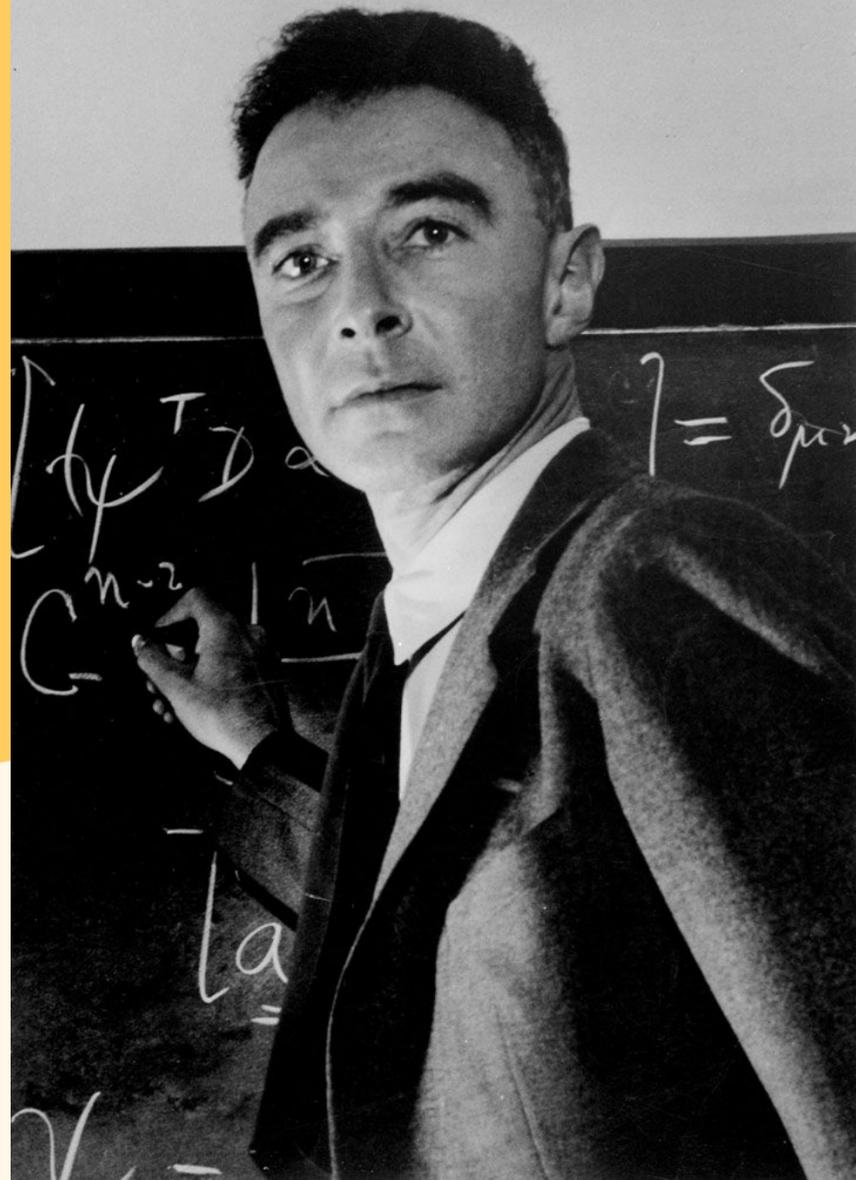


# ROBERT OPPENHEIMER

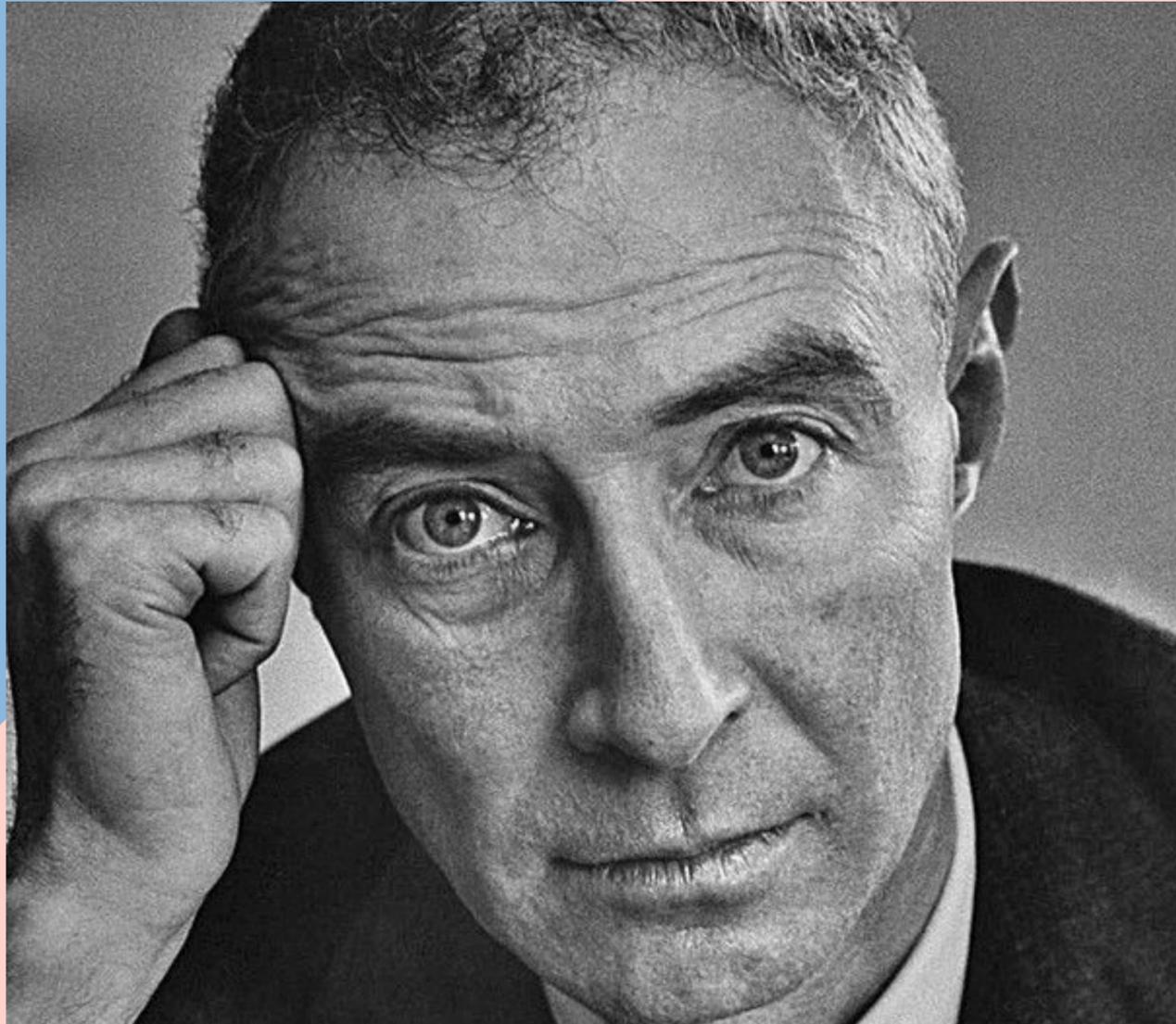
Alice Cambi  
Sofia Santucci  
Bernardo Pieralli

# ROBERT OPPENHEIMER



- **La biografia**
- **Le scoperte scientifiche**
- **Il progetto Manhattan**
- **La produzione delle bombe**
- **Conclusione**

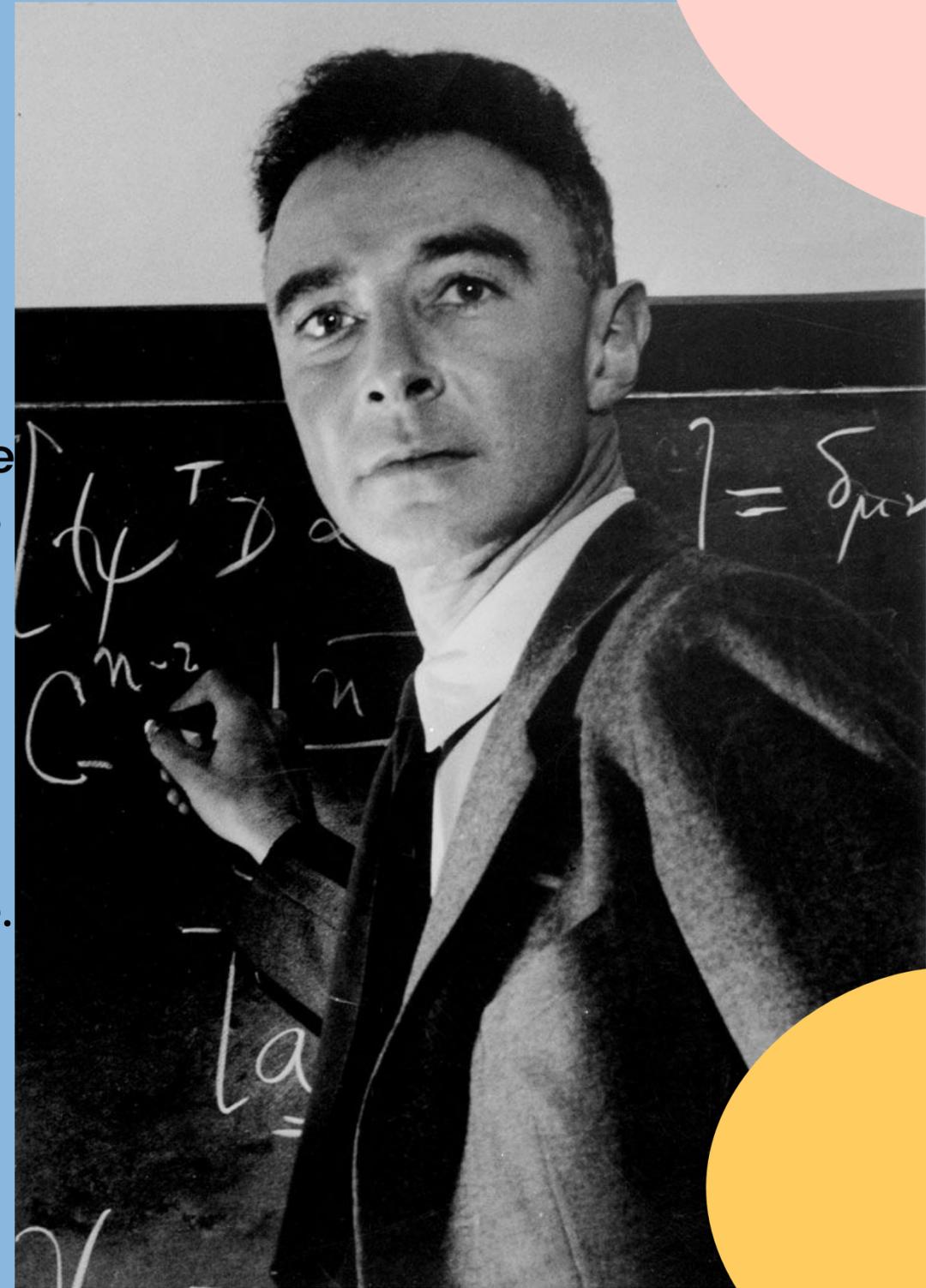
# BIOGRAFIA IN BREVE

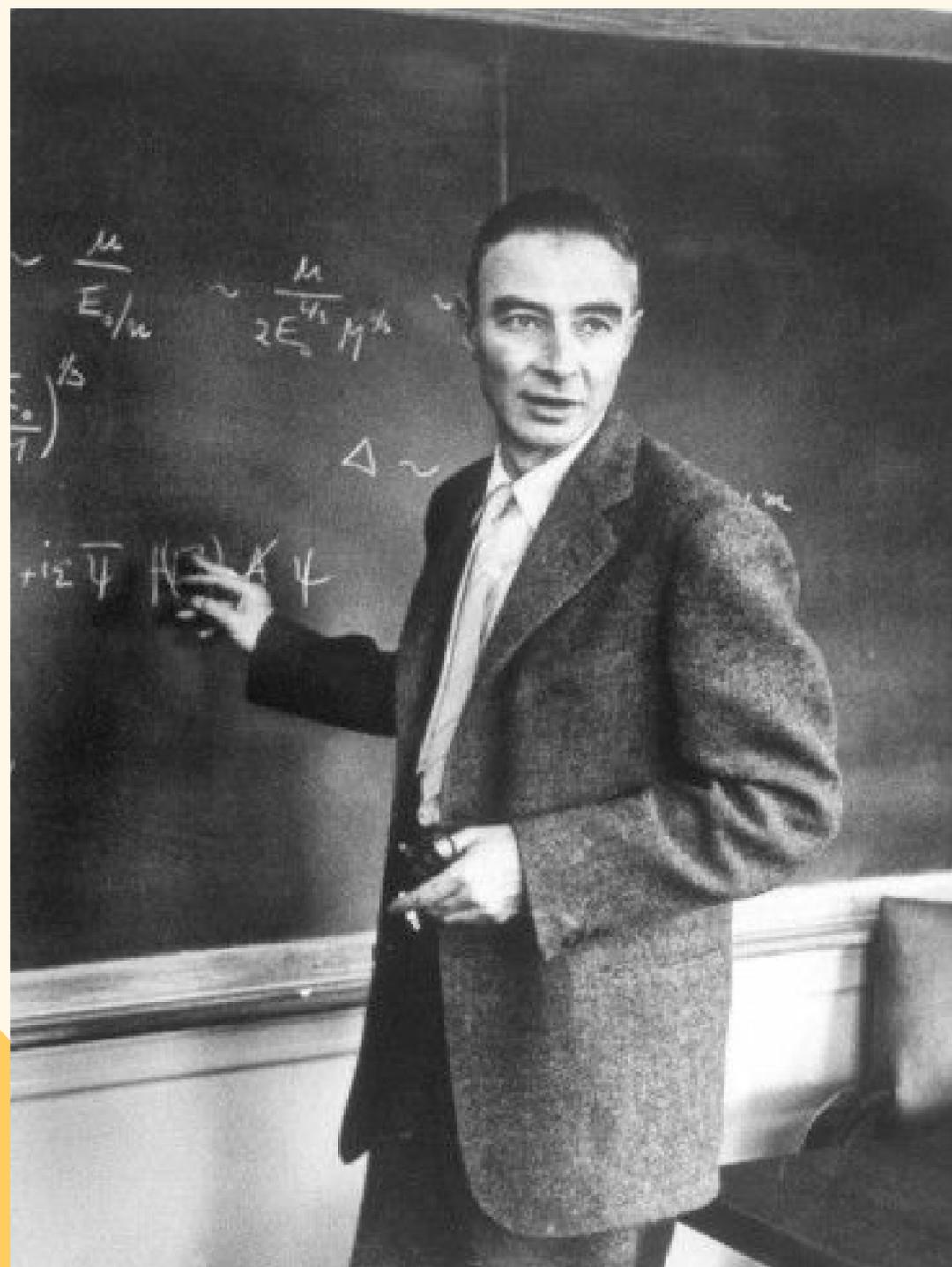


Robert Oppenheimer fu un importante fisico statunitense, di origini tedesche ed ebraiche. I suoi contributi in campo scientifico si ritrovano soprattutto nel contesto della meccanica quantistica: fu il primo a capire l'effetto tunnel quantistico, ad avvicinarsi alla scoperta del positrone, a formulare teorie sulle piogge di raggi cosmici e a verificare il collasso di grandi stelle causato dalla forza gravitazionale. La storia tuttavia lo ricorda soprattutto per aver partecipato alla costruzione della prima bomba atomica nell'ambito del progetto Manhattan durante la Seconda Guerra Mondiale; Oppenheimer ebbe in seguito una crisi di coscienza che lo indusse a rifiutare di lavorare per la bomba all'idrogeno.

# BIOGRAFIA

Robert Oppenheimer nasce a New York il 22 aprile 1904 in una famiglia agiata: il padre, di origini tedesche, è un commerciante di tessuti, la madre pittrice. Vivono in un grande appartamento con vista sul fiume Hudson, nella collezione di famiglia vi sono un Picasso e alcuni Van Gogh. La famiglia Oppenheimer possiede anche un ranch in New Mexico, nel quale Robert e il fratello Frank spendono le vacanze estive. Robert in particolare ama le lunghe gite a cavallo e spesso cavalca nei canyon munito solo di qualche provvista e coperte per passare la notte. È un ragazzo sveglio, molto bravo a scuola e dotato di mente eclettica: appassionato di poesia e filosofia orientale, come di chimica e fisica. Imparò sei lingue, tra cui il sanscrito lingua nella quale leggeva i testi delle filosofie orientali.

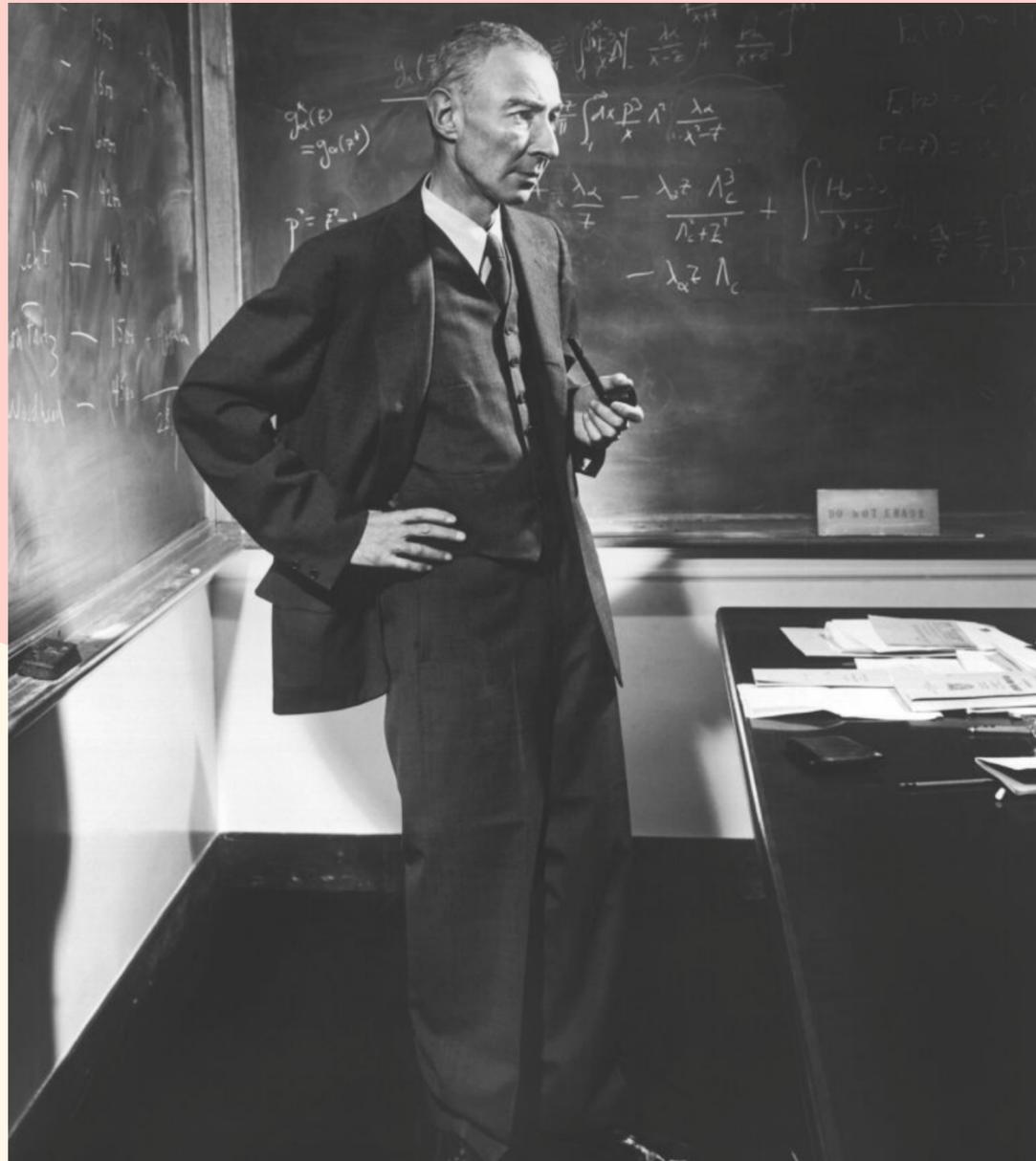




# LE SCOPERTE SCIENTIFICHE

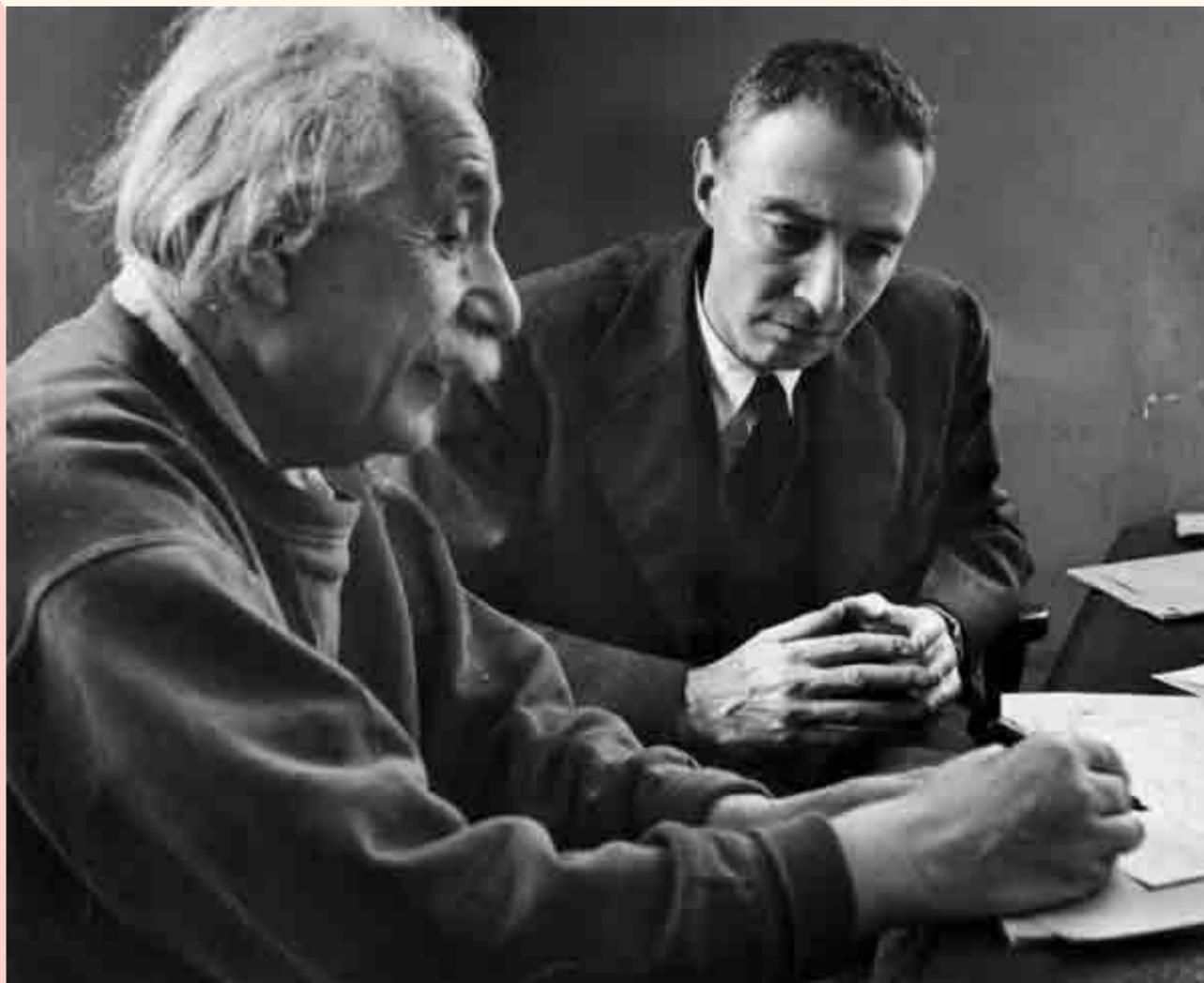
A 18 anni si iscrive all'Harvard College dove si laurea con lode in tre anni. Ammesso a Cambridge (Inghilterra) nel 1924, inizia a lavorare con J.J. Thomson, premio Nobel per la scoperta dell'elettrone, dando così inizio ad una serie di collaborazioni con alcuni tra i più famosi fisici europei, in quel momento all'avanguardia nella scena scientifica internazionale. Invitato a Göttingen da Max Born, Robert conosce appunto Bohr, Dirac, Heisenberg, Pauli e Fermi. Con Born sviluppa una teoria, nota come Approssimazione di Born-Oppenheimer, mediante la quale, introducendo alcune semplificazioni, si possono descrivere gli spettri molecolari nell'approccio della meccanica quantistica.

A Göttingen nel 1927 consegue il titolo di dottore di ricerca in fisica; in seguito si reca per due brevi collaborazioni da Ehrenfest a Leiden e da Pauli a Zurigo. Rientra negli Stati Uniti nel 1929, dividendosi tra la didattica e la ricerca, tra i laboratori di Berkeley e il California Institute of Technology. A Berkeley, lavora sulle innovative tecnologie per accelerare particelle, collaborando con Ernest Lawrence, inventore del primo acceleratore circolare di particelle, il ciclotrone, per il quale ricevette il premio Nobel nel 1939.



Proprio nel 1939 Oppenheimer pubblica alcuni articoli sulla contrazione gravitazionale delle stelle di neutroni, calcolando che stelle  $2/3$  volte più grandi del nostro Sole, una volta esaurito il combustibile nucleare, possono collassare raggiungendo densità elevatissime. Questi studi posero le basi teoriche per la formulazione della teoria dei buchi neri, che giunse a maturazione solo 30 anni più tardi.

# IL PROGETTO MANHATTAN



Oppenheimer con Einstein all'Institute for  
Advanced Study di Princeton

Il Progetto Manhattan è stato il programma di ricerca condotto, dagli Stati Uniti durante la seconda guerra mondiale, che ha portato alla costruzione della prima bomba atomica. Fu diretto dal fisico americano Robert Oppenheimer. Prima di arrivare all'istituzione del Progetto, furono necessari molti anni di ricerche nel campo della fisica nucleare. In questo senso il 1938 fu uno degli anni più importanti per questa disciplina, vista la scoperta della fissione nucleare da parte degli scienziati tedeschi Otto Hahn e Fritz Strassmann. Nell'autunno del 1938 il mondo è in attesa di un'altra guerra mondiale. Le notizie provenienti dalla Germania nazista sono allarmanti. Tutti gli scienziati di origine ebrea sono fuggiti, privando la Germania di un patrimonio scientifico straordinario. Nel mondo accademico gli attacchi contro la "fisica ebraica" sono continui. Nelle università tedesche nominare Einstein significa essere interrogati dalla Gestapo o dalle SS e, nel migliore dei casi, perdere il posto. In America la situazione non è confortante. I sondaggi dicono che la maggioranza degli americani sono isolazionisti, non vogliono la guerra.

In questa pesante atmosfera i fisici ebrei Leo Szilard e Edward Teller, che si sono rifugiati in America, si incontrano nell'estate del 1939 con il padre della relatività, Albert Einstein, per convincerlo a scrivere al Presidente Roosevelt: sono loro a spiegare al grande fisico le implicazioni della scoperta della fissione nucleare da parte dei chimici tedeschi. Einstein avverte subito il pericolo e, di fronte alla possibilità che la Germania nazista arrivi a costruire la bomba atomica, nell'agosto del 1939, abbandonando le sue posizioni pacifiste, accetta di firmare la lettera che Szilard ha preparato e discusso con lui. La lettera di Einstein arriverà sul tavolo del Presidente Roosevelt solo qualche mese dopo, ma bisognerà attendere sino al 1941 prima che Roosevelt decida di dare il via al progetto. All'inizio del 1941 i servizi segreti inglesi confermano che la Germania sta costruendo la bomba atomica. Queste informazioni e la pressione di molti scienziati convincono il Presidente americano e i suoi consiglieri a dare il via alla costruzione dell'arma atomica, due mesi prima che gli Stati Uniti entrino in guerra, dopo l'attacco giapponese alla base navale di Pearl Harbor nelle Hawaii.

# URANIUM COMMITTEE



Il Progetto Manhattan mette in moto una macchina produttiva e di ricerca che non ha precedenti nella realizzazione di un singolo manufatto e che trasformerà profondamente il rapporto tra militari, industria e mondo della ricerca scientifica. Di tutta risposta il presidente decise di formare la Uranium Committee, cioè un gruppo di militari e scienziati incaricati di studiare la fattibilità di una reazione a catena nucleare: iniziò così una corsa per progettare una bomba atomica funzionante; una corsa che partì a rilento ma che presto iniziò a dare i suoi frutti, grazie anche alla collaborazione di esperti e scienziati inglesi. La prima missione di Oppenheimer in qualità di direttore scientifico del laboratorio fu quella di reclutare le menti più brillanti del paese e, come raccontò successivamente non fu banale girare per le università e i laboratori chiedendo ai colleghi di partecipare a un progetto segreto trasferendosi dall'oggi al domani in un posto segreto. Lavoravano tutti insieme con un unico scopo e il merito di Oppenheimer fu quello di riuscire a essere un incredibile direttore di un'orchestra numerosa e composta da anime molto diverse e di riuscire a farlo in un luogo isolato dal resto del mondo, dove anche solo avere l'acqua per fare la doccia era un problema quotidiano

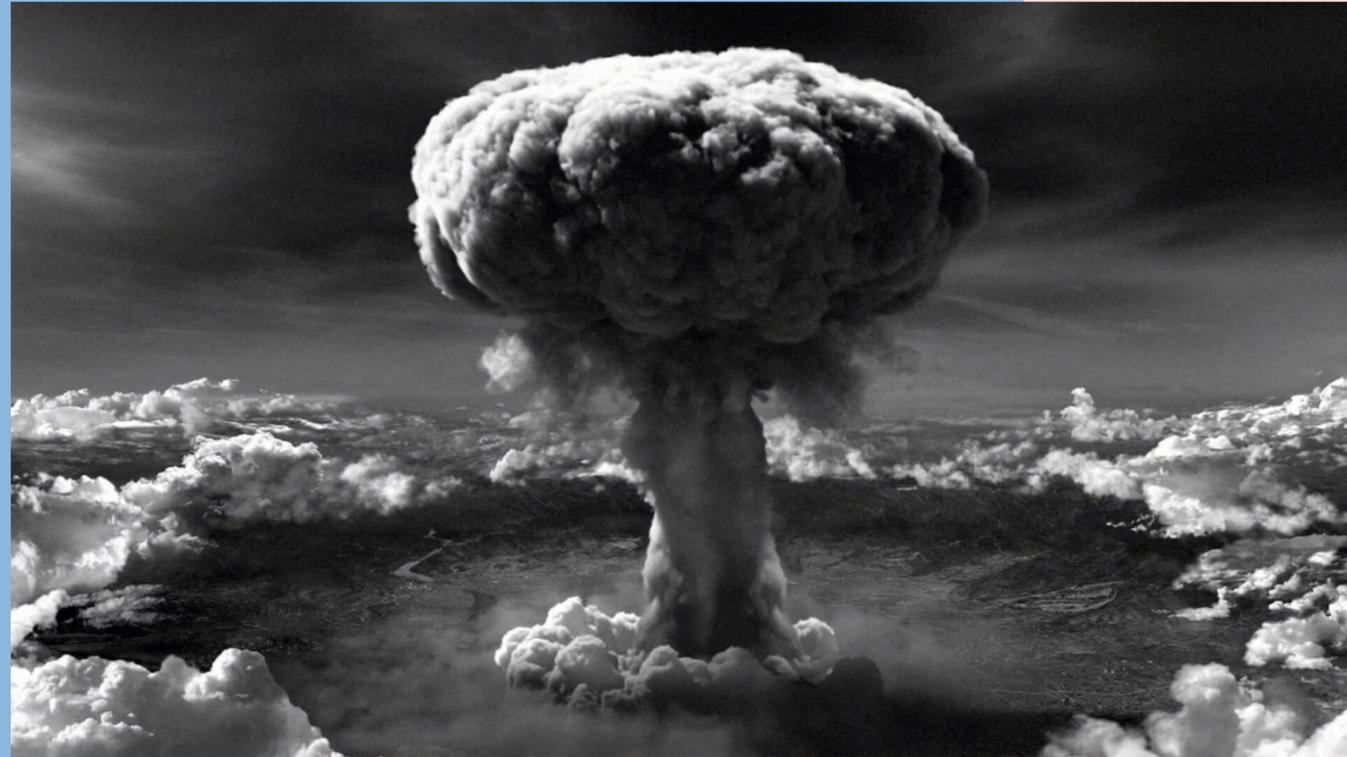


Oppenheimer (a sinistra) con Enrico Fermi (al centro) ed Ernest Lawrence (a destra)

Nel dicembre del 1942, dopo il successo della pila di Fermi e la prova inconfutabile della possibilità di sfruttare l'energia derivante dalla fissione di atomi instabili creando una reazione a catena, il presidente americano Roosevelt approva lo stanziamento di 400 milioni di dollari per la costruzione di installazioni industriali per la separazione dell'uranio ( $U^{235}$ ) e di reattori nucleari di potenza per la produzione del plutonio. Ciò non significa affatto uno sviluppo pacifico, poiché quei reattori sarebbero serviti agli USA per rifornirsi di materiale radioattivo da impiegare nella costruzione di bombe che avrebbero utilizzato la nuova tecnologia della fissione atomica. I fisici del progetto andarono incontro a numerosi problemi, primo fra tutti quello di stimare accuratamente la cosiddetta massa critica, cioè la quantità minima di materiale fissile (in grado di sviluppare una reazione a catena di fissione nucleare) necessaria per innescare una reazione a catena di tipo esplosivo: infatti, la potenza dell'esplosione dipendeva dalla rapidità con cui si verificava l'assemblaggio del materiale fissile fino al raggiungimento della massa critica.

# la produzione delle bombe

Un primo sistema su cui si iniziò a lavorare consisteva nello sparare con la velocità di un proiettile di artiglieria una piccola quantità di materiale fissile all'interno di una massa dello stesso materiale al di sotto del valore critico, in modo che le due masse, così assemblate, superassero la massa critica con una rapidità sufficiente ad innescare una reazione a catena divergente, ottenendo l'esplosione. Ma in seguito ad esperimenti ci si rese conto che il metodo del cannone poteva funzionare con la bomba all'uranio ma non con quella al plutonio, perché il plutonio emetteva spontaneamente molti più neutroni dell'uranio e avrebbe causato la liberazione di una piccolissima frazione dell'energia potenzialmente possibile. L'alternativa scelta fu quella nota come il metodo dell'implosione. La problematica industriale fu incentrata sulla produzione di una quantità sufficiente di materiale fissile con adeguata purezza. Il progetto seguì due strade parallele, che portarono alla produzione di due bombe diverse



La prima, Little Boy, sganciata su Hiroshima, era composta da uranio-235, un isotopo minore dell'uranio che fu separato fisicamente dal più prevalente uranio-238, non adatto all'uso in una bomba. La bomba sganciata su Nagasaki, Fat Man, invece, era costituita principalmente di plutonio-239, un elemento sintetico che diventa critico solo tramite implosione. Le proprietà dell'uranio-238, che lo rendono inadatto per l'uso diretto in una bomba atomica, sono utilizzate nella produzione di plutonio. Usando neutroni sufficientemente lenti l'uranio-238 li assorbe e si trasforma in plutonio-239. Il 16 Luglio 1945 nel deserto di Alamogordo viene effettuato il test della prima bomba atomica, nome in codice "the gadget". Dopo il Trinity test, alcuni degli scienziati che assistettero alla detonazione si espressero in favore di una dimostrazione della potenza della bomba senza sganciarla sui civili. Come è noto questa non fu l'opinione che prevalse. I bombardamenti delle città di Hiroshima e Nagasaki suscitarono orrore e sgomento. Qualche anno dopo durante una conferenza al MIT Oppenheimer commentò i tragici eventi e disse: «I fisici hanno conosciuto il peccato, e questa è una conoscenza che non si può perdere».

# CONCLUSIONE

La maggioranza degli scienziati coinvolti nel progetto Manhattan dall'agosto del 1945 in avanti si adoperarono perché non venissero più impiegate armi così devastanti. Robert Oppenheimer fu tra questi. Teller invece iniziò a lavorare su un'arma ancora più devastante: la bomba a idrogeno. Oppenheimer, invitato a unirsi al progetto, così come Enrico Fermi, si rifiutò categoricamente. Nel 1947 divenne direttore dell'Institute for Advanced Study di Princeton. Restò in carica fino al 1966. Dal 1947 al 1952 guidò la General Advisory Committee della Commissione per l'Energia Atomica degli Stati Uniti, spendendosi perché si arrivasse a un'intesa internazionale per la non proliferazione degli armamenti nucleari. Quando gli fu chiesto, nei suoi ultimi anni di vita, un giudizio sul suo coinvolgimento nel Progetto Manhattan, disse: "Ho fatto il mio dovere che era di svolgere il lavoro che dovevo fare. A Los Alamos non ero nella posizione di prendere decisioni politiche. Avrei fatto qualunque cosa che mi avessero chiesto di fare, per esempio realizzare una bomba in una forma diversa, se avessi pensato che fosse stato tecnicamente possibile". Del resto come scienziato la costruzione della bomba atomica era troppo appetibile per non lavorarci: era una "necessità organica. Se sei uno scienziato non puoi fermare queste cose" disse il 2 novembre 1945 al Discorso all'Associazione degli Scienziati di Los Alamos. Il 6 agosto 1945, dopo il lancio della bomba atomica su Hiroshima, il generale Leslie R. Groves telefonò a Oppenheimer congratulandosi e confidando che sceglierlo come capo del Progetto Manhattan fu una delle cose più sagge che avesse mai fatto. Oppenheimer rispose: "Mah, ho i miei dubbi".



Oppenheimer con il generale Leslie Groves

**“SONO DIVENTATO LA MORTE,  
IL DISTRUTTORE DEI MONDI.”**

**Robert Oppenheimer**