboratori, con le loro sconfinite risorse di mezzi, regalarono all'umanità la morte al Plutonio. Il tedesco von Braun ed i tecnici del 3° Reich, trasferitisi dopo la guerra in America, costruirono sulla base della V-2 il gigantesco missile-vettore «SATURN» che nel 1969 portò i primi uomini sulla Luna.

Con il progetto V-2 essi avevano fatto di Peenemünde, piccolo villaggio di pescatori sulle rive del Mar Baltico, la Culla dell'Era Spaziale.

Giandomenico Bardanzellu *

*L'autore si laureò in Ingegneria aeronautica al Politecnico di Torino con una tesi sulla V-2.

Bibliografia

Die Geheimwaffen des Dritten Reiches (Le armi segrete del Terzo Reich) di David Irving, Edizioni Arndt

L'Invenzione della bomba atomica di Richard Rhodes, Edizioni Rizzoli

La storia segreta dell'atomica tedesca di Thomas Powers, Edizioni Mondadori

Peenemünde West di Botho Stüwe, Edizioni Bechtle

Rocket Propulsion Elements di George P. Sutton, Edizioni John Wiley and Sons, N.Y. *The voyages of Apollo* di Richard G. Lewis, Edizioni Quadrangle, N.Y.

Planeten Lexikon di Bruno Stanek, Edizioni Hallwag

Propulsione Aerea di Licio Giorgeri, Scuola di Guerra Aerea, Firenze

Elementi di Meccanica del Volo di Lausetti e Filippi, Politecnico di Torino Aeroporti,

Progetti, Strutture, Installazioni di Attilio Lausetti, Politecnico di Torino

From Vinland to Mars di Richard Lewis, Edizioni Quadrangle, N.Y.

Die Weizsäcker di Martin Wein, DVA Stuttgart

Volkslexikon Drittes Reich di Ludwig Peters, Edizioni Grabert

General Chemistry di Mc Quarrie and Rock, Edizioni Freeman, N.Y.

Encyclopedia Britannica, voce Nuclear Weapons, Vol. 13 e altri

Pathfinder, figlia della V-2 di Vittorio Giavotto, Il Giornale del 6 Luglio 1997

Enciclopedia della 2° Guerra Mondiale di B.P. Boschesi, Arnoldo Mondadori Editore

Der streng geheime Vogel Me-163 (Il segretissimo aereo Me-163) di Wolfgang Späte, Edizioni Dörfner

Da Hiroshima alla fusione fredda di Bertin e Vitale - Il Cigno Galileo Galilei

Da Madama Butterfly a Hiroshima di Piero Sella, L'Uomo libero N° 42