

SECCION B

° RADIOESTEREOSCOPIA Y RADIO-ESTEREOGRAMETRIA

por

H . B . C o n o d

ESTOS métodos tienen por objeto determinar la posición de los cuerpos en el espacio, por medio de dos imágenes planas tomadas bajo dos ángulos diferentes.

Todos conocen la estereoscopia por su aplicación en fotografía. Nos proporciona una sensación de relieve que la simple fotografía no nos puede dar; pero se limita a indicarnos si un objeto está más o menos próximo o lejano que otro, dejando a nuestros sentidos el trabajo de apreciar de un modo aproximado esas distancias.

La estereogrametría, aunque utiliza las mismas imágenes que la estereoscopia, se basa en un principio completamente diferente. Las distancias se nos permite medirlas por medios matemáticos. Es un método puramente geométrico.

La estereogrametría completa admirablemente a la estereoscopia.

La radioestereoscopia no puede ser fácilmente comparada con la fotoestereoscopia.

La radiografía nos da la silueta de los objetos por la sombra que proyectan sobre la placa. Estas sombras, siendo asimismo transparentes, se superponen y confunden. No tenemos ni sombreados ni reflejos y no llegaremos, por consecuencia, a los resultados tan impresionantes que nos da la estereofotografía. Por otra parte, estas sombras, que no son verdaderas sombras en el sentido técnico de la palabra, sino la expresión de la

mayor o menor traslucencia de un cuerpo, están llenas de variaciones de intensidad, debidas de una parte a la opacidad inherente a la naturaleza de cada cuerpo y, de otra parte, a las variaciones de espesor de un mismo cuerpo. Estas variaciones de intensidad, al superponerse por la visión binocular, nos dan la sensación exacta del volumen. Los cuerpos conservan sus cualidades de transparencia, pero los vemos unos a través de los otros, teniendo cada uno su forma propia y su posición en el espacio. Las líneas y las manchas cuya interpretación sería dudosa en la radiografía simple, toman en ésta toda su significación. No hay trazos superfluos, cada uno tiene su razón de ser, su origen anatómico o patológico. La radioestereoscopia aumenta considerablemente nuestras posibilidades de diagnóstico.

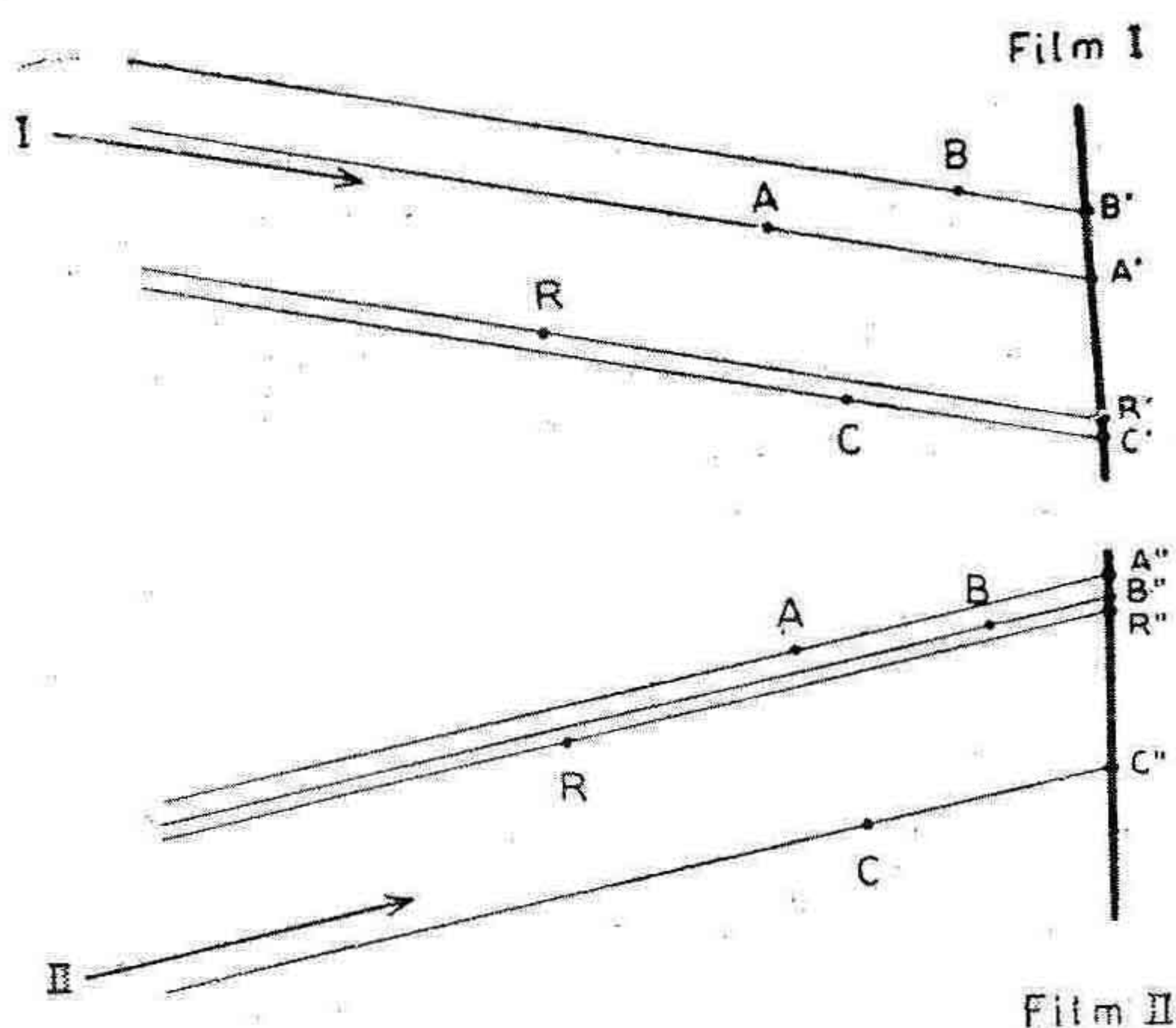


Fig. 1

Fig. 1.—Cuatro objetos, A, B, C y R, son radiografiados en dos ángulos diferentes, siendo su posición, en relación con la placa radiográfica, la misma. Su proyección varía, con el ángulo, en una y otra placa

PRINCIPIOS DE RADIOESTEREOSCOPIA

La convergencia y la acomodación se completan entre sí, es decir, que en la visión normal la convergencia y la acomodación se hacen sobre el mismo punto. Pero esta compenetración

ción puede ser disociada, como lo prueba la fotoestereoscopia, en la que la acomodación se hace sobre el plano de las imágenes, mientras que la convergencia varía de un punto a otro.

Las figuras 1 y 2 nos muestran cómo la radioestereoscopia utiliza estas variaciones de convergencia.

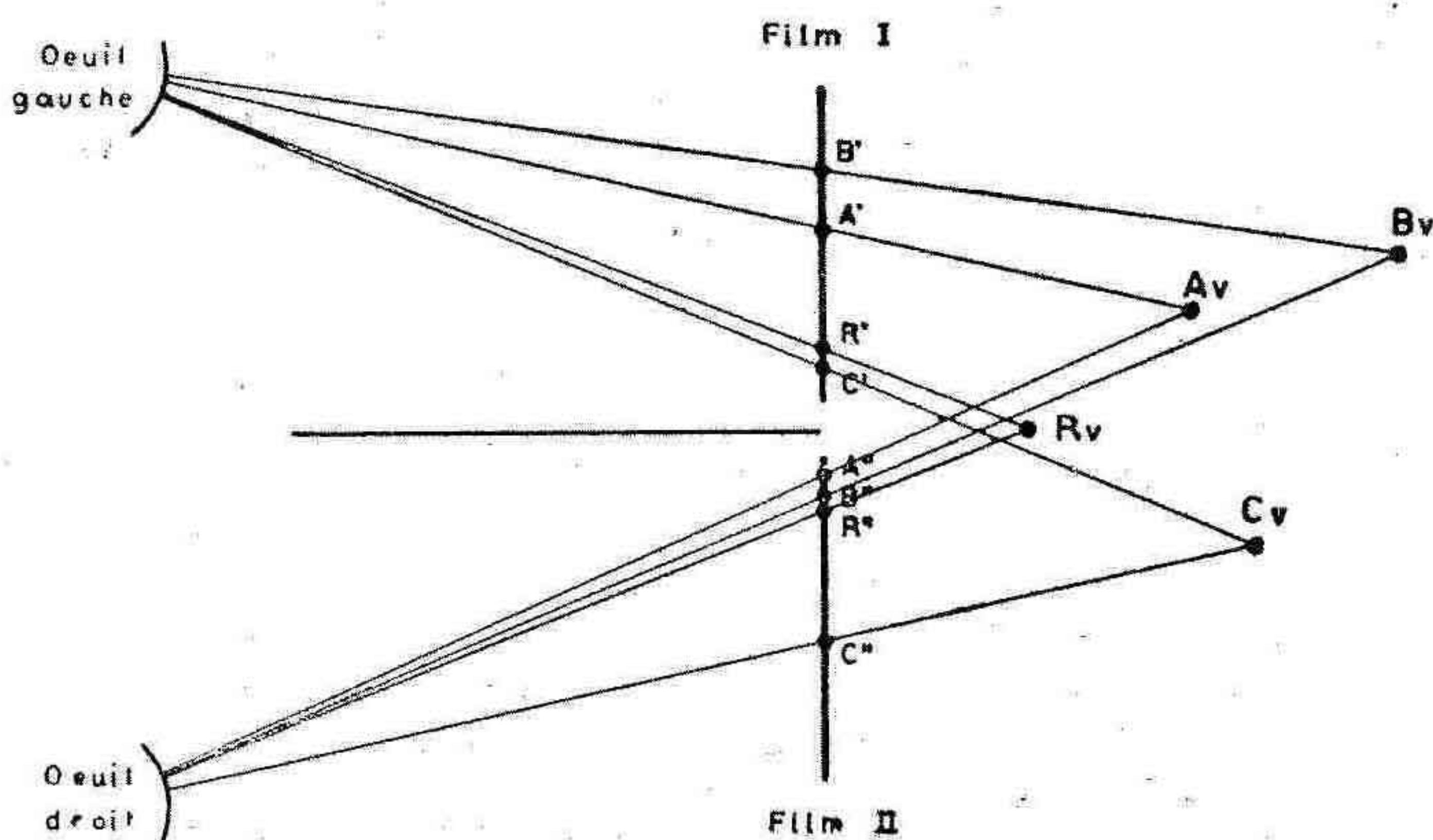


Fig. 2.—Las placas I y 2 de la fig. 1 se montan en estereoscopio, y, miradas simultáneamente por los dos ojos. El ángulo que forman los ojos pasando por A' y A'' es más grande que si pasara por B' y B'' , y más pequeño que que si pasara por R' y R'' . Estas variaciones de convergencia producen la sensación de relieve y hace percibir la imagen virtual de los objetos en A_v , B_v , C_v y R_v .

En la figura 1, tenemos cuatro objetos designados por las letras A, B, C, y R. Les radiografiamos dos veces, ocupando las dos placas la misma posición con relación a los objetos, pero haciendo variar el ángulo de incidencia de los rayos. Es evidente que la distribución de los puntos de proyección no será la misma sobre la placa 1, que sobre la 2.

En la figura 2 hemos colocado las dos placas sobre el estereoscopio, las observamos por transparencia simultáneamente con los dos ojos. El ángulo que forman nuestros ojos varía según que nuestra mirada pase por A' A'' o por B' B'' , y estas variaciones de convergencia, pasando de un objeto al otro, nos hacen percibir la imagen virtual como si estuviese situado en A_v , B_v , C_v , y R_v .

PRINCIPIOS DE LA RADIOESTEREOGRAMETRIA

Las distancias a que operamos haciendo radiografías dentarias, son aproximadamente representadas en la figura 3. Según el tipo de aparato utilizado, el cátodo se halla entre 25 y 35 centímetros de la placa.

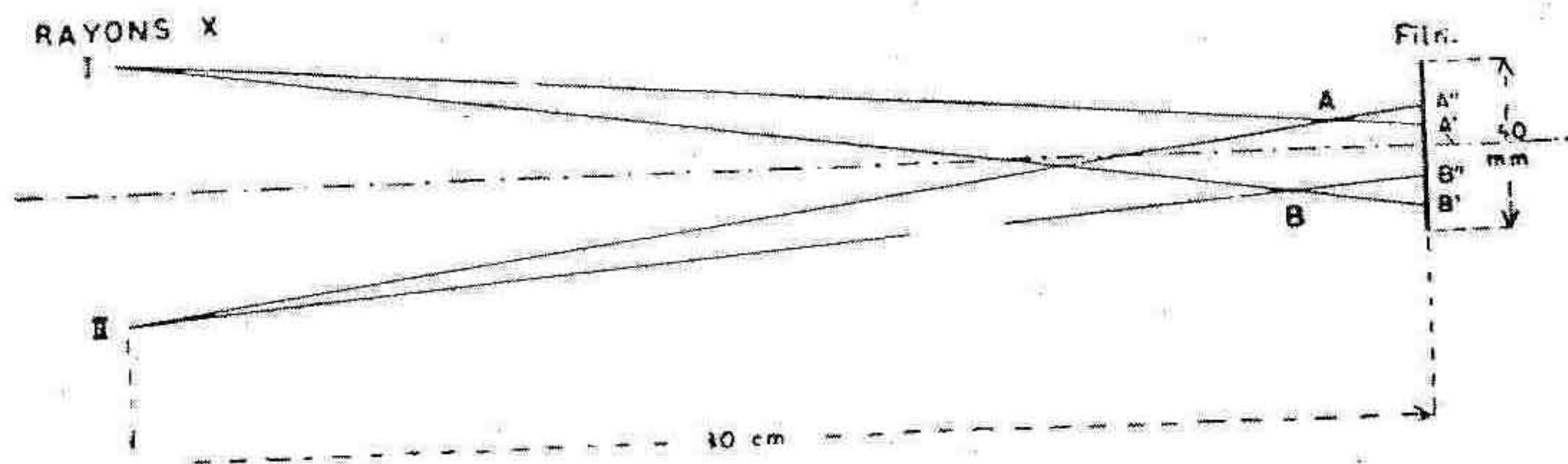


Fig. 3.—Radioestereogrametría. Este gráfico reproduce a escala las condiciones que concurren en la práctica dental. La distancia que separa el foco de la placa es tan grande, comparada con sus dimensiones, que nos permite desestimar la divergencia y considerar paralelos entre sí a $AA' - BB'$ y $AA'' - BB''$. Es o determina en $AA' A''$ y $BB' B''$ dos triángulos semejantes

Esta distancia es tan grande, comparada en el campo mismo de la placa, que nos permite despreciar las pequeñas diferencias de ángulos, debidas a la divergencia y considerar las rectas $AA' BB'$ y $AA'' BB''$, como prácticamente paralelas entre sí. Este paralelismo determina en $AA' A''$ y en $BB' B''$ dos triángulos semejantes, en los cuales la altura es proporcional a la base.

En la figura 4, hemos superpuesto las placas 1 y 2, y las miramos por transparencia. La imagen de cada objeto es vista dos veces, A en A', B en B' y B''. La separación entre los dos puntos de proyección, denominada distancia paraláctica, es proporcional a la distancia que separaba el objeto de la placa durante la exposición. Desde el momento en que nosotros podemos medir directamente la distancia paraláctica de cada objeto, nos basta con conocer la separación (alejamiento), de uno sólo de entre ellos para poder determinar el de todos los restantes, basándonos en la ley de los triángulos semejantes.

Ha sido BEYELEN quien ha tenido la idea de colocar fuera de la boca una referencia metálica que se proyecta sobre la placa, y permite las medidas estereogramétricas por medio de una fórmula que él ha dado.

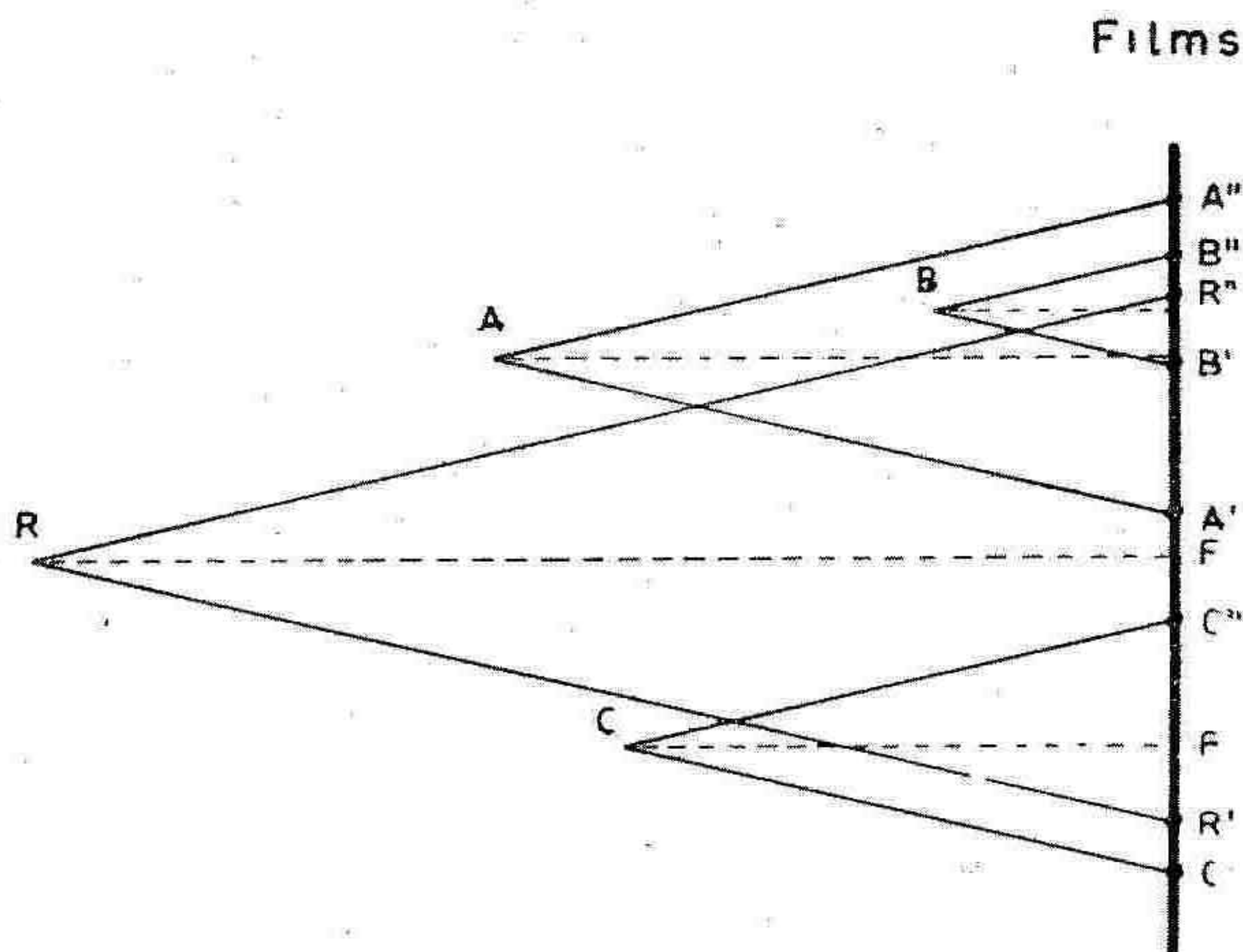


Fig. 4.—Las dos placas se han superpuesto, las divergencias $A' A''$, $B' B''$, $C' C''$ y $R' R''$ son denominadas *divergencias paraleloides*. $A A' A''$, $B B' B''$ y $C C' C''$, $R R' R''$ son triángulos semejantes cuyas alturas son proporcionales a la base. La construcción de nuestro aparato permite conocer $R F$ y $R' R''$, hace posible deducir las distancias $A F$, $B F$ y $C F$, según la fórmula:

$$A F = \frac{R F}{R' R''} A' A''$$

Pero este autor parte de un principio geométrico muy distinto del nuestro, y la fórmula que él ha dado es de un empleo muy complicado y sobre todo muy largo (*).

(*) Fórmula de Beyelen:

$$\text{Distancia del objeto radiografiado a la placa} = \frac{\text{Distancia del foco} \times \text{Divergencia paraleloide del objeto}}{\text{Divergencia paraleloide de la referencia} + \text{Divergencia paraleloide del objeto}}$$

Es necesario determinar, primero, la distancia del foco, basándose en el aumento de diámetro de su referencia metálica por la divergencia de los rayos. Por cada punto encontrado es necesario hacer una multiplicación y después una suma, dividiendo ambos productos entre sí.

Nosotros colocamos también una referencia metálica exterior, pero a una distancia determinada de la placa, siendo constante nuestro ángulo de incidencia, tenemos dos valores conocidos, RF y R' R''. Volviendo a los triángulos semejantes, encontramos las siguientes relaciones:

$$\frac{AF}{A' A''} = \frac{RF}{R' R''} \text{ o sea } AF = \frac{RF}{R' R''} / A' A''$$

$$\frac{BF}{B' B''} = \frac{RF}{R' R''} \text{ o sea } BF = \frac{RF}{R' R''} / B' B''$$

$$\frac{CF}{C' C''} = \frac{RF}{R' R''} \text{ o sea } CF = \frac{RF}{R' R''} / C' C''$$

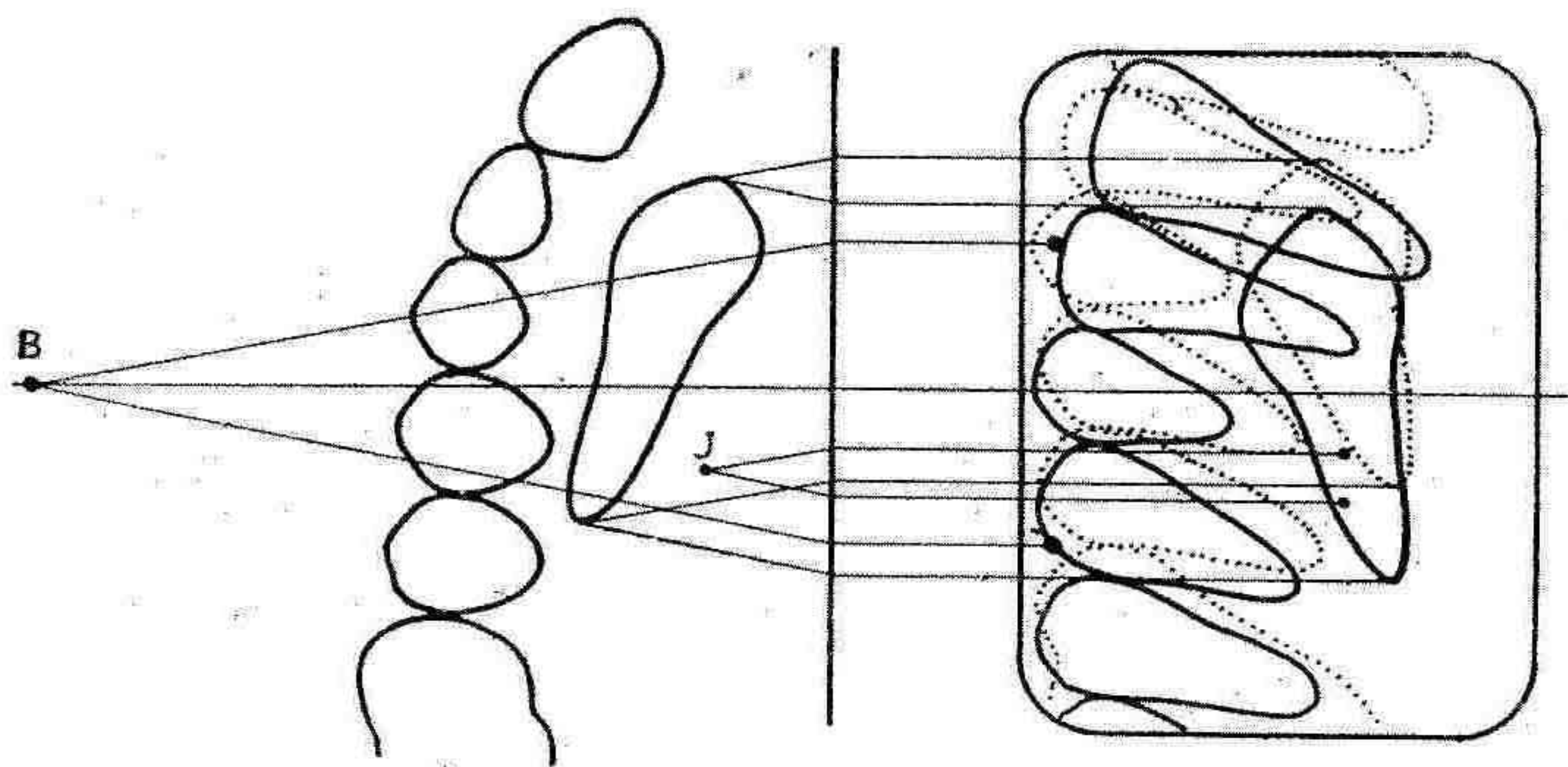


Fig. 5.—Caso práctico de estereogrametría. Canino incluído. B, referencia de Beyelen. J, referencia de Jeanneret. El dibujo muestra, a la derecha, las dos placas obtenidas con diferente ángulo, superpuestas. La divergencia paralela de los distintos puntos es más grande en relación con su separación de la placa. El canino, por ejemplo, tiene su raíz más alejada que su borde rasgante. Como consecuencia, la diferencia entre la divergencia de la referencia de Jeanneret y los puntos proyectados de la raíz permiten deducir a qué profundidad de la mucosa se encuentra el ápice

Examinemos estas ecuaciones y vemos que las distancias buscadas, o sea las alturas AF, BF y CF son función del factor $\frac{RF}{R' R''}$, multiplicado por la distancia paraláctica del objeto. Como RF y R' R'' son valores conocidos de antemano,

establecemos una tabla, y en lugar de hacer un largo cálculo para cada objeto, no tenemos sino que medir su distancia paraláctica y la tabla nos da instantáneamente la distancia buscada.

El esquema de la figura 5 nos presenta un caso práctico de radioestereogrametría. Tenemos en B el punto de referencia de BEYELEN, y en J el punto de referencia de JEANNERET. MAX JEANNERET ha tenido la ocurrencia de colocar una referencia interior pegada a la mucosa. Midiendo la distancia que separa este punto de los objetos que se buscan, determinamos la profundidad de estos objetos bajo la mucosa.

APLICACION PRACTICA

La obtención de buenos radioestereogramas exige una gran precisión. Se tropieza con grandes dificultades de orden puramente práctico, puesto que es necesario que las películas permanezcan bien planas para evitar falsas proyecciones, de forma que las dos exposiciones sean hechas en el mismo plano para permitir la superposición binocular, y que el plano de mira o exposición se pueda encontrar nuevamente con facilidad para ayudar al montaje en el estereoscopio. Estas condiciones no se pueden lograr fácilmente con los medios habituales de radiografía, por lo que hemos creado un aparato especial que obliga a colocar la segunda placa, en boca, rigurosamente en el mismo sitio que la primera, haciendo las tomas de exposición independientes de la movilidad del paciente; lo que permite la utilización de nuestra tabla estereogramétrica. Este aparato simple y exacto, puede utilizarse con todos los tipos de aparatos radiográficos, sin exigir ninguna modificación en la instalación. Esperamos poder en breve ponerlo a disposición de los profesionales.

“Schw. Monat. f. Zahn.” 53. 7.