

COMPARACION ENTRE LA TELECURIETERAPIA Y LA CURIETERAPIA INTRACAVITARIA, PARA EL CANCER CERVICAL UTERINO

Prof. *Alfonso Esquerro Gómez.*

La COMISION DEL CANCER DE LA SOCIEDAD DE LAS NACIONES presentaba en su informe de 1929 los estandards de tratamiento radioterápico para cáncer cervical uterino, llegando a las siguientes conclusiones:

a) La dosis de 60 mcd. para el tratamiento intracavitario:

b) La equivalencia entre la roentgenterapia en dosis adecuadas y la telecurieterapia, diciendo a este propósito, después de hablar del tratamiento roentgenterápico y de hacer referencia a la dosis dada por campo:

“Cette dose correspond a une exposition a 4 gr. de radium, placés a 10 cm. de distance, agissant pendant 10 heures a travers un filtre de 1 mm. de Platine, soit: 300 milicuries détruits (40 gramme-heures), c'est a dire, 2mcd pour 1 cm² de surface irradiée. On voit que la dose totale administrée a une malade sera pour 8 champs, 2 curies 400 détruits (320 gramme-heures), et nécessitera 80 heures d'irradiation”.

Retengamos estas dos cifras, cuyo diversísimo orden de magnitud no puede menos de llamar la atención, máxime si se tiene en cuenta que su efecto curativo es, al menos en apariencia, el mismo: PARA LA CURIETERAPIA INTRACAVITARIA BASTAN 60 mcd.; AL PASO QUE CON LA TELECURIETERAPIA ES PRECISO ADMINISTRAR 2400 mcd. Las consideraciones hechas sobre la teleradium nos llevaban a la conclusión de que el desperdicio de energía era inmenso; el problema que se nos presenta ahora es el siguiente: por qué son equivalentes desde el punto de vista terapéutico esas dosis tan diversas? Vamos a considerar experimentalmente tal problema:

La irradiación destinada a los carcinomas del cérvix debe comprender el cuello uterino y los parametrios, es decir, como máxi-

mum el contenido de la pelvis menor; por lo tanto, toda radiación que vaya a caer fuera de la pelvis es un exceso que no sólo no es útil, sino que perjudica. Pero aún, no debe irradiarse la totalidad de la pelvis porque ésto sería inútil, y dada la amplitud de los campos requeridos, conduciría a manifestaciones intensas de mal de radiaciones; por otro lado, precisa irradiar solamente el conjunto útero-

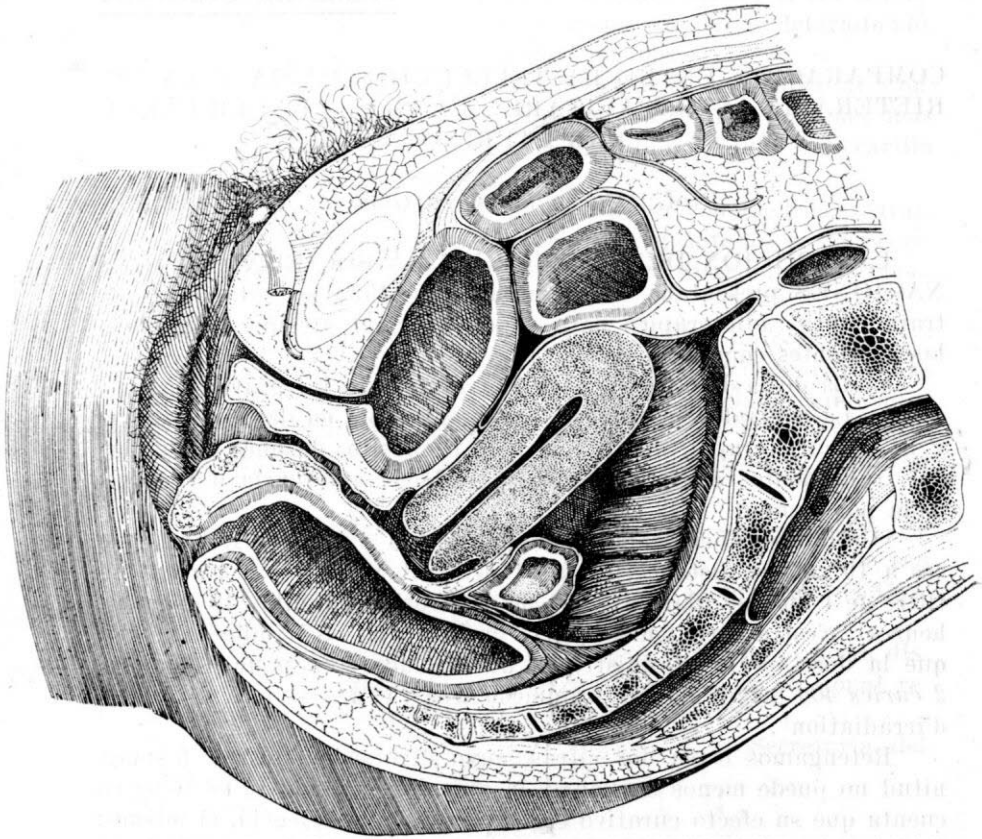


Fig. 1. — Corte sagital de la pelvis (copiado de Testut).

parametrial, que forma en total una esfera tisular que llena la pequeña pelvis (Fig. 1 y 2).

Con el objeto de realizar una comparación experimental entre las dosis de teleradium y curieterapia intracevitaria, se ha construído un paralelepípedo rectángulo de vidrio, cuyas dimensiones son las necesarias para que sea tangente a los costados de una pelvis femenina normal. En su interior puede colocarse:

a) Sea, la pelvis ósea (fig. 3). La esfera de vidrio que aparece en esta figura dentro de la pelvis menor, tiene las dimensiones correspondientes a la esfera tisular útero-parametrial de que se hablaba.

b) Sea la esfera que acaba de citarse, sola y colocada sobre un soporte de altura adecuada.

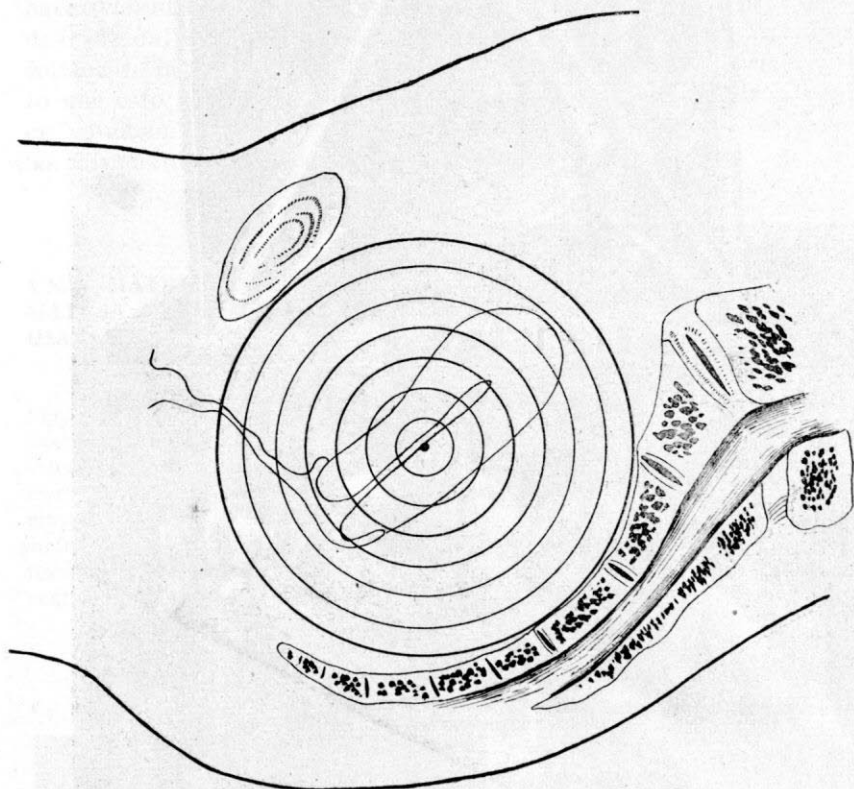


Fig. 2.—La esfera útero-parametrial, dibujada sobre el esquema del corte sagital de la pelvis.

c) Sea, en fin, un corte de la pelvis calcado sobre la radiografía lateral de ésta, construido con vidrio y en el cual se ha representado —sobre medidas— el útero, mediante un pequeño recipiente de vidrio, de dimensiones y forma adecuadas; en el interior de este útero de cristal existe un dispositivo luminoso que representa los tubos de radium de la aplicación intracavitaria (Fig. 4).

Por otra parte, dado que se van a hacer consideraciones únicas

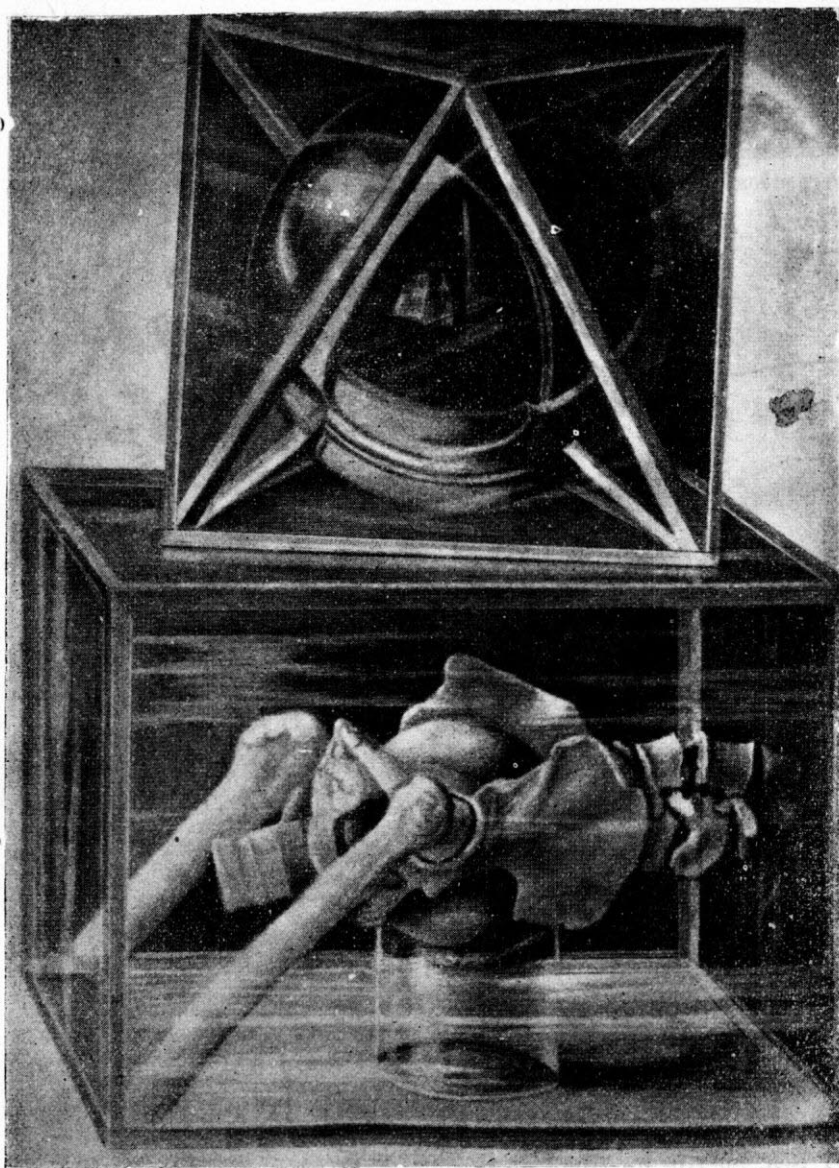


Figura 3.

mente sobre la propagación de la radiación, se trabaja con rayos luminosos para hacer objetiva la demostración; el "pack" de radium empleado en telecurieterapia es una pequeña bombilla de bastante intensidad luminosa; el tubo de rayos X se remeda bien me-

diante un fotóforo que, convenientemente dispuesto, va a lanzar un haz de rayos poco divergentes; en fin, los focos intracavitarios están representados por un dispositivo luminoso de poca intensidad, colocado en el interior del útero de vidrio ya citado.

Lo dicho anteriormente permite comprender que si —cuando se hace teleradium— una porción de rayos cae fuera de la caja de vidrio citada, ella representa un exceso inútil, y que debe irradiarse solamente la esfera de vidrio capaz de llenar la pequeña pelvis (claro que esto último con una pequeña amplitud, es decir, irradiando un volumen ligeramente mayor, porque no todas las pelvis tienen las mismas dimensiones).

UNA MATRIZ CARCINOMATOSA PUEDE IRRADIARSE EN TRES FORMAS DIFERENTES:

Figura 4.—Con un haz de rayos X, que es perfectamente orientable, pero tiene el defecto de que la radiación es muy absorbida y sólo una parte de ella llega a su destino. Nótese la difusión de la radiación en el seno del volumen irradiado.

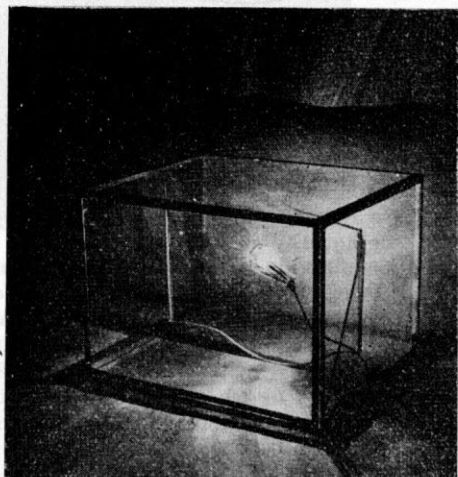
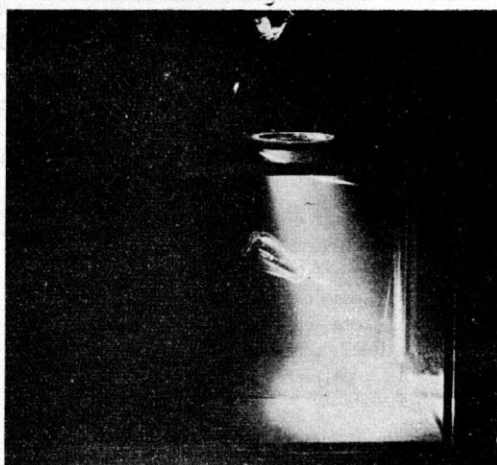


Figura 5.—Con un foco intracavitario de radium: la radiación gamma parte en todas direcciones; lógicamente la intensidad de la irradiación decrece rápidamente al alejarse del foco.

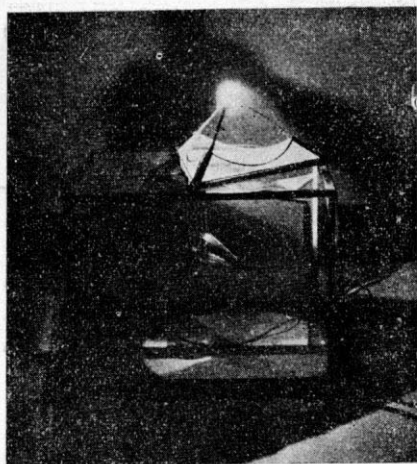
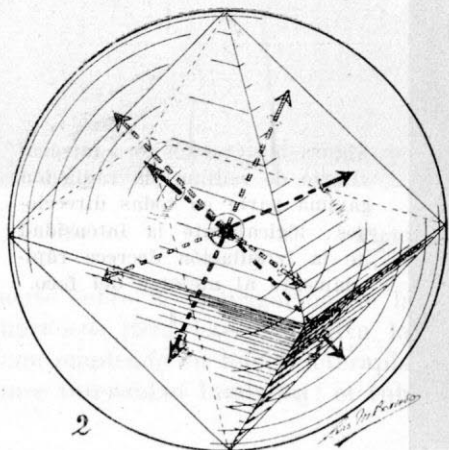
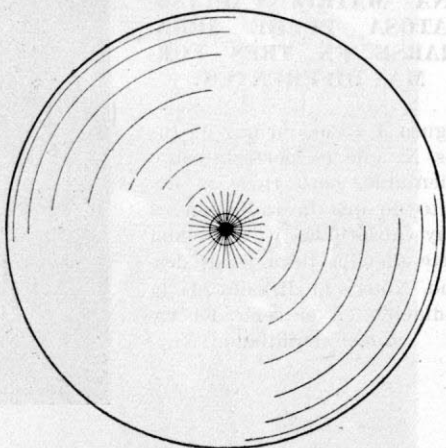


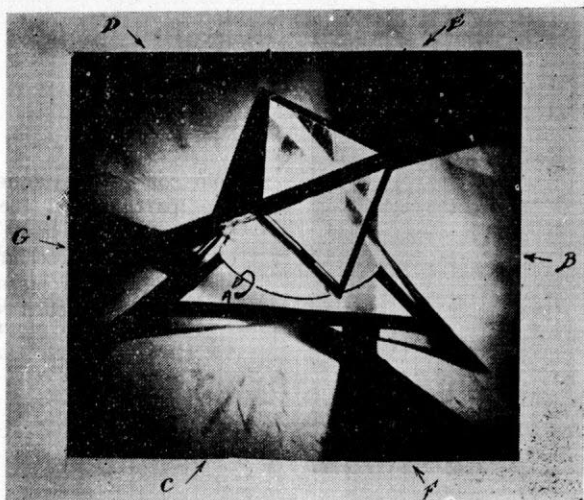
Figura 6.—Con un foco radioactivo colocado a distancia: la radiación parte de él en todas direcciones; es cierto que se absorbe al atravesar el organismo, pero en menor proporción que los rayos X. El haz de rayos gamma es policromo (sectores de círculo coloreados) y debe filtrarse.

RADIACION APROVECHABLE

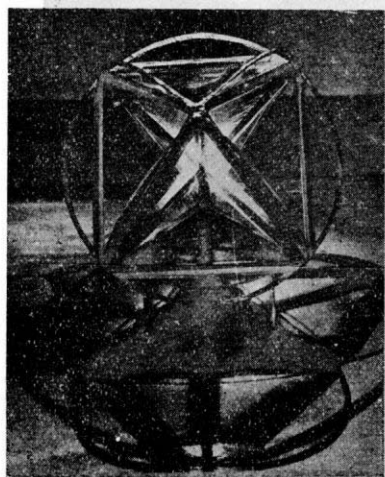
Un foco de radium emite rayos gamma en todas direcciones, con intensidad uniforme; una esfera cuyo centro corresponda al foco radifero recibe la misma cantidad de radiación en todos los puntos de su superficie.



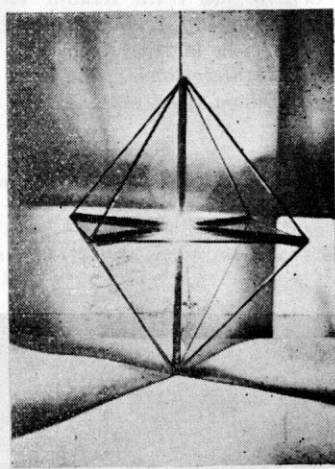
Inscribiendo un octaedro regular en la esfera, se ve que la radiación se escapa a través de las 8 caras de aquél, y como la distribución de la radiación es igual en todas direcciones, la cantidad de radiación que sale por cada una de las diversas caras es la misma.



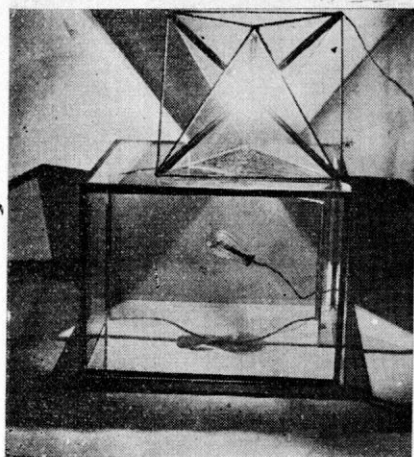
La realidad de esta emisión a través de las 8 caras, se pone de manifiesto mediante un octaedro cuyas caras son vidrios de colores; la radiación que parte de un foco colocado en el centro del octaedro, determina un campo A (situado por debajo y señalado por una flecha), los campos B, C y D, que aparecen claros en la fotografía, los E, F y G, que aparecen oscuros debido a su color poco activo sobre la placa fotográfica, y un campo superior que lógicamente no aparece en la figura; en total 8 campos.



En la telecuriterapia el foco radiante está colocado por encima del paciente; sólo van a utilizarse aquellas radiaciones que partidas del foco se dirigen al sujeto, es decir, las que escapan por la cara inferior del octaedro y que en este caso están dibujando un triángulo rojo (gris en la fotografía), sobre el piso. El octaedro empleado posee los círculos máximos de la esfera circunscrita, que pueden trazarse por los vértices de aquél.

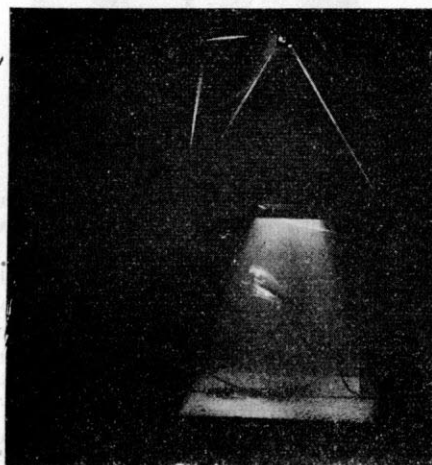
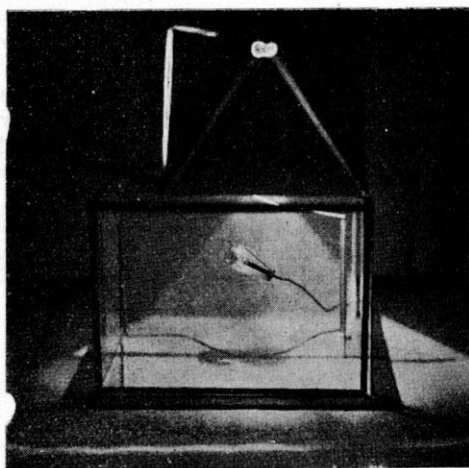


Para las demostraciones se ha construido un octaedro regular, de vidrio, en cuyo centro existe un foco luminoso, símil del "pack". Las dimensiones de este octaedro son tales que cuando reposa sobre una de sus caras, la distancia del foco al plano de sustentación es 10 cms. (octaedro circunscrito a una esfera de 10 cms. de radio. Ver fotografía de conjunto del material empleado para la demostración y también figura 3).



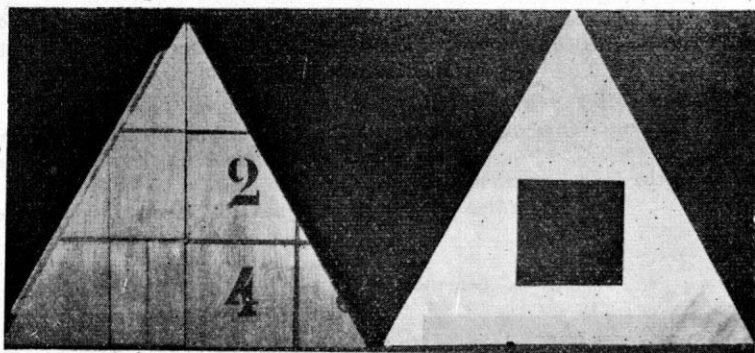
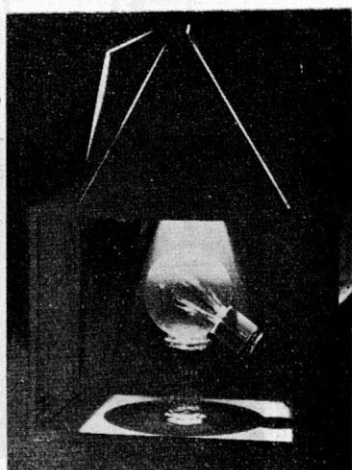
Sólo son útiles aquellos rayos que, partidos del foco radioactivo, se dirigen hacia la pelvis, es decir los descendentes; los que emergen por las otras caras del octaedro deben eliminarse.

Eliminada la radiación que sale por 7 de las caras del octaedro, el octavo que resta irradia un área demasiado amplia, puesto que desborda la base de la caja en varias direcciones; este exceso también debe eliminarse.

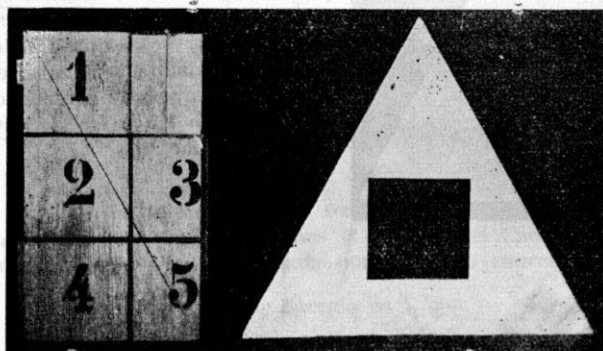


Es posible hallar un diafragma que limite el haz a lo estrictamente indispensable, suprimiendo todos los rayos que caen fuera de la base de la caja.

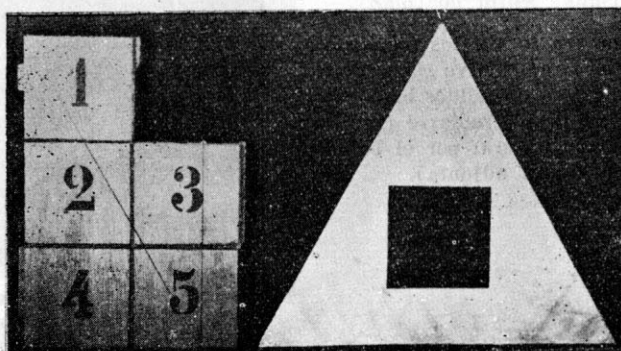
Limitados en esa forma, los rayos procedentes del foco radioactivo caen sobre la matriz y la esfera de tejidos blandos que la rodea y que debe irradiarse (representada en tamaño natural por el balón de la figura adjunta).



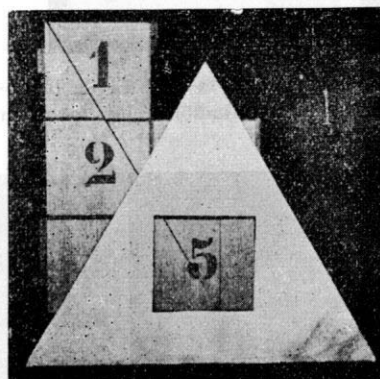
Los triángulos tienen las dimensiones de las caras del octaedro. El de la derecha es el diafragma que ha permitido limitar la irradiación a las zonas en que élla es necesaria.



El triángulo de la izquierda es articulado y puede transformarse en el rectángulo al cual equivale (igual altura, base igual a la mitad de la del triángulo).

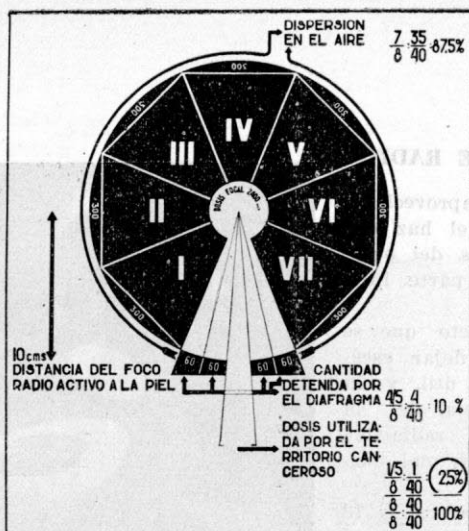


Aprovechando las articulaciones del rectángulo, es posible transformarlo en 5 cuadrados iguales, que cubren una superficie lógicamente igual a la del triángulo original.



El área del diafragma que deja pasar la radiación útil es igual a uno de los cinco cuadrados, es decir, es la quinta parte del área del triángulo.

A través de una cara del octaedro (de un triángulo) se escapa $1/8$ de la radiación total; como sólo se aprovecha $1/5$ de la radiación que sale por una cara, se está empleando $1/5 \times 1/8 = 1/40$ de la totalidad de ella.



El esquema adjunto nos permite conocer la fracción de la radiación total producida por el foco radifero, que se aprovecha para el tratamiento:

La dosis focal clásica es: **2400 med.**

La radiación correspondiente se distribuye en 8 fracciones iguales, que escapan por las caras del octaedro; cada una de esas fracciones será, pues, igual a 300 med., es decir 1/8 del total.

Los 7/8 de la radiación total van a dispersarse en el aire (también en los medios de protección empleados en la práctica):

$$\frac{7}{8} = \frac{35}{40} = 2100 \text{ med.} = 87.5\%$$

El diafragma necesario (cuando se trabaja con la distancia foco-piel clásica de 10 cm.) deja paso a 1/5 del 1/8 aprovechable y suprime 4/5; cada quinto corresponde a 60 med., de manera que el diafragma detiene

$$\frac{4}{5} \times \frac{1}{8} = \frac{4}{40} = \frac{1}{10} = 240 \text{ med.} = 10\%$$

y deja pasar

$$\frac{1}{5} \times \frac{1}{8} = \frac{1}{40} = 60 \text{ med.} = 2.5\%$$

Por lo tanto, en telecurieterapia realizada de acuerdo con las especificaciones de la Sociedad de las Naciones (Comisión del Cáncer), la cantidad de radiación que puede ser aprovechada por el tejido canceroso es de 60 med.

Por otra parte, el balance de energía es:

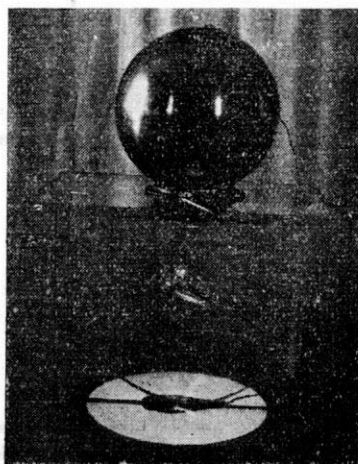
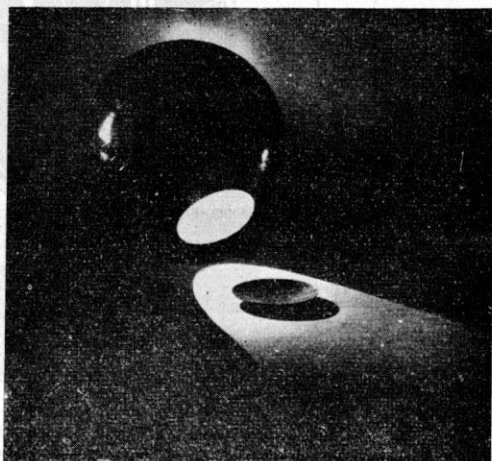
Energía total 2400 med.	100%
Energía no aprovechada 2540 med.	87.5%
Energía aprovechada 60 med.	2.5%

LA "CUPULA" DE RADIUM

La radiación aprovechada es la que forma el haz que se escapa a través del orificio visible en la parte inferior de la esfera.

Nótese el casquete que se ha retirado para dejar escapar la radiación útil, y la disminución gradual de la intensidad de la radiación, en virtud de la ley del cuadrado.

El radio de la esfera es 10 cms.; la distancia foco-piel 10 cms.; el diámetro de la circunferencia del casquete es 62 cms.

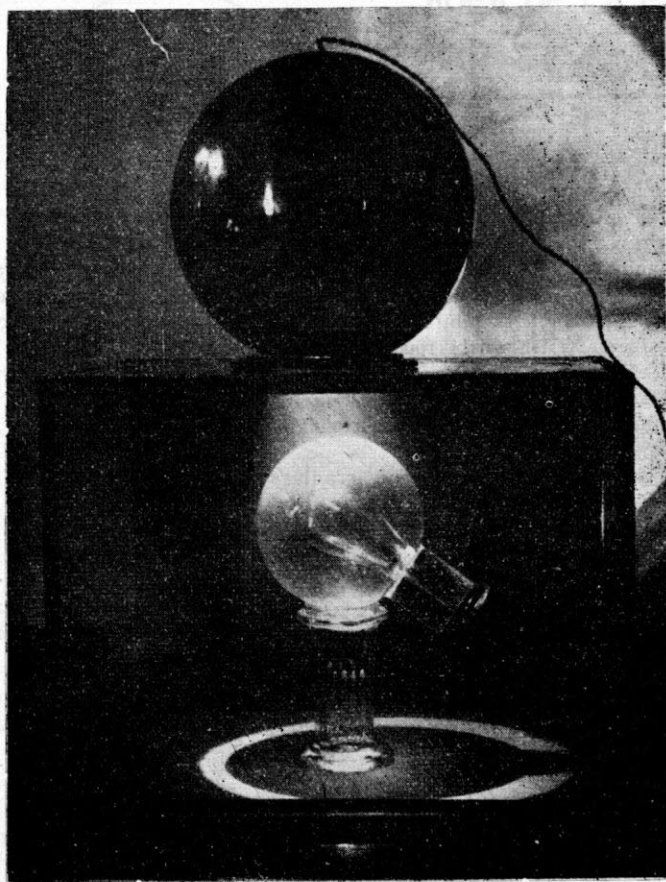


La "cúpula" en acción:

Nótese que el haz empleado sólo irradiaba una parte del paralelepípedo tangente a la pelvis.

TELECURETERAPIA

IDEA DE LA ESFERA



El haz de radiación abarca bastante exactamente la matriz carcinomatosa y una esfera tisular correspondiente a los parametrios, representada en tamaño natural por el balón colocado dentro de la caja.

A la izquierda: Arriba: Dispositivo de irradiación (sección vertical). Ra es el foco radiante; a-b es un localizador; el círculo que aparece en el corte de la pelvis representa el límite de la esfera parametrial que debe irradiarse (diámetro 14 cm.). Distancia foco-piel 10 cm.

Abajo: Dispositivo de irradiación, proyección sobre el plano horizontal. Los círculos, procediendo de dentro hacia afuera, representan:

El orificio de la cúpula que da paso al haz de radiación.

El campo cutáneo.

La esfera parametrial que debe irradiarse.

La proyección de la "cúpula".

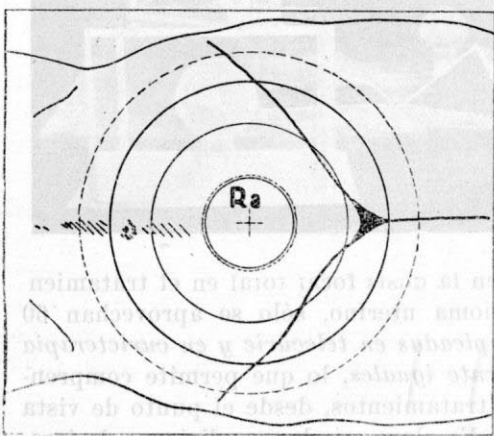
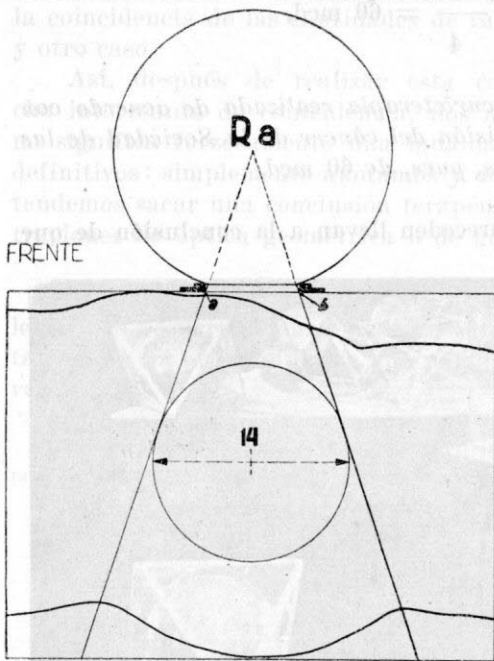
El área posterior de la pelvis que recibe radiación.

A la derecha: Arriba: el casquete esférico suprimido para dejar paso a la radiación: área igual a 31.40 cm.²

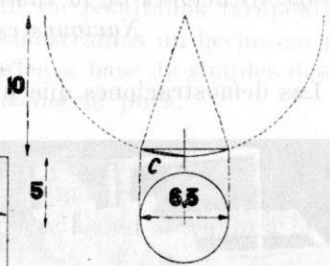
Medio: $\frac{1}{40}$ de la superficie de la esfera es igual al área del casquete determinada en función de la cuerda, lo que está de acuerdo con la demostración hecha mediante el octaedro.

Abajo: Campo cutáneo-Area de 35.25 cm.²

TELECURITERAPIA



AREA DE LA ESFERA
 $4\pi R^2 = 1.256 \text{ cts}^2$

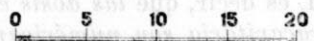


AREA DEL CASQUETE
 $\pi c^2 = 31.40 \text{ cts}^2$

$\frac{1.256}{40} = 31.40$



$A = \pi R^2 = 35.25 \text{ cts}^2$



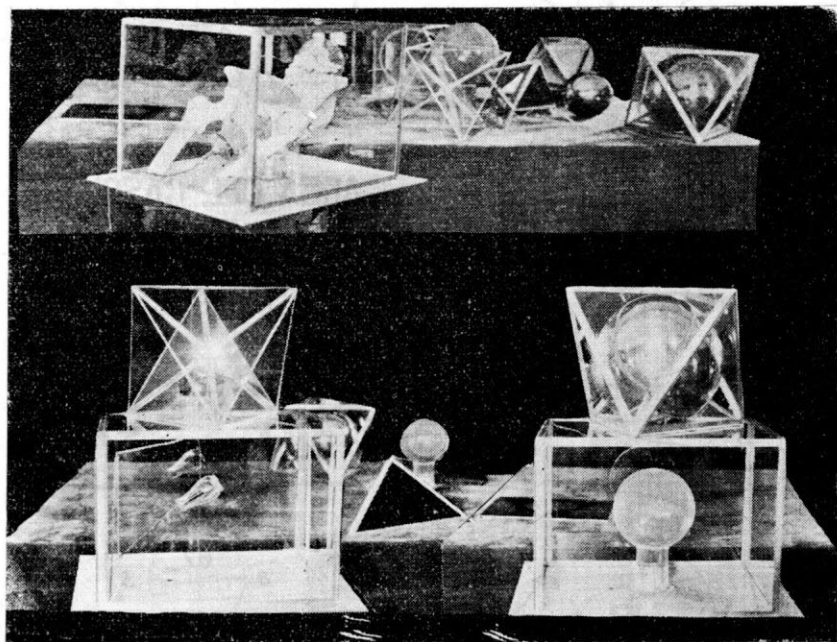
PLANTA

Puesto que el área del casquete, a través de la cual sale la fracción de la radiación total aprovechable, es $1/40$ de la superficie de la esfera, se concluye que sólo se aprovecha $1/40$ de la dosis focal, es decir:

$$\frac{2400}{40} = \frac{240}{4} = 60 \text{ mcd.}$$

La dosis aprovechable en telecurieterapia realizada de acuerdo con las especificaciones de la comisión del cáncer de la Sociedad de las Naciones es, pues, de 60 mcd.

Las demostraciones que preceden llevan a la conclusión de que



de los 2400 mcd que constituyen la dosis focal total en el tratamiento telecurieterápico del carcinoma uterino, sólo se aprovechan 60 mcd. es decir, que *las dosis empleadas en telecurie y en curieterapia intracavitaria son numéricamente iguales*, lo que permite comprender la equivalencia de los dos tratamientos, desde el punto de vista de las dosis totales empleadas. Es claro que las condiciones de irradiación son muy distintas, claro que en la aplicación intracavitaria la intensidad de la radiación alrededor del foco decrece rápidamente (ley del cuadrado) y por lo tanto la repartición de la radiación

sobre las diversas porciones de la esfera útero-parametrial no es uniforme, y claro en fin que no toda la radiación incidente en telecurie llega a la matriz cancerosa, porque parte de ella se absorbe en el camino, pero sí resulta llamativa la desproporción de los números que representan las dosis necesarias en uno y otro método, y la coincidencia de las cantidades de radiación aprovechables en uno y otro caso.

Así, después de realizar esta comparación y anotar el hecho interesante de coincidencia, nos apresuramos a decir que ello no significa forzosamente una igualdad de resultados terapéuticos definitivos: simplemente anotamos y demostramos un hecho, no pretendemos sacar una conclusión terapéutica a base de simples demostraciones de óptica geométrica o de geometría pura.

En la Figura adjunta aparecen todos los dispositivos a los cuales puede recurrirse para realizar esta demostración; hacemos notar que se ha prescindido de una parte de ellos en obsequio a la brevedad.

NOTA: Las fotografías que aparecen en este artículo fueron realizadas por el doctor Darío Cuervo Márquez, sobre los aparatos originales del autor.