

El club del uranio de Hitler

Por Francisco J. Ynduráin

Francisco J. Ynduráin (Benavente, Zamora, 1940), licenciado en Matemáticas y doctor en Física por la Universidad de Zaragoza, es catedrático de Física Teórica en la Universidad Autónoma de Madrid. Es miembro fundador de la Sociedad Europea de Física y miembro de la Real Academia de Ciencias de España y de la Academia Europea. Es autor de libros científicos como *Mecánica Cuántica Relativista* y de libros de divulgación científica como *Teorías unificadas y constituyentes fundamentales de la materia* y *¿Quién anda ahí?*

En las últimas semanas de la segunda guerra mundial un grupo de científicos alemanes bajo la dirección del gran teórico Werner Heisenberg que, debido a los intensos bombardeos aliados, habían trasladado su laboratorio desde Berlín al sur de Alemania, realizaban un nuevo intento por hacer funcionar un reactor nuclear, un pre-requisito para la consecución de una bomba atómica. Este intento fue el último, y se saldó con un nuevo fracaso. Pocas horas después las tropas francesas invadían el área y, en su estela, una misión secreta americana, con nombre de código «Alsos», capturó a los más importantes científicos atómicos alemanes (conocidos como «El club del uranio» —«Uranverein», en alemán—) con todo su equipo y documentación.

Esta acción se debió a la preocupación del responsable del programa atómico americano, el general Graves, tanto por conocer y neutralizar a los científicos del «Uranverein» como por evitar que cayeran, ellos y su conocimiento, en las manos de los aliados nominales de los anglosajones, es decir, de rusos o incluso franceses. Para ello se trasladó a los alemanes, a través de la Europa en guerra, de un lugar a otro llegando finalmente a una casona situada en un lugar conocido como Farm Hill, a unos 30 kilómetros de Cambridge, en Inglaterra; la desconfianza de los americanos, manifestadamente, no se extendía a sus parientes los británicos.

Así pues, a Farm Hill llegaron el 3 de junio de 1945, un mes después del final de la guerra, Heisenberg y colaboradores; y allí permanecieron durante seis meses más. Los aliados querían saber tanto el estado como la historia de las investigaciones nucleares alemanas; y no había mejor manera que de la boca de sus principales protagonistas, el «Uran-



FUENCISLA DELAMO

verein». Para ello, la casona de Farm Hill estaba concienzudamente trufada de micrófonos, que registraron prácticamente todas las conversaciones de los alemanes, incluida su reacción al enterarse del lanzamiento de la bomba americana sobre Hiroshima.

De las correspondientes grabaciones se conservó lo que parecía de utilidad, pasando estos documentos a archivos ultrasecretos: tan secretos que su misma existencia sólo fue conocida cuando, en 1962, el propio Graves publicó un libro autobiográfico *Now it can be told*, mencionándolos. Finalmente, el 3 de enero de 1946 los alemanes fueron liberados y devueltos a su país: los aliados se habían dado cuenta de que los del «Uranverein» no conocían ningún secreto nuclear, peligroso o no.

El programa nuclear alemán es, al menos para el que esto escribe, uno de los episodios más fascinantes de la segunda guerra mundial; ciertamente, es uno de los que han producido más controversia. ¿Hasta dónde llegaron los alemanes en sus investigaciones? ¿Hasta qué punto podrían haber llegado, dadas otras circunstancias? ¿Colaboraron los científicos del «Uranverein» con el nazismo, o lo sabotearon? No hay escasez de libros sobre el tema, (hasta 1992, fecha en la que se desclasificaron los documentos de Farm Hill) con opiniones para todos los gustos.

Tal vez el único libro que no especuló absurdamente fue el escrito por Goudsmit, que estuvo a la cabeza de la misión «Alsos», con el mismo título: Goudsmit, un científico judío holandés muy competente, se había dado cuenta, por unas breves palabras con Heisenberg y una somera observación de sus aparatos, de que los del «Club del uranio» no ha-

bían llegado a ninguna parte.

Pero Goudsmit fue, durante bastante tiempo, casi el único con esta opinión; el suizo Robert Jungk, en su exitoso libro *Más brillante que mil soles*, atribuye a los alemanes unos éxitos que la realidad no justificaba; y, más tarde, en 1993, en un libro (*German National Socialism and the Quest for Nuclear Power*) que, claramente, se escribió sin conocimiento de estos documentos, M. Walker sugiere que Heisenberg y compañía sabían muy bien cómo construir una bomba, pero sabotearon el programa nazi: algo que, en particular, los documentos de Farm Hill echan por tierra; los del «Uranverein» lo intentaron a conciencia.

Como hemos dicho, en 1992 los documentos de Farm Hill se desclasificaron y se permitió su acceso a los historiadores y —más importante— a los científicos. Entre ellos Jeremy Bernstein, un prestigioso físico de altas energías con conocimientos técnicos y, además, con experiencia como escritor sobre temas científicos destinados al gran público (ha realizado esta labor muchos años para la revista *The New Yorker*). Bernstein se dedicó a un estudio sistemático de los documentos, y a entrevistar a cuantos actores del drama pudo todavía encontrar con vida y escribió una primera versión del libro *Hitler's Uranium Club*, publicada en 1996 por el «American Institute of Physics». Más adelante escribió en 2001 una segunda versión, más completa, que es la que comentamos aquí. Las conclusiones del libro de Bernstein (extraídas en buena parte de los documentos de Farm Hill) no pueden ser más claras, y acaban con casi todas las posibles especulaciones. Nadie que no lo haya leído a fondo puede opinar seriamente sobre el tema y, para quienes lo hayan leído, pocas dudas quedan sobre la cuestión.

Los primeros pasos de la investigación nuclear

Podemos tomar como origen de la investigación en energía nuclear los experimentos de Fermi que, a partir de 1934, comenzó a bombardear núcleos de uranio con neutrones lentos. Entre otros descubrimientos capitales, Fermi se dio cuenta de que los neutrones lentos tienen mucha mayor probabi-

lidad de interactuar con el núcleo; en efecto, la probabilidad de interacción es, aproximadamente, inversamente proporcional a la velocidad de los neutrones (a esta propiedad se la conoce como «ley 1/v»). Muy pronto, en 1935, Fermi y sus colaboradores se dieron cuenta de que en estas interacciones se producen unos núcleos distintos del propio uranio, y los identificaron (erróneamente) con los llamados «transuránidos»; de éstos hablaremos más adelante.

En este momento entran en escena los radioquímicos alemanes: Otto Hahn, sobre todo, y su colaborador Fritz Strausmann; y también los judíos austriacos Lise Meitner y Otto Frisch. En los años que van de 1936 a 1938, Hahn y Strausmann repitieron los experimentos de Fermi; al analizar los resultados de la interacción, se encontraron con la presencia del elemento bario. Hahn consideró esto incomprensible; la masa del átomo de uranio es unas 235 veces la del átomo de hidrógeno, mientras que la del bario es sólo unas 137 veces más pesada. ¿Qué le había ocurrido al resto del núcleo de uranio? Hahn escribió una carta con esta pregunta a Lise Meitner, con la que había colaborado hasta que ésta tuvo que exiliarse a Estocolmo: Hitler había tomado ya todo el poder, y había comenzado su insensata carrera de persecución de los judíos.

En las navidades de 1938 Otto Frisch (sobrino de Meitner) que, por los mismos motivos que su tía, estaba exiliado en Copenhague, realizó una visita a ésta. Allí, en Estocolmo, discutieron las cuestiones planteadas por Hahn y llegaron a la solución correcta: al ser golpeado por un neutrón, el núcleo de uranio se había roto («fisión nuclear») produciendo dos núcleos casi iguales, el bario identificado por Hahn, un núcleo de krypton (también conocido como lantano) y un número indeterminado de otros fragmentos menores, entre los que se encontraban nuevos neutrones. De vuelta a Copenhague, Frisch le contó sus ideas al danés Niels Bohr, el cual —a su vez— había ideado poco antes un modelo teórico del núcleo que le había servido a Frisch y a Meitner de inspiración.

Los movimientos de los principales personajes no acaban aquí. En febrero de 1939, Bohr viajó a EE UU, y allí se encontró con Fermi. Fermi no era judío, pero su esposa sí era de familia judía; el pacto de Mussolini con Hitler les ponía en inminente peligro de forma que, en noviembre de 1938, y aprovechando su viaje a Estocolmo para recibir el premio Nobel, los Fermi decidieron no regresar a Italia y cambiar de continente.

A principio de 1939 había, según hemos visto, varios grupos que sabían de la existencia de la fisión nuclear inducida por neutrones y, por tanto, que la generación de enormes cantidades de energía era, al menos en principio, factible. Estos grupos eran el entorno de Fermi y Bohr, en los Estados Unidos; Frisch y Meitner en los países escandinavos; y los alemanes, gracias al trabajo de Hahn. Además estaba Pierre Joliot-Curie, en París, que co-



En este número			
Artículos de			
Francisco J. Ynduráin	1-2-3	Antonio García Berrio	8-9
Román Gubern	4-5	Antonio Córdoba	10-11
Carlos García Gual	6-7	Luis Goytiso	12

SUMARIO en página 2

Viene de la página anterior



El club del uranio de Hitler

menzó a medir flujos de neutrones producidos en la fisión, un prerequisite para la consecución de una reacción en cadena y, finalmente, había individuado aislados entre los que cabe citar al judío húngaro Leo Szilard que, ya en 1934 (pero sin ningún fundamento científico), había especulado sobre la posibilidad de tales reacciones.

Dos importantes descubrimientos fueron hechos aún a principios de 1939. Uno, por el teórico Niels Bohr, que se dio cuenta de que, de las dos variedades de uranio, conocidas como U-238 y U-235, sólo la primera participaba en el proceso de fisión inducido por Fermi. El otro fue hecho simultáneamente por un grupo alrededor de Fermi, compuesto por él mismo, el estudiante de doctorado Walter Zinn y Szilard, y por el grupo de Joliot-Curie en París: en la fisión del uranio se producen más neutrones de los que se inyectan (en promedio 2.42 por cada neutrón absorbido); la reacción en cadena es posible. Este descubrimiento fue el último en ser publicado abiertamente; y ello sólo por los franceses. El grupo de Fermi decidió mantenerlo secreto. Las posibilidades armamentísticas de la nueva energía empezaban a ser sólidas, y las señales de la inminencia de una guerra eran cada vez más ominosas: la investigación nuclear siguió, a partir de mediados de 1939, el camino del secreto militar.

De hecho, fue el resultado de Joliot-Curie el que llevó a Harteck, uno de los miembros del «Uranverein», a contactar al ejército alemán, y al americano Pegram, y al mismo Einstein, a hacer lo propio con las autoridades americanas. La carta alemana fue firmada por Harteck y Groth, el 24 de abril de 1939, y enviada a la Oficina de Armamento del Ejército. Diebner (el experto en temas nucleares del Ejército) y Bagge enviaron órdenes militares a los miembros del «Uranverein» para comenzar una planificación de las investigaciones.

Las autoridades americanas, sin embargo, no reaccionaron de forma muy brillante a las advertencias de los científicos: simplemente formaron un comité que no hizo nada hasta recibir, en el verano de 1941, noticias de un cálculo realizado en Birmingham, Inglaterra, por (otra vez!) dos emigrados alemanes: Frisch, a quien ya hemos encontrado, y que, vista la proximidad de Dinamarca a Alemania, decidió (con buen criterio) trasladarse a Gran Bretaña, y Rudolf Peierls. Para entender la

importancia del cálculo de Frisch y Peierls tenemos que volver al descubrimiento de Bohr, ya citado, de que sólo la variedad de U-235 se fisión suficientemente rápido como para que se la pueda utilizar en un explosivo. Pero la cantidad de U-235 que se encuentra en la naturaleza es minúscula y es muy difícil separarla de la variedad más abundante, el U-238. Por tanto, la cuestión de cuánto se necesita para alcanzar la llamada «masa crítica» (es decir, la masa mínima que produce una explosión) resulta ser crucial.

Frisch y Peierls calcularon, precisamente, esta masa crítica, y encontraron un valor de algo menos de un kilo. Este valor de la masa crítica está equivocado. Frisch y Peierls utilizaron en su cálculo valores erróneos de algunas cantidades fundamentales nucleares; estos valores sólo fueron medidos correctamente algo después por el grupo de Fermi. El valor real de la masa crítica es de 56 kilogramos. Pero el error fue afortunado para el programa nuclear aliado: hizo creer a los americanos que una bomba atómica es más fácil de hacer de lo que es en realidad, les mostró que los alemanes podrían adelantarse, y dio un impulso decisivo a su programa.

No continuaremos aquí con este programa americano, al que sólo nos referiremos de forma esporádica: el propósito del libro *El club del uranio de Hitler* y, por tanto, el nuestro, es discutir el esfuerzo «alemán». Esfuerzo que, en 1941, cuando los americanos empezaron a tomarse la cuestión en serio, llevaba dos años de adelanto sobre el aliado. En efecto, en 1939 el ejército alemán se incautó del Instituto de Física Kaiser Guillermo, en Berlín, y en él se comenzó un trabajo razonablemente serio sobre energía nuclear.

Antes de continuar con el programa nuclear alemán es conveniente separar dos cuestiones relacionadas, pero muy distintas: bombas y reactores nucleares. También hablaremos algo de aceleradores de partículas. Para construir una bomba atómica hace falta un material que se fisione con neutrones rápidos; si no, el calor generado por las fisiones de las primeras capas de material lo vaporiza antes de que hayan llegado los neutrones al resto de la masa (de hecho, incluso en las primeras bombas atómicas sólo llegaba a fisionarse un 2% de su masa), produciendo no una bomba, sino algo del estilo del desastre de Chernobyl: sin duda mortífero, pero sin valor militar. La fisión rápida sólo es posible con uranio U-235,

o con plutonio, un nuevo material del que hablaremos más adelante.

Esto es algo que sabemos ahora: en los primeros años cuarenta, las propiedades de los distintos materiales, sobre todo por lo que se refiere a su interacción con neutrones, rápidos y lentos, tenían que descubrirse; como también había que descubrir la existencia del plutonio. Todo esto requiere fuentes de partículas. Una posibilidad es utilizar un reactor nuclear, que produce un abundante flujo de neutrones; otra, un acelerador de partículas. Por supuesto lo ideal es, como en Estados Unidos, utilizar ambos métodos. En este país el reactor nuclear se construyó, a marchas forzadas, en Chicago, donde se había trasladado Fermi, estando operativo en diciembre de 1942. Por otra parte, aceleradores de partículas («sincrotrones») existían desde unos años antes, en especial gracias al trabajo de Lawrence en Berkeley, California, y fueron muy útiles para la producción y primeros estudios de las propiedades del plutonio. Además, los aceleradores pueden utilizarse para separar isótopos.

La situación en Alemania era distinta. Después de su ocupación de Dinamarca y Francia, los alemanes tenían a su disposición dos aceleradores: uno, completo, en Copenhague; otro, casi terminado de construir, en París. Pero, aparentemente, y con la excepción de Bothe, no entendieron la utilidad de estos artilugios. Bothe sí comprendió su importancia y, desde 1938, intentó interesar a la administración alemana en un proyecto de construcción de sincrotrón; pero los nazis no le hicieron caso. Desconfiaban de él por no ser miembro del partido, de hecho, perdió su cátedra de Heidelberg por este motivo. Finalmente, Bothe obtuvo que la firma Siemens le construyera un acelerador, en 1943, al que consiguió hacer funcionar al año siguiente: demasiado tarde para realizar algo útil con él.

Bothe es, por otra parte, un ejemplo del nivel —alto, pero muy lejos del de Fermi— de los físicos del «Uranverein». Bothe había sido el primero en producir neutrones, en 1930, pero los confundió con fotones. En 1941, Bothe midió la absorción de neutrones por grafito, como veremos una cantidad crucial, y encontró un resultado doble del correcto (Fermi sí midió el valor correcto de esta cantidad, y algo antes que Bothe, pero mantuvo en secreto el resultado). Debido a esto, los alemanes, influidos por Heisenberg, abandonaron

el uso del grafito en reactores en favor del agua pesada, con desastrosas consecuencias. El error de Bothe se debió, probablemente, a no utilizar un grafito suficientemente puro; su experimento fue repetido por un segundo físico (Wilhelm Hanle), con un resultado distinto, dándose cuenta del problema de las impurezas, pero no se lo dijeron a Bothe, y tampoco se lo comunicaron a Harteck: el científico que, probablemente, hubiera podido construir el primer reactor nuclear, dos años antes que Fermi, si hubiera tenido el apoyo suficiente.

La cuestión del «moderador»

En una bomba queremos un material que se fisione con neutrones rápidos, lo que obliga a utilizar elementos escasos como el U-235 o el plutonio; en un reactor, por el contrario, utilizamos un material abundante, el U-238, pero necesitamos frenar («moderar», como se dice en la jerga del oficio) a los neutrones para incrementar la probabilidad de absorción: recuérdese la «ley 1/v». Para ello se intercalan entre las masas de uranio cantidades de un material que frene a los neutrones, pero que no los absorba, ya que, si lo hiciera, se acabaría la reacción. Sólo hay en la naturaleza dos materiales suficientemente abundantes para cumplir esta misión: el deuterio, presente en el «agua pesada», y el carbono en la forma de grafito o dióxido de carbono (el hielo seco). El último es, en principio, el mejor; pero, por tener que mantenerse a muy bajas temperaturas, obliga a enfriar todo el sistema y hace el trabajo muy difícil. Fue el material utilizado por Harteck, en un primer intento de construir un reactor, que estuvo cerca de hacer funcionar en la primavera de 1940. De hecho su problema fue que las empresas I.G. Farben y Auer que le proporcionaban, respectivamente, hielo seco y uranio, no fueron capaces de coordinar sus envíos (además de exigir unos beneficios abusivos). Si lo hubieran hecho hay fundadas razones para creer que hubiera sido Harteck, dos años antes que Fermi, el que hubiera puesto en funcionamiento, al menos, un reactor capaz de multiplicar la producción de neutrones, el paso previo a hacerlo operativo.



SUMARIO

	Págs.
«El club del uranio de Hitler», por Francisco J. Ynduráin, sobre <i>Hitler's Uranium Club (The secret recordings at Farm Hill)</i> , de Jeremy Bernstein	1-2-3
«Hollywood ante la Guerra Civil española», por Román Gubern, sobre <i>La Brigada Hollywood. Guerra española y cine americano</i> , de Javier Coma	4-5
«Los españoles vistos por los escritores franceses», por Carlos García Gual, sobre <i>La Historia de España en la Literatura Francesa. Una fascinación</i> , de Mercé Boixareu y Robin Lefere (coords.)	6-7
«Shakespeare y la quiebra moderna del arquetipo», por Antonio García Berrio, sobre <i>Shakespeare: La invención de lo humano y El futuro de la imaginación</i> , de Harold Bloom	8-9
«Felipe II, el diablo y las matemáticas», por Antonio Córdoba, sobre <i>Los códigos secretos</i> , de Simon Singh	10-11
«Terra Australis», por Luis Goytisolo, sobre <i>España y Australia. Cinco siglos de relaciones</i> , de Carlos Fernández-Shaw	12

SABER Leer

Revista crítica de libros

Fundación Juan March

Servicio de Comunicación

Castelló, 77
Teléfono: 91 435 42 40. Fax: 91 576 34 20
28006 Madrid (España)
e-mail: webmast@mail.march.es
Internet: http://www.march.es
Depósito Legal: M. 40.038-1986
ISSN: 0213-6449
Impreso en G. Jomagar (Móstoles)

SUSCRIPCIÓN: Cheque a nombre de la revista SABER/Leer. Un año: España, 10 euros. Extranjero, 15 euros o 12 \$ USA.

Viene de la página anterior



El agua pesada es también una buena elección como moderador; y, de hecho, los canadienses hicieron operativo un reactor con agua pesada en 1945. Pero para los alemanes esta elección era un desastre; toda el agua pesada que había en el mundo en aquella época (1940) era la que existía en París, que Joliot-Curie se llevó a Inglaterra precipitadamente al llegar las tropas alemanas y, después, la producida por una planta en Noruega. Esta, aunque bajo control alemán, estaba muy expuesta a ataques; tanto de partisanos noruegos como de comandos británicos, los que, por dos veces, en 1943 y 1944, destruyeron toda la producción. Finalmente, el grafito fue lo que utilizó el grupo de Fermi: por sus medidas, sabían que era un perfecto moderador, si estaba suficientemente puro y, con la tecnología de la época, era mucho más fácil refinar grafito que producir agua pesada.

Los reactores nucleares no sólo son importantes para estudiar propiedades de materiales, en especial ritmos de absorción de neutrones, o como generadores de energía, sino para producir una posible alternativa al uranio 235 como explosivo, el plutonio. El plutonio es un elemento más pesado que el uranio (llamado por esto «trans-uránico») que no existe en la naturaleza; debido a su vida media relativamente corta, el que se haya podido producir en explosiones de novas y supernovas (fuente de todos los elementos pesados que se encuentran en la naturaleza) se ha desintegrado hace tiempo en otros elementos más ligeros. El plutonio puede producirse artificialmente (de hecho, lo que se produce es un elemento llamado «neptunio» el que, a su vez, se desintegra rápidamente en plutonio) irradiando uranio 238 (la variedad más abundante) con neutrones y, por tanto, es un subproducto de un reactor nuclear. También puede producirse por choques con protones acelerados en un sincrotrón, pero esto no genera cantidades suficientes. Efectivamente, los americanos produjeron plutonio en aceleradores; el plutonio producido de esta manera fue útil para estudiar sus propiedades, lo que facilitó su separación del resto del material en los reactores.

Esto no es trivial; uno de los más difíciles problemas que tuvieron que resolver en Los Alamos fue el planteado por la existencia de dos variedades de plutonio, el Pu-240 y el Pu-239 de los que sólo el último sirve como explosivo. La posibilidad de la existencia del plutonio y su utilidad como material explosivo se descubrió independientemente en EE UU (por Turner, en 1940, quien lo mantuvo secreto por recomendación de Szilard) y en Alemania donde, el 17 de julio del mismo año, Carl von Weizsäcker envió un memorándum al ejército alemán explicando cómo fabricar bombas con elementos transuránicos. Pero los alemanes nunca consideraron seriamente la posibilidad de fabricar bombas con plutonio; ya que no tenían ni un acelerador ni un reactor con el que fabricar dicho material, tal idea quedaba como una entelequia de teóricos (como era Von Weizsäcker). Un error más; de las tres primeras bombas americanas, la experimental, probada en Nuevo México, y la tercera, lanzada sobre Nagasaki, utilizaban plutonio.

La (geometría) del reactor

Como hemos visto, un reactor nuclear es un requisito para fabricar una bomba; y ello no sólo desde el punto de vista práctico sino, tal vez más importante, desde el psicológico. Como cuenta en su libro McKay (*The making of the atomic age*), aunque el proyecto Manhattan (nombre en código del programa nuclear americano) fue aprobado en diciembre de 1941, sólo fue un año después, cuando Fermi demostró que era posible controlar la ener-

gía nuclear, cuando los ingenieros, militares y políticos se dieron cuenta de la importancia de apoyar a fondo el proyecto, y cuando la financiación subió a las ingentes cantidades necesarias para completarlo. Harteck (pág. 331 del libro de Bernstein) menciona que un general alemán le dijo que, si hubieran conseguido un incremento de la temperatura (con un reactor) de un grado, o «incluso de una décima de grado», hubieran obtenido toda la financiación que hubiesen necesitado. Por ello, el conseguir un reactor funcional era extremadamente importante para los alemanes; pero éstos, en cinco años de esfuerzos, no lo consiguieron. Ello se debió a una larga cadena de errores, científicos y administrativos. Uno de los más llamativos entre los primeros es la cuestión de lo que se llama la «geometría» del reactor; es decir, cómo se ordenan las piezas de uranio y del moderador.

Heisenberg, el teórico y líder del «Uranverein», fue quien calculó la ordenación de los reactores alemanes, al menos al principio: bajo sus indicaciones se ensayó una geometría por capas (láminas de uranio entre capas de agua pesada), y otra de esferas concéntricas de uranio y moderador. En esta segunda se llegó a detectar multiplicación de neutrones, aunque en cantidad muy insuficiente (sólo un 13%) para una reacción autosostenida; pero que sí convenció a Heisenberg de que su diseño era viable. Esto ocurrió al final de 1941, antes de que lo consiguiera Fermi: los alemanes todavía llevaban la delantera. Desgraciadamente para los alemanes, los diseños de Heisenberg eran casi lo peor posible. Diebner, que había trabajado independientemente, había mostrado, experimentalmente, que un arreglo con el uranio en cubos era mucho más eficaz que las geometrías de Heisenberg; y Karl-Heinz Höcker, un joven teórico que se incorporó al programa alemán en 1942, llegó a la conclusión que, mejor aún, era una disposición del uranio en esferas, con un tamaño del orden del recorrido de los neutrones (unos centímetros). Éste fue esencialmente el arreglo utilizado por Fermi, con el único cambio de ovoides, más fáciles de manejar y construir, en lugar de esferas.

Esau, otro experimental involucrado en el esfuerzo nuclear alemán, intentó comprobar en la práctica las ideas de Höcker; pero Heisenberg se negó a compartir sus reservas de agua pesada, muy escasas, y la prueba sólo se realizó en 1943, por Karl Wirtz. Demasiado tarde; el grupo del «Uranverein» había tenido que trasladarse (debido a los bombardeos aliados) del Instituto Kaiser Guillermo, en Berlín, a un laboratorio improvisado en una cueva en Haigerlach (sur de Alemania) donde no tenían soporte técnico suficiente. Además, Alemania no poseía ya recursos económicos para nada que no fueran las necesidades más perentorias de la guerra. En Haigerlach continuaron los del «Uranverein» sus experimentos hasta el último mes de la guerra, pero la carrera estaba perdida.

Las causas del fracaso alemán

Hemos visto ya algunos de los puntos en los que los alemanes cometieron errores de bulto; vamos ahora a seguir a Bernstein (y, con él, a los encerrados en Farm Hill) y a repasar las razones del fracaso alemán; fracaso bastante espectacular. Estas causas pueden resumirse en tres factores y los discutimos sucesivamente. La *deshonestidad* ha aparecido ya en este artículo: las empresas alemanas, lejos de contribuir desinteresadamente al esfuerzo de guerra alemán, se dedicaron a enriquecerse —vanamente, al fin— tanto en la propia Alemania como explotando a los países ocupados; tanto en contratos con el

Reich para proporcionar materiales esenciales como (uno de los episodios más odiosos) explotando a los judíos hacinados en guetos, o a los internados en campos de concentración.

La *prepotencia* alemana fue también una importante causa de su fracaso. Para realizar una labor científica importante es necesaria una cierta humildad; pero los alemanes, incluso los antinazis, con el cerebro lavado por la propaganda nacionalista, de la que el nazismo fue efecto, no causa, estaban convencidos de ser los «Herrenvolk» («raza de señores»). Y así, en la página 102 el libro de Bernstein nos da cuenta del comentario de Bagge: «Pienso que los angloamericanos han aprovechado estos meses [de detención del grupo] para imitar nuestros experimentos». O, justo después de la explosión de la bomba en Hiroshima, el mismo Bagge nos recuerda (pág. 136) la opinión de Von Weizsäcker unos meses antes de que «la única persona en el mundo que puede llevar a cabo un programa nuclear es Heisenberg». Los alemanes estaban convencidos de que los aliados les habían capturado para pedirles, o exigirles, su ayuda (!). Esto puede contrastarse con la actitud de los americanos, en particular, espoleados por la creencia de que los alemanes deberían estar, más o menos, a su nivel.

La guerra perdida

Por otra parte en 1941, cuando Alemania no tenía problemas económicos agudos y llevaban un indudable adelanto sobre los americanos, los nazis estaban convencidos de que la guerra estaba ganada, y no continuaron con un esfuerzo económico serio en energía nuclear. Cuando dos años más tarde era evidente que —de no haber un vuelco espectacular— la guerra estaba perdida, los recursos económicos escaseaban y las labores de investigación estaban empantanadas por culpa de varias decisiones equivocadas.

Esto nos lleva a la razón más importante del fracaso, que fue la *ineficiencia*: ineficiencia tanto de la administración como de los científicos del «Uranverein». En cuanto a la primera, es la típica de los sistemas totalitarios, que promocionan a los mediocres (o incluso incompetentes) con tal de que muestren la debida adhesión al Partido. Los encargados por la administración nazi del programa, como Rust, un fanático nazi, eran claramente inapropiados para su tarea.

Tenemos, finalmente, la *incompetencia* de los propios científicos nucleares alemanes, con la que más trata el libro de Bernstein y lo más sorprendente del asunto. Porque, en efecto, una bomba no era fácil (ni, sobre todo, barata); pero, con los años de adelanto que llevaban los alemanes, deberían haber podido hacer funcionar un reactor. La sorpresa es menor cuando uno se da cuenta de la diferencia entre un físico teórico puro, un fenomenólogo, y un experimental: lo ideal, por supuesto, es alguien como Fermi, que reunía la excelencia en los tres campos. El prestigio y

grandeza de Heisenberg como lo primero están fuera de toda duda y, salvo Einstein, no es fácil encontrar a alguien superior a él a ese respecto. Pero como experimentador Heisenberg era inexistente, y como fenomenólogo un desastre. El nombramiento de Heisenberg fue probablemente uno de los peores errores que la administración alemana cometió, como comentó el propio Harteck: «Pero, ¿cómo es posible ser un líder en una empresa de tipo tan tecnológico cuando no has realizado un experimento en tu vida? ¡Esto es ridículo!» (pág. 40). El propio Harteck hubiese sido una elección mucho mejor ya que, al menos, comprendía los aspectos prácticos de la cuestión; por ejemplo, como ya hemos citado, pudo haber sido quien construyera el primer reactor operativo y de hecho construyó, a partir de 1943, centrifugadoras para separar U-235, lo que, de haberse realizado antes, hubiera podido ser utilizado para enriquecer el reactor y hacerlo operativo.

El despiste de Heisenberg (y, en menor medida, del resto) aparece claramente en las conversaciones grabadas en Farm Hill, comentadas por Bernstein quien, como judío, siente poca simpatía por el alemán. En la página 40 tenemos la entrevista con Speer, en 1942, en la que Heisenberg estima el coste del programa nuclear en unos pocos millones de marcos (el programa americano consumió miles de millones de dólares), lo que el propio Speer —un economista muy competente— pensó que era ridículamente bajo. Y, en la página 185 del libro que estamos viendo, un comentario de Heisenberg («Sería interesante saber si la presión de la radiación [de la bomba atómica] podría aventar objetos materiales») muestra un despiste monumental acerca de órdenes de magnitud. En la página 117 Heisenberg muestra una ignorancia total acerca del posible tamaño de la bomba americana de Hiroshima (de cuya explosión acababan de enterarse); en la página 137, la discusión acerca del posible método utilizado por aquellos parece una sarta de incoherencias y muestran la típica falta de sentido común característica de tantos teóricos puros, sin contacto con la fenomenología.

Pero todavía hay algo peor. Heisenberg estaba convencido de que un reactor nuclear, una vez alcanzado el estado crítico, se autoestabilizaría, y no había previsto mecanismos de control (Fermi utilizó barras de cadmio como un elemento esencial de su reactor). Como comenta Bernstein sarcásticamente (pág. 169), sin duda Heisenberg tuvo suerte de que sus reactores no funcionasen; si lo hubieran hecho, hubieran producido un pequeño Chernobyl, suficientemente grande sin embargo para acabar con los incautos miembros del «Uranverein» que estuviesen en las proximidades.

Por supuesto, las deficiencias de Heisenberg no hubiesen sido tan importantes si hubiera habido fenomenólogos de altura cuyos cálculos e ideas hubiesen podido contrastarse con las suyas; pero la barbarie nazi ya se había encargado de espantar a los Frisch, Peierls, Bethe y tantos otros. □

RESUMEN

A punto de acabar la II Guerra Mundial, un grupo de científicos alemanes, dirigido por Werner Heisenberg y conocido como «el club del uranio», fracasó una vez más en el intento de darle una bomba atómica a Hitler. Poco después el grupo es detenido por los norteamericanos y trasladado a Inglaterra, con la

intención de controlar y neutralizar sus conocimientos científicos. Para Francisco J. Ynduráin el programa nuclear alemán fue uno de los episodios más fascinantes de la II Guerra Mundial y uno de los que más controversia han producido, como relata en su artículo.

Jeremy Bernstein

Hitler's Uranium Club (The secret recordings at Farm Hill)

Copernicus Books, Nueva York, 2001. 376 páginas. 14 dólares. ISBN 0-387-95089-3