

COM FUNCIONA


per Bruno Vitale

16 (304/Volum 2/maig 1982

ciència 16)

L'opinió pública mundial es va commoure amb l'anunci d'una nova bomba, que ha estat coneguda a la premsa com la bomba de neutrons. Els seus efectes, com els d'altres artefactes bèl·lics, són prou dramàtics: sembla que afecta únicament els éssers vivents i no els edificis. Això fa que ens trobem davant una arma que trenca sensiblement la diferència fins ara establerta entre armes convencionals i armes nuclears. Les bombes N han de ser utilitzades en confrontacions limitades, al contrari que la resta d'armes que utilitzen l'energia nuclear, les quals semblava que eren reservades per a la guerra de destrucció recíproca total... Aquest article forma part d'un dossier que va publicar la revista "Sapere" de Milà en el número 840 corresponent a juliol del 1981. S'hi assaja de fer hipòtesis sobre la constitució i el funcionament d'una bomba N partint d'informacions publicades als Estats Units.

Bruno Vitale és l'autor d'un conjunt de treballs sobre la bomba de neutrons, publicats a "Sapere", núm. 840, juliol del 1981. El present treball en forma part i ha estat traduït per Lluís d'Alòs-Moner.

 L'esquema que es descriu seguidament ha estat reconstruït per Morland utilitzant essencialment informacions publicades, encara que d'una manera fragmentària i difícils de reconèixer, en revistes especialitzades americanes, en documents oficials i *unclassified* (que ja no estan subjectes a secret militar), en memòries i projectes per als accionistes de les més grans indústries bèl·liques i dels més grans laboratoris militars dels Estats Units. Tal com manifesta l'autor, es tracta d'un mosaic d'informacions diverses i sovint no controlades directament. És, per consegüent, hipotètica la reconstrucció de l'esquema de funcionament de la bomba. Però paradoxalment, la millor garantia de la substancial exactitud de l'esquema és el mateix govern americà. La revista que ha publicat l'article de Morland ("Progressive" de Madison, Wisconsin) n'havia enviat

un exemplar a la comissió per a l'energia atòmica abans de la seva publicació; s'havia demanat una opinió sobre la credibilitat de les informacions i s'esperaven eventuais perfeccionaments tècnics. En canvi, per mitjà d'un tribunal federal va arribar una ordre de no publicació perquè l'article hauria violat el secret militar. Solament després de mesos i mesos de batalla jurídica "Progressive" va poder publicar l'article però encara està sota l'amenaça de possibles imputacions.

L'esquema és el corresponent a una bomba d'hidrogen d'uns 300 kt, 40 dels quals es produeixen durant l'explosió d'una bomba atòmica (és a dir, d'una *bomba de fissió*), 130 durant el procés de *fusió* d'isòtops pesants de l'hidrogen (deuteri i triti) i finalment uns altres 130 durant la *fissió* final del recobriment exterior d'urani-238. Per consegüent, és un procés en diverses fases durant les quals la primera explosió provoca el fenomen de fusió que, a la vegada, fa tornar fissible l'urani-238.

Les dimensions exteriors de la bomba semblen les d'un paral·lelepípede d'uns 150cm x 50cm x 50cm; Morland assegura que "es podria posar còmodament sota el vostre llit". I podria destruir una

gran ciutat i tots els seus voltants!

Anem a veure abans de tot com funciona el *sistema primari*, és a dir, la bomba de fissió que provoca l'explosió de la bomba d'hidrogen (fig. 1).

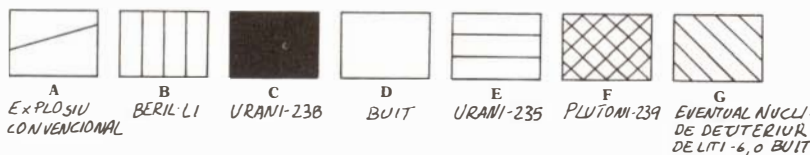
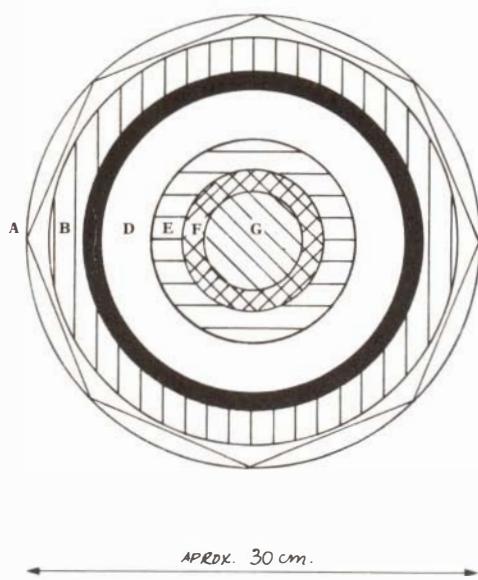
Es tracta d'una esfera de dimensions com les d'una pilota de futbol: una capa exterior (A) d'explosiu convencional; després una de beril·li (B), a continuació una d'urani-238 (C), segueix un espai buit d'alguns centímetres (D), després el material fissible: una capa d'urani-235 (E), després una de plutoni-239 (F). L'esfera central podria ser buida o, per a una eficàcia més gran, podria contenir una petita quantitat de deuteri de liti-6 (un compost de liti-6 amb deuteri o hidrogen-2, és a dir, hidrogen pesant).

La missió d'aquesta bomba detonadora és múltiple: subministrar una part de la potència de la bomba, proporcionar el flux de radiació que comprimirà el material en el qual tindrà lloc la fusió (en el *sistema secundari* que discutirem després), i fer tornar fissible almenys una part de l'urani-238. Aquestes missions són realitzades pels següents mecanismes:

1. S'encén l'explosiu: la capa esfèrica de beril·li i la més interna d'urani-238 són projectades cap a l'interior de l'esfera;

UNA BOMBA DE NEUTRONS?

Fig. 1: Esquema del sistema primari (bomba de fissió detonadora) per a una bomba d'hidrogen



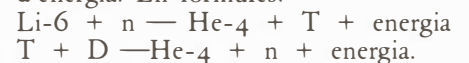
adquireixen velocitat en l'espai buit que els separa del cor fissible i xoquen amb ell, a molt alta velocitat, i el comprimeixen.

2. La compressió del cor fissible provoca un augment considerable de la seva densitat (almenys el doble); l'urani-235 i el plutoni-239 adquireixen la massa crítica (que és inversament proporcional a l'àrea quadrada de la densitat) i sofreixen el fenomen de la fissió: és a dir, sota l'acció dels neutrons es fragmenten en nuclis més petits amb producció d'altres neutrons (una mitjana de 2,5 neutrons per reacció) i d'energia. Una part dels neutrons produïts es dispersen (però la capa exterior de beril·li funciona com un mirall per als neutrons i en limita les pèrdues) mentre altres neutrons provoquen nous processos de fissió i, així successivament, en una reacció en cadena que

conduïx a la fissió d'una gran part de l'urani-235 i del plutoni-239 presents amb producció d'uns 40 kt d'energia.

3. Si el cor del sistema primari és buit, el procés s'acaba aquí, amb l'explosió de les capes internes (de beril·li i d'urani-238) i amb l'emissió d'una enorme quantitat d'energia en forma d'ona de xoc i de radiació electromagnètica. Si, al contrari, el cor és ocupat per una esfera de deuteri de liti-6, un primer procés de *fusió* és provocat per l'enorme compressió i pels neutrons produïts: el liti-6 absorbeix un neutró i es transforma en heli-4 i triti (és a dir, en hidrogen superpesant). Per la seva part, el triti produït interacciona amb el deuteri present en el deuteri de liti i dona un altre àtom d'heli-4 i un neutró. Els dos processos produeixen energia i, també en aquest cas, el neutró produït pot provocar un nou cicle del procés en cadena liti-6—triti—liti-6...

que pot conduir a la fusió d'una gran part del material fusionable i a la producció d'energia. En fórmules:



Aquest procés, però, no produeix neutrons (ja que gran part d'ells són reabsorbits per continuar el cicle) i, en conseqüència, com veurem, aquest mecanisme no s'utilitza en aquelles particulars bombes d'hidrogen que es diuen bombes de neutrons.

Vegem ara com funciona el *sistema secundari*, és a dir, la veritable bomba d'hidrogen, i com es provoca per l'explosió del sistema primari (fig. 2). El cilindre central (G) és de deuteri de liti-6 (és un material sòlid, com una mena de ceràmica); està encapsulat en una beina aïllant (H) que el separa de la capa exterior d'urani-238 (I). Els dos sistemes primari i secundari, col·locats a la distància d'uns 50 cm, estan encapsulats en el contenidor exterior d'urani-238 (L). El mecanisme ulterior d'explosió de la bomba ara pot ser descrit amb els següents processos:

4. La radiació que prové de l'explosió del sistema primari és reflectida per les parets interiors del contenidor (L) i exerceix sobre el sistema secundari una enorme pressió que aixafa la capa exterior d'urani-238 (I) a través de l'aïllant (H) sobre el cor del material fusionable (G). Aquesta radiació arriba al sistema secundari solament unes *mil·lionèsimes de segon* abans de l'arribada de l'ona de xoc que destrueix tot el que troba. Per consegüent, és necessari que el procés de fusió s'engegui i continuï *abans* que arribi l'ona de xoc. El *secret tècnic* de la bomba d'hidrogen, per tant, sembla que consisteix en la construcció del reflector de radiació d'urani-238 (L) que ha de focalitzar al màxim la radiació sobre el sistema secundari i afavorir la seva compressió i augment de temperatura.

5. En el sistema secundari, comprimit i escalfat com s'ha dit (a milions de graus) per l'ona de radiació, ara es produeix el procés de fusió descrit al punt 3. Aquesta fase genera uns 130 kt d'energia.

6. Per la seva banda fissiona tot l'urani-

Fig. 2: Esquema d'una bomba d'hidrogen amb el seu sistema primari (els detalls, a la fig. 1) i el seu sistema secundari (en la columna central amb el material fusible). Tot al voltant, hi ha una protecció refractària d'urani - 238

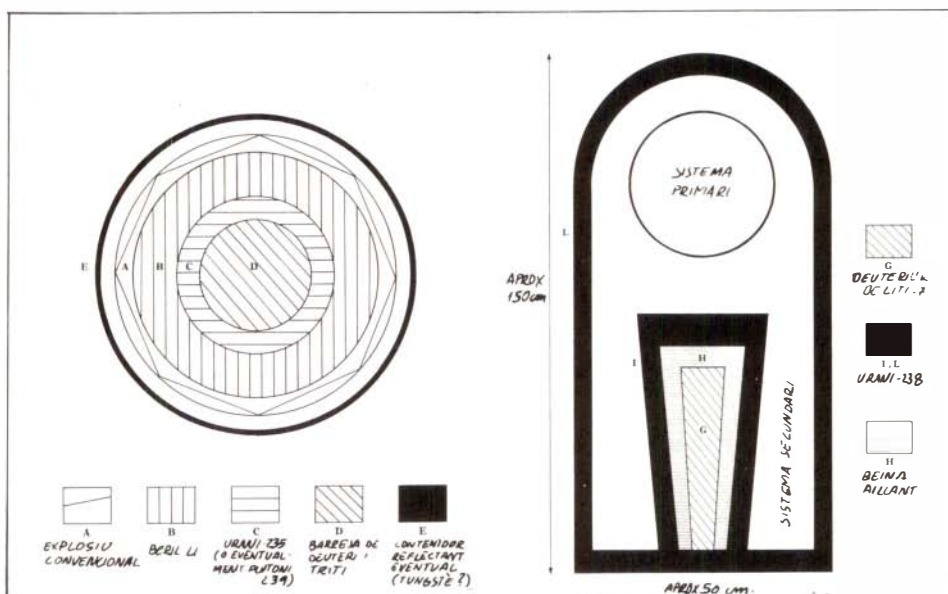


Fig. 3: Esquema d'una bomba de neutrons

238 present en la bomba (en el sistema primari (C), en el secundari (I) i en el contenidor exterior (L) exposat a la intensa irradiació neutrònica de les dues explosions (de fissió i de fusió). Aquesta tercera explosió contribueix amb aproximadament uns altres 130 kt a la potència total i, d'una forma determinant, a més, a la dispersió de substàncies radioactives sobre centenars de quilòmetres quadrats al voltant del lloc de l'explosió. Si bé la missió primària de l'urani-238 de la bomba d'hidrogen és la de reflectir i concentrar la radiació que prové de l'explosió del sistema primari, la seva contribució al *fall-out* durant la fase final de l'explosió (*bolet atòmic*) és dominant.

Aquest esquema d'una bomba d'hidrogen és modificable dintre de certs límits; la potència associada a l'explosió del sistema primari (urani-235 i Plutoni-239) pot ser reduïda, així com la quantitat d'urani-238 present en tot el sistema. D'aquesta manera es pot afavorir una alta relació fusió/fissió, si bé amb el procés descrit no sembla que es puguin aconseguir bombes essencialment de fusió amb una petita contribució de fissió i, en conseqüència, un debilitat *fall-out* radioactiu.

Un dels avantatges d'aquest esquema és el d'evitar l'ús del triti. En efecte, el triti és radioactiu i la seva vida mitjana és d'una desena d'anys i, per tant, cal afegir-ne per substituir el que s'ha desintegrat. El triti és raríssim en la naturalesa (diferentment del deuteri, notablement més abundant) i s'ha de produir a partir del liti-6 per bombardeig neutrònic (vegeu la reacció descrita al punt 3). Però, a la vegada, el liti-6 és rar i costosíssim.

Si és difícil estar segurs de l'esquema de construcció de una bomba d'hidrogen (esquema 1), ho és encara més per a la bomba de neutrons a causa de l'escassetat d'informacions que en tenim. De totes maneres és possible fer certes hipòtesis sobre alguns esquemes plausibles, un dels quals descriurem breument.

La missió principal d'una bomba de neutrons (que es contraposa a la normal d'hidrogen) és la de limitar al màxim l'ona de

xoc, la radiació electromagnètica (i, per consegüent, limitar al màxim la contribució dels processos de fissió en el detonador de la bomba), els efectes del *fall-out* radioactiu (i, per tant, la presència d'urani-238) i, al mateix temps, augmentar la producció de neutrons ràpids i en conseqüència altament energètics i penetrants (travessament de les cuirasses dels tancs, etc.). Per aconseguir aquest efecte s'ha d'abandonar, com hem vist, la reacció de fusió al deuteriur de liti-6: en aquell cas els neutrons produïts són necessàriament absorbits perquè el procés pugui continuar.

Podem pensar, al contrari, en una bomba de fissió-fusió com la que es descriu a la figura. Es tracta, també en aquest cas, d'una esfera, més gran que la de la figura 1 de l'esquema 1: una capa exterior (A) d'explosiu convencional; després una de beril-li (B) que, com s'ha vist, actua com un mirall per als neutrons; després una d'urani-235 o de plutoni-239 (C); i encara una esfera central d'una mescla de deuteri i triti (D). L'explosió es verifica d'acord amb la seqüència:

1. S'encén l'explosiu: la capa esfèrica de beril-li és projectada vers la capa d'urani-235 o de plutoni-239, que és fortament comprimida.

2. La massa fissionable d'urani-235 o plutoni-239 adquireix les dimensions crítiques de densitat; es provoca un procés de fissió amb l'alliberament d'una gran quantitat d'energia; l'esfera interior de material fusible és comprimida enormement i escalfada.

3. En l'esfera interior de material fusible (D) es provoca un mecanisme de fusió:



El neutró produït posseeix una altíssima energia (uns 14 milions d'electrovolt); una part de l'energia produïda s'utilitza en l'heli produït però gairebé el 80% de l'energia disponible és emesa per l'explosió en forma de neutrons ràpids.

4. Tot el sistema és encapsulat eventualment en una esfera (E) que ha de reflectir la radiació però que no pot ser construïda d'urani-238 com en el cas de la bomba

d'hidrogen convencional. Es pensa que aquest recobriment exterior pot estar construït de tungstè o algun aliatge seu, o potser de reni.

L'esquema que aquí s'ha proposat satisfà els requisits per a una bomba de neutrons: gairebé tota l'energia disponible ha de ser irradiada en forma de neutrons ràpids i penetrants; hi ha un mínim *fall-out* radioactiu i, en conseqüència, poca contaminació ambiental a llarg termini; hi ha poca ona de xoc i poca calor a causa del pes mínim dels productes de fissió. A més sembla que les dimensions i per tant la potència d'aquest model són molt flexibles, de manera que es redueix al mínim (per a les armes tàctiques) la potència de la bomba atòmica de detonador i la quantitat de material fusible. El desavantatge prové de l'ús del triti, que com s'ha dit en la inserció 1 té una vida mitjana breu i per tant s'ha de renovar contínuament en les armes ja preparades dels dipòsits i en els míssils nuclears.

La producció (per ara experimental) de la bomba de neutrons ha motivat fins avui unes recerques febrils per a una producció més abundant i econòmica del triti. Els Estats Units han tornat a obrir un vell reactor que era apagat per utilitzar el seu alt flux neutrònic per a la producció de triti a partir del liti-6. A França, les investigacions sobre la fusió nuclear (que es presenten sempre com investigacions motivades per la necessitat de controlar els processos termonuclears —de fusió— per obtenir energia barata i sense subproductes radioactius) han estat posades sota el control dels militars amb un decret del 8 d'abril de 1980. Els processos de fusió induïts pel laser han estimulat sobtadament l'atenció i els finançaments dels militars. Hi ha una complexa xarxa de militars-industrials-investigadors àmpliament al servei de la investigació de la bomba de neutrons —i, més endavant, de la seva producció en gran escala.