

¡CHECA ESTO!

Número 066, 16/julio/2012

Jerry N. Reider Burstin (jnreider@anahuac.mx)
Coordinador Académico, Área Electricidad y Telecomunicaciones
Facultad de Ingeniería – Universidad Anáhuac.

Los experimentos de “criticalidad”:

Tercera y última parte



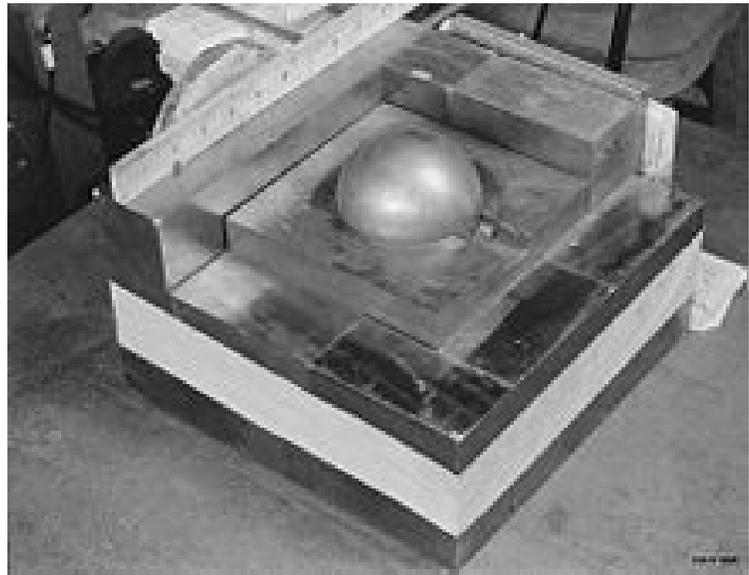
Jalándole la cola al dragón.

El final de la Segunda Guerra Mundial de ninguna manera marcó el fin de los experimentos relacionados con las armas atómicas por parte de los norteamericanos. Todo lo contrario, con el inicio de la Guerra Fría y el bloque soviético como adversario, se intensificaron los trabajos de investigación y pruebas tendientes a incrementar tanto su potencial como su confiabilidad. La primera prueba nuclear soviética llevada a cabo el 29 de agosto de 1949 con un diseño prácticamente idéntico a las bombas *Trinity* de Alamogordo y *Fat Man* arrojada sobre Nagasaki, contribuyeron a acelerar estas actividades sobre dos principales vertientes de desarrollo:

- Mejora de la eficiencia en los dispositivos de fisión – mayor potencia explosiva empleando menor cantidad de material fisible.
- Desarrollo de una nueva arma con base en la fusión nuclear – Bomba de Hidrógeno.

Motivado por lo anterior, una gran cantidad de los experimentos conducidos en los laboratorios de Los Álamos a partir de finales de 1945 se enfocaron a estudiar con mayor detalle las cuestiones relacionadas con el binomio masa crítica – geometría del arreglo explosivo. Dicho en forma más simple: Cómo lograr que varias porciones subcríticas de plutonio 239 se pongan en contacto con la mayor rapidez posible para formar un ensamble supercrítico capaz de detonar con la máxima potencia, pero empleando la menor cantidad de material.

Es aquí donde entra en escena Harry K. (Haroutune Krikor) Daghlian Jr., físico norteamericano directamente involucrado en estas pruebas en su calidad de asistente de laboratorio.



La figura a la derecha ilustra una maqueta que reproduce el experimento realizado. La esfera representa al núcleo de 6.2 kilogramos de plutonio en fase delta, disponible hacia el final de la Segunda Guerra Mundial y posteriormente bautizado como el "*núcleo demonio*". Los bloques rectangulares son ladrillos de carburo de tungsteno con una masa de 4.4 kilogramos y que funcionan como reflectores de neutrones.

Dada la naturaleza subcrítica de este núcleo de plutonio, Daghlian pretendía mediante prueba y error construir un reflector neutrónico apilando los ladrillos reflectores de neutrones en forma incremental a su alrededor. Verificaba con ello si se lograba la transición al estado crítico para reducir el requerimiento de material fisiónable.

El 21 de agosto de 1945, al estar colocando el último bloque sobre este arreglo, los contadores de neutrones emitieron la alerta de que con esta acción se alcanzaría el estado supercrítico. Pero, al retirar la mano, accidentalmente dejó caer el ladrillo sobre el centro del conjunto, dando lugar a un muy significativo surgimiento en la producción de energía. Ya en estado de pánico, Daghlian intentó retirar el tabique dándole un empujón pero no logró quitarlo. Por ello, se vio obligado a tomar cada pieza con la mano para desarmar parcialmente el ensamble y detener la reacción.



Las estimaciones posteriores determinaron que Daghlian recibió una dosis de radiación equivalente a 5.1 sievert, producto de 10^{16} fisiones.^[SVRT] Tomando en cuenta la recomendación de un milisievert por año referente a la máxima dosis de radiación artificial aceptable para un ser humano promedio, conforme a la norma emitida por la Comisión Internacional de Protección Radiológica, se comprende que este hombre había quedado irremisiblemente condenado a muerte. La imagen, tomada después del accidente muestra las quemaduras en la mano de Daghlian, quien habría de fallecer 25 días más tarde, a los 24 años de edad, víctima de envenenamiento agudo por radiación.

Por si misma, la caída accidental del ladrillo no habría resultado fatal. Pero la acción de desarmar manualmente el conjunto provocó una exposición adicional a rayos gamma y quemaduras beta, agravando notablemente el suceso.

No obstante esta tragedia, se produjo otro lamentable accidente precisamente con este mismo "*núcleo demonio*".

Louis Slotin, un fisico-químico canadiense, pertenecía al grupo de trabajo de Otto Frisch, responsable de conducir las pruebas de criticalidad. Era un trabajo muy peligroso consistente en juntar muestras de material fisible hasta alcanzar estados muy cercanos al crítico pero sin sobrepasarlo. Algunos científicos de Los Álamos tipificaban a estas pruebas como estar coqueteando con la reacción en cadena e, incluso, el célebre físico – premio Nobel en 1965 – Richard P. Feynman lo calificó como "hacerle cosquillas en la cola a un dragón durmiente".

[SVRT]: El sievert, nombrado en honor a Rolf Maximilian Sievert – médico sueco renombrado por su trabajo en dosimetría radiactiva – es una unidad de medida del Sistema Internacional, dimensionalmente equivalente a joule por kilogramo, para cuantificar los efectos estocásticos de la radiación ionizante sobre entidades biológicas. Por ejemplo, una dosis de 1.0 sievert acarrea una probabilidad del 5.5% de desarrollar algún tipo de cáncer. Dosis superiores a este valor, recibidas en un lapso breve de tiempo, conducen a un estado de envenenamiento agudo por radiación y a la muerte en pocas semanas. Debe entenderse que, además de la magnitud de la radiación, la forma cómo se recibe la dosis constituye un factor adicional a considerar. Por ello se habla de dosis agudas (momentáneas) y dosis crónicas (acumuladas a lo largo de un periodo). Ejemplos de dosis agudas serían: a) 0.25 μ Sv: revisión aeroportuaria, b) 5 a 10 μ Sv: juego de radiografías dentales, c) 10 a 30 mSv: tomografía de cuerpo completo, d) 0.67 Sv: dosis recibida por rescatistas en la planta de Fukushima, Japón, e) 21 Sv: dosis fatal de Louis Slotin. Dosis crónicas son: a) 2.4 mSv/año: promedio global por radiación de fondo, b) 24 mSv/año: promedio global a altitud de crucero en avión comercial, c) 9 Sv/año: área definida como riesgosa, d) 90 kSv/año: ubicación más contaminada en Fukushima, e) 2.3 MSv/año: combustible de reactor expuesto, sin protección.

Slotin ya había adquirido notoriedad como la persona responsable de ensamblar el núcleo de *Trinity*, probado exitosamente el 16 de julio de 1945 en Alamogordo como la primera explosión atómica en la historia humana. Por su habilidad y experiencia, se le reconocía como el "Ensamblador en Jefe" de los Estados Unidos de Norteamérica. Empero, su trabajo comenzó a disgustarle, su conducta tornándose imprudente y desafiante.

El 21 de mayo de 1946 Louis Slotin y otros siete colegas se encontraban realizando pruebas con el "*demonio*" para determinar el punto preciso cuando una masa subcrítica de plutonio se torna crítica al añadirle reflectores neutrónicos. El objetivo consistía en reproducir una de las primeras fases de una reacción de fisión colocando dos hemisferios huecos de berilio – otro material con propiedades de reflector neutrónico – sobre el núcleo de plutonio para envolverlo en su totalidad.

La imagen a la derecha reproduce la situación cómo sucedieron los hechos. Un hueco en la parte superior para insertar el dedo pulgar permite sujetar al hemisferio de arriba ligeramente sobre la esfera de plutonio – no visible – que se encuentra alojada en el interior del conjunto. Con un desarmador Slotin mantenía una separación residual, evitando el cierre completo.



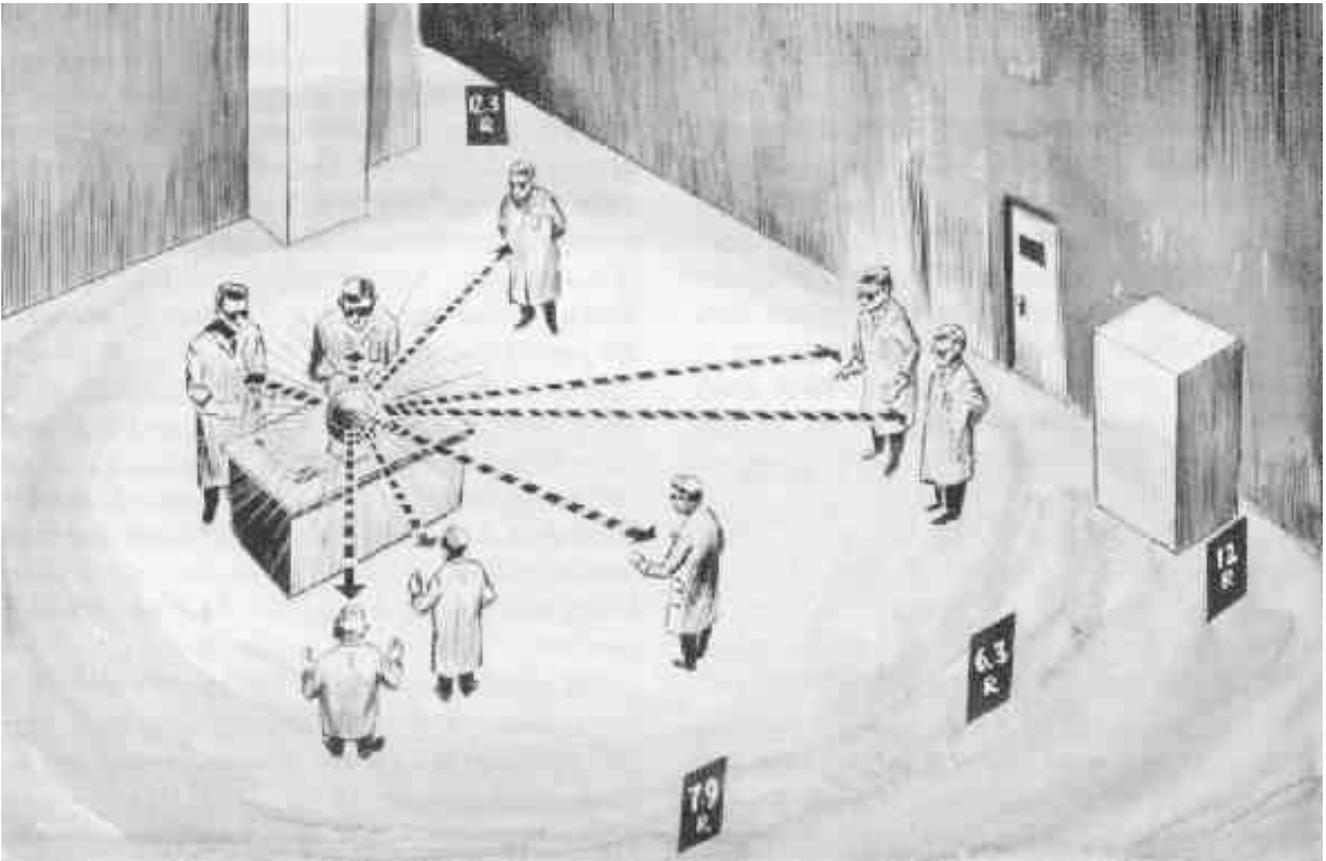
Cabe señalar que el empleo del desarmador no era un procedimiento aprobado pues las normas determinaban el uso de cuñas espaciadoras. Pero Slotin ya había tomado como diversión el estar provocando reacciones instantáneas de criticalidad al grado que Enrico Fermi le advirtió que "en menos de un año estaría muerto".

El caso es que aquel fatídico día se le resbaló el desarmador a Slotin de modo que el hemisferio superior cerró sobre el inferior dejando al "*núcleo demonio*" completamente enclaustrado y dando lugar a una reacción espontánea de fisión.

La figura subsiguiente reproduce las circunstancias. A las 15:20 horas sobrevino el accidente y el recinto se iluminó con un brillo azul fosforescente, indicativo de una ráfaga de radiación "dura", mientras los asistentes sintieron como los invadía "una onda de calor". Slotin percibió un "gusto ácido" en la boca, así como una intensa sensación quemante en la mano izquierda.

De inmediato separó el hemisferio de berilio, arrojándolo al piso, interrumpiendo con ello la reacción y muy probablemente salvando las vidas de los demás. Sin embargo, para entonces ya hubo recibido una dosis de 21 sievert; es decir, cuatro veces más que lo absorbido por Daghlian. Dicha dosis equivale a lo que le hubiera correspondido de haber estado presente a 1500 metros de la detonación de una bomba atómica.

Tan pronto salió del edificio, Slotin comenzó a vomitar violentamente, un síntoma inequívoco de exposición a una dosis aguda de radiación. Aunque sus colegas lo condujeron rápidamente al hospital, el daño era irreversible. Falleció nueve días más tarde en medio de sufrimientos atroces.



Los demás científicos presentes también quedaron sujetos a dosis importantes de radiación. El segundo más cercano estaba observando por encima del hombro de Slotin de manera que el cuerpo de éste último lo protegió en cierta medida. Su dosis de radiación, aunque elevada, no fue mortal de inmediato, debiendo permanecer varias semanas en el hospital. De todas formas, su salud general resultó muy deteriorada. Desarrolló problemas neurológicos y de visión, falleciendo a los veinte años por un ataque cardíaco consecuencia de la misma radiación. Los demás también vieron su vida acortada de manera notable.

El incidente cobró víctimas adicionales. No obstante haber quedado clasificado como secreto y no siendo difundido en su momento dentro de Los Álamos, las autoridades quienes sí supieron lo sucedido reportaron fuertes crisis emocionales al verse obligadas a continuar con su trabajo y vida social normales sabiendo que su colega agonizaba lenta y dolorosamente.



La historia termina con el uso práctico que se le dio a este núcleo demoníaco.

Por una parte esta segunda tragedia acabó definitivamente con la intervención manual para todas las fases críticas de ensamble nuclear y las pruebas de criticalidad.

Por otra parte, este núcleo fue aprovechado para la detonación *ABLE* de la serie de pruebas "*Crossroads*" en el atolón de Bikini, Islas Marshall, en el Pacífico Central el 01 de julio de 1946.

Con un rendimiento de 23 kilotonnes quedó demostrada la viabilidad de los experimentos conducidos por Daghlían y Slotin para lograr que una masa subcrítica se comporte como supercrítica. El *demonio* había completado su trabajo.

Referencias.

- Baker, R.D. *et al* (1983). *Plutonium: A Wartime Nightmare but a Metallurgist's Dream*. Los Alamos, NM, USA: *Los Alamos Science, Winter/Spring 1983*. Páginas 142 a 151. Los Alamos National Laboratory. <http://library.lanl.gov/cgi-bin/getfile?07-16.pdf>
- Bernstein, J. (August 2007). *Plutonium: A History of the World's Most Dangerous Element*. Washington, DC, USA: Joseph Henry Press. ISBN: 0-309-10296-0.
- McLaughlin, T.P. *et al* (mayo 2000). *A Review of Criticality Accidents – 2000 Revision*. Report LA-13638. Los Alamos National Laboratory: Los Alamos, NM, USA.
- Reider, J.N. (14 / abril / 2004). *La tecnología nuclear para la Guerra – un portento para la ciencia y un horror para la Comunidad Humana*. Universidad Anáhuac – México Norte: Serie ¡Checa Esto!, número 006.
- Sutcliffe, W.G.; *et al*. (1995). "[A Perspective on the Dangers of Plutonium](#)". [Lawrence Livermore National Laboratory](#). Archived from [the original](#) on 2006-09-29. <http://web.archive.org/web/20060929015050/http://www.llnl.gov/csts/publications/sutcliffe/>.
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Cyanide>
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Plutonium>
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Plutonium-239>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Critical_mass
- http://en.wikipedia.org/wiki/Little_Boy
- http://en.wikipedia.org/wiki/Fat_Man
- http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_criticality_safety
- <http://www.fas.org/nuke/intro/nuke/design.htm>
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Urchin_\(detonator\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Urchin_(detonator))
- http://en.wikipedia.org/wiki/Neutron_generator
- http://en.wikipedia.org/wiki/Harry_K._Daghlian,_Jr.
- http://en.wikipedia.org/wiki/Louis_Slotin
- <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search/r?dbs+hsdb:@term+@na+@rel+plutonium,+radioactive>