

# Alvin Weinberg e il nucleare

## Riflessioni su Hiroshima 70 anni dopo<sup>\*</sup>

Vincenzo Cioci - vincenzocioci@gmail.com

*Abstract:* Alvin Martin Weinberg (1915-2006) played a leading role both in the Manhattan Project (working with Eugene Wigner in Chicago on the design of the first nuclear reactors to produce plutonium) and in the development of nuclear energy (his research was fundamental for the realization of pressurized water reactors used for the propulsion of US submarines and subsequently for the construction of civil nuclear power plants). He was Director of Oak Ridge National Laboratory from 1955 to 1973 and was an influential promoter of the nuclear option. He came to propose a “Faustian bargain” to the whole society, which could benefit from almost inexhaustible nuclear energy but in exchange would have to accept and prevent risks associated with it ensuring political stability and institutions particularly appropriate for this worldwide goal. We remember Weinberg nowadays because he guessed that the tragedy of Hiroshima was an event of immense value in human history. In the years to come his memory could help to prevent the threat of a nuclear conflict establishing a tradition of non-use of nuclear weapons or generating a real taboo. On the occasion of the fortieth anniversary of the drop of the bomb, he wrote in the Bulletin of the Atomic Scientists about the sanctification of Hiroshima attributing to the event, with its hundred thousand or more martyrs, a deep mystical significance, almost sacred, with an inherent strength comparable to that of a biblical event. The theme of the refusal of the atomic bomb after the demonstration of its devastating effects is not entirely new but the intuition of Weinberg has its originality and gives an important meaning to the work of historians, educators and more generally of the scientific popularisers because they manage to give Hiroshima its rightful place in the collective consciousness of all human beings.

*Keywords:* Weinberg, Nuclear power, First nuclear era, Reduction of nuclear risks, Sanctification of Hiroshima, Oppenheimer, Fermi, Jonas

---

<sup>\*</sup> Sono molto grato al professor Antonino Drago per avermi suggerito di approfondire la figura di Alvin Martin Weinberg.

## 1. Cenni biografici di Weinberg

Alvin Martin Weinberg nacque a Chicago nel 1915 da genitori russi emigrati in USA di origini ebraiche. Laureato in fisica, conseguì, nel 1939, il PhD alla *University of Chicago* in biofisica matematica con una tesi dal titolo *Fondamenti matematici per una teoria di periodicità biofisica* (Zucker 2008, p. 572).

Dal 1942 Weinberg lavorò nel gruppo di Eugene Wigner presso il *Metallurgical Laboratory* a Chicago allo scopo di progettare reattori nucleari a uranio naturale per la produzione di plutonio. Nel 1943 Weinberg seguì Wigner, prima ai *Clinton Laboratories* dove fu costruito il primo reattore a grafite dopo la pila sperimentale di Fermi e poi all'*Oak Ridge National Laboratory*, sostituendolo come direttore di ricerca nel 1948. Nel 1955 fu nominato direttore, rimanendo in carica per ben diciotto anni.

Notevole è stato il suo contributo alla progettazione dei reattori nucleari ad acqua pressurizzata che utilizzano acqua leggera sia come moderatore che come refrigerante. Le alte pressioni alle quali l'acqua del refrigerante è tenuta sono motivate dall'esigenza di evitare un cambiamento di stato quando questa raggiunge alte temperature.

Weinberg è spesso ricordato per aver proposto nel 1947 all'ammiraglio Rickover la realizzazione di un sottomarino alimentato da un reattore nucleare ad acqua pressurizzata. Il sottomarino nucleare, *USS Nautilus*, fu effettivamente realizzato qualche anno più tardi e fu varato nel gennaio del 1954. La scelta dell'energia nucleare come fonte per la propulsione di un sottomarino è particolarmente vantaggiosa perché, non richiedendo ossigeno per il suo funzionamento, poteva vantare un'autonomia in immersione di gran lunga maggiore rispetto a quella dei sottomarini convenzionali. Altro vantaggio erano le dimensioni ridotte del combustibile nucleare. Per quanto concerne invece il tipo di reattore, fu scelto quello ad acqua pressurizzata non per speciali proprietà legate alla sicurezza ma per le sue caratteristiche di compattezza e semplicità, particolarmente adatte a un sottomarino. Una volta realizzato per i sottomarini, il reattore nucleare ad acqua pressurizzata venne poi commercializzato e utilizzato in molte centrali nucleari di tutto il mondo per la produzione di energia elettrica, nonostante non fosse stato progettato per questo particolare scopo.

Sotto la gestione di Weinberg, l'*Oak Ridge National Laboratory* (ORNL) realizzò e sperimentò un gran numero di reattori (Rosenthal 2009). Gli esperimenti con il *Low Intensity Test Reactor* fornirono dati che aiutarono la progettazione dei reattori nucleari ad acqua bollente e ad acqua pressurizzata, i tipi di reattori dominanti nelle centrali atomiche commerciali. L'*Health Physics Research Reactor* costruito nel 1962 venne utilizzato per esperimenti di esposizione alle radiazioni. L'*High Flux Isotope Reactor*, caratterizzato da un alto flusso di neutroni, era utilizzato per la produzione di isotopi medici. L'*Aircraft Reactor Experiment* riguardava la sperimentazione di un reattore per un aeroplano a propulsione nucleare.

Weinberg si interessò in modo particolare al *Molten-Salt Reactor Experiment*, in funzione dal 1966 fino al 1969, che dimostrò la fattibilità di un reattore con combustibile disciolto in un miscuglio di sali fusi. Le peculiarità di questo reattore intrinsecamente sicuro erano le notevoli temperature che il refrigerante potesse raggiungere (circa 650° C) per un alto rendimento termodinamico, insieme con gli elevati standard di sicurezza

dovuta al fatto che non era possibile che avvenisse un'incontrollata fusione del nocciolo, essendo il combustibile già allo stato fuso.

Oltre a migliorare la sicurezza dei reattori, Weinberg cercò di realizzare il sogno che era stato ben espresso da H.G. Wells nella sua opera *The world set free* del 1914 – che l'energia nucleare avrebbe contribuito ad affrancare l'umanità dai suoi bisogni: cibo sufficiente, acqua pulita e sopravvivenza biologica. Così, nei primi anni Sessanta, fra le nuove missioni che Weinberg perseguì per l'ORNL, vi fu l'utilizzo di energia nucleare per desalinizzare l'acqua del mare e far fiorire il deserto. Il progetto chiamato *Water for Peace* fu sostenuto da John F. Kennedy e Lyndon B. Johnson e fu presentato nel 1964 in una conferenza alle Nazioni Unite, ma l'aumento dei costi e la caduta di fiducia del pubblico nei confronti del nucleare causarono il suo fallimento.

## 2. Il “patto faustiano” e la fine della “prima era nucleare”

All'inizio degli anni Settanta, di fronte alle crescenti critiche verso l'energia nucleare formulate da vari membri del movimento ambientalista (si veda, ad esempio, Lovins 1975), Weinberg propose alla società intera un “patto faustiano”. Grazie al nucleare, infatti, la nostra società avrebbe potuto beneficiare di una fonte di energia quasi inesauribile, a buon prezzo e relativamente pulita, ma in cambio avrebbe dovuto accettare e prevenire i rischi ad essa connessi, assicurando stabilità politica e istituzioni particolarmente adeguate (Weinberg 1971, 1972, 1973). La caratterizzazione dell'energia nucleare come un patto faustiano rese Weinberg impopolare all'interno dell'industria nucleare. Divenne noto tra i critici dell'energia nucleare come una sorta di coscienza interna – un membro della comunità nucleare che era disposto a esprimere dubbi. Questo, insieme con l'interesse che Weinberg nutriva nel migliorare la sicurezza dei reattori nucleari, determinò la fine del suo incarico all'Oak Ridge National Laboratory. Nel suo volume autobiografico – *The first nuclear era. The life and times of a technological fixer* – racconta di un incontro, avvenuto nel 1972, con il presidente della Commissione per l'Energia Atomica del Congresso degli Stati Uniti d'America, Chet Holifield, il quale gli disse che a causa della sua estrema preoccupazione per la sicurezza degli impianti nucleari avrebbe dovuto abbandonare il suo incarico. Subito dopo fu destituito come Direttore dell'ORNL (Weinberg 1994, pp. 177, 199).

Dal 1975 fino al 1985 diresse l'*Institute for Energy Analysis* (IEA) che aveva contribuito a creare due anni prima. Quest'organismo che era parte dell'*Oak Ridge Associated Universities* (ORAU) vantò il sostegno dell'*Atomic Energy Commission* (AEC) e dell'*Energy Research and Development Administration*. Con un metodo multidisciplinare, si occupò di una vasta gamma di questioni energetiche come l'effetto serra, le fonti alternative di energia, la sicurezza dei reattori nucleari, la difesa e il controllo delle armi strategiche (Roberto, Nestor 2014, pp. 13-14).

Anticipando i tempi, già dagli inizi degli anni Settanta, consapevole del fatto che sarebbe stato probabile un incidente nucleare nei successivi dieci o venti anni, Weinberg si domandò se fosse stato possibile per gli Stati Uniti d'America prendere in considerazione un rallentamento dello sviluppo del nucleare. Coordinò quindi un appro-

fondito studio (Whittle *et al.* 1976) volto ad analizzare le possibili conseguenze, economiche e ambientali, di una moratoria nella costruzione di nuove centrali, rimarcando che questa scelta avrebbe comportato la realizzazione di ulteriori impianti a carbone con considerevoli conseguenze di riscaldamento globale a causa dell'effetto serra. I suoi studi, che sono oggi utilizzati per rilanciare l'opzione nucleare, non furono inizialmente compresi dai suoi colleghi che non volevano considerare la possibilità di incidenti. Questo scritto si rivelò però profetico quando ebbe luogo l'incidente di Three Mile Island nel 1979.

Subito dopo Three Mile Island, Weinberg (1979) suggerì che l'avventura dell'energia atomica potesse essere salvata soltanto mediante drastici cambiamenti. In primo luogo, a suo giudizio, occorre realizzare reattori intrinsecamente più sicuri di quelli ad acqua pressurizzata che potessero scongiurare la cosiddetta sindrome cinese (ossia la fusione prolungata del nocciolo con l'impossibilità di contenere il combustibile fuso).<sup>1</sup> Al fine di evitare eventuali conseguenze sulla popolazione civile, i reattori dovrebbero inoltre essere situati in parchi nucleari remoti contenenti fino a dieci reattori. Occorrerebbe distinguere la generazione e la distribuzione dell'energia elettrica di origine nucleare in modo da evitare che la prima sia a carico di numerose e poco affidabili compagnie. Sarebbe necessaria una maggiore professionalizzazione (in termini di competenze e remunerazione) dei quadri che operano nelle centrali nucleari, i quali portano un pesante fardello di responsabilità per la sicurezza del funzionamento degli impianti. Sarebbe essenziale formare il pubblico relativamente al tema delle radiazioni nucleari e ai loro effetti biologici, facendo comprendere che bassi livelli di radiazione – dell'ordine della variazione statistica del fondo naturale – possono essere considerati sicuri (questione, per la verità, ancora dibattuta). Oggigiorno, infine, è imprescindibile il raggiungimento di livelli di sicurezza molto elevati al fine di prevenire attentati terroristici e atti di sabotaggio, che potrebbero causare gravi conseguenze.

Con l'incidente di Chernobyl, avvenuto nell'aprile 1986, in numerosi Paesi si arrestò la costruzione di nuove centrali. In Italia addirittura furono spenti anche i reattori in funzione. Weinberg commentò questo periodo dicendo che «la prima era nucleare era finita» (Weinberg 1994, p. 232). Di fronte alla possibilità che il ricorso all'energia nucleare potesse realmente interrompersi, l'idea dei reattori intrinsecamente sicuri cominciò a farsi strada e i principali fornitori americani realizzarono diversi reattori con vari sistemi di sicurezza passivi. Chernobyl aveva determinato ciò che il rapporto dello IEA non era stato in grado di ottenere.

---

<sup>1</sup> In un reattore "intrinsecamente" o "passivamente" sicuro, la sicurezza dipende dal funzionamento delle leggi fondamentali della termodinamica, non da tempestivi interventi meccanici o umani. Un esempio di questi è il PIUS (*Process Inherent Ultimate Safety*), di progettazione svedese. Questo è un reattore ad acqua pressurizzata immerso in una grande piscina di acqua contenente boro. Poiché il boro spegne la reazione a catena, l'acqua pura che raffredda il reattore deve essere separata dall'acqua contenente boro. Invece di utilizzare valvole normali, soggette a guasti, per mantenere i due fluidi separati, PIUS utilizza una serratura intelligente a densità: l'acqua della piscina, essendo più densa dell'acqua refrigerante calda, si dispone sotto quest'ultima a formare un blocco con densità stabile. Tuttavia, se dovesse fermarsi l'acqua di circolazione refrigerante, la serratura a densità non sarebbe più stabile e l'acqua contenente boro precipiterebbe nel reattore, spegnendo la reazione a catena e raffreddando il reattore (Forsberg-Reich 1991, p. 8).

### 3. Weinberg e la bomba. La santificazione di Hiroshima

Per aver partecipato al progetto Manhattan, contribuendo a produrre il componente fondamentale – il plutonio – per la costruzione di una bomba atomica, Weinberg analizzò con cura le questioni politiche e morali connesse con l'uso delle armi nucleari.

Egli, nonostante avesse firmato nel 1945 la petizione preparata da Leo Szilard per evitare il lancio delle bombe per motivi di ordine morale, si era convinto che la tragedia di Hiroshima era stata necessaria alla conclusione della Seconda Guerra Mondiale e che la dimostrazione del potere distruttivo della bomba su un'isola disabitata, come auspicato da James Franck, Leo Szilard, Eugene Rabinowitch ed altri scienziati atomici, non sarebbe stata sufficiente per porre fine al conflitto. Sostenne in particolare la sua tesi sulla base degli studi di Bundy Mc George (1988) che nella sua opera *Danger and Survival* aveva esaminato le questioni politiche connesse all'impegno della bomba dal momento della sua creazione e per i successivi quaranta anni. Diversa invece fu la posizione di Weinberg circa l'utilizzo della bomba sulla città di Nagasaki: questo sarebbe stato un massacro del tutto inutile, essendo il Giappone già pronto alla resa, come sarebbe stato evidente se gli Stati Uniti avessero ritardato il lancio del secondo ordigno almeno di qualche giorno (Weinberg 1994, pp. 268-269).

La posizione di Weinberg è di particolare interesse perché egli, più di ogni altro, ha intuito che la tragedia di Hiroshima costituisce un evento di immenso valore nella storia dell'umanità. Il suo ricordo, infatti, potrebbe contribuire in modo determinante a prevenire negli anni un possibile conflitto nucleare. A tal proposito, in occasione delle celebrazioni per il quarantesimo anniversario del lancio della bomba, Weinberg scrisse sul *Bulletin of the Atomic Scientists* della "santificazione di Hiroshima", attribuendo all'evento, con i suoi centomila e più martiri, un profondo significato mistico, quasi sacro, con una forza intrinseca paragonabile, per chi è religioso, a quello di un evento biblico (Weinberg 1985, p. 34):

I 100000 o più che morirono ad Hiroshima saranno visti nella lunga marcia della storia umana come martiri. Essi furono sacrificati, a quanto pare, affinché l'umanità possa vivere all'ombra della bomba, ma non sia sterminata da essa.

Weinberg si adoperò in prima persona per la costruzione di rapporti di pace. Nel 1993, durante le celebrazioni per il cinquantenario della fondazione di Oak Ridge, da presidente dell'*International Friendship Bell Committee*, realizzò una copia della campana di bronzo cerimoniale di Hiroshima da porre nella cittadella americana come simbolo del legame indissolubile che si stava creando fra Oak Ridge e la città giapponese. Si adoperò, inoltre, per la riduzione degli armamenti atomici. Diede il suo sostegno al progetto *Guerre stellari*: riteneva che un rafforzamento del sistema di difesa strategico da parte di uno Stato potesse consentire una riduzione della dotazione offensiva di bombe nucleari da parte di quello stesso Stato. Sosteneva, infatti, che ci fosse una sorta di equivalenza che avrebbe potuto portare alla diminuzione, anche unilaterale, dell'arsenale di armi nucleari di un Paese se questo si fosse dotato di un apprezzabile sistema di difesa che poteva essere sia attivo, cioè realizzato mediante missili antibalistici, che passivo, sviluppato utilizzando ad esempio i rifugi antiatomici. Weinberg

era perciò per una ferrea limitazione degli armamenti nucleari e per il rafforzamento dell'Agenzia Internazionale per l'Energia Atomica (AIEA) che si sarebbe occupata dei controlli. Non ci sarebbero stati invece vincoli, nella sua visione, allo sviluppo delle tecnologie difensive. Si augurava che in questo modo si sarebbe passati dalla mutua assicurata distruzione (MAD) alla mutua assicurata sopravvivenza (MAS).

#### 4. Conclusioni: Weinberg, Oppenheimer e Fermi

Il tema del rifiuto della bomba atomica dopo la manifestazione dei suoi effetti non è del tutto nuovo. Sembrano riecheggiare i colloqui a Los Alamos fra Bohr e Oppenheimer i quali discutevano se la bomba fosse stata grande abbastanza da mettere fine a tutte le guerre (Cioci 2013) né è nuovo il ricorso al riferimento religioso – il peccato originale dei fisici richiamato da Oppenheimer – ma l'intuizione di Weinberg ha una sua originalità e dà un senso importante al lavoro degli storici, degli educatori e più in generale dei divulgatori per il potere che hanno di poter fare entrare Hiroshima nella coscienza collettiva dell'umanità.

Risulta spontanea un'analogia fra le idee di Weinberg ed il pensiero del filosofo Hans Jonas. Quest'ultimo, infatti, ha sottolineato il ruolo giocato della paura – di fronte alla possibilità di disastri come quello di Hiroshima ma anche quello di Chernobyl – per la costruzione di un'etica per la civiltà tecnologica, fondata sulla responsabilità verso i propri simili e le generazioni future (Jonas 1990, p. 285-286). Mentre però Jonas auspica delle limitazioni al lavoro degli scienziati in caso di pericolo per la società, Weinberg (1967, p. 35) sostiene che “una responsabilità sociale centrale dello scienziato e del tecnologo è quello di rimuovere le tare, le imperfezioni inerenti le grandi tecnologie necessarie per la sopravvivenza finale del genere umano”, come quella dell'energia nucleare capace di dare energia (e cibo) ad un'umanità in continuo aumento.

In questa sede va sottolineato anche che Weinberg non fu l'unico scienziato atomico ad assumere una posizione in qualche modo critica rispetto all'energia nucleare. Robert Oppenheimer, ad esempio, dopo la Seconda Guerra Mondiale, non credeva realizzabili in tempi brevi le possibili applicazioni civili dell'energia atomica. A differenza di Weinberg, il suo riferirsi a questa come “un pericolo e una speranza” era piuttosto rivolto agli armamenti nucleari. Queste armi, per il loro elevato potere distruttivo, avrebbero avuto il potere di costringere l'umanità a fare i primi passi verso la realizzazione di quelle relazioni fra gli Stati che avrebbero portato all'edificazione di una pace duratura e di un mondo unito.

Enrico Fermi (1948) fu ancora più esplicito nell'evidenziare il legame indissolubile tra l'energia atomica e gli armamenti nucleari, sottolineando l'importanza di una pace stabile come condizione necessaria per il pieno sviluppo di questa fonte di energia.

La possibilità di utilizzare il plutonio per fini militari costituisce una difficoltà per gli usi industriali dell'energia atomica che è molto più grande di qualsiasi difficoltà tecnica [...] e non vedo molte speranze di risolverlo a meno che il fondamento delle relazioni tra le nazioni sia accuratamente modificato nei prossimi anni.

**Bibliografia**

- Bundy M.G. (1988). *Danger and survival: choices about the bomb in the first fifty years*. New York: Random House.
- Cioci V. (2013). *Bohr, Oppenheimer e il controllo internazionale delle armi atomiche*, in *Atti del XXXIII Congresso della Società Italiana degli Storici della Fisica e dell'Astronomia* (Acireale-Catania-Siracusa, 4-7 settembre 2013).
- Fermi E. (1946). *The future of atomic energy*. Oak Ridge: Technical Information Division, Atomic Energy Commission. Consultabile su <<http://catalog.hathitrust.org/Record/007841246>>.
- Forsberg C.W., Reich W.J. (1991). *Worldwide advanced nuclear power reactors with passive and inherent safety: what, why, how, and who*. Oak Ridge: Oak Ridge National Laboratory.
- Jonas H. (1990). *Il principio responsabilità*. Torino: Einaudi.
- Lovins A.B., Price J.H. (1975). *Non-nuclear Futures: The Case for an Ethical Energy Strategy*. Cambridge: Ballinger Publishing Company.
- Roberto J.M., Nestor M.B. (2014). *Alvin M. Weinberg 1915-2006*. New York: National Academy of Sciences. Consultabile su <<http://www.nasonline.org/publications/biographical-memoirs/memoir-pdfs/weinberg-alvin.pdf>> [data di accesso: 01/04/2016].
- Rosenthal M.W. (2009). *An account of Oak Ridge National Laboratory's thirteen nuclear reactors*. Oak Ridge: Oak Ridge National Laboratory. Consultabile su <<http://info.ornl.gov/sites/publications/files/Pub20808.pdf>> [data di accesso: 01/04/2016].
- Weinberg A.M. (1968). *Reflections on Big Science*. Cambridge (MA): MIT Press.
- Weinberg A.M. (1971). "The Moral Imperatives of Nuclear Energy". *Nuclear News*, 14, pp. 33-37.
- Weinberg A.M. (1972). "Social Institutions and Nuclear Energy". *Science*, 7 July, pp. 27-34.
- Weinberg A.M. (1973). *The Safety of Nuclear Power*. Oak Ridge: Oak Ridge National Laboratory. Consultabile su <<http://www.osti.gov/scitech/servlets/purl/6237815>> [data di accesso: 01/04/2016].
- Weinberg A.M. (1979). "Nuclear Energy: Salvaging the Atomic Age". *The Wilson Quarterly*, 3(3), pp. 88-112.
- Weinberg A.M. (1985). "The sanctification of Hiroshima". *Bulletin of the Atomic Scientists*, XLI (11), p. 34.
- Weinberg A.M. (1994). *The First Nuclear Era: The Life and Times of a Technological Fixer*. New York: AIP Press.
- Wells H.G. (1914). *The world set free*. London: Macmillan & Co.
- Whittle C.E., Allen E.L., Cooper C.L., MacPherson H.G., Phung D.L., Poole A.D., Pollard W.G., Rotty R.M., Treat N.L., Weinberg A.M. (1976). *Economic and Environmental Implications of a U.S. Nuclear Moratorium, 1985-2010*. Oak Ridge: Institute for Energy Analysis. Consultabile su <<http://www.osti.gov/scitech/servlets/purl/7219049>> [data di accesso: 01/04/2016].

Zucker A. (2008). "Alvin M. Weinberg". *Proceedings of the American Philosophical Society*, 152 (4), pp. 571–576.