

# Oppenheimer y la bomba atómica



LOS CIENTÍFICOS Y SUS DESCUBRIMIENTOS

Paul Strathern



Las dos bombas atómicas arrojadas sobre Hiroshima y Nagasaki en 1945 inauguraron una nueva era en la que la posibilidad de la aniquilación nuclear ha mantenido al mundo en un precario equilibrio. A Oppenheimer se le recuerda como el «padre de la bomba atómica». ¿Cómo fue el proyecto Manhattan y la carrera desbocada para crear la primera bomba atómica? ¿A qué dilemas morales hubo de enfrentarse Oppenheimer? *Oppenheimer y la bomba atómica* presenta una instantánea brillante de un científico y su controvertido trabajo. Ofrece una explicación clara y accesible de cómo se desarrolló la bomba atómica, de su importancia y de las implicaciones que ha tenido para el siglo xx y el futuro.



Paul Strathern

# Oppenheimer y la bomba atómica

ePub r1.1

smonarde 16.02.14

Título original: *Oppenheimer and the Bomb*

Paul Strathern, 1998

Traducción: Antón Corriente

Diseño de portada: Juan José Barco y Sonia Alins

Editor digital: smonarde

ePub base r1.0

---

más libros en **ePubGratis**

---

# Introducción

A J. R. Oppenheimer se le recuerda sobre todo como el «padre de la bomba». Fue él quien encabezó «la mayor colección de lumbreras nunca vista» que construyó la primera bomba atómica en los laboratorios secretos de Los Álamos, en las apartadas montañas de Nuevo México. Muchos le recuerdan también como el científico que fue empujado prematuramente a la tumba por la caza de brujas anticomunista. Lo que a menudo se pasa por alto es que hizo una original contribución a la mecánica cuántica en sus inicios, y que publicó uno de los primeros modelos teóricos de los agujeros negros.

De paso, Oppenheimer fue también un profesor carismático que inspiró a una generación de físicos americanos, y fue más tarde director del *Institute for Advanced Studies* (Instituto de Estudios Avanzados) de Princeton durante casi veinte años, en la época en que gigantes de la talla de Einstein, Von Neumann y Gödel eran miembros de la casa.

Menuda carrera, menudo hombre. En privado Oppenheimer era un hombre algo extraño, de gran cultura. Cuando vio cómo la primera nube luminosa en forma de hongo proyectaba su falso amanecer sobre el desierto, se sorprendió a sí mismo musitando unas palabras del *Bhagavad-Gita*, obra probablemente desconocida para los otros científicos, generales y personal de inteligencia allí reunidos. Oppenheimer era un hombre sofisticado, pero también frío. Aunque capaz de inspirar una gran lealtad, muchos le consideraban elitista y arrogante. Esto no importaba mientras permaneciera en su laboratorio. (La ciencia *per se* no desarrolla la personalidad de una persona y tiende a hacer a sus practicantes más tolerantes con la torpeza que los practicantes del alpinismo social más despiadado). Pero cuando

Oppenheimer se convirtió en un pez gordo en Washington, no tardó en hacer enemigos políticos. Su arrogancia contribuyó a su caída tanto como sus opiniones de izquierda, por vagas y ambiguas que estas pudieran ser. «Oppie», como le conocían sus amigos, fue un hombre dividido hasta el final. Estaba orgulloso de ser el «padre de la bomba», pero no se hacía ilusiones sobre su terrorífico potencial.

## Su vida y la bomba

Robert Oppenheimer nació el 22 de abril de 1904, en la ciudad de Nueva York. Su padre, Julius, era un inmigrante judío alemán que había ganado una fortuna en el negocio de la importación de textiles. El hogar familiar era un lujoso apartamento en el elegante Riverside Drive. Los Oppenheimer estaban «asimilados», es decir, habían dejado de lado la cultura y la religión judías ortodoxas y adoptado los modos de los plutócratas norteamericanos. La madre de Robert, Ella, era una pintora de verdadero talento y había estudiado en París. Era de una belleza impactante, aparte de tener deformada la mano derecha, que llevaba siempre en un guante de gamuza. Un amigo de la familia la describió como «una persona muy delicada, muy comedida emocionalmente. Siempre presidía la mesa y otros eventos con gran elegancia y delicadeza, pero era una persona triste». El padre fue descrito como «desesperadamente afable, ansioso por agradar, y... esencialmente un hombre muy bondadoso». Pero la casa tenía «una cierta tristeza, un aire melancólico».

El joven Robert habría de heredar una potente mezcla de tales caracteres. Muestra de ello es que fue, en sus propias palabras, «un niño anormalmente bueno y repelente». Fue hijo único durante sus primeros ocho años, hasta el nacimiento de su hermano Frank en 1912. Robert se educó en el Ethical Cultural School de Nueva York, institución que se preciaba de imbuir a sus alumnos de un elevado nivel académico a la par que de ideas avanzadas, una combinación posible en la solemne y bienintencionada sociedad de los años anteriores a la primera guerra mundial. En la escuela Robert se mostró como un alumno serio y solitario. No tardó en manifestar su superioridad tanto en

lo académico como en lo social, ganando con ello muy pocos amigos. Era alto y de físico desgarbado. Algo falto de coordinación física, pronto decidió que no le gustaban los deportes. (No soportaba perder). Pero no era ningún pusilánime, y sí poseía algunas aptitudes físicas. Conforme al tópico, practicó la navegación en solitario en Long Island desde la casa que tenía allí la familia para pasar sus vacaciones, con una intrepidez que a menudo rozaba lo temerario cuando le daba por navegar con mal tiempo. Por las noches leía de todo, desde libros de mineralogía a obras de Platón. Le gustaba particularmente la poesía distante y melancólica del modernista T. S. Eliot.

A los dieciocho años, durante unas vacaciones familiares en Europa, contrajo la disentería. Tardó en recuperarse un año, durante el cual hizo su tardía aparición la rebeldía adolescente, que, en palabras de su madre, se manifestó en forma de «grosería, y a menudo un total rechazo de mis atenciones». El ingrato inválido se encerraba en su cuarto y leía.

Más tarde el joven pedante, intelectual en exceso, sería despachado a un rancho para turistas en Nuevo México a recuperarse. Aquí volvió a la vida, como solo había hecho anteriormente esquivando en su yate escollos azotados por el viento. Durante días no hizo más que cabalgar por los tortuosos caminos que surcan los cañones y por las montañas, acampando por la noche bajo las estrellas.

En 1922, Robert Oppenheimer fue a Harvard a estudiar química. Otro estudiante de la época recordaba: «Supongo que se sentía solo y creía no encajar bien en el ambiente social». Sin embargo, en todos los demás ambientes mostró su supremacía. Aún no estaba del todo seguro de lo que quería hacer con su vida. Aparte de ser el primero de la clase en química, destacó en física, filosofía oriental, griego, latín y arquitectura. En sus ratos libres emulaba a su madre pintando y hasta escribía poesía vanguardista que se publicaba en la revista literaria de la universidad. Todo esto exigía tiempo, pero como joven que no se dignaba a tener una vida social y estaba por encima de cosas, como una carrera deportiva, a Oppenheimer aún le sobraba energía que quemar. Llegaba regularmente a los laboratorios a las ocho de la mañana, pasaba el resto del día asistiendo a sus clases y trabajando sobre cada una de sus diversas asignaturas en la biblioteca, y por la noche seguía



leyendo. En lugar de comidas propiamente dichas, paraba brevemente para tomar un apresurado *black and tan*: un sandwich tostado y abierto untado de manteca de cacahuete, con un buen pegote de salsa de chocolate. Parece evidente que esto mantuvo bien cebado su tracto digestivo.

Solo en el tercer año de su carrera decidió Oppenheimer que la física era su vida, gracias sobre todo a una persona: el físico Percy Bridgman. Profesor excepcional, Bridgman fue el primero en producir diamantes artificiales por medio de la presión, obtuvo más tarde el premio Nobel, y finalmente se pegó un tiro. Aparte de su temperamento, lo que interesaba a Oppenheimer era el concepto de filosofía de la ciencia de Bridgman. Según Bridgman: «No conoceremos el significado de un concepto a menos que podamos especificar las operaciones empleadas al aplicar el concepto en situaciones concretas». Tal modo de pensar concordaba profundamente con la reciente filosofía de Wittgenstein y los positivistas lógicos («el significado de una palabra reside en su verificación»). También compaginaba bien con los continuos y rápidos avances de la teoría cuántica, que por entonces estaba demoliendo los conceptos previos de la física clásica. Se trataba de un hombre cuyo pensamiento parecía combinar ambos aspectos de la vida de Oppenheimer, el cultural y el científico, de modo estimulante a la par que intelectualmente riguroso. También resultaba atractivo para el iconoclasta reprimido que habitaba en el interior del desgarrado pequeño Lord Fauntleroy de Riverside Drive. Como sucede con muchas vidas excepcionales, cada parte hizo su contribución al todo. Oppenheimer no olvidaría nunca las cuestiones filosóficas suscitadas por Bridgman, ni sus implicaciones para la práctica de la ciencia. Oppenheimer estaba enganchado: de ahora en adelante, en lo que a él tocaba, la física era lo importante.

En 1925, habiendo completado su carrera de cuatro años en solo tres, se licenció *summa cum laude* en Harvard. Por aquel entonces la gran ciencia se estaba haciendo en Europa. Oppenheimer embarcó para Inglaterra e ingresó en el Cavendish Laboratory de Cambridge, a la sazón dirigido por el campechano neozelandés Ernest Rutherford. Quince años antes, Rutherford había sacudido al mundo científico con su demostración de la existencia del núcleo atómico, que inauguró la era de la física nuclear. A estas alturas ya

había reunido un equipo de experimentadores excepcionales que estaban revolucionando los conceptos de la estructura atómica.

Por brillante que fuera Oppenheimer a sus veintiún años, su curriculum apenas impresionó a Rutherford. Al final Oppenheimer fue requerido por el septuagenario J. J. Thomson, descubridor de la partícula subatómica de carga negativa conocida como electrón. La tarea de Oppenheimer en el laboratorio consistía en preparar las delgadas películas de berilio para luego bombardearlas con electrones e investigar sus propiedades subatómicas. Oppenheimer se sentía humillado. No es solo que fuera una tarea ordinaria. Además descubrió que no era capaz de desempeñarla bien. Sus limitaciones como experimentador alumbraron otras inseguridades en su personalidad inmadura y cerrada. «El trabajo de laboratorio es terriblemente aburrido», escribió, «y se me da tan mal que me es imposible sentir que estoy aprendiendo algo». Estas palabras característicamente atenuadas de hecho enmascaraban una crisis emocional cada vez más profunda. Oppenheimer nunca había fracasado antes, *en nada*. Solo, echando de menos su hogar y destrozado, huyó a Bretaña. Allí, con el viento invernal azotando su rostro y las olas del Atlántico rugiendo contra las rocas, caminó por los acantilados «a punto de tirarme en cualquier momento». Al final decidió volver a Cambridge y consultar a un psiquiatra.

Le diagnosticaron una *dementia praecox* incurable, el cajón de sastre empleado en aquellos días por los psiquiatras para clasificar las enfermedades mentales que no comprendían (hoy se prefiere la palabra esquizofrenia). Se le sugirió al paciente que unas vacaciones podrían ser beneficiosas. Oppenheimer fue a Córcega, tuvo un breve romance, y volvió con «una cierta mejora en su estado mental». Fue su primera relación amorosa, y nunca volvió a referirse a ella excepto para decir que «no fue una aventura amorosa, sino amor». Era una faceta que, obviamente, había estado ausente de su vida exceptuando lo platónico. Oppenheimer siempre había sido muy susceptible a la influencia de su madre, pero ella compartía el frío temperamento de su hijo, así como algo de su arrogante inteligencia. Superior de puertas afuera, pero en el fondo tan inmaduro a sus veintidós años, este primer encuentro con las emociones genuinas era algo para ponderar y saborear en secreto.

Oppenheimer se había relacionado con un psiquiatra, con una amante y con algunas de las mejores mentes científicas de su tiempo. No hay duda de cuál de estas tres categorías consideraba la más importante, a cuál se sentía más cercano y con cuál se identificaba. Pero Rutherford, Thomson y Bridgman tenían todos edad suficiente para ser su padre. Pronto Oppenheimer encontró una mente científica excepcional de su misma edad.

Paul Dirac había nacido en Inglaterra en 1902, dos años antes que Oppenheimer, y era hijo de padre suizo emigrado y madre inglesa. Dueño de un temperamento solitario similar al de Oppenheimer, prefería dedicarse a su trabajo encerrado en sus aposentos sobre un retirado patio del St. John's College. Oppenheimer podía tener una mente excepcional, pero Dirac habría de convertirse en uno de los principales físicos teóricos del siglo XX. Se cayeron mutuamente bien desde el principio, aunque Dirac consideraba que la vastedad de la cultura de Oppenheimer era una distracción innecesaria, si no una completa pérdida de tiempo. (Cuando conoció a Dirac, Oppenheimer estaba añadiendo el italiano a su colección de idiomas con el fin de leer a Dante en su lengua original). Cuando Dirac supo que hasta escribía poesía, quiso saber: «¿Cómo puedes compaginar ambas cosas, poesía y física? Son opuestas. La ciencia trata de decir algo que nadie sabía antes, en palabras que todo el mundo pueda entender. La poesía es justo lo contrario». Pese a esta declarada actitud, el propio Dirac no estaba por encima del ripio ocasional:

«Age is of course a fever chill  
That every physicist must fear.  
He's better dead than living still  
When once he's passed his 30th year»<sup>[1]</sup>.

Y algo de cierto había en ello. La noción de gravedad de Newton, la teoría especial de la relatividad de Einstein y muchas otras grandes ideas de la física habían sido concebidas bastante antes de que sus creadores cumplieran la treintena. Dirac tenía veintitrés años y Oppenheimer solo veintiuno: ambos eran jóvenes y tenían prisa. Dirac ya estaba enfrascado en

el meollo de la teoría cuántica, que estaba siendo objeto de una transformación excepcionalmente compleja. Los años 1925-1926 fueron de los más estimulantes para la ciencia del siglo XX. Se estaban realizando avances de envergadura en la teoría cuántica, a menudo aparentemente incompatibles entre sí, por obra de figuras como Bohr, Heisenberg, Born y cualquiera lo bastante valiente para subir al ring entre tales pesos pesados.

La teoría cuántica arrancó con el físico alemán Max Planck en 1900, cuando explicó ciertas características de la radiación electromagnética, como la luz, que no encajaban en la mecánica newtoniana. Según Planck, la luz era ambigua: para explicar su comportamiento había que considerarla como *dos cosas diferentes*. Para explicar determinados efectos, como las variaciones en el color, había que considerar que se desplazaba en forma de ondas. Para explicar otros fenómenos (como el efecto fotoeléctrico, en el que la luz bombardea una superficie y libera electrones) tenía que considerarse como un flujo de partículas, llamadas fotones, consistentes en cantidades determinadas —o *cuantos*— de luz.

— ¿Por qué no podía considerarse la luz como ondas regularmente interrumpidas, simplemente?

Porque para liberar electrones (en el efecto fotoeléctrico) los cuantos (fotones) tienen que estar dotados de momento. Esto requiere masa (momento = masa x velocidad).

— Pero la luz no pesa nada: ¿cómo pueden estos cuantos (fotones) tener masa?

Solo tienen masa cuando están en movimiento. Cuando están estacionarios tienen masa cero.

— ¿Pero cómo puede ser? Esta es otra imposibilidad. Primero la luz se compone de ondas y partículas a la vez. Segundo estos cuantos carecen de

peso y tienen masa ...

La teoría cuántica estaba plagada de tales ambigüedades. Durante varios años se intentó reconciliarlas encajando los principios de la teoría cuántica sobre las ecuaciones de la mecánica clásica, lo cual resultó en nuevas y crecientes paradojas e incongruencias, sobre todo en el campo, en rápida expansión, de la física subatómica, en el que se estaba analizando la estructura atómica. También los átomos parecían contener ondas-partículas. Estos problemas estaban haciendo imposible predecir hechos a este nivel. En 1925 el «niño prodigio» y físico alemán Werner Heisenberg, solo un año mayor que Dirac, resolvió el problema creando una teoría de la mecánica cuántica que eludía el problema de la dualidad onda-partícula concentrándose simplemente en la observación. Solo las propiedades mensurables del átomo debían considerarse «reales». El concepto de átomo como diminuto sistema solar, con un núcleo central en el papel de Sol (con carga positiva) y electrones orbitando a su alrededor (con carga negativa) fue abandonado. «¿Por qué hablar de una ruta invisible de electrones alrededor de un átomo invisible? Si no se pueden ver, no son significativos». El que se considerara onda o partícula lo que se iba a medir no importaba. Las medidas dependían de cómo fueran tomadas, pero no podía haber discrepancias en los resultados. Eran solo resultados.

Era una intuición brillante, pero ¿cómo podían expresarse tales *mediciones* de forma significativa sin un marco de referencia, es decir, sin un modelo como el del «sistema solar» para el átomo? El trabajo de Heisenberg fue examinado por Max Born, profesor de física de Göttingen, el principal centro de investigación cuántica junto con el Instituto Bohr de Copenhague. Born sugirió que las diferentes mediciones podían organizarse en un esquema en forma de matrices, con líneas y columnas. Así, aplicando la teoría de matrices sería posible predecir nuevos valores para las variables físicas (como las aplicadas a las partículas) y probabilidades matemáticas para estados energéticos cambiantes (como las aplicadas a las ondas). Estos rectángulos de líneas y columnas de cifras resultaron mucho más útiles que cualquier

esquema mental del átomo. Facilitaron la primera forma coherente de la mecánica cuántica, dotándola de la capacidad de hacer predicciones de un modo similar al de la mecánica clásica.

Todo esto era demasiado teórico y matemáticamente complejo para el famoso físico austríaco y notorio mujeriego Erwin Schrödinger. A la manera de Casanova, deseaba *visualizar* la verdad desnuda, más allá de los impedimentos físicos. Schrödinger siguió convencido de que era posible representar cada aspecto del universo físico, incluso a nivel subatómico. Antes del fin de 1925 había producido una versión alternativa de la mecánica cuántica. Con este fin visualizó la partícula con una onda asociada. Las propiedades de tal partícula podían derivar tanto de su condición de partícula como de la de onda. Era esencialmente una partícula que se comportaba como una onda. Schrödinger produjo entonces una ecuación de ondas que podía aplicarse a cualquier sistema físico (esto es, una partícula que se comporte como partícula y como onda) con tal de que se conocieran los valores matemáticos de su energía. Esta forma de mecánica cuántica vino a llamarse «mecánica de ondas» para diferenciarla de la «mecánica matricial» de Heisenberg.

Heisenberg y Schrödinger no tardaron en verse mutuamente de manera similar a la de aquellos que defienden teorías opuestas en otros campos, desde la religión al entrenamiento futbolístico. Heisenberg calificó de «repugnante» la teoría de Schrödinger, mientras que Schrödinger consideró la de Heisenberg «repelente y descorazonadora».

Dirac, el nuevo amigo de Oppenheimer en Cambridge resolvió en parte esta situación. Mediado 1926, Dirac apareció con una nueva teoría bajo el brazo, conocida como «álgebra cuántica». Esta demostraba que la mecánica de matrices y la de ondas eran de hecho matemáticamente equivalentes (para gran disgusto de sus respectivos autores).

Oppenheimer no pertenecía a la categoría de su amigo Dirac y de los gigantes científicos del mundo germánico. Ante todo, la amplitud de sus intereses formativos le había dejado comparativamente flojo en matemáticas. Pero su capacidad de comprensión de la física le permitía aprehender los conceptos más complejos, es más, estaba ansioso por hacerla después de

lidiar con el pegajoso problema de las películas de berilio. Oppenheimer acometió un curso intensivo de los últimos avances cuánticos, discutiéndolos a la vez con Dirac. Hacia mayo de 1926 Oppenheimer había redactado una serie de documentos que mostraban cómo la mecánica cuántica resolvía una serie de complejas cuestiones relativas a la estructura atómica. Esto llamó la atención de Max Born, quien quedó tan impresionado que invitó a Oppenheimer a trabajar con él en Göttingen. Aquí Oppenheimer conocería e intercambiaría ideas con figuras como Bohr, Heisenberg y Fermi. La mecánica cuántica era una disciplina tan nueva y se desarrollaba tan deprisa que cualquiera que pudiera comprender sus complejidades y estar al tanto de los últimos avances podía contribuir. De repente Oppenheimer se vio en la primera división. Publicó documentos conjuntos con Born y Dirac, y entre 1926 y 1929 publicaría no menos de dieciséis escritos, seis de ellos en alemán, sobre física cuántica, realizando varias aportaciones importantes. (La *Aproximación Born-Oppenheimer* sigue siendo uno de los conceptos básicos de la mecánica cuántica). El mayor logro de Oppenheimer reside en la aplicación de la mecánica cuántica al concepto de spin del electrón. (El electrón gira sobre su eje a medida que gira alrededor del núcleo atómico, igual que la Tierra gira dando lugar a la noche y al día en su órbita alrededor del Sol). El spin del electrón sería la clave para saber cómo se mantiene unido el átomo.

En 1927, Oppenheimer obtuvo el doctorado «con distinción» (algo muy laudatorio viniendo de Göttingen). Entonces emprendió una gira turística por los principales centros europeos de investigación, entre ellos Leiden y Utrecht en Holanda (aprendiendo de paso el holandés), y conoció al gran experto suizo en cuántica, Wolfgang Pauli, en la Politécnica de Zurich, *alma mater* de Einstein.

Oppenheimer ya sabía lo que quería hacer con su vida. Decidió regresar a América y dedicarse al desarrollo de la mecánica cuántica. Obtuvo el puesto de profesor de física en la entonces poco reputada Universidad de California en Berkeley. «Pensé en ir a Berkeley porque era un desierto», explicó. Allí no se impartía física teórica y podría desarrollar sus investigaciones en la dirección que quisiera. Pero con el fin de no quedarse descolgado de los

últimos avances, trabajó también a tiempo parcial para Caltech, en Pasadena, que ya iba camino de convertirse en un centro de investigación científica de importancia mundial. El hecho de que ambos puestos estuvieran en la tranquila California, en el extremo opuesto de la América donde recibió su sofocante educación elitista, no era ninguna coincidencia. A la madura edad de veinticuatro años, Oppenheimer empezaba a soltarse un poco y liberarse de su pasado. Significativamente, empezó a firmar como J. Robert Oppenheimer. La «J» era la inicial de Julius, el nombre de su padre, pero de ahora en adelante si le preguntaban por lo que representaba, contestaba: «nada».

Aunque Oppenheimer siguió investigando, su carrera entró efectivamente en una segunda fase como docente. Es cierto que Oppenheimer tenía un estilo lamentable a la hora de enseñar. Tanto en las clases como en los seminarios mascullaba, acompañando sus palabras de gestos nerviosos e interrumpía de pronto su discurso y murmuraba para sí. Pero lo que tenía que decir era emocionante, y resultaba obvio que a él también le fascinaba su asignatura. Los que podían seguirle no tardaron en estar pendientes de cada palabra suya. «Oppie», como llegó a ser conocido, se convirtió rápidamente en una figura de culto. La figura alta y delgada como un palo con ojos azules de hielo que fumaba un cigarrillo detrás de otro y se mordía las uñas se convirtió en un profesor carismático. No solo había firmado ensayos con figuras como Born o Dirac, y discutido la teoría cuántica con el propio Bohr. Hablaba además ocho idiomas, leía filosofía y escribía poesía vanguardista. Se corrió la voz, y en pocos años Oppie atraía estudiantes brillantes de todas partes.

Estos formaban un conjunto variopinto. Eran los años treinta: América estaba en plena Gran Depresión y empezaban a llegar refugiados de Europa a causa de la deteriorada situación política. Hitler había llegado al poder en Alemania. Representativos de sus alumnos más destacados fueron Philip Morrison, que sobrevivió a la polio y a la pobreza en California (como la describe Steinbek en *Las uvas de la ira*); Rossi Lomanitz, el prodigio de catorce años procedente de las poco pobladas tierras de Oklahoma; Hartland Snyder, que había trabajado como camionero en Utah, y más tarde el judío alemán Bernard Peters, quien escapó del campo de concentración de Dachau



y trabajó como estibador en Nueva York antes de llegar a California. Estos y muchos otros, recibieron de Oppie la inspiración para convertirse en físicos de primera clase. A medida que sus alumnos le respondían, Oppenheimer empezó a descubrir cualidades de liderazgo hasta entonces insospechadas. Su educación elitista estaba pensada para futuros líderes sociales: Oppie era portador de esas características aunque fumara en el aula, llevara el pelo tirando a largo y vistiera una camisa de trabajo azul. Su pensamiento era igualmente independiente: él dirigía desde el frente.

Pero no todos estaban tan impresionados. Otras mentes más perceptivas para lo social detectaron graves defectos en su estrella científica. Para estos su mirada fija y sus extrañas e inquietantes maneras indicaban una personalidad en profundo conflicto consigo misma. Algunos le consideraban un mero aficionado brillante. Un hombre que se tomaba la molestia de mezclar sus Martinis con tanta exactitud y que un buen día se ponía a aprender sánscrito como si tal cosa (y como en efecto estaba haciendo) no podía ser un científico serio. Quizá tuviera intuiciones inspiradas, pero no era un corredor de fondo. No había escrito ningún documento largo ni elaborado ninguna serie extensa de cálculos. ¿Era Oppie un mero destello engañoso? Su arrogancia intelectual ofendía a muchos: ignoraba simplemente a los que no podían seguirle. Estos le tenían por un completo egoísta frío y calculador que representaba continuamente un papel.

Así comenzó a desarrollarse la personalidad de Oppenheimer en su tardío florecimiento, con dos lados bien diferenciados. ¿Quién era el *verdadero* Oppenheimer, el genio brillante y sincero o el actor arrogante y calculador? Nadie podía saberlo, ni siquiera el propio Oppenheimer, al parecer.

La clave parecía ser su necesidad de ocultar su inseguridad emocional, y esto mismo fue lo que ahora tuvo que poner a prueba. En 1936 Oppenheimer se enamoró de Jean Tatlock, una estudiante graduada en psicología. Tenía una melena morena muy llamativa, ojos verdes y una personalidad igualmente arrebatadores. Siendo la inteligente y voluntariosa hija de un conocido profesor de inclinaciones derechistas, se unió al partido comunista.

Hasta ahora Oppenheimer había expresado los principios liberales de su educación, aunque resultaran algo anacrónicos a la luz de su arrogancia

social. De hecho, Oppenheimer tenía muy poco contacto con el mundo «real». En su apartamento no tenía teléfono ni radio, y nunca leía periódicos ni revistas. Un colega recuerda que no se enteró del hundimiento de la Bolsa de Wall Street en 1929 hasta seis meses después del acontecimiento.

Con la aparición en escena de Jean Tatlock, todo esto cambió. Oppenheimer se vio precipitado a una vida de activismo de izquierda. La transformación no puede atribuirse en exclusiva a su nuevo amor, sin embargo, pues lo cierto es que se encontraron por primera vez en un mitin convocado para denunciar el deterioro de la escena política europea (puesto de manifiesto por la guerra civil española). Los fascistas iban a por los comunistas mientras la vieja guardia del orden capitalista hacía la vista gorda. Entonces la izquierda y el comunismo tenían numerosos adeptos en la costa oeste. No parecía haber otro modo de combatir la injusticia social en la América de las colas para la sopa, los *lockouts* y la emigración de parados a gran escala.

Oppenheimer tenía un cambio pendiente. Dedicaba cada vez menos tiempo a sus actividades extraacadémicas, como aprender sánscrito y leer el *Bhagavad-Gita*, que parecían no conducir a ninguna parte. Lo mismo cabría decir de su vida intelectual. Oppenheimer empezaba a darse cuenta con retraso de que nunca sería un físico de altos vuelos como Dirac o Born. A modo de compensación se había ocupado cada vez más de la dirección intelectual de su creciente grupo de investigadores graduados. Quizá Oppie *no fuera* un genio, pero pronto quedó claro que *tenía* un talento de primera para dirigir investigaciones de alto nivel. Parecía saber cómo sacar el máximo partido de las mejores mentes y cómo integrar a las *prima donnas* intelectuales en un equipo de trabajo. Su interés por el más abierto y amplio mundo político era una extensión natural de ello.

Oppenheimer estaba madurando deprisa en todos los aspectos. A su cursillo acelerado sobre realidad política añadió otro sobre realidad emocional. La relación con Jean Tatlock le ponía constantemente a prueba. A veces ella desaparecía durante días y Oppie sufría de celos hasta la agonía. Al volver, Jean echaba leña al fuego describiendo a los otros hombres con los que había estado. Aunque tales historias tienen siempre dos versiones,

enamorar de un perro verde como Oppie pudo muy bien empujarla a tales excesos. Iniciaron y rompieron su relación dos veces. Bebían en abundancia y el consumo de tabaco de Oppie, ya compulsivo, adquirió una intensidad maníaca. Jean sufría depresiones aplastantes y visitaba regularmente a un psiquiatra.

Quizá fuera inestable y exigente, pero Jean era la única mujer con suficiente fortaleza emocional para atravesar las extrañas barreras de Oppenheimer. Es significativo el hecho de que justo antes de que su relación se consolidara, la madre de Oppenheimer muriera de leucemia. «Soy el hombre más solo del mundo», confesó Oppenheimer entonces (aunque esto parece haber sido una condición permanente).

En 1937 murió su padre, dejándole una considerable fortuna. Los restantes miembros de la familia Oppenheimer renunciaron a sus orígenes patricios de la costa este. El hermano menor de Oppenheimer, Frank, fue a estudiar con él a Caltech, para no volver. Frank idolatraba a su hermano mayor, y era también un físico de gran talento, aunque no de la altura de Oppie.

Oppenheimer cedió parte de su fortuna heredada a organizaciones antifascistas, sin saber que muchas de estas se habían convertido en frentes comunistas. Oppenheimer pudo haber mantenido posturas de izquierda, pero era más bien socialista. Al inicio de su relación con Jean vaciló, pero el trato dado por Stalin a los científicos rusos acabó de definir sus inclinaciones políticas de modo irreversible. Hay que decir que en aquel tiempo Oppenheimer tenía muchos amigos comunistas, entre ellos varios de sus ayudantes de investigación, y también su hermano Frank, pero él nunca perteneció al partido.

Durante el verano Oppenheimer viajaba a Nuevo México, donde realizaba travesías a caballo por la montañas, ampliando su conocimiento de las sendas que recorriera por primera vez en su primer viaje al oeste cuando tenía dieciocho años. Andando el tiempo él y su hermano compraron una apartada cabaña a gran altura, entre bosques de pinos, a 129 kilómetros al nordeste de Santa Fe. Oppenheimer no tardó en llamar a esta propiedad, de modo característico, su «rancho», bautizándolo en castellano *Perro Caliente*,

a raíz de la exclamación que profirió la primera vez que admiró la impresionante vista desde el prado circundante.

Hizo otros viajes por toda Norteamérica. Sus trabajos anteriores sobre mecánica cuántica y su amistad con eminencias como Dirac y Heisenberg le abrieron muchas puertas. El amplio espectro de sus intereses culturales resultaba particularmente atractivo para los emigrados que llegaban de la Europa fascista. Su fría cortesía de los primeros años iba dejando paso a un encanto más cultivado. En la Universidad de Michigan discutió sobre radiación con Enrico Fermi, recientemente huido de la Italia de Mussolini. Al visitar la Universidad de Columbia en Nueva York conoció al emigrado húngaro Leo Szilard, quien en 1934 trató sin éxito de patentar la reacción nuclear en cadena que un día habría de dar lugar a la bomba atómica. También conoció a Einstein y a Bohr, quien visitaba el *Institute for Advanced Study* (IAS) de Princeton. Ahora que la flor y nata de los científicos judío-europeos había huido de centros como Göttingen y Berlín, el recién fundado IAS se estaba convirtiendo rápidamente en *el* centro por excelencia para la física teórica. Oppenheimer sabía suficiente para conversar con los expertos, y a la vez su propio trabajo en este campo no estaba del todo eclipsado.

Como haciéndose eco de la transformación en su vida personal, sus intereses se habían desplazado de la física subatómica a la cosmología. En lugar de la minuciosa introspección atómica, se volvía hacia el Universo. En 1939 publicó un escrito en colaboración con Hartland Snyder titulado *Sobre el colapso gravitacional continuo*, relacionado con la teoría general de la relatividad de Einstein, que mostraba cómo en el espacio la luz se curvaba al pasar cerca de cuerpos de gran masa. Esto implicaba que el propio espacio es también curvo. (Dicho de otro modo: nada puede viajar más rápido que la velocidad de la luz, luego si la luz describe una curva, no hay camino más corto entre dos puntos que esta curva). Como parte de su teoría general de la relatividad, Einstein planteó algunas ecuaciones de campo que detallaban la relación entre el espacio curvo y la distribución de la masa por el universo. Eran endemoniadamente complejas, requiriendo no menos de veinte ecuaciones simultáneas con diez incógnitas.

La solución a estas ecuaciones dada por Oppenheimer y Snyder mostraba

que cuando una estrella consumida se desmorona a causa de su propia fuerza gravitacional ocurren varias cosas extrañas. El espacio describe una curva tan cerrada que la luz emitida desde la superficie de la estrella vuelve hacia el interior de esta. De este modo, ocurra lo que ocurra en su interior, la estrella queda completamente sellada del universo exterior, formándose así un «horizonte de acontecimientos» unidireccional. Es decir: las partículas y la radiación exteriores pueden acercarse a la estrella, pero dentro de este «horizonte» nada podría volver a salir. Nada sería capaz de escapar a la tremenda fuerza gravitatoria. En lugar de las dimensiones normales del espacio, habría un hueco donde simplemente todo desaparece. Pero según la teoría de la relatividad de Einstein, el tiempo es una dimensión del espacio. Esto supone que, junto con el espacio, el tiempo también desaparecería al otro lado del horizonte de acontecimientos. Una «singularidad espacio-temporal» tendría lugar dentro de este horizonte en el que una gravedad infinita comprime todo hasta una densidad finita. Todo —el espacio, el tiempo, las partículas, la radiación— todo desaparecería como por un invisible agujero negro.

Esta solución a las ecuaciones de campo de Einstein provocó la burla de la opinión cosmológica experta, incluyendo la de Einstein, quien la calificó públicamente de «ridícula». De hecho, el fenómeno no fue bautizado como agujero negro hasta los años sesenta, cuando el concepto empezó por fin a encontrar aceptación. Oppenheimer y Snyder estaban muy adelantados a su tiempo.

Y así habrían de seguir, pero no por su culpa. El número de *The Physical Review* en el que apareció el artículo de Oppie se publicó el 1 de septiembre de 1939, el día que Hitler ordenó invadir Polonia, acto que desembocaría en la segunda guerra mundial. Por una casualidad aún más extraña, este número contenía también un artículo de Bohr sobre el mecanismo de la fisión nuclear, el proceso que habría de dar lugar a la primera bomba atómica y propiciar el fin de la guerra. Aunque Oppenheimer no podía ni imaginarlo entonces, el tema del artículo de Bohr no tardaría en dominar su vida.

La fisión nuclear es en esencia la partición de un núcleo atómico en dos mitades aproximadamente iguales, proceso que libera una enorme cantidad de

energía. La base teórica para ello había sido adelantada en la primera década del siglo XX por Einstein, como resultado de su teoría especial de la relatividad. Esta reacción está implícita en su célebre fórmula:

$$e = mc^2$$

en la que  $e$  es energía,  $m$  masa y  $c$  la velocidad de la luz. Siendo la velocidad de la luz de unos trescientos mil kilómetros por segundo, se puede apreciar que una cantidad minúscula de masa  $m$  libera una cantidad formidable de energía  $e$ .

Durante unas tres décadas esto no era más que una posibilidad meramente teórica. La situación solo cambió gracias a los experimentos realizados con el uranio. Este elemento había sido descubierto más de un siglo antes por Martin Klaproth, el farmacéutico alemán fundador de la química analítica. Su análisis de la pechblenda le llevó a predecir que contenía un nuevo elemento, al que llamó uranio en honor del recién descubierto planeta Urano. (Por una ominosa coincidencia, este descubrimiento tuvo lugar el mismo año en que la Revolución Francesa desencadenó la fisión social europea: 1789). El uranio fue debidamente aislado, y se observó que tenía el núcleo más pesado conocido. También se observó que tenía una serie de isótopos: átomos del mismo elemento con la misma cantidad de protones en su núcleo, pero con cantidades distintas de neutrones. Estos isótopos del uranio eran naturalmente radiactivos, es decir, inestables, y sus núcleos atómicos eran propensos a la desintegración espontánea, con la consiguiente emisión de partículas alfa, electrones o rayos gamma.

En los años treinta dicha inestabilidad llamó la atención del radioquímico alemán Otto Hahn y de su colega austríaca Lise Meitner. Trataron de bombardear un núcleo de uranio con neutrones con la esperanza de producir un nuevo elemento más pesado que el uranio. Una vez completados los experimentos, en 1938, Meitner tuvo que huir de Berlín por ser judía. Hahn, su compañero durante años en la profesión, la ayudó a huir y la mantuvo informada de los resultados. No fue un éxito: no había aparecido ningún elemento más pesado. En su lugar, los resultados arrojaban una aparente

imposibilidad. El uranio bombardeado con neutrones parecía haber producido bario, un elemento cuyo peso atómico es aproximadamente la mitad que el del uranio.

Fue Meitner quien se dio cuenta de lo que había ocurrido. El núcleo de uranio se había partido en dos. Denominó fisión nuclear al proceso. Meitner comprendió que además de producir bario, una gran cantidad de energía que antes mantenía cohesionado el núcleo había sido liberada. Pudo calcular que *cada núcleo atómico individual* de uranio había liberado la masiva cantidad de *dos mil millones* de electrón-voltios.

Bohr había esbozado el mecanismo teórico de la fisión nuclear. Hahn y Meitner habían mostrado cómo se podía lograr. Cuando Bohr supo de ello, se dio cuenta enseguida de las tremendas implicaciones. El proceso podía usarse para producir una explosión como no se había visto ni soñado jamás, y era un proceso conocido en la Alemania nazi.

Bohr recibió la noticia en 1939, justo antes del estallido de la segunda guerra mundial. En aquel momento había dejado su país de origen, Dinamarca, y estaba pronunciando una serie de conferencias por los Estados Unidos. Horrorizado por el desarrollo de los acontecimientos, el antinazi Bohr contactó inmediatamente con Einstein en Princeton. Advirtió a Einstein de las desastrosas posibilidades surgidas de su famosa fórmula. Einstein discutió el asunto con Szilard, y ambos escribieron en secreto una carta al presidente Roosevelt advirtiéndole de la situación.

Tras rápidas consultas con asesores militares y científicos, Roosevelt inauguró el proyecto de construir una bomba atómica americana, antes de que lo hicieran los nazis. Irónicamente pero no por ello menos habitual, Einstein no fue informado del supersecreto Proyecto Manhattan, como llegó a ser conocido. Los servicios de «inteligencia» estimaron que el mismísimo hombre que les había advertido del peligro constituía un riesgo demasiado grande como para permitirle saber lo que ocurría. Esta fue solo la primera escena de una tragicomedia que habría de arruinar muchas vidas inocentes mientras se permitía a los verdaderos espías dedicarse a su oficio sin el menor obstáculo. Es difícil exagerar el nivel al que llegó este absurdo. Un solo dato habría de bastar. Por aquel entonces y durante casi *cincuenta* años (1924-72)

el FBI estaba dirigido por una *drag queen* paranoica, víctima de chantaje por parte de la mafia, y que a su vez hubo de chantajear a presidentes para mantenerse en el puesto. Era, cómo no, J. Edgar Hoover.

Mientras tanto, en el también asombroso mundo de la física nuclear, Szilard contactó con su colega Fermi, y juntos iniciaron la tarea de resolver los problemas prácticos de la fisión nuclear a gran escala. Szilard había realizado ya trabajos importantes en este campo, como demostrar que cuando un neutrón golpea y escinde a un átomo de uranio, liberaba una media de dos o tres neutrones (además de la gran cantidad de energía mencionada). Szilard comprendió la importancia de esto: si se lograba aprisionar los núcleos de uranio de modo que los neutrones liberados no escaparan, sino que siguieran partiendo nuevos núcleos, que a su vez liberaran nuevos neutrones, que entonces partirían otros núcleos nuevos... tendría lugar una reacción en cadena autoperpetuante que liberaría cantidades pantagruélicas de energía.

Pero todo esto no fue ni mucho menos tan sencillo como parece. Bohr había sugerido ya que cuando tiene lugar la fisión nuclear con el uranio, solo atañe al isótopo uranio-235 (cifra que se refiere al peso atómico). Este isótopo se halla en el uranio natural en una proporción de uno por ciento cuarenta.

El componente principal, el uranio-238, se limitaría más que nada a absorber el bombardeo de neutrones.

En 1941 Fermi construyó un reactor nuclear en una pista de squash de la Universidad de Chicago. Los primeros experimentos de Fermi confirmaron enseguida la predicción de Bohr de que bajo condiciones normales no tendría lugar ninguna reacción en cadena con uranio natural. Había que encontrar el modo de asegurar que los neutrones liberados reaccionaran con el uranio-235.

Fermi se enfrentaba a una serie formidable de problemas interrelacionados. ¿Cuál era la masa de uranio necesaria para producir una reacción en cadena? ¿Cuál era el mejor medio de aprovechar los neutrones liberados y evitar que escaparan? ¿Cómo se podía controlar la reacción? Al partirse el núcleo de uranio-235, los dos o tres neutrones sueltos liberados eran neutrones «veloces» de alta energía, fácilmente absorbidos por el uranio-238. Había que frenar estos neutrones veloces de algún modo para que



siguieran partiendo los núcleos de uranio-235 menos numerosos.

Fermi acabó por resolver el problema insertando gran cantidad de varas de grafito en el uranio natural. Al chocar con los ligeros átomos moderadores de grafito, los veloces neutrones libres perdían velocidad y podían entrar en contacto con el uranio-235. Así la reacción en cadena podía continuar de una manera controlada. Sin embargo, si no se insertaban las varas en el montón de uranio de manera adecuada y precisa, el resultado podía ser una explosión nuclear incontrolada. El resultado podía haber sido letal para los edificios adyacentes y haber devastado una gran parte de la ciudad. Afortunadamente para los desinformados ciudadanos de Chicago, Fermi estaba bastante seguro de que sabía lo que hacía. Con los dedos cruzados, el 2 de diciembre de 1942 el primer reactor nuclear del mundo produjo la primera reacción nuclear controlada y autosostenida.

De haber sido devastada Chicago, los servicios de inteligencia habrían tenido quizá que ofrecer algunas explicaciones. Fermi tenía todavía la nacionalidad italiana, y por entonces los Estados Unidos estaban en guerra con Italia. (El excluido Einstein, cómo no, tenía la ciudadanía norteamericana desde hacía varios años).

Para lograr la fisión nuclear a gran escala era necesario concentrar el U-235 fisionable por encima de la baja proporción de uno a ciento cuarenta en la que se da en estado natural. Por desgracia, esto no se podía hacer por medio de procesos químicos, ya que las propiedades químicas de los isótopos eran prácticamente indistinguibles. Por tanto, tenían que ser separados físicamente, es decir, según el tamaño atómico de los diferentes isótopos. Menuda tarea. A nivel atómico la diferencia de tamaño entre los dos isótopos es minúscula. Sin embargo, se acometieron varios proyectos para investigar el problema.

En el *Westinghouse Research Laboratory* de Pittsburg empezaron los intentos de separar el U-238, más pesado, del U-235 por medio de fuerza centrífuga. Ingenioso, pero resultó ineficaz. En la Universidad de Columbia de Nueva York se probó un método de difusión gaseosa que requería hacer pasar el uranio en forma de gas por una barrera porosa muy fina. El isótopo menor de U-235 pasaría con mayor facilidad y las primeras cantidades

recogidas al otro lado contendrían una concentración más alta de U-235. El proceso se podía repetir, enriqueciendo progresivamente el uranio hasta obtener U-235 casi puro.

Parece simple pero, como siempre, los obstáculos eran formidables. Lejos de ser un gas, el uranio es de hecho un metal muy duro y pesado. Para preparar el uranio para su difusión gaseosa había que convertirlo en fluoruro de uranio, que es un gas. El problema es que el fluoruro de uranio es tan violentamente corrosivo que nada podía contenerlo. No existía aún un recipiente capaz de contener este gas. Y lo mismo se aplicaba inevitablemente a cualquier barrera difusoria a utilizar en el proceso, por no mencionar tubos, válvulas o bombas necesarias para retener, conducir y controlar el gas.

A grandes problemas, grandes soluciones. Con el fin de superar estos inconvenientes nació una industria nueva. Primero los químicos debían crear una planta química nueva diseñada con materiales completamente nuevos, antes de comenzar el proceso de manufactura. Se eligieron dos grandes emplazamientos secretos para las plantas de difusión gaseosa, uno en Hanford, en un valle desolado del río Columbia, en el estado de Washington, y otro sobre 52 000 acres de terreno en la remota Oak Ridge, en Tennessee, donde trabajaba Frank, el hermano de Oppenheimer.

La escala de estos proyectos era tremenda. Algunas cifras pueden darnos una idea. Casi cuarenta y cinco mil obreros de la construcción trabajaron en las obras de Hanford, y la planta erigida en Oak Ridge era el mayor edificio del mundo (como un rascacielos en forma de tabla tumbado sobre el suelo). Además de Frank Oppenheimer, aquí se pusieron a trabajar veinticinco mil técnicos. Los Estados Unidos iban en serio. Al principio del Proyecto Manhattan, el gobierno presupuestó seis mil dólares. El coste final sobrepasaría los dos mil millones de dólares. (Una suma importante si se considera que los trabajadores de la construcción recibían menos de tres dólares al día). Tal concentración de mano de obra y pericia técnica no había sido reunida nunca en toda la historia de la humanidad. (Un número similar de manos fue empleado en la construcción de las pirámides y, en el siglo XX, en la excavación del canal del Mar Blanco en la Rusia soviética, pero en

ambos casos se trataba de mano de obra esclava no cualificada, y como tal fue tratada). Para cuando terminó la guerra, el Proyecto Manhattan tenía mayor entidad que toda la industria norteamericana del automóvil.

Pero esto era solo el trabajo preparatorio para conseguir la materia prima necesaria. Para que todo ello sirviera de algo, alguien tenía que hallar la manera de elaborar una bomba, lo cual planteaba problemas *científicos* a una escala nunca vista. Para esta tarea sería necesario reunir a los mejores cerebros científicos del país (menos Einstein, claro) y alguien tendría que coordinar a estos cerebros para que trabajaran en equipo.

¿Quién tenía el calibre y el nivel para dirigir un proyecto tal? ¿Quién conocía a los mejores cerebros de Norteamérica y sabía cómo inspirar y dirigir equipos de jóvenes científicos de primera fila? ¿Quién estaba al tanto de los últimos avances de la física nuclear? Un hombre reunía estos requisitos: J. Robert Oppenheimer.

La dirección general del Proyecto Manhattan había pasado a estas alturas a manos militares, en concreto a las grandes y carnosas manos del general Leslie R. Groves, enérgico ingeniero militar responsable de la reciente construcción del Pentágono. A este encargo siguieron los ascensos y la expansión física, lo que produjo un general de más de cien kilos. Nadie quería pasarse la guerra ocupándose de un montón de malditos científicos, así que le encomendaron a Groves el trabajo de dirigir el Proyecto Manhattan. Hubo más ascensos y más expansión. En palabras de uno de sus colegas: «Es el hijoputa más grande que he conocido en mi vida, pero también uno de los individuos más capaces». En efecto, el general Groves era grande y era un jefe desagradable. «Le odiaba a muerte, igual que todos los demás» dijo un compañero de armas. Por grande que fuera Groves, ahora tenía un trabajo aún más grande entre manos, sobre todo para alguien cuya experiencia de posgraduado se limitaba más que nada a las grandes obras de construcción.

Groves y Oppenheimer se parecían como el día y la noche, pero para sorpresa de los interesados, el físico enclenque y distante y el gran general impetuoso se cayeron bien. Se entendieron desde el principio, cosa muy afortunada para los interesados, pues Groves *no tenía* obligación alguna de elegir a Oppenheimer. Fue una decisión enteramente suya, y fue una decisión

acertada.

Oppenheimer sugirió de inmediato que el desarrollo de la bomba misma debía concentrarse en un solo lugar. Esto incluiría todas las investigaciones químicas y metalúrgicas, toda la física nuclear, tanto teórica como práctica y los experimentos preliminares de detonación. Habría de ser el lugar supersecreto donde crearían la bomba.

¿Pero dónde? Oppenheimer conocía el lugar adecuado. Llevó a Groves a las montañas de Nuevo México, a cincuenta y seis kilómetros al noroeste de Santa Fe. Aquí le mostró los restos de una vieja escuela india sobre una meseta, a kilómetros de la localidad más cercana, con vistas a los distantes picos nevados de la sierra. Groves quedó favorablemente impresionado: era difícil imaginar un lugar más escondido. Así que Oppenheimer cumplió el sueño de su vida combinando sus dos obsesiones: la ciencia y las montañas. El nombre de la escuela india era Los Álamos.

Los Álamos está a más de dos mil cien metros de altura, al final de un sendero. El contacto más próximo con la civilización era un apeadero desierto en la línea de ferrocarril que iba de Santa Fe a ninguna parte. Al bajar del tren, era como estar en los exteriores de *High Noon* (Duelo al sol). No había nada ni nadie al alcance de la vista en cualquier dirección que se mirara. Este fue el acogedor escenario que dio la bienvenida a los tres mil obreros de la construcción reclutados para construir la carretera entre las montañas que debía comunicar Los Álamos con el mundo exterior. El lugar se convirtió en una colmena industrial, con grupos de edificaciones bajas e hileras de casetas erigidas a lo largo de avenidas abiertas, al estilo militar. Groves supervisó los trabajos con el estilo espartano apreciado por el ejército. (El gasto de la construcción del Pentágono había sido menor de lo presupuestado, pero cuando los ocupantes de este nuevo edificio vieron las cuentas de las plantas de difusión gaseosa de Groves en Hanford y Oak Ridge, empezaron a preguntarse si quedaría algo para financiar la guerra. Groves recibió una firme reprimenda y estrictas instrucciones de recortar gastos en «todo menos la bomba misma»).

El pueblo surgido en medio de la nada acabaría por acomodar a tres mil personas, y algunos de los más brillantes jóvenes científicos de América se

encontraron apretujados en casetas de hojalata originalmente diseñadas como barracones para batallones de castigo. Este centro de la tecnología moderna prescindió de lujos tales como pavimentos y farolas. No se consideró necesario el aire acondicionado ni la calefacción en un principio, hasta que el infernal y desértico calor veraniego cedió el paso al frío lodazal invernal. Aun así, el agua escaseaba tanto que fue necesario traerla por medio de un conducto. (Durante el invierno este se helaba con frecuencia. Groves había «economizado» en materia de depósitos, claro).

Ahora Oppenheimer se puso a persuadir a los mejores científicos de América para que vivieran y trabajaran allí. Esto no habría sido fácil ni con las mejores condiciones, pero además Oppenheimer se encontró con dificultades añadidas poco habituales. No le estaba permitido informar a los reclutados del lugar a donde iban. No podía decirles cuánto tiempo habrían de permanecer allí (nadie lo sabía). Le estaba absolutamente prohibido decirles lo que iban a hacer. Pero Oppenheimer sin duda poseía dotes persuasivas. Según uno de los reclutados: «Resultaba romántico... todo estaba envuelto en el más profundo secreto. Debíamos alistarnos en el ejército y luego desaparecer para ir a un laboratorio en una montaña de Nuevo México». (Se diría que Oppenheimer no pudo evitar dejar caer algo acerca de las bellezas naturales de su Nuevo México querido). La lista de nombres de los reclutados para trabajar en Los Álamos suena como el quién es quién de los físicos de primera, de la época de Oppenheimer y de la gran generación de posguerra que habría de seguir. Fermi y Von Neumann son quizá los más conocidos entre los de mayor edad. Entre los jóvenes estaban Richard Feynman, de veinticuatro años, el bromista que habría de convertirse en una de las mejores cabezas de la física; como parte del contingente llegado de Inglaterra estaba Richard Wilkins, posteriormente galardonado con el Nobel por su labor en el descubrimiento del ADN. La representación de laureados premios Nobel, tanto presentes como futuros, era nutrida. Fue el general Groves, con su estilo habitual, el que describió todo esto como «la mayor colección de lumbreras<sup>[2]</sup> nunca vista». Y tenía razón. Ni en el laboratorio Cavendish de Cambridge, ni en Göttingen o Berlín, ni siquiera en el *Institute for Advanced Study* de Princeton se había visto una concentración semejante de genios. Ni la ha

vuelto a haber desde entonces, por fortuna, si se considera a qué se dedicaban. Sin embargo, la oferta de Oppenheimer no impresionó a todos por igual. Szilard, que sabía bastante sobre lo que se cocía como para ser informado sobre algunos detalles del remoto emplazamiento, protestó: «Todo el que vaya allí se volverá loco».

Es obvio que Oppenheimer era la elección perfecta para dirigir el proyecto de Los Álamos. ¿Pero lo era? No tardaron en expresarse dudas. Oppenheimer no tenía verdadera experiencia administrativa alguna. Lo único que había dirigido era algunos equipos reducidos de físicos en Berkeley. Podía tener una mente excepcionalmente aguda, y ser capaz de tener intuiciones como rayos que dejaban anonadadas a las mentes más brillantes, pero quedaba el molesto problema de la profundidad y persistencia de su trabajo. Oppenheimer era un esprintero intelectual: nunca antes había acometido un gran trabajo a largo plazo. (¿Y cuál podía tener mayor envergadura que este?). Además estaba la cuestión de sus habilidades experimentales. A estas alturas, la ineptitud práctica que mostrara en los laboratorios de Cambridge había crecido hasta proporciones legendarias. (Su apodo *Buster*<sup>[3]</sup> *Oppie* se refería tanto a episodios al estilo Keaton como a las facturas de laboratorio). En ocasiones, incluso su trabajo teórico caía dentro de esta categoría. Sus ayudantes empezaron a alertarse ante los típicos *factores Oppenheimer*: como la ausencia de algunos signos y símbolos matemáticos en sus cálculos.

Todo esto se convirtió rápidamente en la comidilla en un suelo tan fértil para el cotilleo como el de Los Álamos. Con todo, no había otro en Los Álamos con un concepto tan claro y completo de las cuestiones básicas de la física de partículas y la fisión nuclear. Sabía de qué estaba hablando con todos, con la posible excepción del general Groves. Irónicamente, fue el general Groves el que defendió a Oppenheimer ante los expertos de Washington que cuestionaban su capacidad profesional («Oppenheimer es un verdadero genio y sabe lo que dice»). Pero lo peor estaba aún por llegar. El que Oppenheimer estuviera o no a la altura de su cometido era irrelevante a los ojos de los servicios de inteligencia. Groves empezó a recibir de California informes de seguridad alarmantes sobre Oppenheimer.

Oppenheimer era un espía comunista. Su novia era miembro del Partido Comunista, así como su hermano Frank. (Curiosamente, esto no había impedido a Frank obtener un puesto de responsabilidad en la planta supersecreta de procesamiento de uranio de Oak Hidge). Groves mostró los informes de seguridad a Oppenheimer y exigió una explicación. La franqueza y las convicciones de su genio favorito impresionaron profundamente al testarudo general. Pidió (a su manera) a los jefes de seguridad de la costa oeste que desistieran.

Oppenheimer tenía ahora treinta y ocho años, y su vida había sufrido otra transformación, o al menos así parecía. Durante uno de los periodos «no» de su relación ahora sí, ahora no con Jean Tatlock, conoció a Kitty Harrison, de treinta y tres años, nacida princesa alemana y nacionalizada estadounidense. Se enamoraron de inmediato. Como es lógico, el señor Harrison no estaba demasiado complacido con tal estado de cosas, pero Kitty era hábil a la hora de conseguir divorcios (este era el tercero) y en unos meses se casó con su cuarto marido, convirtiéndose en la primera señora Oppenheimer. Al año siguiente, en 1941, tuvieron un hijo.

Oppenheimer se adaptó gustoso a la vida familiar y sentó un poco la cabeza. Ahora prefería quedarse en casa en vez de asistir a actos políticos, al igual que Kitty, que compartía sus simpatías por la izquierda. Mediado 1943 la familia se había mudado a Los Álamos. Cada pocos meses Oppenheimer debía volver a Berkeley para supervisar la retirada de material y reclutar personal nuevo. Durante estos desplazamientos era invariablemente seguido por el FBI. En ocasiones se reunía con Jean Tatlock, cada vez más inestable y desesperadamente necesitada de apoyo. Más de una vez acabó pasando la noche en su apartamento. Nunca se sabrá qué sucedió en estas ocasiones, y quizá no sea asunto nuestro, pero siempre puede uno tratar de usar la imaginación, como hizo el FBI de modo apropiadamente sórdido. Los Álamos recibió el consejo de que Oppenheimer debía ser «completamente apartado del proyecto e inhabilitado para cualquier empleo en la Administración de los Estados Unidos». El FBI, modelo de decencia, no iba a tolerar comunistas ni adúlteros: el soltero J. Edgar Hoover insistía especialmente en este punto.

Pero se trataba de algo más que una mera farsa. En 1944 Jean Tatlock se suicidó. Por supuesto, el FBI lo supo enseguida, pero por el bien de sus investigaciones tardó más de un mes en notificar a Oppenheimer su muerte. Al recibir la noticia Oppenheimer abandonó el laboratorio en silencio y pasó varias horas en el bosque de pinos de los alrededores. La vida familiar en el aislamiento de Los Álamos no marchaba demasiado bien. Kitty había vuelto a beber en abundancia, costumbre que la había acompañado a lo largo de sus tres matrimonios. Durante sus noches libres, Oppenheimer seguía mezclando sus martinis, tan helados como siempre. Así era la vida privada del hombre que presidió lo que habría de ser el mayor logro intelectual colectivo de la humanidad. (Lo que el objeto de tal logro revela sobre la psicología de la humanidad es otra cuestión. Seguro que no es casualidad que habiendo descubierto la manera de destruir su planeta, el siguiente gran logro intelectual colectivo de la humanidad tuviera por objeto escapar de él).

Los genios reunidos en Los Álamos se enfrentaban ahora a una tarea de endemoniada complejidad técnica. ¿Cómo iban a convertir la reacción en cadena de fisión nuclear ensayada por Fermi en Chicago en un arma viable? O dicho en simples términos militares como los empleados por el general Groves: cómo hacer una bomba que se pudiera lanzar sobre alguien.

El primer problema a resolver era la cantidad de uranio necesaria. Por debajo de un cierto peso (conocido como masa crítica) el U-235 no logra la reacción en cadena de fisión nuclear. En tales circunstancias los neutrones liberados por los núcleos partidos suelen desperdigarse antes de poder golpear otro núcleo. En la medida en que aumenta la masa de U-235, aumenta asimismo la probabilidad de que se produzca una reacción en cadena. Por encima de una cierta masa crítica, lo normal es que un neutrón liberado por la fisión inicial choque con otro núcleo, rompiéndolo. Los neutrones liberados en consecuencia a su vez escindirán nuevos núcleos en una reacción en cadena en rápido *crescendo*. Se trata de una reacción incontrolable, que sucede a gran velocidad, y libera una enorme cantidad de energía y produce una explosión atómica.

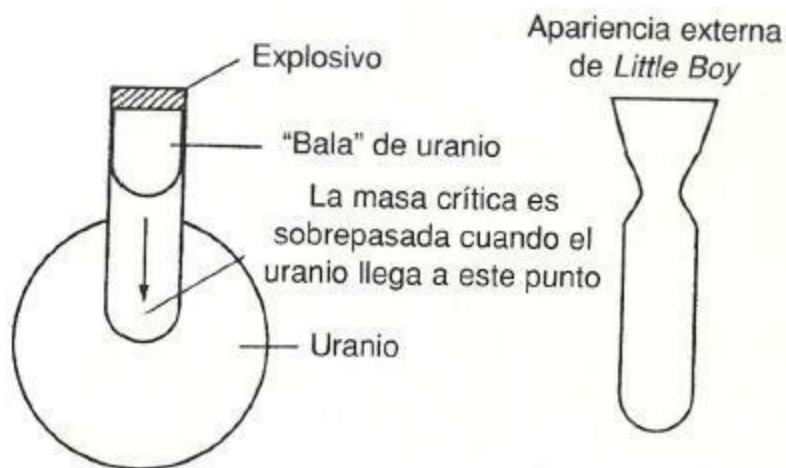
Se puso de manifiesto que una bomba atómica tendría que contener dos masas subcríticas de uranio que luego se unirían. ¡Y listo! Inevitablemente, la



cosa no resultó tan sencilla. Para empezar, el material fisionable tenía que unirse para formar una masa crítica a una velocidad tremenda, o la incontrolable reacción en cadena simplemente no tendría lugar.

Para superar este problema se desarrolló un detonador de «cañón». Este tipo de bomba-cañón vino a llamarse *Little Boy*.

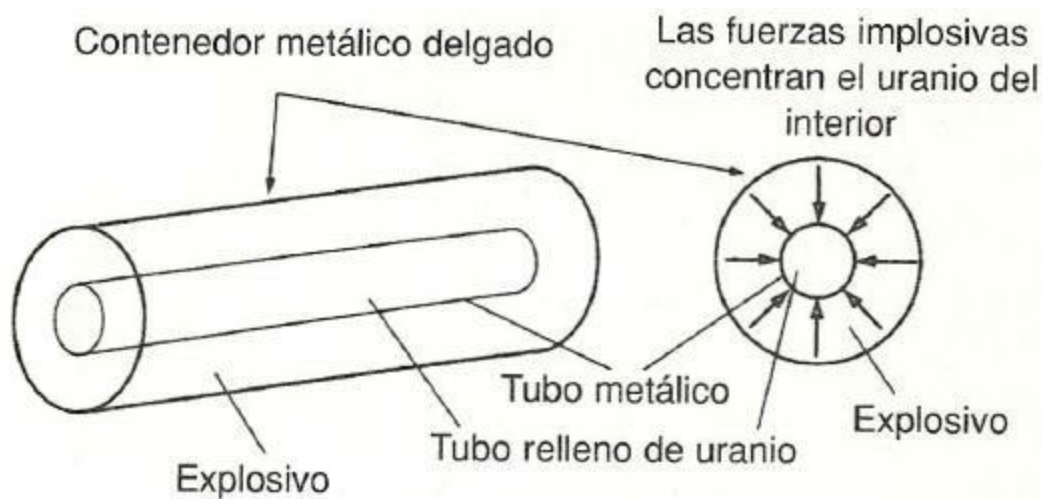
Al detonar el explosivo se dispara una bala de uranio. Cuando esta alcanza la diana de uranio se sobrepasa la masa crítica y tiene lugar la explosión nuclear. Por desgracia, no tardó en ponerse de manifiesto que incluso este método tenía su pega. Aunque las dos masas subcríticas de uranio se juntaran de modo casi simultáneo, todavía persistía el peligro de los neutrones sueltos que emanaran del uranio antes de alcanzar la masa crítica.



Estos podían causar una explosión prematura mucho más pequeña que tendría lugar antes de que el material explotara del todo. El efecto de la bomba se vería entonces drásticamente reducido. Este problema fue previsto durante los meticulosos trabajos teóricos realizados por los físicos de Los Álamos. Era cosa suya hallar una solución, lo hicieron. Si la bala de U-235 se disparaba a suficiente velocidad, parecía que el problema no surgiría. ¿Pero a qué velocidad había que dispararla? Según los cálculos más precisos posibles, tendría que moverse a mil metros por segundo. Por desgracia, el ejército de los Estados Unidos no disponía de ningún arma capaz de disparar a tal velocidad. Oppenheimer y su equipo acometieron la difícil tarea de diseñar un arma adecuada que pudiera caber dentro de *Little Boy*.

A principios del verano de 1943, un joven espabilado del equipo de artillería se dirigió a Oppenheimer con una idea alternativa. Seth Neddermeyer sugirió que en lugar de usar una bala para alcanzar la masa crítica, era más sencillo lograrlo utilizando la masa ya presente, *concentrándola* hasta que alcanzara la *densidad* requerida para que tuviera lugar la explosión. Esto podía hacerse por implosión. Se podía rellenar un tubo de metal con uranio, rodearlo de explosivo, y encapsularlo dentro de un tubo mayor. Al detonar el explosivo, el tubo implosionaría, concentrando el uranio hasta la densidad crítica y... ¡listos!

El inconveniente aquí es que el tubo debía colapsarse de modo uniforme, o de lo contrario partes del uranio implosionarían prematuramente, impidiendo la explosión nuclear completa. Von Neumann calculó que para que la implosión fuera un éxito la variación en la simetría de la onda expansiva no podía exceder el 5%.



El ingenioso enfoque de Neddermeyer impresionó a Oppenheimer, llevándole a considerar que poseía «originalidad y una mente fina». Los genios reunidos para trabajar sobre el método de la «bala» no estaban tan impresionados. Por mucho que se reforzaran los extremos del tubo, sin duda el efecto explosivo haría que el uranio saliera por ellos. Si había de hacerse de esta manera, ¿por qué no encapsular el uranio en una esfera de explosivo concentrado?

Neddermeyer rechazó la idea de inmediato. A su modo de ver, las dificultades técnicas para lograr una detonación uniforme en una esfera eran prácticamente insuperables. Además, sería imposible realizar experimentos para descubrir si la implosión *había* tenido lugar de modo uniforme; esto solo era posible con un tubo, que pudiera examinarse *después* de ser sometido a una explosión experimental. Oppenheimer lo entendió. Neddermeyer y su equipo fueron enviados al desierto con una amplia provisión de explosivos.

A lo largo del verano de 1943 una serie de explosiones diarias retumbaron por los cañones de los alrededores de Los Álamos mientras Neddermeyer y su equipo buscaban a petardazos la respuesta adecuada. No importa cómo colocaran el explosivo, el tubo implosionado siempre acababa retorcido, indicando que la fuerza explosiva no había sido uniforme. Entonces el ingenioso Neddermeyer se dio cuenta de que la solución a este problema era la misma que la requerida para el método de la bala: ¡Velocidad! Para alcanzar una velocidad de implosión mayor no hacía falta manufacturar ningún cañón especial de alta potencia: todo lo que necesitaba era mayor poder explosivo.

Empezaron a oírse detonaciones aún mayores en el monte. Desgraciadamente, este método experimental no tardó en mostrar su ineficacia. Por encima de un cierto poder explosivo, el tubo quedaba simplemente destruido, ¡desintegrado! De este modo no quedaba evidencia para comprobar si la implosión había sido uniforme o no. Oppenheimer era inflexible en cuanto a dejar cosa alguna a merced del azar en lo tocante al «artilugio», nombre con el que empezaron a referirse a la bomba en Los Álamos. «Artilugio», *Little Boy*, luego *Fat Man*, todos nombraban bomba de implosión. En retrospectiva tales nombres resultan particularmente significativos: ¡cuán inocente suena todo! Los que trabajaron en Los Álamos han dicho que la presión era tal que no había tiempo de reflexionar sobre lo que *realmente* estaban haciendo. Incluso aquellos que más tarde habrían de tener sus dudas sobre los efectos de la bomba y sus consecuencias para la historia mundial expresaron su preocupación solo durante las últimas fases, y exclusivamente entre ellos. No habían asumido aún la enormidad de lo que hacían.

Mientras tanto, el programa para producir los ingredientes de la bomba avanzaba deprisa. *Fat Man* requería una dieta masiva. Los problemas de producción y sus soluciones continuaron surgiendo a una escala gigantesca. El proceso de difusión gaseosa, por el que se enriquecía el uranio natural hasta concentraciones más altas de U-235, exigía succionar enormes cantidades del gas corrosivo fluoruro de uranio a través de una barrera porosa. Pero hacían falta toneladas de uranio (que luego debía convertirse en gas) solo para producir menos de una cucharilla de U-235 de un mero 15% de pureza. La planta de Oak Ridge, sita en su Empire State building tumbado y aplanado, requirió el mayor sistema aspirador jamás concebido. Necesitaba más energía para funcionar que la ciudad de Pittsburg, y su demanda de cobre agotó rápidamente todas las reservas del país. Para suplir esta carencia se despacharon seis mil toneladas de lingotes de plata de las reservas federales reducidas a alambre. (La plata sería devuelta después de la guerra, salvo aquella parte que se «evapora» de modo natural siempre que la manejen operarios cualificados). Los imanes sobre los que iban enrollados estos alambres pesaban hasta diez mil toneladas, y eran tan potentes que los trabajadores de la planta podían sentir cómo tiraban de los clavos de sus botas. Todo esto para producir un grano de café de material fisionable. Con todo, no bastaba.

Ni habría bastado de no ser por un importante descubrimiento de Fermi. En el curso de sus experimentos en Chicago con el primer reactor nuclear del mundo, Fermi había conseguido pequeñas cantidades de plutonio, elemento recién descubierto en la forma de su isótopo radiactivo P-239. Se trataba de un avance de envergadura, pues el P-239 tiene una masa crítica de solo *un tercio* de la del U-235. El P-239 se obtenía en un reactor nuclear cuando se bombardeaban con neutrones las grandes cantidades de U-238 no fisionable que sobraba tras la extracción del U-235, lo que resultaba más útil aún.

He aquí un nuevo material fisionable que podía usarse para hacer una bomba atómica. Las gigantescas plantas de Oak Ridge y Hanford comenzaron ahora a producir también plutonio. Pero se trataba de mucho más que un proceso de manufactura por «fuerza bruta» para conseguir cantidades minúsculas de material utilizable. Aparte de exigir una inmensa destreza (a

gran escala) requería una precaución aún mayor (a escala aún mayor). El plutonio fisionable es un veneno radiológico mortífero debido a su elevado nivel de emisión de partículas alfa, que son absorbidas directamente por la médula y provocan leucemia. Cualquier cantidad por encima de los 0.13 miligramos es letal para un ser humano. (Una mota de polvo podía acabar con un barracón entero de trabajadores, y así fue).

Pese al gigantesco esfuerzo y al plutonio, la producción de material fisionable siguió siendo penosamente escasa durante 1943. Las enormes y poco manejables dinamos de Oak Ridge eran propensas a averías que duraban semanas, y por si fuera poco, el Proyecto Manhattan recibió un impulso aún mayor a causa de las noticias que trajo Niels Bohr a América. En 1943 Bohr consiguió por fin huir de la Dinamarca ocupada. Desde la neutral Suecia sobrevoló en secreto el Mar del Norte hasta Gran Bretaña. Bohr llegó a Los Álamos con una remesa de científicos nucleares británicos enviados para colaborar en el proyecto. Traía también consigo informaciones alarmantes. Poco antes de huir Bohr había recibido la visita de Heisenberg, uno de los pocos científicos de primera fila que se quedaron en su Alemania nativa. Bohr le había preguntado si los alemanes estaban tratando de hacer una bomba atómica. Heisenberg se había mostrado esquivo, haciendo suponer a Bohr que estaban en una fase avanzada. Nada más llegar a Los Álamos, Bohr se lo comunicó a Oppenheimer.

Oppenheimer sabía que no había tiempo que perder, pero también era perfectamente consciente de cada detalle de lo que sucedía en Los Álamos: los problemas técnicos seguían siendo insuperables. Además, los servicios de «inteligencia» en Los Álamos no contribuían a facilitarle las cosas. Habían llegado a la conclusión de que Oppenheimer sabía todo lo que estaba pasando, y que era, sin duda, un espía comunista. A dondequiera que fuera, Oppenheimer era acompañado por un grupo de «escoltas» que supuestamente garantizaban su seguridad. Entretanto, entre la remesa de nuevos científicos británicos estaba el científico nuclear Klaus Fuchs, quien estableció rápidamente contacto con un amigo y simpatizante. Iba regularmente a Santa Fe para comunicar los últimos detalles del proyecto de bomba atómica norteamericana para que volaran a Rusia sin demora.

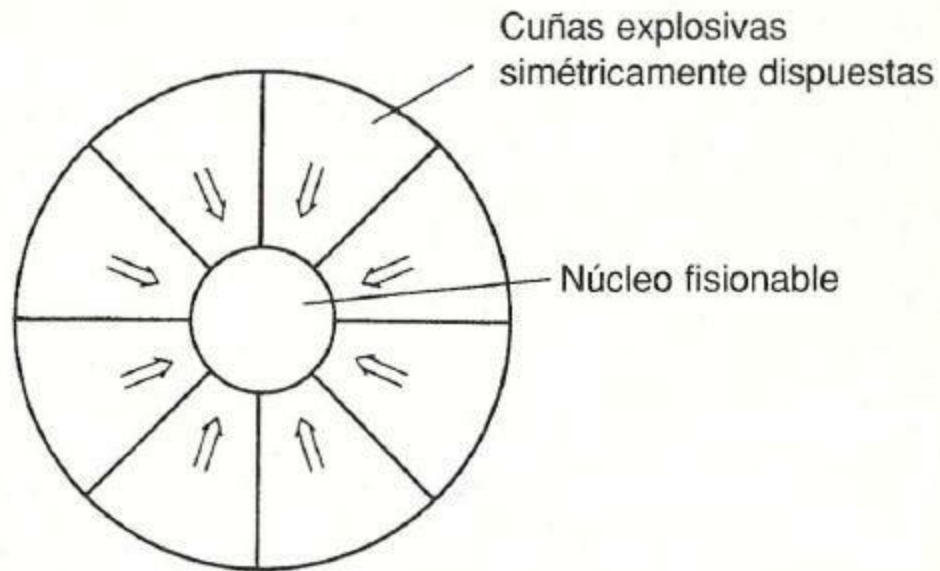
Dirigir el equipo de entregados científicos de primera de Los Álamos era como dirigir un equipo de gente muy cualificada en cualquier otro campo, desde la ópera hasta el rugby. Cada persona conocía la forma correcta de llegar al éxito: a su manera. Asimismo, había una sola respuesta para cada problema, y cada persona sabía cual era. Los científicos no suelen ser reticentes, sobre todo cuando son los mejores y trabajan en su propio terreno (cosa a menudo aplicable a todos los que asistían a las reuniones en Los Álamos). Oppenheimer sabía lo suficiente de todos los campos relevantes como para que se le respetara, y también sabía permanecer callado durante los intercambios de gritos. Después, en privado alisaba las plumas revueltas y explicaba lo que había decidido. Pocos fueron despedidos, y los que tenían que ceder seguían contribuyendo, a menudo de modo crucial, fruto de su nueva perspectiva. Oppie demostró ser un político muy hábil en todos los departamentos (menos en el de la política, asunto ignorado por todos excepto su empecinada comitiva de sabuesos).

Pero ciertos problemas seguían siendo insolubles. La confianza puesta por Oppenheimer en Neddermeyer y su método de implosión fue puesta a prueba hasta el límite. Para comienzos de 1944 algunas partes de los alrededores de Los Álamos empezaban a tener el aspecto de haber sido ya devastadas por una explosión nuclear, todo en vano. La última explosión fracasada cogió a todos por sorpresa, sobre todo a Neddermeyer. Por primera vez Oppenheimer perdió los nervios. Neddermeyer recibió un rapapolvo y fue relegado a uno de los laboratorios de menor entidad de Los Álamos. Se le prohibió detonar nada, siquiera una cerilla. ¡Fin de la implosión!

En cuanto se calmó, Oppenheimer comprendió que debía comerse sus palabras. Se descubrió que el plutonio emitía una gran cantidad de neutrones de trayectoria aleatoria. Estos podían provocar la fisión prematura con el método de la bala. Así que *era necesario* encontrar un modo de hacer funcionar el método de implosión. Con el ceño fruncido, Oppenheimer cedió y ordenó al equipo encargado de la implosión que volviera al trabajo, sin Neddermeyer (todo tenía un límite).

Una vez eliminado su obstinado líder, el equipo era ahora libre para experimentar con la táctica esférica. ¿Pero cómo colocar el explosivo para

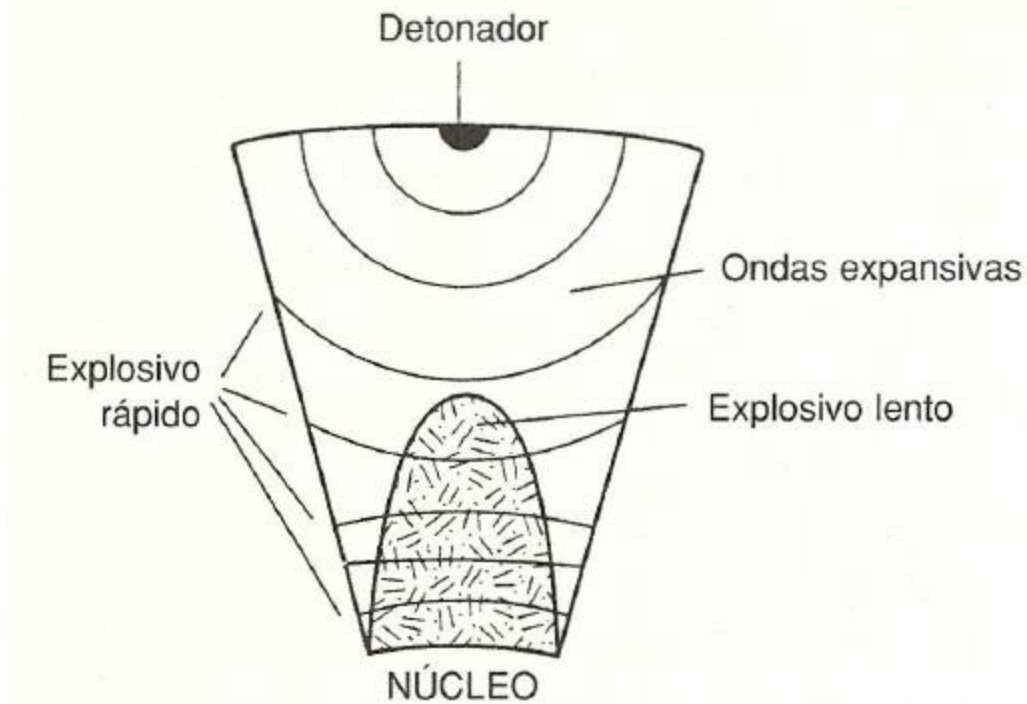
garantizar una detonación uniforme? Jóvenes físicos de tal envergadura como Feynman, y viejos maestros del calibre del gran Von Neumann hicieron de sus cerebros computadoras en su esfuerzo por hallar las respuestas. ¿Qué operaciones matemáticas describían lo que ocurría? ¿Cuál era la fórmula oculta tras aquel montón de cifras? ¿Cuáles eran los efectos de una implosión esférica pasando por una bola de plutonio del tamaño de un pequeño balón de fútbol? ¿Cómo podían hallar «una fórmula funcional para la propagación de una onda expansiva esférica en un fluido compresible»? Bajo una presión más intensa que la del centro de la tierra el plutonio alcanzaría los cincuenta millones de grados centígrados en cuestión de microsegundos, convirtiéndose en un «fluido compresible». Los premios Nobel anteriores y futuros se devanaron los sesos alrededor de las cifras. Por las tardes, Feynman, el brillante teórico de las probabilidades, se relajaba jugando al póker —y perdía, igual que los otros genios, contra un técnico de laboratorio, un prófugo del ejército con gafas oscuras de Las Vegas. Cuando el esfuerzo atascaba sus mentes, Feynman y Von Neumann daban un paseo por lo que quedaba de los cañones de los alrededores y trataban de resolver de algún otro modo sus problemas teóricos, contemplándolos desde algún ángulo aparentemente insignificante que pudiera resultar fructífero. Ambos se habían percatado de que cuando una onda expansiva atravesaba un material dejaba ciertas arrugas de presión a su paso impredecibles. Feynman lo atribuyó a errores en sus cálculos, pero Von Neumann estaba convencido de que este no podía ser el caso. Entre los dos, charlando de manera informal, estaban elaborando los primeros esbozos de la teoría del caos. Andando el tiempo discurrieron la manera de garantizar una detonación uniforme por el método de implosión. El explosivo se colocaría alrededor del material fisionable en cuñas, simétricamente dispuestas a fin de concentrar la onda expansiva sobre el centro de la esfera de modo preciso.



Todas las cuñas serían detonadas simultáneamente. Pero para garantizar una presión máxima y uniformemente repartida, se emplearía una mezcla de explosivos lentos y rápidos. Esto «enfocaría» las ondas expansivas sobre la superficie del material fisionable para que su impacto se repartiera bien sobre el núcleo curvo.

La parte central de la onda se ralentiza al pasar por el explosivo lento, garantizando que para cuando la onda alcance el núcleo central «encaje» con precisión en su superficie esférica. *Fat Man* estaba listo para una prueba.





A estas alturas la tensión empezaba a pasar factura a todos. Aparte de las rabietas propias de una *prima donna*, ahora había ataques de nervios en toda regla. Hasta el frío y sereno Oppie se encontraba cerca del límite. Durante los primeros meses de 1945, cuando el «artilugio» estaba por fin en fase de montaje, perdió peso de manera preocupante: ¡Aunque pasaba del metro ochenta, pesaba poco más de cincuenta kilos! Estas eran solo las manifestaciones físicas. Los efectos sobre el ánimo solo podemos imaginarlos. Oppie insistía en guardar tales cosas para sí. Siguió tranquilamente fumando un cigarrillo tras otro, gritara lo que gritara Kitty y rompiera los vasos que rompiera.

La primera bomba atómica del mundo debía detonar a casi doscientos kilómetros al sur de Albuquerque, en Alamogordo, en el desierto de Nuevo México, el llamado «Trinity Site». Sería una bomba de plutonio, y estallaría en lo alto de una torre de acero de unos treinta metros de altura. A nueve kilómetros de este «punto cero» estarían observando Oppenheimer y su corte de expertos desde un búnker protegido. Las autoridades y el personal menos relevante verían el espectáculo desde el campamento base, a treinta kilómetros de distancia.

Los cálculos sobre el efecto de la explosión diferían unos de otros, pero la estimación de Szilard de que equivaldría a unas cinco mil toneladas de TNT fue aceptada por la mayoría. A todos preocupaban los efectos de la radiación, pero nadie sabía con exactitud cómo predecir su intensidad ni sus consecuencias. Y no eran estos los únicos factores impredecibles. Todos eran conscientes de estar lanzándose hacia lo desconocido.

En la madrugada del 6 de julio de 1945, Oppenheimer y su equipo se concentraron en el búnker. Oppenheimer, con su alta figura córvida y fumando sin cesar, tomando grandes tragos de café solo, y su equipo hacían los preparativos finales. En el frescor y el silencio de la oscuridad previa al alba, la cuenta atrás alcanzó el cero a las cinco y treinta horas.

La oscuridad de la última hora de la noche fue desgarrada por un intenso destello cegador, seguido de una ola de calor extrañamente silenciosa. Momentos después el terrorífico rugido de la onda expansiva pasó sobre el búnker, arrancando un eco tras otro por el valle desértico mientras la tierra saltaba y atronaba bajo su poder. Unos rostros sobrecogidos observaron desde el búnker cómo una enorme bola de fuego derretida, más brillante que el sol, emergía del horizonte y proyectaba su luz anaranjada sobre el desierto a medida que ascendía por el cielo. Se formó una gran nube en forma de hongo que ascendió gradualmente a doce mil metros de altura. Con el pasmo pintado en su rostro chupado, Oppenheimer advirtió que unas palabras del *Bhagavad-Gita* cruzaban su pensamiento:

«Me he convertido en Muerte  
El destructor de mundos».

En el campamento base, Fermi había llevado a cabo un pequeño experimento privado. Cuando la onda expansiva pasó por encima del campamento tras haber recorrido ya más de treinta kilómetros de desierto, Fermi dejó caer subrepticamente el trozo de papel que tenía en la mano. Juzgando por la distancia a la que se desplazó, estimó que la explosión había sido equivalente a veinte mil toneladas de TNT, cuatro veces la estimación de

Szilard. Al revisar los instrumentos se vio que la conclusión de Fermi era correcta. La torre de acero de treinta metros, sencillamente se había evaporado, y el intenso calor había convertido la superficie de la arena en vidrio en un radio de unos setecientos cincuenta metros. El mundo había entrado en la era atómica.

¿Pero cuál había de ser el efecto inmediato de esta nueva arma, que por primera vez dio a la humanidad la capacidad de poner fin a su propia existencia? La noticia de la rendición de Alemania había llegado al Trinity Site *antes* de la detonación experimental, justo mientras se realizaban los últimos ensayos preliminares con explosivos. ¡La carrera con Alemania había terminado por fin! ¿Qué necesidad había ahora de continuar con el experimento?

A Oppenheimer le fue comunicado que nada iba a cambiar. Cambiaba el presidente (Roosevelt muere y es sucedido por Truman) y cambiaba el objetivo (Japón en lugar de Alemania) pero en el fondo nada cambiaba.

Así había sido siempre. Desde el principio, el Proyecto Manhattan había sido imparable. A Bohr empezaron a darle mala espina las armas atómicas al poco de su llegada a los Estados Unidos. En 1944 escribió a Roosevelt instándole a compartir el secreto de la fisión nuclear con los aliados, incluyendo a los rusos, para que se pudiera alcanzar un acuerdo internacional sobre el control de tales armas. Pero el tema despertaba grandes pasiones. Cuando Churchill se enteró de la propuesta de Bohr, declaró que había que arrojarlo a una celda de inmediato. A comienzos de 1945 Szilard envió a Roosevelt una carta firmada por científicos eminentes en la que se pedía el control internacional del armamento atómico. La carta incluía un comentario profético: «el mayor peligro inmediato... es la probabilidad de que nuestra “demostración” de la bomba atómica precipite una carrera entre los Estados Unidos y Rusia para producir tales artefactos».

Oppenheimer no firmó la petición de Szilard. Tenía sus dudas, pero las guardaba para sí o bien hablaba de ellas en términos gnómicos. «Los físicos han conocido el pecado», dijo después de la prueba de Trinity. Más tarde habría de racionalizar su postura: «Examiné mis temores y los argumentos en contra de emplear la bomba, pero no los apoyé». Acabó confesando a

Truman: «Señor presidente, siento que tengo las manos manchadas de sangre». Truman sacó su pañuelo sin más y dijo: «¿Quiere limpiárselas?». (A pesar de su condición de vicepresidente, Truman había permanecido dichosamente ignorante del Proyecto Manhattan hasta su llegada a la presidencia, semanas antes de la prueba de Trinity).

Cuando Truman llegó a Potsdam para la conferencia de los aliados tras la victoria sobre Alemania, informó a Stalin de que los americanos tenían una nueva superarma, y anunció orgulloso que acababan de probarla con éxito en el desierto de Nuevo México. A Truman le confundió la falta de sorpresa mostrada por Stalin, pero no tenía motivos para extrañarse: ¡Stalin había sabido del Proyecto Manhattan años antes que él! La única respuesta de Stalin a la noticia de la bomba fue desear a los americanos que hicieran «buen uso de ella contra los japoneses». Y eso fue justo lo que hicieron. Bajo condiciones de máxima seguridad cuyo fin era excluir a todos los espías rusos (que no estuvieran operando ya desde dentro), la máquina militar norteamericana se dispuso a satisfacer los deseos de Stalin, como él ya sabía que harían. (Hacía algunos meses que el hermano de los Rosenberg, que acabarían siendo los espías rusos más célebres de todos, se había unido a Klaus Fuchs en Los Álamos).

A las 9:14 horas del 6 de agosto de 1945, un solo bombardero B-29 dejó caer una bomba atómica *Little Boy* rellena de uranio sobre Hiroshima. En un instante 6,5 kilómetros cuadrados de la ciudad quedaron aplanados, murieron sesenta y seis mil personas y los heridos sumaron sesenta y nueve mil. (Los efectos posteriores doblarían estas cifras con los años). Tres días después una bomba *Fat Man* de plutonio caía sobre Nagasaki. Japón se rindió al día siguiente.

Pese a esta masacre atómica, seguramente la rendición japonesa salvó incontables vidas tanto japonesas como norteamericanas. Los japoneses tenían orden de combatir hasta el último hombre, y en Iwo Jima se mostraron dispuestos a hacer exactamente eso. Sin embargo, hay un hecho sobresaliente que suele pasarse por alto: precisamente cinco meses antes de Hiroshima un ataque aéreo de los B-29 sobre Tokyo mató a ochenta y tres mil personas, es decir, a diecisiete mil más de los que murieron inicialmente en Hiroshima, y

dejó a un millón y medio de personas sin hogar. ¿Debieron los americanos persistir en tales bombardeos convencionales en lugar de recurrir a las armas atómicas? Si los japoneses no se habían rendido después de un ataque que había destruido una parte tan grande de su capital, ¿cuándo lo harían? Los historiadores siguen discutiendo los pros y contras del comienzo de la guerra nuclear, un azote que podría suponer que los pioneros de la evolución sobre este planeta durante los próximos millones de años sean unas pocas especies de escarabajo pelotero resistentes a la radiactividad.

En octubre de 1945 Oppenheimer renunció a su puesto en Los Álamos para regresar a la vida académica. En su discurso de dimisión a los genios e «inteligencia» allí reunidos, dijo llanamente: «Si se añaden las bombas atómicas a los arsenales de un mundo en guerra... la humanidad va a maldecir el nombre de Los Álamos».

Oppenheimer volvió a Caltech, pero sabía que no podría escapar jamás de lo que había hecho, aunque quisiera. (Oppenheimer mantuvo una actitud ambivalente sobre esta cuestión: siempre estuvo *orgulloso* de ser el «padre de la bomba», pese a sus crecientes reticencias acerca de la bomba misma). En 1947 aceptó el puesto de Presidente del *General Advisory Committee* (Comité Asesor General) de la Atomic Energy Commission.

El mismo año ocupó la dirección del *Institute for Advanced Study*, ya sin discusión el mejor centro de investigación teórica del mundo. Aquí presidía a figuras de la talla de Einstein, Gödel y Von Neumann, dioses del universo matemático. Oppenheimer conocía y disfrutaba de esta compañía, pero no le impresionaba en absoluto el funcionamiento de la institución. Era «una casa de locos, sus luminarias solipsistas brillando con desolado aislamiento y desesperación». Gödel, tras destruir la matemática, parecía estar haciendo lo mismo consigo mismo (se dejó morir de inanición). Incluso el sofisticado Von Neumann se estaba volviendo tan distraído que en una ocasión, yendo en coche a Nueva York, tuvo que telefonar a su esposa para preguntarle el motivo de su viaje. Oppenheimer estaba de acuerdo con Einstein en que tantos ancianos estaban convirtiendo «el Instituto en un asilo».

Oppenheimer empezó a traer hombres más jóvenes que se quedaban durante periodos más cortos. También pensaba que había demasiados

matemáticos en la casa, y trató de corregir el desequilibrio en favor de los físicos. Por la propia naturaleza de las cosas, incluso los físicos teóricos tendían a estar más en contacto con el mundo real, y en esto predicó con el ejemplo. Al vivir en el IAS en Princeton Oppenheimer podía cultivar sus contactos en Washington, donde era considerado una especie de eminencia gris. Cada vez recibía más consultas sobre cuestiones científicas tanto de los poderes fácticos como de políticos extranjeros de visita en el país. Oppenheimer disfrutaba de su nuevo estatus, sin hacer nada por paliar su tendencia natural a la arrogancia.

El mundo estaba entrando ahora en la fase más gélida de la guerra fría, con las tropas americanas combatiendo a los comunistas en Corea y el anuncio de los rusos de que ellos tenían ya también una bomba atómica. Pese a ello, el comité dirigido por Oppenheimer desaconsejó a la *Atomic Energy Commission* el desarrollo de la bomba de hidrógeno (que según cálculos prudentes sería cientos de veces más destructiva que la bomba atómica). Esta decisión no fue bien recibida, y el presidente de la AEC, el contraalmirante Lewis L. Strauss decidió ignorarla. Eran tiempos difíciles. Acababan de arrestar a los Rosenberg por la venta de secretos nucleares a los rusos, y el senador McCarthy había comenzado su notoria «caza de brujas» anticomunista, que acabaría destruyendo las carreras de incontables inocentes.

Comenzaba la era McCarthy. Pese a sus problemas con los servicios de seguridad y el FBI, Oppenheimer se sentía bastante seguro. Después de todo, había jugado un papel muy destacado en el esfuerzo que permitió al país ganar la guerra, y tenía ahora amigos en las altas esferas. Pero a medida que ascendía, más se erguía su nariz. Oppenheimer se estaba convirtiendo en una persona con una actitud de gran superioridad. Nunca se le había dado bien sufrir a los imbéciles, y no veía motivo para cambiar ahora. Particularmente si el imbecil en cuestión era el militarista y patrioter presidente de la *Atomic Energy Commission*, y se oponía al más sofisticado y menos pugnaz enfoque de su comité asesor.

Estaba bien claro: el antes contraalmirante Lewis L. Strauss no soportaba a «Oppie el intelectual». Strauss había empezado como vendedor ambulante

de zapatos en la región minera de West Virginia. No fue nunca a la universidad, pero al llegar a Nueva York aprendió rápidamente a operar en Wall Street. Para cuando estalló la guerra era multimillonario. Esto le ayudó a pertenecer a una comisión de la marina, donde ascendió hasta el grado de contraalmirante y a una posición de poder en Washington. Strauss tenía una política básica: el que no estuviera de acuerdo con él, a la calle. La bomba H iba a ser *su* criatura, y cuando Oppenheimer se opuso, Strauss ordenó que le investigaran. Al director del instituto de investigación teórica más prestigioso del mundo, al físico nuclear responsable del logro tecnológico gracias al cual los Estados Unidos habían ganado la guerra, una vez más le intervinieron el teléfono, le registraron el correo y fue seguido a todas partes por sabuesos con sombrero de ala ancha.

Oppenheimer recibía este trato con el desprecio que merecía, pero el caso es que Oppenheimer estaba demasiado versado en el desprecio para su propio bien. En 1953, al ser llamado para hacer declaraciones ante la *Atomic Energy Commission* en una sesión pública, no pudo resistirse a poner en evidencia a su presidente. Al contestar a las preguntas Oppenheimer procedió tranquilamente a poner de relieve la ignorancia del comité acerca de la ciencia nuclear, y de paso la paranoia anticomunista del presidente. Cuando el comité exigió conocer la importancia defensiva de los isótopos, Oppenheimer explicó sarcásticamente que eran «mucho más importantes que, digamos, las vitaminas».

Se oyeron algunas risillas entre el público y Strauss frunció el ceño.

Pero podían emplearse para hacer energía atómica, insistió el comité. Oppenheimer se mostró de acuerdo, pero añadió: «Puedes usar una pala para hacer energía atómica. De hecho se usan». Enormes carcajadas, Strauss se pone como un trueno. «Puedes usar una botella de cerveza para hacer energía atómica», insistió Oppenheimer. En un intento de descargar la tensión, otro miembro del comité preguntó a Oppenheimer qué refugio era el más seguro. «El más seguro es la tumba» fue su respuesta.

Después, uno de los leales colegas de Strauss anunció: «No es probable que nos equivoquemos si decimos que J. Robert Oppenheimer es un agente de la Unión Soviética». Claro que esto debería haber parecido risible, pero el

humor no abundaba en los círculos políticos del Washington de los cincuenta. (Fue la opinión pública la que tuvo que darse cuenta de que McCarthy era una broma. Al aparecer en televisión y mostrarse como el demagogo borracho que era, su influencia cayó en picado de la noche a la mañana).

Ahora Strauss estaba decidido a ir a por el señor listillo Oppenheimer. En 1954 Oppenheimer tuvo que comparecer ante un consejo de seguridad. Fue acusado de «asociación con notorios comunistas» (su hermano) y de oponerse al desarrollo de la bomba de hidrógeno (su trabajo). No hubo risas. Pero con cargos tales era difícil aplicarle una condena seria. El comité tuvo que admitir a regañadientes que Oppenheimer no era culpable de traición. (Crimen por el que los Rosenberg acababan de ser enviados a la silla eléctrica). En lugar de ello, en un gesto vengativo, lo despojaron de su acreditación de seguridad.

Esto suponía que le quedaba vedado el acceso a los documentos clasificados y se le despedía de sus puestos en la Administración. De codearse con burócratas y dignatarios extranjeros pasó repentinamente a ser un paria en Washington.

Los altos vuelos se terminaron para J. Robert Oppenheimer. Volvió con el rabo entre las piernas al IAS, humillado. El trato que recibió en los meses siguientes le hundió. Strauss, de todos los posibles candidatos, fue nombrado administrador del *Institute for Advanced Study* e hizo lo posible por hacer de la vida de Oppenheimer un infierno. Colocaron escuchas en su oficina (otra vez) su correo, escritos académicos incluidos, fue examinado con lupa y censurado (presumiblemente por el departamento de física nuclear avanzada del FBI). Incluso le impidieron la entrada a su despacho mientras arrancaban su caja fuerte personal de la pared para llevársela y recobrar los documentos oficiales que pudiera contener. Pero no le despidieron del puesto de director del IAS. Einstein, Gödel, Von Neumann y otros firmaron una enérgica declaración para impedirlo.

Oppenheimer se convirtió rápidamente en un símbolo internacional, aunque no está muy claro de qué. Como siempre cuando se trataba de Oppenheimer, la situación era compleja. Había hecho su pacto fáustico con el diablo creando la bomba. Su actitud incorregiblemente ambivalente hacia su



logro descarta su candidatura al heroísmo moral. A diferencia de Bohr, el gran químico Linus Pauling o el filósofo Bertrand Russell, todos los cuales fueron más allá de la sugerencia más bien titubeante de Oppenheimer en el sentido de establecer un control internacional de las armas atómicas, él estaba metido hasta el cuello. Era su criatura, y la verdad es que no sabía qué hacer de ella. ¿De *qué* era símbolo entonces? En todo caso, estas cosas hacen de Oppenheimer un emblema del científico de nuestros días. Supremo en lo técnico, de moral incierta. A la posibilidad del desastre nuclear se ha venido a unir la posibilidad más insidiosa del desastre ecológico. Con Oppenheimer, la ciencia cambió: el gran creador se convirtió también en el gran destructor. La ciencia ha pasado a ser el principal empeño de la humanidad, pero el conflicto entre el orgullo y la moral evidenciado por Oppenheimer continúa, y va en aumento.

En los meses siguientes al Consejo de Seguridad el aspecto de Oppenheimer sufrió un cambio drástico. Encaneció, volvió a quedarse en los huesos y desarrolló una serie de temblores y tics. Siempre había sido un bebedor, y ahora optó por acompañar a Kitty en sus largas veladas alcohólicas. Lo sorprendente es que siguió siendo un excelente director del IAS. Coordinar genios fue siempre su fuerte.

Pasaron nueve años antes de que se hiciera justicia. En noviembre de 1963 el presidente Kennedy decidió su tardío nombramiento para el prestigioso Premio Enrico Fermi. Este habría de ser el perdón público de Oppenheimer. Kennedy fue asesinado el mismísimo día en que tomó esta decisión. El presidente Johnson, sin embargo, honró este compromiso. La foto de la ceremonia muestra a un Johnson reluciente sonriendo a un marchito anciano con gafas. Pese a su perdón público, no le fue devuelta su acreditación. Menos de cuatro años después, a comienzos de 1967, Oppenheimer murió de un cáncer de laringe a la edad de sesenta y dos años.

# Algunos datos y curiosidades acerca de la bomba

- El «argumento» en favor de la disuasión nuclear, expuesto sin querer en todo su absurdo:

«No actuaremos de forma prematura ni correremos sin necesidad el riesgo de una guerra nuclear global en la que incluso los frutos de la victoria no serían más que cenizas en nuestra boca. Pero tampoco evitaremos ese riesgo si en algún momento hay que afrontarlo».

John F. Kennedy

«Ningún país que carezca de la bomba atómica puede considerar que goza de independencia propiamente dicha».

Charles de Gaulle

«No es importante salir vencedor, lo que importa es salir vivo».

Bertolt Brecht

- La bomba atómica en pocas palabras: Dos masas subcríticas de material

fisionable (como el uranio 235) se juntan para formar una masa crítica. Esto produce una reacción en cadena incontrolable y provoca una explosión nuclear de unos veinte kilotones.

- 1 kilotón = el poder explosivo de mil toneladas de TNT.  
1 megatón = el poder explosivo de un millón de toneladas de TNT.  
Al detonar, el TNT (trinitrotolueno) genera una presión de unas 270 000 atmósferas (280 000 kilos por centímetro cuadrado).
- Una bomba de hidrógeno produce una explosión que se mide por megatones. Es un arma termonuclear entre cuyas características está el empleo de un mecanismo de fisión-fusión. Suele consistir en una bomba de fisión rodeada de hidrógeno pesado. La detonación de la bomba de fisión provoca la fusión del hidrógeno pesado que la rodea.
- En la fisión, el neutrón que bombardea el núcleo lo divide, liberando una enorme cantidad de energía.  
En la fusión, dos núcleos se juntan con tal fuerza que se funden en uno, proceso que desprende una cantidad de energía aún mayor.

«Si la raza humana quiere irse al infierno en un cesto, la tecnología puede ayudarla a ir en reactor. No cambia ni el deseo ni el destino, pero puede acortar muchísimo el viaje».

Charles M. Allen

«El hombre ha arrancado a la naturaleza el poder de convertir el mundo en un desierto o de hacer que los desiertos florezcan. El mal no está en el átomo; solo en el alma de los hombres».

Adlai Stevenson

«No sé cuál será el arma más importante de la próxima

guerra, pero sé cual será el arma más importante de la siguiente.  
El arco y la flecha».

Anónimo

- La bomba de neutrones es un ingenio termonuclear que emplea también el método de fusión-fisión. Produce una explosión limitada, pero emite grandes cantidades de radiación letal gamma y de neutrones sobre un área extensa. Esta radiación puede atravesar casi todos los blindajes conocidos y es letal para la vida humana. Tales bombas serían útiles para eliminar un ejército sin destruir sus armas, o para convertir ciudades en museos instantáneos para visitantes espaciales.

«Un arma es un enemigo, incluso para su dueño».

Proverbio turco

«La única manera de sobrevivir a la bomba es no estar por ahí cuando explote».

Folleto del CND

En la guerra «los últimos refinamientos de la ciencia están ligados a la crueldad de la Edad de Piedra».

Winston Churchill

- La energía nuclear se obtiene de la fisión o fusión nucleares. La reacción en cadena es ralentizada, y así «controlada».  
El uranio produce unos dos millones y medio de veces más energía que un peso equivalente de carbón.  
El proceso de fusión, que emplea hidrógeno pesado, produce

cuatrocientas veces la cantidad anterior.

«El poder desencadenado del átomo ha cambiado todo salvo nuestros modos de pensar, y por ello nos deslizamos hacia una catástrofe sin paralelo».

Albert Einstein

## Historia de la bomba

- 789** — Klaproth descubre el uranio.
- 900** — Thomson descubre el electrón.
- 905** — Einstein publica la *Teoría especial de la relatividad*, que luego da lugar a la fórmula  $E = mc^2$ .
- 931** — Cockroft y Walton parten el átomo por primera vez en el laboratorio Cavendish de Cambridge.
- 934** — Los Joliot-Curie bombardean núcleos atómicos con partículas alfa, produciendo nuevos elementos. Descubrimiento de la radiactividad artificial.
- 934** — Enrico Fermi bombardea núcleos atómicos con neutrones, sin ser consciente de la verdadera importancia de sus experimentos.
- 938** — Hahn y Meitner continúan el trabajo de Fermi, bombardeando uranio con neutrones.
- 939** — Meitner interpreta los resultados de sus experimentos con Hahn, y se da cuenta de que el núcleo ha sido partido en dos. Llama al proceso «fisión nuclear».
- 939** — Tras recibir noticias de Bohr, Einstein y Szilard se ponen en contacto con el presidente Roosevelt para advertirle del peligro de que Alemania utilice la fisión nuclear para elaborar una bomba. Arranca el Proyecto Manhattan.
- 942** — Fermi construye en Chicago el primer reactor nuclear y provoca la primera reacción en cadena controlada.
- 942** — Construcción de Los Álamos en Nuevo México.
- 945** — Estalla la primera bomba atómica en Trinity Site, Nuevo México. Un

mes más tarde caen sendas bombas atómicas sobre Hiroshima y Nagasaki.

**952** — Los Estados Unidos hacen una prueba con la primera bomba de hidrógeno en el atolón Eniwetok en el Pacífico.

**953** — Rusia prueba la bomba de hidrógeno.

**957** — Gran Bretaña prueba la bomba de hidrógeno.

**967** — China prueba la bomba de hidrógeno.

**968** — Francia prueba la bomba de hidrógeno.

**ños 70** — Los Estados Unidos desarrollan la bomba de neutrones.

**ños 80** — India, Israel y Brasil desarrollan armas nucleares.

**ños 90** — Pakistán, Corea del Norte e Irak desarrollan armas nucleares.

Francia persiste en realizar pruebas nucleares en el Pacífico.

## Otras lecturas recomendadas

eter Goodchild: *Oppenheimer* (Barcelona, Salvat, 1989). Útil y extensa biografía con gran cantidad de fotografías excelentes.

Richard Rhodes: *The Making of the Atomic Bomb* (Simon & Schuster). Se concentra en las relaciones entre el gobierno y la ciencia en el Proyecto Manhattan: detallado y fascinante.

Jack Rummel: *Robert Oppenheimer* (Facts on File). Biografía más breve que explica bien el desarrollo científico de la bomba.

Robert Oppenheimer: *La ciencia y el conocimiento común* (Madrid, CSIC, 1955). Exposición clara de la física moderna y de la mecánica cuántica en particular por el maestro mismo. Un mínimo control de la jerga hace que este libro sea legible por todos.



PAUL STRATHERN nació en Londres en 1940, estudió Física y Química y Matemáticas en el Trinity College de Dublín antes de dedicarse a la Filosofía. Sus series *Filósofos en 90 minutos* y *Los científicos y sus descubrimientos* han sido traducidas a una docena de idiomas. En la actualidad es lector en la Kingston University, donde ha sido también profesor de matemáticas, filosofía y poesía moderna italiana. Una de sus obras de mayor éxito es *Los Médici: padrinos del Renacimiento*, y también ha escrito varias novelas, biografías y libros de viajes.

# Notas

[1] La edad es, claro está, un resfriado febril / que todo físico debe temer /  
Mejor está muerto que vivo aún / una vez pasada la treintena. <<

[2] *Egghead*, término coloquial empleado para *intelectual*, literalmente *cabezahuevo* fue la expresión, más humorística que peyorativa, utilizada por el general [N. del T.]. <<

[3] Una de las acepciones de *buster* es *reventador* [N. del T.]. <<