

DOS NUEVOS TIPOS DE MICRÓTOMOS

per

HELIODORO TÉLLEZ

Los micrótomos, como todos los medios técnicos usados en Biología, son uno de los factores del progreso de las ciencias microscópicas. La finura de los cortes es cada vez más necesaria, y, sobre todo en la inclusión en celodina, son estos aparatos susceptibles de perfeccionamiento, tanto en sus resultados como en el modo de obtenerlos.

Un corte histológico debe ser fino para permitir el paso de los colorantes y de la luz y de igual grosor tanto los distintos cortes, como las zonas de uno mismo, para permitir comparar los resultados, estudio de series, etc. Como tanto una como otra condición no se realizan por completo en ningún tipo, por deprimirse el bloque al paso de la cuchilla, por falta de homogeneidad, o insuficiencia de inclusión, por *cabeceo* de la cuchilla o por otros motivos, es útil conocer las condiciones en que puede mejorarse esta técnica.

Un micrótomo debe en general reunir varias condiciones, de las que las más precisas son la facilidad de movimientos útiles, y la carencia de todos los que puedan ser perjudiciales: vibraciones y cabeceos de ejes, bloques, etc.

Las partes de que se compone uno de estos aparatos,

cuyo estudio nos servirá de base antes de describir los tipos objeto de esta comunicación, son: mecanismo milimétrico, encargado de regular el espesor de los cortes; de oscilación, para la ejecución de los mismos; portacuchillas, porta-objetos, aparato irrigador de alcohol, etc.

El mecanismo de avance micrométrico está en esencia formado de un tornillo y una amplia rueda con cierto número de dientes por los que es movida y con ella el propio tornillo. El avance correspondiente a cada diente de la rueda se mide por la fórmula:

$$(1) \quad A = \frac{p}{n}; \quad (2) \quad A_t = \frac{pm}{n}.$$

Siendo A el avance, p el paso de rosca del tornillo y n el número de dientes de la rueda, A_t es el avance total, que resulta de multiplicar A por m , que es el número de dientes que la rueda ha girado. En la práctica, n suele oscilar entre 100 y 500; p , 1, 0'5 y 0'2 mm., y A de 5, 2 ó 1 micra.

Para hacer que el tornillo gire a cada corte que se haga, se utilizan varios mecanismos, que al mismo tiempo se encargan de que el giro tenga el mismo valor siempre; a mano, o por medio de una palanquita que gira entre dos topes cuya separación regula el espesor del corte; o automáticamente, a impulsos del mecanismo de oscilación, bien por medio de una palanquita provista de una uña que empuja los dientes de la rueda (diversos modelos de Schanze, Costa-Roure, Rocking-Reichert, Spencer, etc.) o por un gancho que tira de ellos en la dirección opuesta a la del caso anterior (Reichert, Leitz, Minot); no insistimos sobre esto que es sobrado conocido. Se regula el giro de la rueda dentada, bien interponiendo entre ella y su sistema motor una separación que les permita unirse

sólo en cierta extensión, o haciendo que la oscilación comience a mover las palancas más pronto o más tarde, según la extensión que el giro haya de alcanzar.

Considerado el mecanismo de avance en conjunto, puede girar el tornillo y su rueda indefinidamente, avanzando la tuerca y el bloque portaobjetos unido a ella (Minot v. gr.) o hallarse la tuerca fija, y sobre ella avanzar la rueda, tornillo y bloque (Thoma Jung). En uno y otro caso, la tuerca es a veces bipartida (Costa-Roure, Radais), permitiendo el retroceso con sólo separar sus segmentos.

El impulso del avance milimétrico tiene por fin que objeto y navaja se acerquen entre sí a cada corte: puede moverse a este fin, bien el material que se corta, y su bloque portador, bien la cuchilla, sufriendo uno u otra la acción motora del aparato de avance.

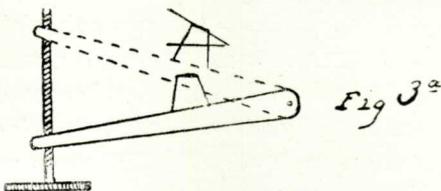
Cuando es el portaobjetos, puede ser movido directamente por este aparato a lo largo de un carril, siendo la dirección de ambos perpendicular al plano de corte: así sucede en el Minot y en casi todos los micrótomos del sistema de Schanze. Pero en otros, el avance proporcionado por el tornillo sufre una disminución al ser transmitido para poder alcanzar por medios indirectos la lentitud precisa. Estos medios son el plano inclinado y las palancas.

El primero no es sino la aplicación de la máquina simple tan conocida. Es poco exacto hacer con los micrótomos en que se aplica este sistema, un grupo fundamental opuesto a los restantes, ya que el tornillo es en todos la parte motriz, sin que el plano inclinado sea sino una forma de aplicación de ésta, igual que la palanca.

Podemos deducir la fórmula para calcular el avance que proporciona este mecanismo. En el plano inclinado AB (fig. 1), cuya altura es OB y la base OA, un objeto que recorra AB sufrirá una elevación igual a OB y un des-

de la flecha x una tuerca que por una rueda F empuja el bloque ABE y el portaobjetos D según la flecha y . La presión ab de F sobre EB, se descompone en otras dos, ao paralela a él, la rodadura, y ao' , que le empuja perpendicularmente (también podría suponerse ao' paralela a AB, y aun quizá fuese más exacto; entonces ao aumentaría de valor). De modo que en síntesis este aparato puede considerarse como un plano inclinado CA por el que resbala el móvil AOB impulsado en el sentido de OA, o sea ao' que es paralelo a la base (o al plano, como dijimos antes). Por consiguiente, la relación que exprese la disminución de velocidad, será $\frac{y}{x} = \frac{OB}{OA}$, que en este aparato es $1/2$. Al recorrido transversal de F, EH, corresponde el avance real HB.

En otros aparatos la división de la velocidad se con-

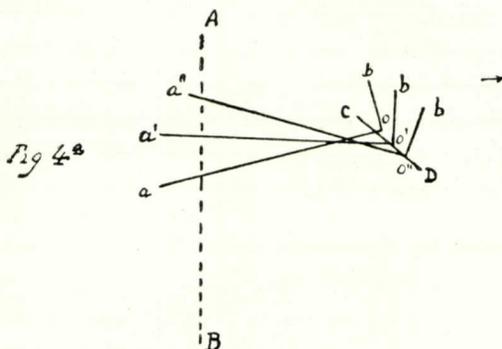


sigue por medio de una palanca de segundo género, como en el Radais (fig. 3). Este aparato tiene los inconvenientes de que las superficies de los cortes forman un ángulo igual al de las posiciones correspondientes de la palanca; y además, el brazo largo, el de la potencia, cambia de valor, disminuyendo a medida que se hace perpendicular al tornillo.

Una forma semejante a ésta es la del gran micrótopo de la Sociedad de Cambridge para cortes extensos, pero en éste un conjunto de guías y resortes sostiene el plano de corte paralelo a sí mismo en todas las posiciones, y

además las diferencias de longitud del brazo largo las compensa el corto como en los otros modelos de la misma Sociedad.

De primer género y angular es la palanca en el primitivo Rocking, de la Sociedad mencionada (fig. 4), apoyán-



dose por su codo en un plano inclinado CD que es el fulcro de la palanca. En las posiciones aob , $a'o'b'$ y $a''o''b''$, aun cuando hay también cambio de las distancias de los puntos $o'o''$, al tornillo AB, como los brazos de las resistencias experimentan igual variación, la relación de las velocidades permanece invariable. En otros modelos, por fin, son dos las palancas, que forman paralelogramo, y transmiten sin alteración el avance; aumenta así la estabilidad (Becker-Sartorius).

Cuando el tornillo impulsa el bloque portanavajas, puede hacerlo directamente, como en el de Costa-Roure y en el panmicrófono del mismo autor (siendo en éstos y en los restantes la dirección de giro del tornillo inversa de cuando mueve al portaobjetos) o por palancas, como en el Gudden, de tercer grado que transmiten con poca variación al portacuchilla el avance, o, como en el de Cambridge modificado por Reichert, de segundo género; como el tornillo y el portanavaja ocupan las cuerdas de

los arcos descritos por los brazos de palanca, los cambios de longitud de éstos correspondientes a los de posición son proporcionales y su relación no varía.

En los grupos, esbozados rápidamente, pueden hallar cabida todas las formas conocidas de avance milimétrico. Los movimientos se hacen a lo largo de carriles, predominando la forma de *cola de milano* por su fijeza.

* * *

El mecanismo de oscilación es el que en los micrótomos está destinado a hacer que la cuchilla y el objeto a cortar se reúnan repetidamente para verificar los cortes. La forma en que esto se hace varía considerablemente según el aparato y el método de inclusión. En unos la cuchilla es perpendicular a la dirección del movimiento; en otros forma un ángulo más o menos agudo, es decir, se coloca con cierta *oblicuidad*.

Ya se conocen las clases de inclusión en que se usa cada posición. La perpendicular, para cortar materiales medianamente duros, poco depresibles, homogéneos y de gran cohesión, como son la generalidad de los incluidos en parafina; la ausencia de alguna de estas circunstancias exige la cuchilla oblicua, sin que los resultados alcancen, a pesar de ello, la perfección del primer caso.

Para explicar la acción de la navaja oblicua se suele decir que corta *como una sierra*. Sin embargo, no se diferencia en nada de la posición perpendicular: en ambas, cada punto del objeto, aun más, cada serie de ellos paralela a la dirección de corte, es cortada *por un solo punto* del filo.

En la fig. 5.^a A, B, C y D representan distintas orientaciones de la cuchilla; y en todos, el objeto al ser cortado recorre todas las posiciones entre *a* y *b*; cualquier punto, el central por ejemplo, cuyo camino está trazado, muestra en su intersección con el filo lo que acabamos de decir.

Esta forma de obrar es en cambio idéntica a la de una cuña que penetra en el objeto y cuya sección está determinada por un plano paralelo a la dirección de la oscilación y perpendicular al plano de corte (en el que

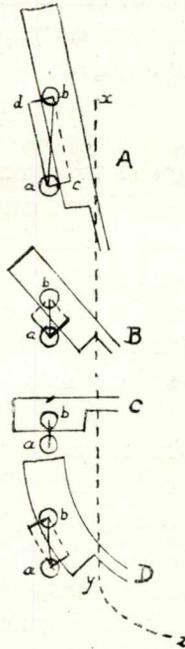


Fig. 5ª

se mueven el filo de la cuchilla, y la superficie cortada), es decir, que pasa por ab . En la fig. 6.^a A, B y C representa las secciones de las homónimas de la fig. 5.^a; estas cuñas son tanto más agudas cuanto más oblicua es la orientación. Su valor puede conocerse exactamente, pues es fácil determinar la medida de los lados ac , ao y co , pudiendo calcular el ángulo o por la fórmula

$$\text{tg. } o = \frac{ac}{oc}.$$

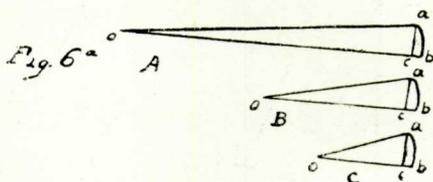
Advirtamos aquí que hemos supuesto que las caras de la navaja se prolongan hasta cortarse, lo que no se completamente cierto, ya que casi siempre tiene el filo un bisel microscópico, que es de 1'5 a 2 veces mayor que el primero, no difícil de medir con un goniómetro, cuyo diedro es

el que penetra al cortar, debiendo referirse a él el cálculo; pero como la relación entre la sección real del bisel y el valor teóricamente hallado o es constante, basta hallar dicha relación estando la cuchilla perpendicular a la dirección de corte, y multiplicar por ella el dato o . No sería difícil formar tablas de estos datos, cuyo valor se comprende fácilmente.

Pero sea cualquiera el valor numérico de esta fórmula,

podemos deducir que, siendo ac constante (dorso de la cuchilla), la longitud oc es inversamente proporcional al ángulo o , y directamente, por consiguiente, a la penetración, aunque este término, como se comprende, es incalculable. Así una navaja que medida perpendicularmente tenga una anchura de 2 cm., que suponemos 4 veces mayor que ac : el ángulo teórico o calculado según la fórmula, será de $14^{\circ}2'$. A una oblicuidad que haga $oc = 20ac$ (10 cm)., correspondería un ángulo de $2^{\circ}52'$. Claro que habría que multiplicar estos datos por la constante del bisel: pero la relación, bien clara, no varía.

La misma oblicuidad es un dato complejo susceptible



de análisis. Cuando el objeto a (fig. 5.^a A y B) ha pasado en totalidad bajo el filo, se encuentra en la posición b . En ésta y en la A el movimiento aparece ab disociado en 2 componentes: ac , que es la que le hace pasar hacia dentro del filo, y ad , que le traslada a la altura de b , paralela al mismo filo. La primera, efecto de la anchura del material, es constante para cada uno de éstos; la segunda, que varía según la oblicuidad, es la longitud del filo que se emplea para cortarle. De modo que aumentando ad aumenta ab , que determina la sección de la cuña, cuya influencia nos es conocida. Esto mismo lo podemos aplicar al caso en que el filo, la dirección de corte, o ambos a la vez, sean curvilíneos (figs. 5.^a D y 7.^a B), considerando como perpendicular al filo el radio ac y como paralelas a él las curvas que le son concéntricas, ad y diagonal la ab .

La *oblicuidad*, término genérico con el que designamos estas ideas, es, pues, susceptible de medida exacta: expresamos con ella el ángulo formado por una línea constante, la *ab* o *dirección de corte*, con una cualquiera de las componentes *ac* y *ad*. La paralela al filo *ad*, al parecer la más indicada, no puede serlo, ya que cuanto más aumenta ella, cuanto más oblicuamente hiere la navaja, el ángulo

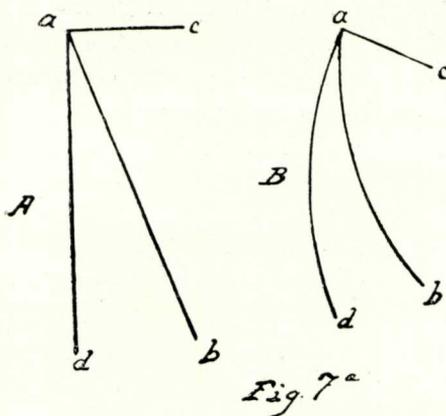


Fig. 7ª

dab disminuye más; y siendo las variaciones de este ángulo inversamente proporcionales al valor que discutimos, no puede ser su expresión. El ángulo de oblicuidad será, pues, el *caò* directamente proporcional a la longitud de filo, y su complementario o ángulo de ataque servirá para calcular el primero, menos fácil de medir.

En síntesis, los resultados serán tanto más satisfactorios, cuanto menor sea la abertura de la cuña teórica que hemos descrito; cuanto menor sea el ángulo que la dirección de corte forma con el filo; cuanto mayor sea el ángulo que la misma directriz forma con la perpendicular al mismo filo y mayor la longitud de éste que se utilice, suponiendo constantes las restantes condiciones. En otro caso, siendo constante la sección de la cuña *ab* (fig. 5.ª)

u *oc* (fig. 6.^a), el ángulo *o* y su tangente son directamente proporcionales al grueso de la navaja; siendo constantes los ángulos en *a* (fig. 7.^a), las longitudes *ad* (filo útil) y *ab* (recorrido útil) son proporcionales a *ac* (anchura del material). Siendo constante *ab* o *ad*, la oblicuidad seguirá las variaciones de *ac*.

Estas reglas, sin ser leyes — dada la variabilidad de los materiales, imposibles, — son en cambio bases para la práctica, necesarias también para el cálculo de nuevos aparatos. Y desde luego, no son aplicables a micrótomos que cortan con cuchilla perpendicular en que *ab* y *ac* se confunden.

* * *

Para aplicar a los fines del micrótomos en las mejores condiciones los datos expuestos, se usan varias disposiciones. Puede hacerse el movimiento de *oscilación* por el

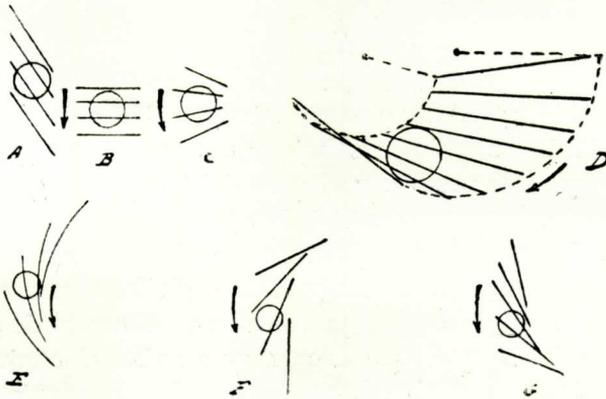
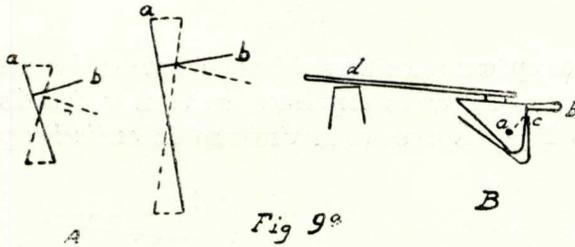


Fig. 8ª

portanavajas o por el portaobjetos. Uno y otro siguen la línea *ab* (fig. 7.^a), de modo que la división en las *ac* y *ad* no es más que teórica. En los micrótomos de celoidina

oscila por lo general la cuchilla y en los de parafina el objeto.

La navaja se mueve siguiendo una línea recta o una curva en las formas que representa la fig. 8.^a En el primer caso (Rivet, Thoma-Jung, Schanze y sus numerosos derivados), la cuchilla, orientada perpendicular, A, u oblicuamente, B, se sujeta a un bloque prismático que resbala por un carril. Para dar estabilidad y evitar cabeceos al conjunto, es preciso que la hoja cortante no alcance excesiva longitud (con detrimento de la finura de los cortes) o se sujete por el centro y no por un extremo, con lo que la resistencia del bloque le descentra menos



fácilmente (fig. 9.^a B); el centro de gravedad a del portanavaja debe estar lo más bajo y cercano al mango del mismo que sea posible, y el peso del bloque ser grande. Obedece esto a la necesidad de evitar la función de lo que podríamos llamar *palancas de descentramiento*, la angular acd cuyo brazo largo es la cuchilla, el punto de apoyo el borde del carril c y la resistencia el centro de gravedad a del bloque, que hace muy sensible el conjunto a toda fuerza que obre hacia arriba sobre la navaja (resistencia del material, etc.) o hacia abajo sobre el mango b y la bca que tiene el mismo efecto que la anterior. Otros descentramientos laterales se producen por la tracción sobre el mango no paralela al eje de corte (fig. 11 A), lo que se evita en ciertos modelos que tiran del bloque en

la línea que pasa por el centro de gravedad paralelamente al eje citado, mediante una cuerda o cadena sin fin o como en el Schanze último, por una larga palanca. En algunos tipos de Leitz y en el panmicrótopo de Costa-Roure, el carril es substituído por una corredera a cola de milano; en el último, mueve el bloque un tornillo proporcionando así la máxima estabilidad; el vaivén es efecto de la inversión de giro del mismo tornillo. En el gran modelo de Bécker para extensos cortes en parafina, el portanavaja, movido por volante con biela y manivela, desliza sobre dos barras en las que su montura se afirma sólidamente. Algo parecido es el aparato de Delepine.

Cuando la dirección de la navaja es una curva, como sucede con bastante frecuencia, puede moverse sobre un solo eje o sobre varios. Los ejes mecánicos de giro suelen estar formados por un cilindro que está sujeto en los extremos de su eje geométrico por los vértices de dos conos, unidos a la parte no giratoria del aparato. Cuanto mayor sea la longitud del eje, tanto menos sensibles son las desviaciones que pueda sufrir (*a*, fig. 9.^a A) para la navaja o piezas a él unidas *b*. Son de esta clase: el micrótopo de Gudden (fig. 8.^a E), de navaja curva sujeta en el extremo de un brazo giratorio, de modo que la diferencia entre los radios de giro que pasan por los extremos de la misma sea poco mayor que la anchura del objeto; los de Becker-Sartorius (C), cuyos modelos más perfeccionados tienen un arco sobre el que se apoya el brazo portacuchilla para aumentar su estabilidad; la navaja puede sujetarse también oblicuamente con el filo hacia dentro, utilizándole así en mayor longitud (F). El aparato de Radais tiene parecido con éste: la navaja está colocada en un pesado armazón, que gira en arco, apoyándose en dos carriles de cristal. El filo, oblicuo también, queda hacia fuera, a la inversa del caso anterior.

En ambos varía el ángulo de ataque según la posición de la cuchilla: tiene su máximo al empezar a cortar, en el Becker, y su mínimo en el Radais; pues los radios que pasan por cada extremo del filo forman con él ángulos muy distintos, traduciéndose en la irregularidad del resultado. El Gudden carece de este inconveniente por la curvatura de su cuchilla. En los que le tienen es tanto menor cuanto mayor es el radio de giro, y aumenta con la longitud de filo. Gira por último sobre dos ejes el portanavaja del micrótopo Spencer de mesa (fig. 8.^a D). Los extremos de la cuchilla están sujetos a dos brazos desiguales y no paralelos, que giran en ejes independientes, resultando para el filo una serie de posiciones casi paralelas a sí mismas, que permiten utilizar toda su longitud.

* * *

A cada corte hecho ha de suceder un movimiento de avance micrométrico, en igual extensión que el grueso del corte que seguidamente se haya de hacer. No es indiferente la fase oscilatoria en que el avance se produce: ha de ser en el momento en que la cuchilla, después de haber pasado sobre el objeto cortándole y de retroceder volviendo a pasar sobre él, se acerca al punto de partida para comenzar otro corte en la fase D de la fig. 16. De hacerse al mismo tiempo que se corta, empujaría el objeto a la cuchilla, descentrándola y resultando un corte de desigual espesor. De hacerse después (fases B o C) al repasar tropezarían, descentrándose aquélla. Cuando el avance se hace a mano, no debe olvidarse esta precaución, que en los aparatos de avance automático se halla correctamente prevista. Lo mismo puede decirse cuando el avance lo hace la navaja.

Existen micrótopos, como dijimos, en que el proceso oscilatorio lo hace el objeto estando la cuchilla inmóvil.

Puede hacerlo en una línea recta, como en el Modelo Minot y sus derivados, en los Spencer y Costa-Roure, de parafina, etc., produciéndose el vaivén por un mecanismo de excéntrica o manivela que se acciona con un volante. Aunque la navaja se orienta casi siempre perpendicularmente, puede colocarse oblicua, en un armazón apropiado, pero la longitud de filo utilizada no puede pasar de la de la tangente interior de las posiciones extremas de la superficie cortada. Se mueve en la misma forma en el aparato de la Sociedad de Cambridge para cortes extensos, accionado por una combinación horizontal de palancas.

La dirección del objeto puede ser una curva; en el modelo Rocking el plano de corte es tangente a la superficie cilíndrica descrita por la de sección: ésta resulta algo curva, lo que hace que no se pueda usar este micró-tomo con materiales grandes. Se mueve la parte oscilatoria por medio de la palanca del mecanismo milimétrico, que por una cuerda tira del extremo de la palanca portaobjetos: un resorte antagonista hace descender y cortarse al otro extremo, al que va adherido el material. El eje de esta palanca es paralelo al filo de la cuchilla y al plano de corte. Como el eje en cuestión se apoya sobre una palanca *aob* fija a su vez sobre un plano inclinado CD (fig. 4.^a), puede la resistencia del material vencer el muelle que la sostiene y dejar sin efecto el avance.

La Sociedad de Cambridge ha modificado este aparato, haciendo que el plano en que el objeto describe su arco coincida con el de la cuchilla. La navaja es entonces paralela al brazo de la palanca portaobjetos, y los cortes no sufren curvatura ninguna: la casa Reichert ha perfeccionado este modelo disponiéndolo de modo que el brazo de la palanca portaobjetos se apoye en una excéntrica, que es la que le hace oscilar.

* * *

Entre las condiciones del corte existe otra importante, la *inclinación* que no coincide con la oblicuidad de que ya hemos hablado. Esta es la relación entre la dirección del filo y la del movimiento oscilatorio; la inclinación es el diedro que forman el plano de corte y la cara inferior de la navaja. Se comprende que este plano no puede ser paralelo al de corte, pues bajo él quedaría una de las caras del bisel, aplastando el bloque al cortarle. Aun cuando el cambio de oblicuidad no influye en la inclinación, pues ésta se mide siempre en un plano perpendicular al filo, hay cierta compensación entre ambas, ya que sus efectos son opuestos en ciertos casos. La mayor inclinación favorece el corte de material duro, disminuye la depresibilidad de las piezas elásticas, y aumenta la disgregación de las friables. La mayor oblicuidad disminuye la tendencia a disgregarse y deprimirse, aumentando la capacidad de penetración para cortes de menor espesor. Existe una posición óptima para cada clase de material, que debe buscarse con cuidado.

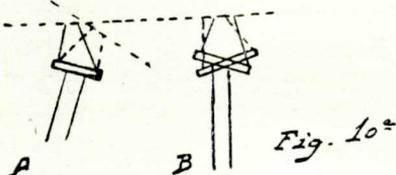
Para dar la inclinación debida existen medios variables: ya la colocación y orientación del mango, cuando se sujeta por él la cuchilla, o la de la pinza a que se une otras veces la misma cuchilla. En algunos de éstos la inclinación puede ser variable, por ser la pinza giratoria, o por poseer dos tornillos a diferente altura entre los cuales se la sujeta como en los Minot.

Accesorios de los micrótomos son también las pinzas portaobjetos que llenan los menesteres de fijar y orientar el objeto. La fijación se hace corrientemente con materiales previamente pegados a un corcho o madera que se sujeta entre dos láminas paralelas o angulares o por medio de dos o cuatro hojas que se cierran hacia el centro como los portaminas de los lapiceros, dejando siempre el objeto en el centro, sea cualquiera su tamaño: se llama

por esto de presión central de Peltrissot, aunque también lo posee el Radais.

El fin de la orientación es hacer coincidir la superficie de sección del objeto con el plano de corte del aparato. Es preciso para ello que la pinza pueda girar en todos sentidos, bien alrededor de un centro como en el aparato de rótula y en la pinza del micrótomo de Radais, que se diferencia del primero en que sólo posee un casquete esférico y no una esfera como él. Como para cambiar la orientación es preciso aflojar el tornillo de presión y un intento de rectificación puede desorientar la pinza por completo, es preferible, dentro del mismo sistema, la de la Sociedad de Cambridge, que es una de nuez en la que dos tornillos dan movimientos al objeto en planos perpendiculares, con un muelle antagonista para el retroceso; el principio es el mismo de las platinas móviles de los microscopios.

El giro orientador puede hacerse asimismo sobre dos ejes, bien en una montura a la Cardan, como en la pinza de Nápoles, o bien por girar cada eje en el extremo del anterior perpendicularmente a él (Minot, Cambridge-Reichert, Schanze); en uno u otro caso la combinación de



posiciones de ambos ejes da origen a la orientación deseada. Estos sistemas tienen el inconveniente apuntado: al soltar los tornillos de presión quedan los ejes libres para giros de cualquier amplitud. Sólo la pinza de Cambridge está dotada de movimientos progresivos.

Una vez orientado el objeto, si se trata de hacerle girar junto con la pinza, cuando el plano de corte no es perpendicular al eje de giro, sobreviene la desorientación

(fig. 10 A), mientras que se conserva orientado si dicho eje se halla en la posición debida (B). Es, pues, preciso que el eje del portaobjetos no siga a éste en los movimientos de orientación, como en los aparatos con pinzas de nuez, Cambridge y Nápoles; por el contrario, las de Radais, Minot, etc., sufren ese defecto.

Las pinzas se unen al mecanismo de avance, al de oscilación o a ambos: en algunos aparatos puede colocarse a más o menos distancia del principio del camino de la cuchilla, para utilizar, respectivamente, más o menos longitud de filo.

* * *

El conjunto de los micrótomos ha adoptado formas diversas que se pueden reunir en cuatro tipos. El primero, derivado de los de plano inclinado o deslizamiento (tipos Rivet o Thoma-Jung para los primeros y Schanze para los segundos), lo forma una pared vertical en cuya parte superior se halla el carril para el portanavaja y en la inferior el aparato milimétrico, sea de plano inclinado o de elevación directa. Se usa por lo general para corte oblicuo.

El segundo tipo, derivado del anterior, es el del gran modelo de Becker, el de Delepine, el grande de la Sociedad de Cambridge, y algunos otros. Es en suma un bastidor que por arriba tiene dos raíles o barras-guías para el porta-cuchilla y abajo el portaobjeto accionado por el mecanismo milimétrico. Se usan con corte perpendicular (oblicuo a veces en el Cambridge), y, menos en éste, es la navaja la parte oscilante.

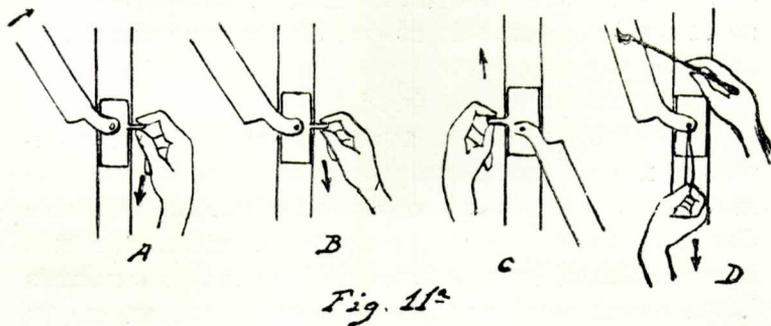
Un tercer tipo derivado de un antiguo modelo de Verick es el formado por una columna vertical alrededor de la que gira la cuchilla, y que descansa sobre una base horizontal y pesada que soporta el portaobjetos y el

aparato milimétrico. Son de este género los de *guía de puntas*, Radais, Gudden, Becker-Sartorius, Spencer, et-cétera, que cortan oblicua o perpendicularmente, según los casos.

El último género, formado por las tres variedades de Rocking, el Spencer de volante, Minot, Costa-Roure, etc., es una mesa con un eje horizontal para el volante, un carril vertical para el portaobjetos (u otro eje con igual fin en los Rocking) y la pieza portacuchilla.

Aparte de estos grupos, existe la variedad del primero, que forman los grandes modelos para cerebros enteros y piezas extensas, de cuchilla oscilante dentro de una cubeta donde los cortes caen y en la que se ejerce la elevación micrométrica del objeto; tales los de Gudden, Costa-Roure (en el que el avance milimétrico lo hace la navaja) el de la primera clínica de Psiquiatria de Viena, aparte de los de Becker y Cambridge, que cortan en parafina y tienen cabida entre los grupos anteriores.

El manejo de los aparatos de celoidina presenta algu-



nas dificultades que es útil conocer. El movimiento corriente al cortar es el de la fig. II A, que contribuye a facilitar el descentramiento lateral y el vertical. El de la fig. B, más lógico, es incómodo, ya que, colocado el aparato a la derecha del operador, es preciso dirigir aún

hacia este lado el brazo derecho, con alguna violencia. Nosotros practicamos una forma muy cómoda (fig. 11 C), que consiste en colocar el aparato invertido frente al operador. El movimiento lo da la mano izquierda y la derecha recoge los cortes, lo que también es más racional.

Carazzi-Levi recomiendan un método algo más complicado, que consiste (D) en tirar del bloque portanavaja mediante un lazo, en la línea del centro de gravedad, con la mano izquierda, mientras la derecha recoge los cortes. Pero las manos tienen que cruzarse, estorbándose, y el retroceso o no es suficiente para mover el mecanismo milimétrico, o de lo contrario exige un amplio movimiento de la mano para acompañarle.

Otro detalle que debemos apuntar es la velocidad de corte: el tiempo que se emplea en cada sección, y suponiendo un ritmo constante, el número de cortes por unidad de tiempo. La gran velocidad disminuye la depresibilidad del material blando y el riesgo de hacer irregulares los cortes de órganos duros; en cambio, favorece el cabeceo. Pero no es posible una norma fija. De todos modos, no es prudente pasar de 20 cm. de filo por segundo.

* * *

Los datos que con la necesaria brevedad hemos expuesto, nos permiten, aunque incompletos, dar un paso más en los aparatos que cortan celoidina. La inevitable discontinuidad en el manejo, la falta de automatismo y la imperfección en los resultados de los aparatos corrientes hacen desear efectivamente tipos que permitan mayor rendimiento. Y la inclusión en celoidina es insustituible, aun no siendo partidarios de ella, ya que, aunque operaciones como la seriación son ciertamente molestas y la inclusión larga, en cambio, la transparencia de los bloques que permiten una orientación perfecta; el poder in-

cluir toda suerte de piezas entre límites muy amplios de dureza; la inapreciable cualidad de no necesitar la eliminación de la celoidina que rodea al corte, evitando su disgregación en muchos casos; el poder substituir en estos mismos (testículo, embriones, etc.) a la congelación, permitiendo usar métodos como los de Achúcarro, variantes al mismo de Rio Hortega, Bielschowsky, etc., inaplicables a la parafina; la necesidad de incluir en celoidina piezas como cartílago, huesos decalcificados, partes fibrosas de dureza elevada; el no necesitar estufa, ni CO_2 u otro refrigerante, la facilidad, comodidad y universalidad, en fin, de este método la hacen difícil de substituir.

Es de desear un aparato, que pueda trabajar con volante, sin que éste tenga el movimiento alternativo de los de cadena o cuerda, cuya cuchilla alcance el máximo de estabilidad y permita sin detrimento de ella utilizar una gran longitud de filo, careciendo de los inconvenientes comúnmente anejos a esta cualidad.

La primera condición se ha llenado ya en los aparatos Minot, susceptibles de usarse con navaja oblicua. Pero como son poco eficaces, ya que sólo consienten un filo exiguo, es necesario ante todo hallar camino para los movimientos de la cuchilla, aumentando su amplitud. Ya que no es fácil hacerlo con la longitud del filo, nos será forzoso utilizarle varias veces para hacer un mismo corte. Esto podemos hacerlo, bien con una navaja recta dotada de un vaivén parecido al de las sierras de mano, o dándola la forma de una curva cerrada girando en un solo sentido. Puede ser una elipse que, estando el objeto inmóvil, corte con la parte cercana a los focos, la más alargada, haciendo el avance micrométrico el mismo objeto cuando aquélla no le corte, es decir, frente a su parte más cercana al eje de giro. O un círculo excéntrico que corte con la zona de radio mayor, haciéndose el avance frente al menor,

entendiendo por radios las distancias de la circunferencia cortante al eje de giro. O bien un círculo que gire alrededor de su centro haciendo el objeto el movimiento oscilatorio y el micrométrico.

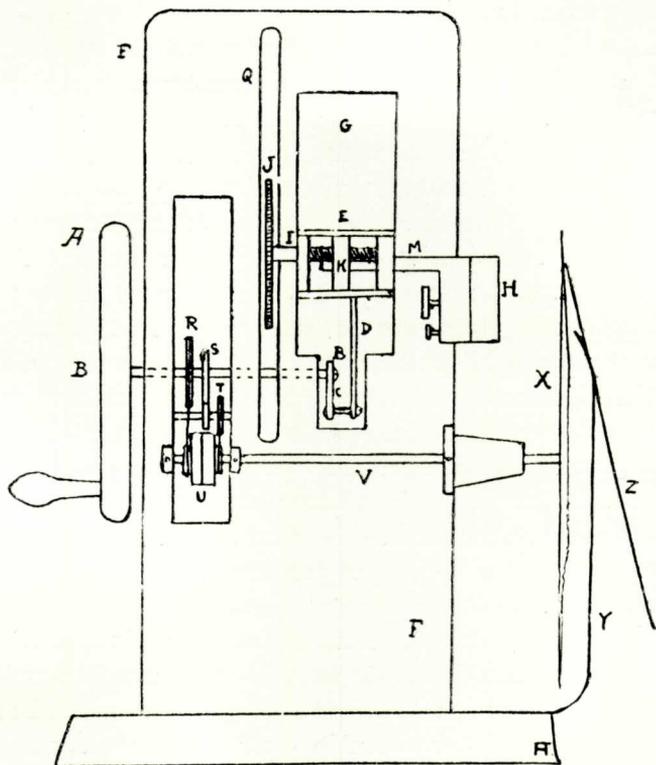
Sólo las formas de cuchilla recta oscilante y circular concéntrica permiten usar una longitud indefinida de filo sin variar las dimensiones del aparato. Y claro es que la última es la que ofrece mayores garantías de éxito; así que ella nos sirve de base para la disposición general del aparato. Un sencillo cálculo nos permite apreciar su valor.

La mayor longitud de cuchilla recta usada no pasa de 30 cm., y esto sólo excepcionalmente. Pues bien; una navaja circular de 10 cm. de diámetro, que dé una vuelta completa al cortar, utilizará un filo aproximado de 32 cm. (10 \times 3,14). Dos vueltas equivaldrán a unos 63 cm., y estos datos no son límite, como se comprende. Conocida la relación que existe entre la longitud del filo, su oblicuidad y la abertura de la cuña cortante, el efecto de esta cuchilla será el de una hoja tenue que penetre imperceptiblemente en el tejido. La estabilidad de esta cuchilla supera con mucho la de una rectilínea equivalente; y las operaciones accesorias, como recoger los cortes y mojar la navaja, son más factibles.

La forma más favorable de relacionar entre sí los diversos elementos del micrótopo para cortar con esta cuchilla es, con ligeras variantes, la del último grupo de formas de conjunto (tipos Minot y derivados). El mecanismo de oscilación es más estable y preciso a expensas del objeto, sobre todo en este caso, dada la forma de la cuchilla. Por la misma razón es también el bloque porta-objetos el encargado del avance micrométrico. El de corte presenta la particularidad de ejecutar la cuchilla y el objeto, respectivamente, los movimientos *ac* y *ad* (fig. 7.^a), en vez de hacer, como en los demás aparatos ocurre, uno

solo de ellos el movimiento *ab*, que en nuestro caso es un factor lógico, sin movimiento real (como en los restantes

Fig. 12



sucede con las componentes), que nos sirve para expresar la oblicuidad que tendría una cuchilla recta de efecto análogo.

La oscilación se hace, pues, en un plano vertical (figuras 12 y 13) por medio de un volante A que mueve un

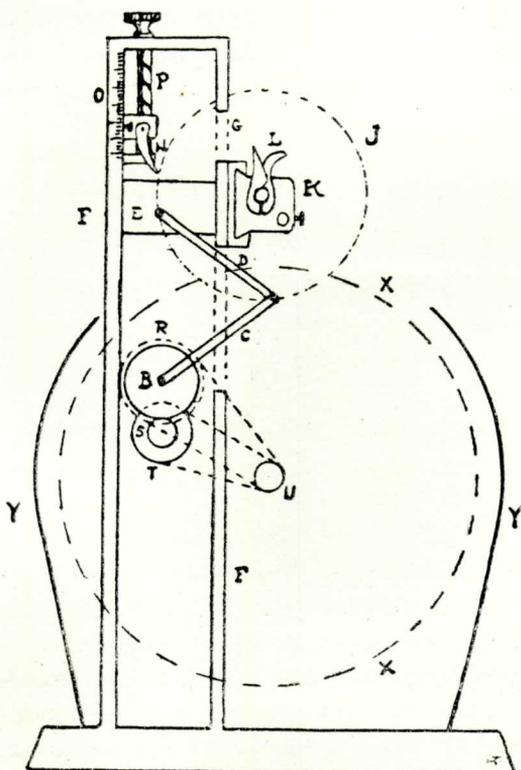
eje B y, por intermedio de una manivela C y una biela D, el bloque portaobjetos E. Este sistema permite mejor grandes amplitudes de oscilación que la forma directa: ha sido empleado en el Minot que construye Stiassnie y en el gran modelo de Becker. Puede tener el volante una ranura para motor eléctrico como en un aparato de Spencer. El carro portaobjetos E desliza por las dos paredes FF que forman el armazón del aparato. Una abertura G deja salir la pinza H y el mecanismo micrométrico que forman el tornillo I y su rueda J, los que hacen avanzar la pieza K, donde se halla la tuerca divisible L y la espiga M de la pinza portaobjetos. La rueda J y el tornillo I hacen avanzar de micra en micra la placa K y la pinza H directamente, sin desmultiplicación alguna que aquí no es necesaria. Ya hemos dicho que J e I giran sin avance.

Para hacer girar la rueda micrométrica, en la parte del recorrido oscilatorio en que debe hacerlo, hay una uña o pestillo N que se coloca a mayor o menor altura, según el número de micras que se desee señalar en la escala O, por medio del tornillo P de largo paso de rosca, para permitir fácilmente a N recorrer con rapidez toda la escala. La rueda J debe tener un tope que la impida retroceder una vez hecho el avance. La hendidura Q deja paso a la parte de J que penetra entre las paredes F, donde se halla la parte reguladora.

La pinza portaobjetos ha de ser adecuada al conjunto del aparato. Ha de ser de tamaño suficiente para sujetar objetos amplios; de movimientos progresivos, limitados; las operaciones de orientación es conveniente se hagan lejos del filo para evitar poco agradables contingencias. Como la de Nápoles carece de alguna de estas condiciones y otros modelos son aún menos apropiados, podemos usar la que describimos, que tiene algo de las de Peltrissot y Cambridge, y algo propio.

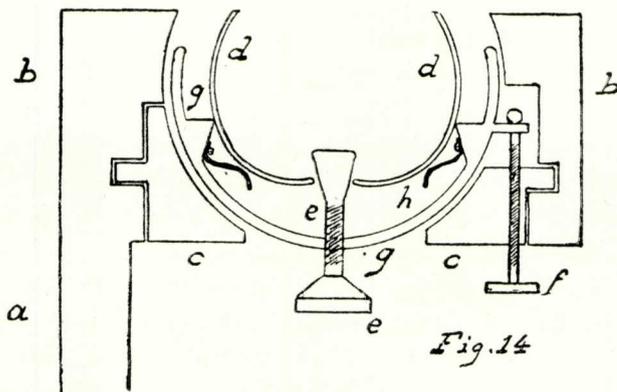
La espiga *a* (fig. 14) que se une al aparato de avance, va fija al anillo *b*; en el interior de éste puede deslizarse

Fig. 13



circularmente el otro anillo *c* y con él todo el sistema de fijación, sin riesgo de desplazar el plano de corte: es el caso de la fig. 10 B. La fijación se hace por una pinza

interior *d* que se cierra mediante el tornillo *e*, quedando el material, independientemente de su tamaño, fijo en el centro (presión central de Peltrissot). Los muelles *h* hacen abrirse a *d* cuando *e* sube; su descenso cierra la misma pinza. Esta va fija a un casquete *g* orientable por medio de un tornillo *f* y otro semejante que dé un movimiento perpendicular al del primero, más un muelle antagonista para el retroceso y para contener a *g* de movimientos excesivos (sistema de la sociedad de Cambridge). Los avances y retrocesos rápidos se hacen por la tuerca L (figs. 12 y 13), que, separándose del filete del tornillo,



permite a K recorrer toda la longitud de E (Costa-Roure). Todos los tornillos de esta pinza van en la parte posterior con mayor facilidad y menor riesgo para el uso.

La cuchilla, de forma circular, con un diámetro que puede variar entre 10 y 15 cm., aunque presente alguna mayor dificultad para el afilado, quedará compensada con la mayor abertura de sus caras, que podrá darse sin ser obstáculo al éxito, dada la gran oblicuidad de corte a que podemos llegar. También es necesario que la cara de la cuchilla dirigida al objeto no sea paralela a la super-

ficie de sección de éste: debe, como sabemos, tener alguna *inclinación*. Esta se daría, o siendo la cuchilla un poco cóncava por la cara mencionada, o inclinando algo el eje de giro de la misma. En este caso los cortes no serían del todo planos, pero su curvatura sería inapreciable, ya que no es precisa gran inclinación, que la oblicuidad substituye. No sería imposible usarlas de acero delgado, en forma parecida a las hojas de las máquinas de afeitar, sujetándolas como en éstas se hace, entre dos láminas gruesas y dejando libre el filo.

El mismo volante que mueve el mecanismo oscilatorio ha de mover asimismo la cuchilla. No puede hacerse esto prolongando el eje B, entre otras razones, porque las velocidades de ambos son forzosamente desiguales. En efecto (fig. 16), siendo E el movimiento de la cuchilla, el oscilatorio le podemos considerar como formado de cuatro fases: en la primera, A, el objeto va hacia la cuchilla; en B se hace el corte; se inicia el retroceso en C, terminando en D, donde se hace el avance micrométrico. De estas cuatro fases, sólo una se utiliza para cortar. Si las velocidades fueran iguales, una cuarta parte de la circunferencia, es decir, del filo, sería la empleada en el corte. De una cuchilla de 15 cm. de diámetro, tendríamos un filo útil de unos 11 cm., de los 47 aproximados de una revolución entera. Y si el movimiento B tiene una amplitud de 5 cm., cada centímetro de anchura del material sólo sería cortado por unos 2 cm. de filo.

Es, pues, preciso que la velocidad del volante pase a la navaja multiplicada. Pero como no siempre es útil cortar con la misma oblicuidad, es de gran valor

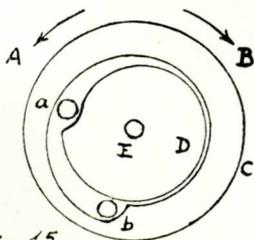


Fig. 15.

poder disponer de dos distintas, fácilmente intercambiables.

Para esto el eje del volante mueve, mediante polea y cadena R, al eje de la cuchilla, con una multiplicación de 4×1 ; pero, además, hace girar un engranaje S, que invierte la dirección de giro y la transmite con la multiplicación de 10×1 al eje U mediante cadena y piñón desde la polea T.

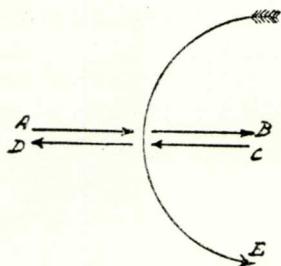


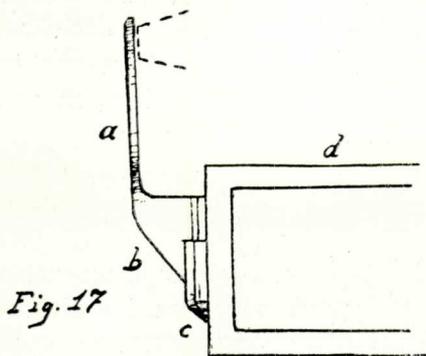
Fig. 16.

Para que estas dos velocidades, de dirección opuesta, muevan la cuchilla en el mismo sentido siempre, y alternativamente una u otra a voluntad, se usa el mecanismo de cambio de velocidad de la fig. 15. Cada piñón del

sistema U va unido a un anillo de interior espiroide C, que puede girar independientemente del eje de la cuchilla E. Este tiene inserta una pieza D, y entre ella y C queda un cilindrito que ocupa el espacio medio que entre ellos puede existir. Si C lleva la dirección A, el cilindro ocupa *a* y arrastra a D y E. Pero si gira C hacia B, pasa de *a* a *b* y no tiene efecto sobre los mismos D y E. Estando las espirales de ambos piñones en el mismo sentido, cuando el volante gire hacia un lado, la polea o rueda directa será la que mueva la cuchilla, mientras el otro piñón y su espiral giran en sentido opuesto sin acción ninguna. Pero si la marcha del volante se invierte, el piñón movido por el engranaje será el que mueva el árbol de la cuchilla en el mismo sentido que antes, pero con diferente velocidad. Como la velocidad de corte ha de mantenerse constante, el aumento de la de la cuchilla obliga a una disminución en el número de cortes por unidad de tiempo, para no alterar el ritmo del trabajo del aparato, comprometiendo los resultados.

Para recoger las secciones hechas puede disponerse una lámina *Z* (figs. 12 y 13) que se adapte a la cuchilla con exactitud, dejando sólo el filo libre. De éste pasan a aquélla los cortes, y de allí al recipiente que para recogerlos se disponga al otro extremo de *Z*.

Para humedecer la cuchilla, el depósito *Y*, en cuyo interior, que se llena del líquido de inmersión, (1) se halla



sumergida, protegiéndola, lo mismo que a las manos del que trabaja.

Y para afilarlas, un aparato auxiliar que haga pasar su borde entre dos ruedas de la piedra apropiada, que giran rápidamente mientras ella misma lo hace con lentitud, para que todo el filo sufra la misma operación.

Otro accesorio muy útil es el que nos permite dar una orientación perfecta y rápida a la superficie de sección. Es (fig. 17) una sencilla placa *a* que por su pie *b* se une al armazón del aparato, que para ello posee la matriz *c*, quedando a la misma altura del filo de la cuchilla, es

(1) Aunque comúnmente se usa alcohol, con el solo fin de mantener la consistencia de la celoidina, en este caso sería preferible un líquido más viscoso, v. gr., glicerina, que favorece la penetración, sea con sólo empapar de ella el bloque, como preconiza Apathy, o mojando además la cuchilla, usándolo como el alcohol.

decir, en el plano de corte. Basta para orientar al objeto hacer coincidir con este plano la cara que ha de ser cortada, y la orientación queda hecha. Puede aplicarse a cualquier micrótomo.

El manejo de este micrótomo se hace simplemente haciendo girar el volante con una mano, adaptando su velocidad a la multiplicación de la cuchilla, mientras la otra, armada de un pincel húmedo, ayuda a recoger los cortes. Hechos éstos y desmontada la cuchilla, se la coloca, con el doble cuidado de no mellarla ni cortarse, sobre un trapo seco encima de un plano duro, mientras con otro paño se enjuga su cara superior.

* * *

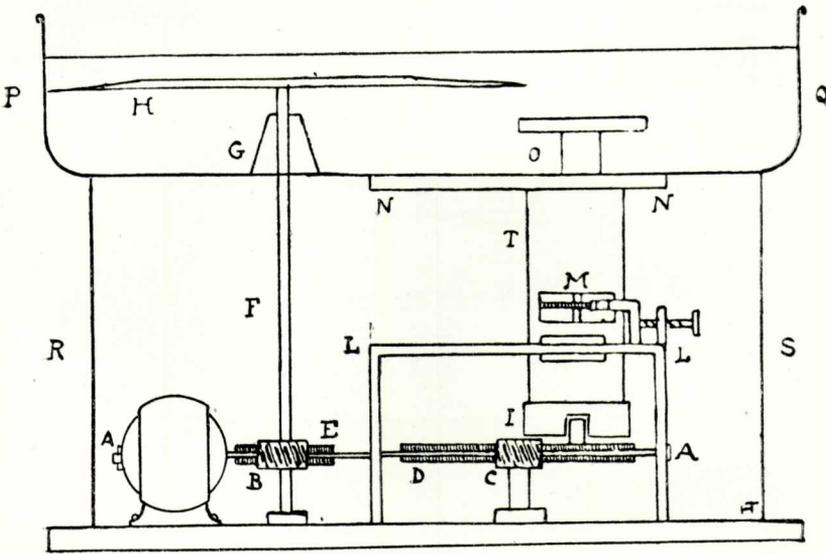
El segundo tipo de este género es un gran modelo para cerebros enteros y piezas de grandes dimensiones.

No es fácil obtener cortes extensos en los aparatos que cortan material incluido en parafina, si éste no reúne rigurosamente las condiciones de blandura, homogeneidad, etcétera; y en los de cuchilla oblicua, el forzoso límite impuesto a las dimensiones de ésta lo es también a la perfección de los resultados.

El principio expuesto es también aplicable a este caso, en una nueva forma adecuada a las condiciones requeridas. Dada la magnitud del aparato, que haría fatigoso su trabajo, el motorcito eléctrico facilita grandemente esta operación. Su árbol A mueve, por medio de dos tornillos sin fin B y C, dos ruedas E y D respectivamente. La primera hace girar, con el eje F sostenido por G, a la cuchilla H; la segunda, mayor y por consiguiente más lenta, mediante el sistema oscilatorio I análogo al de los tipos Minot y Costa-Roure, mueve el bloque T en que van el portaobjetos O y el mecanismo oscilatorio milimétrico.

Este no es sino la rueda M, movida y regulada como en el modelo pequeño, que eleva el bloque O. Como los cortes no necesitan una finura grande, el avance puede hacerse por intervalos mayores de una micra. El conjunto T des-

Fig. 18



liza con toda seguridad por los largueros inferiores LL, en los que se halla el regulador del avance micrométrico y el árbol del motor, y los superiores NN por los que desliza una placa con el portaobjetos O que impide caer el líquido colocado en el depósito PQ para verificar los cortes bajo él cuando sea preciso.

No se suele requerir orientación en estos casos, pero puede substituirse la platina O por una pinza, que puede ser la del modelo pequeño, aunque simplificada y aumen-

tada. Puede convenir también aumentar o disminuir la velocidad relativa de la cuchilla o del portaobjetos y aun parar uno de ellos siguiendo el otro en marcha. Para este fin, junto a los tornillos B y C, en el mismo árbol del

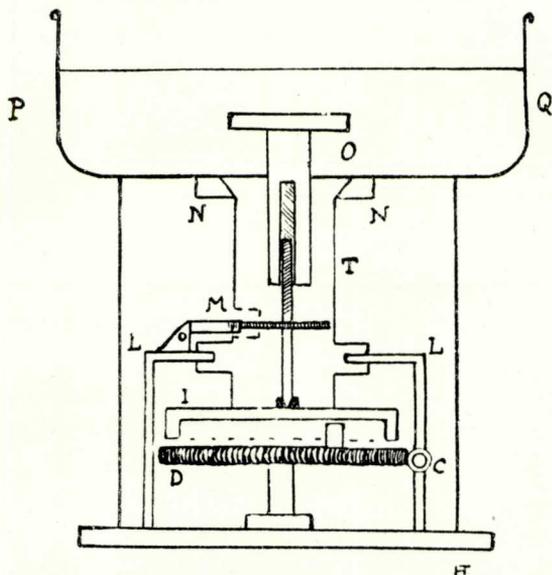


Fig. 19

motor, pueden existir otros de paso de rosca menor, que impriman un giro más lento y, mediante una palanca, puedan, independientemente los de cada sistema, substituirse uno por otro, o separar ambos de la rueda a lo largo del árbol AA.

Es fácil aplicar el plano de orientación a este modelo.

La velocidad de la cuchilla se sujetará como en el anterior a un límite adecuado, disminuyendo en caso preciso el rendimiento. Debajo de la cuchilla y alrededor del filo, será útil disponer un tabique que impida a los cortes ser deshechos, si flotan en el líquido.

El manejo se hará sentado el operador junto al aparato, con un reostato para las velocidades.