

ODONTOIATRIA

Revista Ibero-Americana de Medicina de la Boca

VOL. XIX

NUM. 217 (1)

1965

TROQUELES DE YESOS (Preparación y propiedades)

Por el Dr. MARIO F. CALVO

Buenos Aires

En el presente trabajo nos ocuparemos de los troqueles elaborados en yesos, utilizados en la obtención de incrustaciones (metálicas o de porcelana) por el método indirecto. Si bien estos troqueles no son los más perfectos, son uno de los más utilizados y, en consecuencia, daremos a conocer sus vir-

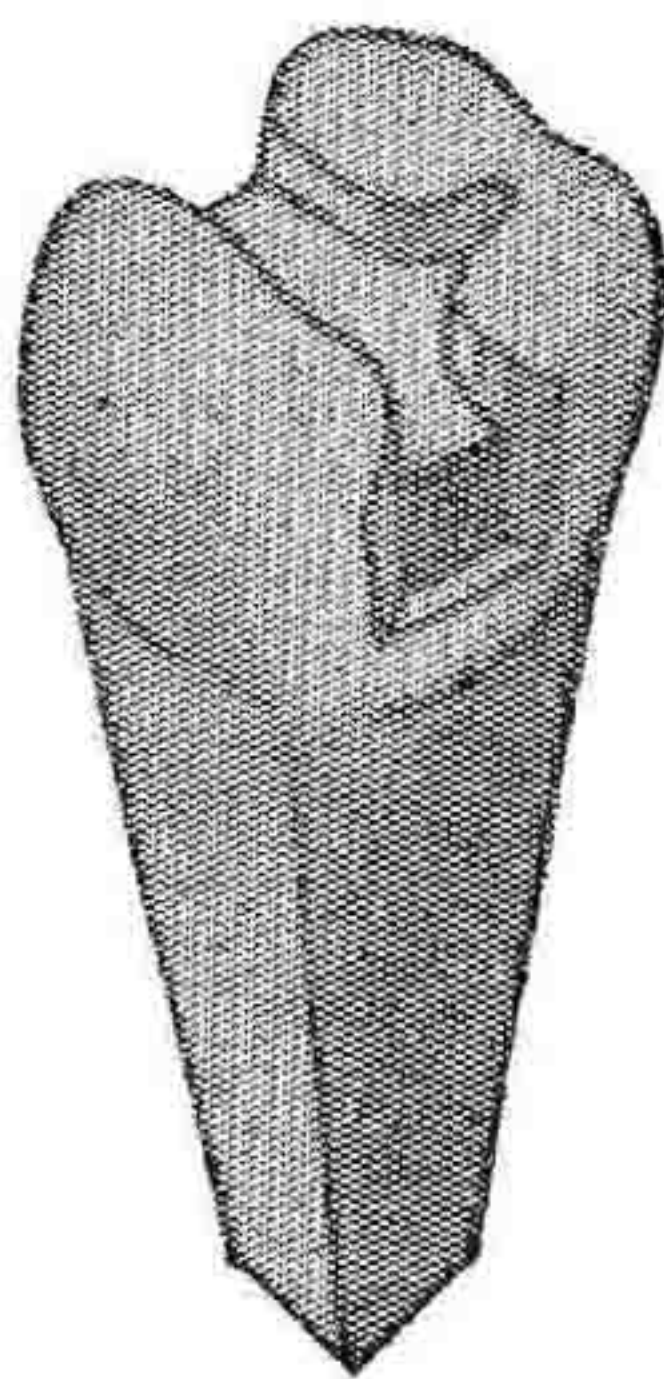


FIG. 1.—Troquel de una cavidad en molar para incrustación. Método indirecto

tudes y sus defectos, así como una técnica de preparación, utilizada por numerosos autores y por nosotros, que creemos la más adecuada, para la obtención de troqueles de yesos lo más perfectos posible.

Antes de pasar a ocuparnos de dicha técnica y de las propiedades de estos modelos de yeso, describiremos en forma sucinta las propiedades de los yesos y la influencia que tienen éstas sobre las propiedades de los troqueles.

ORIGEN DEL YESO

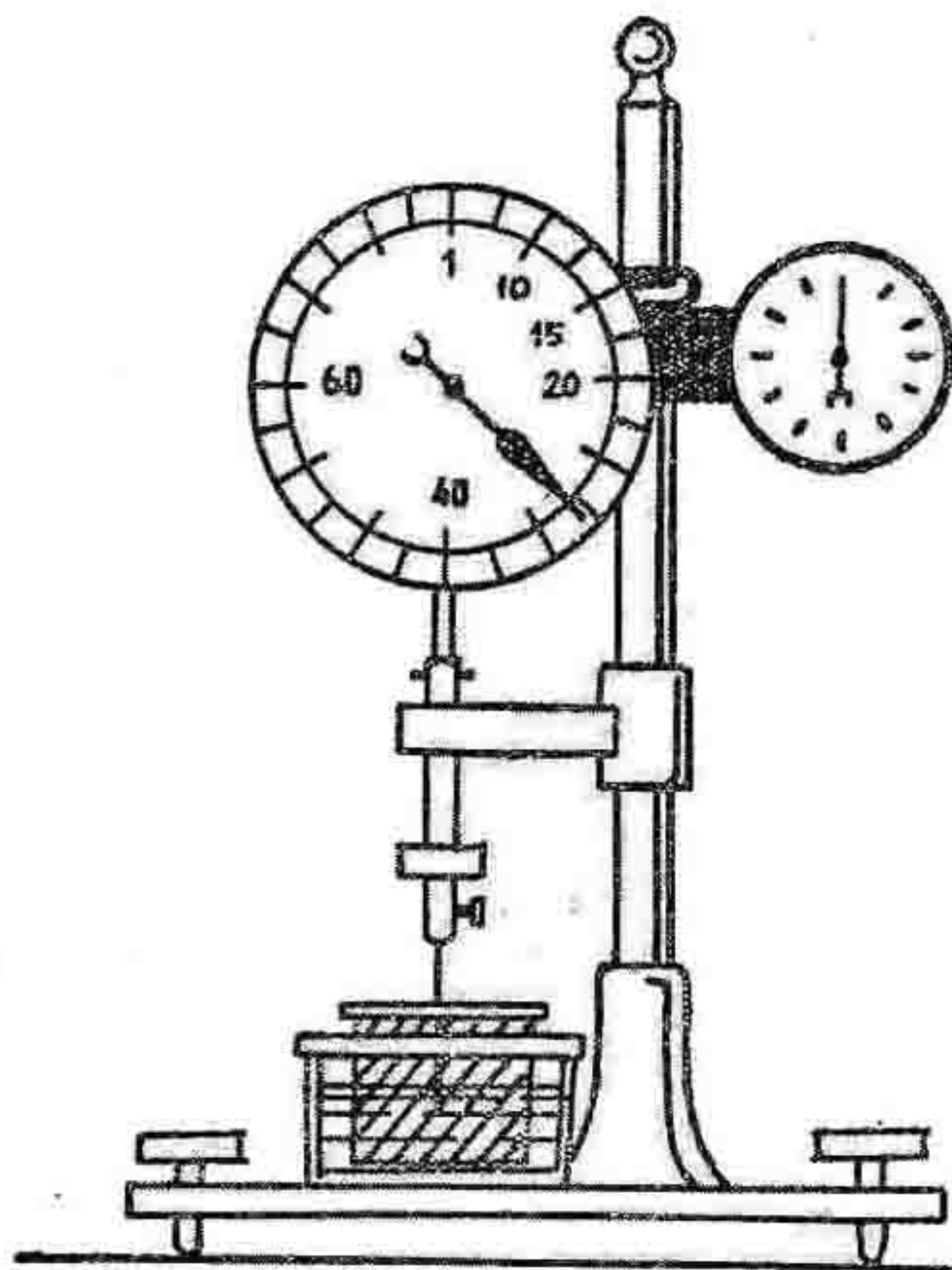
Según Skinner, E. (1), "el yeso empleado en el uso dental, es el resultado de la calcinación del gipso". Para Saizar, P. (2), "el gipso es un sulfato de calcio dihidratado, es decir, constituido por una molécula de sulfato de calcio y dos moléculas de agua". "Si se somete el gipso a una calcinación moderada, pierde tres cuartas partes del agua de cristalización y da origen al yeso de impresiones y paris". "Si por calcinación se elimina la media molécula restante de yeso, se origina un sulfato de calcio anhidro, conocido bajo el nombre de anhidrita, de una resistencia mucho mayor que el anterior y que sirve de base a los distintos tipos de yesos piedra".

FRAGUADO DE LOS YESOS

Al agregar el polvo al agua, aquél se disuelve en ésta y origina una solución saturada de semihidrato, pero al mismo tiempo el semihidrato disuelto en el agua se combina con ésta y origina un hidrato doble.

Ahora bien, el hidrato doble tiene una menor solubilidad

FIG. 2. — Penetrómetro de Daw para estudiar el proceso de fraguado de la escayola



en agua que el semihidrato y, en consecuencia, la solución saturada de semihidrato se transforma en una solución sobresaturada de hidrato doble. Como resultado de esta sobresaturación el hidrato doble precipita en forma de cristales y comienza el fraguado. Este proceso continúa hasta la desaparición de todo el semihidrato. La consistencia del yeso es determinada por el entrecruzamiento de los cristales a medida que van precipitando.

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL TIEMPO DE FRAGUADO

La velocidad de fraguado de los yesos dentales sufre la influencia de una serie de factores que enumeraremos a continuación:

a) *Tamaño de las partículas*: Cuanto más pequeñas sean las partículas, más rápido será el fraguado y, por el contrario, cuanto más grandes, más lento será el mismo. Esto se explica porque cuando los gránulos son pequeños, la superficie de contacto con el agua es mayor y, en consecuencia, las reacciones se producen más rápido. Cuando las partículas aumentan de tamaño se da el fenómeno contrario.

b) *Velocidad de espatulado*: El fraguado de los yesos se ve acelerado por un aumento en la velocidad de espatulado y viceversa. Según Rice, W. (3), "el espatulado mecánico acelera el fraguado".

c) *Relación agua/yeso*: El aumento de la proporción de agua al realizar la mezcla retarda la velocidad de fraguado, debido a que la cantidad de centros de cristalización es menor por cada unidad.

d) *Temperatura*: Un aumento de la temperatura actúa favoreciendo una aceleración en el tiempo de fraguado del yeso y viceversa.

e) *Modificadores*: Mediante el agregado de ciertas sustancias llamadas modificadores, podemos hacer variar la velocidad de fraguado, ya sea acelerándola o bien retardándola, de acuerdo con nuestras necesidades.

Wilde (4) menciona los siguientes agentes retardadores:

orgánicos	cola, gelatina, sangre desecada
inorgánicos	bórax al 3 ó 4 por 100

Entre los agentes aceleradores encontramos los siguientes: sulfato de potasio, cloruro de sodio, el calor, carbonato de potasio, alumbre, ácido silícico, etc. Se cree que estos elementos aceleran el fraguado por acción catalítica.

TABLA I

Aceleradores	Solución	Tiempo	Dilatación
Sulfato potásico	4 %	12'	0,05 %
Cloruro cálcico	3 %	27'	0,01 %
íd. sódico... ..	2,5 %	9'	0,15 %
Alumbre y borato sódico ...	3 %	12'	0,15 %
Sulfato sódico	6 %	4'	0,35 %

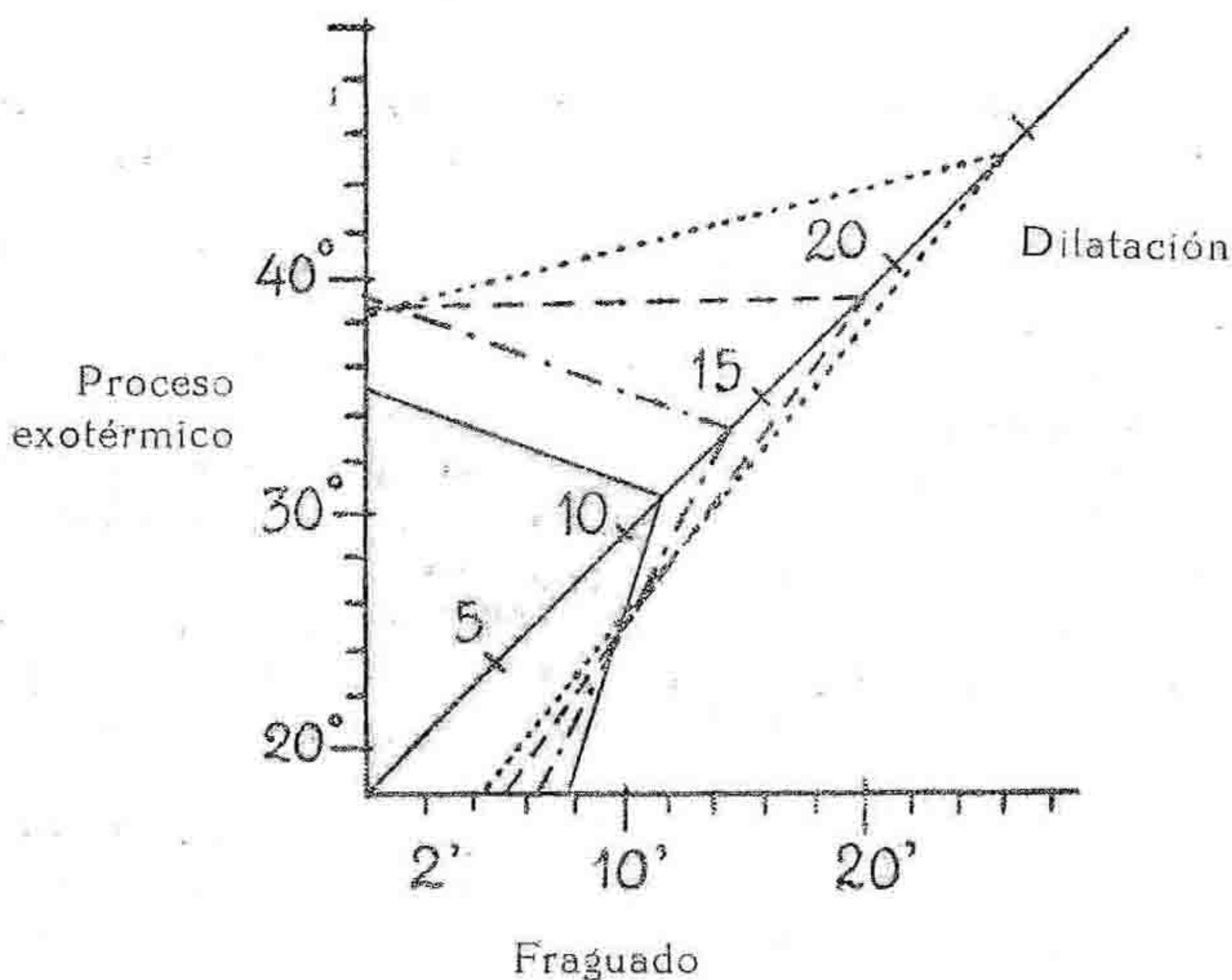


FIG. 3.—Influencia de la forma de batir sobre el fraguado y la dilatación (Türkheim)

15"	de batido lento	—————
15"	» » rápido	- - - - -
2'	» » rápido	
2'	» » lento	- - - - -

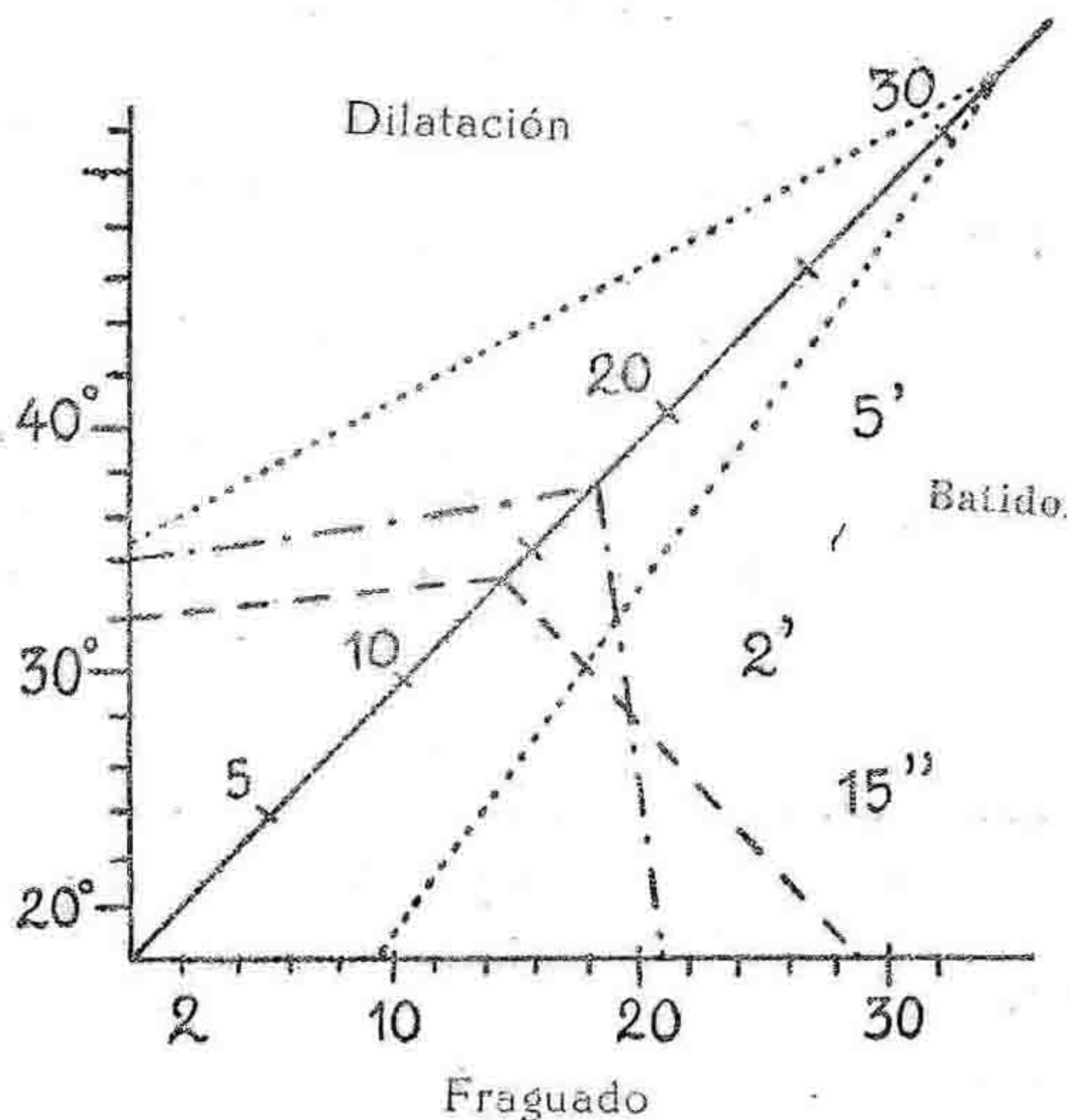


FIG. 4.—Influencia del tiempo del batido sobre el fraguado y la dilatación (Türkheim)

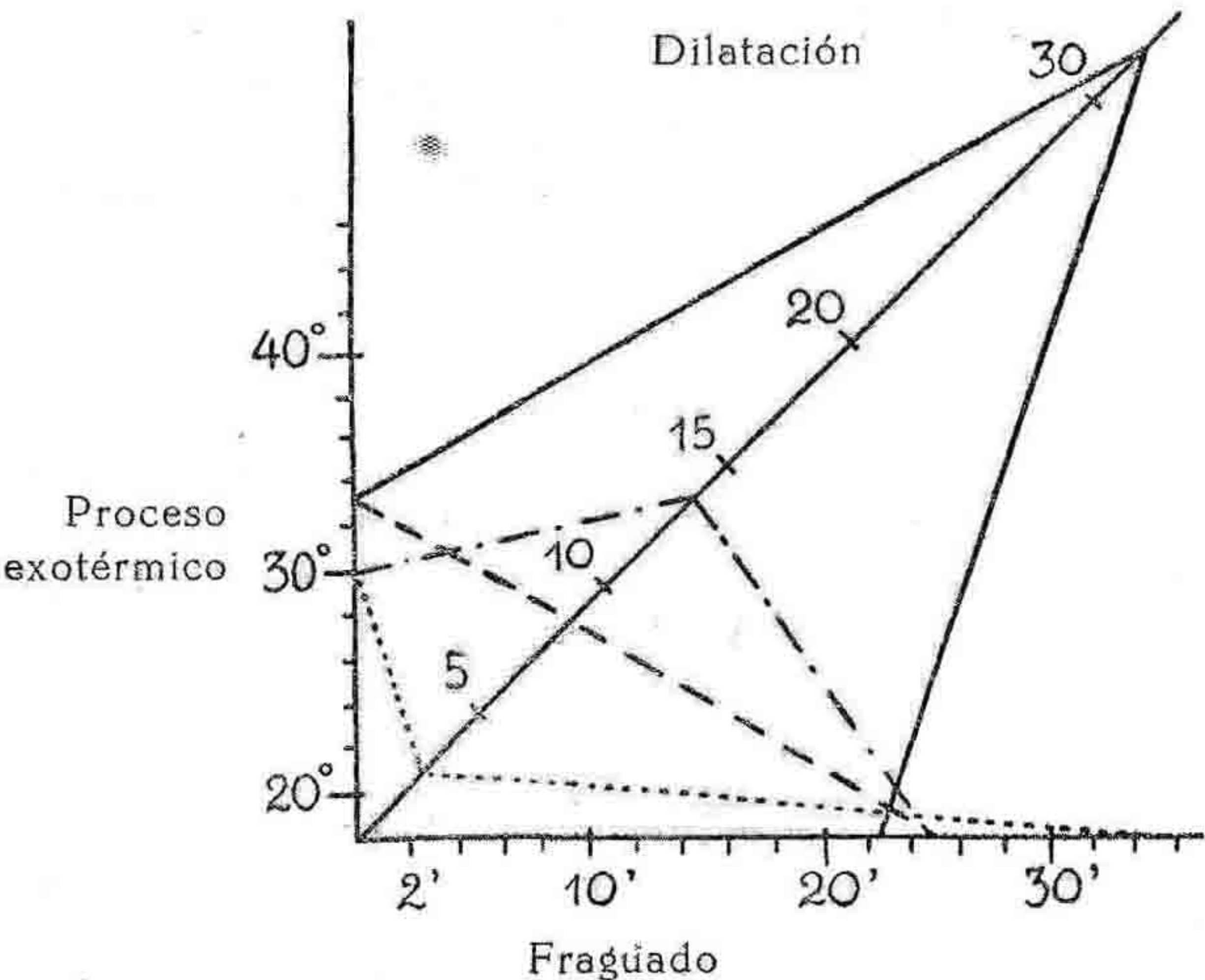


FIG. 5.—Influencia de la cantidad de agua en la mezcla de yeso, sobre el fraguado y la dilatación (Türkheim). Proporciones de escayola y agua:

- a) 1 : 1
- b) 1 : 0,75 ————
- c) 1 : 0,66 —.—.—.—
- d) 1 : 0,50 —————

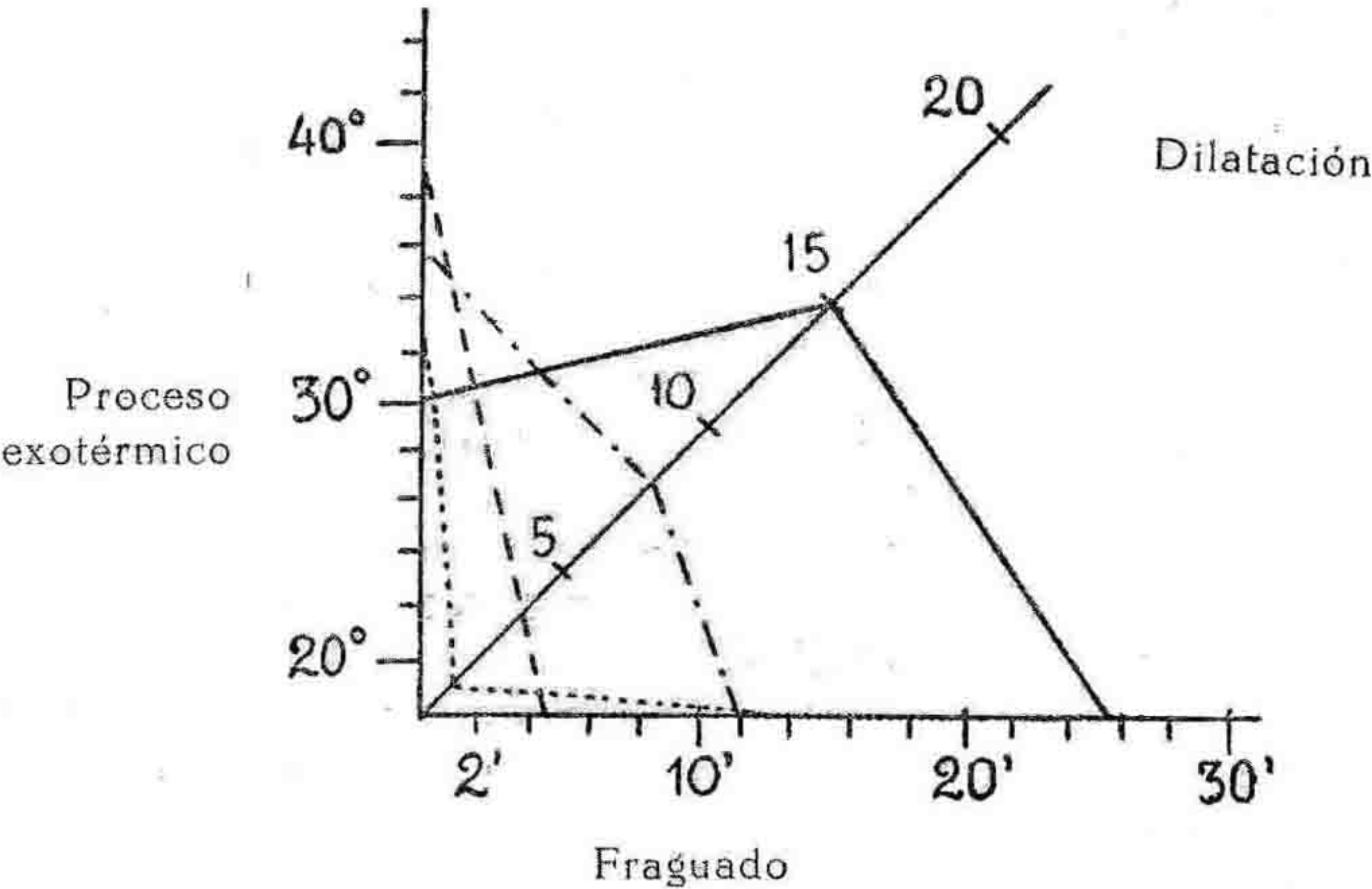


FIG. 6.—Influencia de los catalizadores positivos sobre el fraguado y la dilatación (Türkheim)

- a) muestra s'n acelerador —————
- b) alumbre al 3 % —.—.—.—
- c) sulfato sódico al 6 % ————
- d) sulfato potásico al 4 %

Experiencias realizadas por Fiorini, J. M. (5) "determinan que gran parte de los yesos para uso dental, que se expenden en los depósitos, llevan, agregado a su fórmula, sustancias modificadoras de la velocidad de fraguado, así como también anti-expansivas".

EXPANSION DE LOS YESOS

La expansión que experimentan los yesos está en relación directa con las proporciones agua/yeso, tipo de espatulado, velocidad de espatulado, tipo de yeso empleado. Cuanto más espesa sea una mezcla, mayor es la expansión. Un espatulado prolongado aumenta la expansión.

RESISTENCIA

Según Skinner (1), "la resistencia de los productos del gipso se expresa generalmente como la resistencia que estos productos ofrecen a la compresión".

De los factores que citaremos a continuación depende principalmente la resistencia de los yesos:

a) Las mezclas más espesas son las que dan una mayor resistencia.

b) Un correcto espatulado, ya sea mecánico o manual, favorece también el aumento de la resistencia.

c) De la calidad de yeso usado, porque generalmente los productos que adquirimos en el comercio contienen elementos que actúan favoreciendo esta propiedad.

El yeso París no es utilizado para la elaboración de troqueles dentales, debido a su baja resistencia a la compresión, a su poca dureza total y superficial. Este tipo de yeso experimenta una gran expansión al fraguar, factor que hace que sólo se lo emplee para modelos de estudio o exposición. Finalmente diremos que los troqueles hechos en yeso París no resisten el trabajo mecánico del tallado de las ceras, sobre todo cuando hay que repetirlas.

Por todo lo expuesto precedentemente, llegamos a la conclusión de que no se debe emplear el yeso París para la elaboración de troqueles dentales.

En consecuencia, recomendamos únicamente el empleo de yesos piedra y de distintas fórmulas comerciales, que bajo distintas denominaciones encierran yesos piedra adicionados de mejoradores.

A continuación exponremos la opinión de diversos autores sobre el empleo de yeso piedra para la elaboración de troqueles:

Para Tylman, S. D. (6), "el modelo de piedra se hace cuando el tiempo no permite la construcción de uno de amalgama o de cobre".

Por su parte, Méndez Rivas, J. (7), afirma que “el vaciado de las impresiones tomadas, en yeso piedra, para la construcción de incrustaciones de oro y porcelana, no tiene más ventajas que su economía, pero que no es lo suficientemente resistente como para permitir trabajar una o dos ceras sin que peligre el troquel”.

En cambio, Hines, R. (8), dice “que en su opinión cuando los troqueles de yeso piedra están correctamente hechos, son más prácticos y se requiere menos tiempo para hacerlos y se pueden emplear inmediatamente después que endurezcan, por lo general quince minutos”.

TABLA II

Fórmula de la piedra artificial

	Mathis	Simms
Escayola	45,4	56
Cemento “portland”	45,4	18
Arena	9,2	9
Raíz de altea	—	17

Skinner (1) afirma “que los yesos piedra dentales están constituidos por semihidrato alfa. La cantidad de elementos modificadores que se agregan a éste oscilan alrededor del 3 por ciento. Estos agentes modificadores tienen por objeto regular la expansión de fraguado, regular la velocidad del mismo y favorecer el aumento de su resistencia”.

“La dureza superficial del yeso disminuye en un 60 por 100 si se pinta con el separador de alginato y en un 15 por 100 si se moja con el monómero del acrílico. La cera líquida, la vaselina y el aceite de parafina no modifican la dureza del yeso, según experiencias realizadas por Dreyer Jorgensen, K.” (9).

INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DE LOS TROQUELES DE YESO

Describiremos a continuación las ventajas y desventajas de los troqueles de yeso piedra y yesos piedra especiales, dejando constancia que si bien desde nuestro punto de vista no constituyen el ideal (10, 11), su gran empleo actual nos mueve a describirlos para que aquel que los utilice lo haga en la forma más racional posible. Nuestras conclusiones están basadas en la opinión de autores consagrados, así como en nuestra propia experiencia, realizada en la Cátedra de Operatoria Dental, segundo curso de la Facultad de Odontología de Bs. As., los años 58, 59 y 60, cuando era su profesor titular el doctor Gabino F. García.

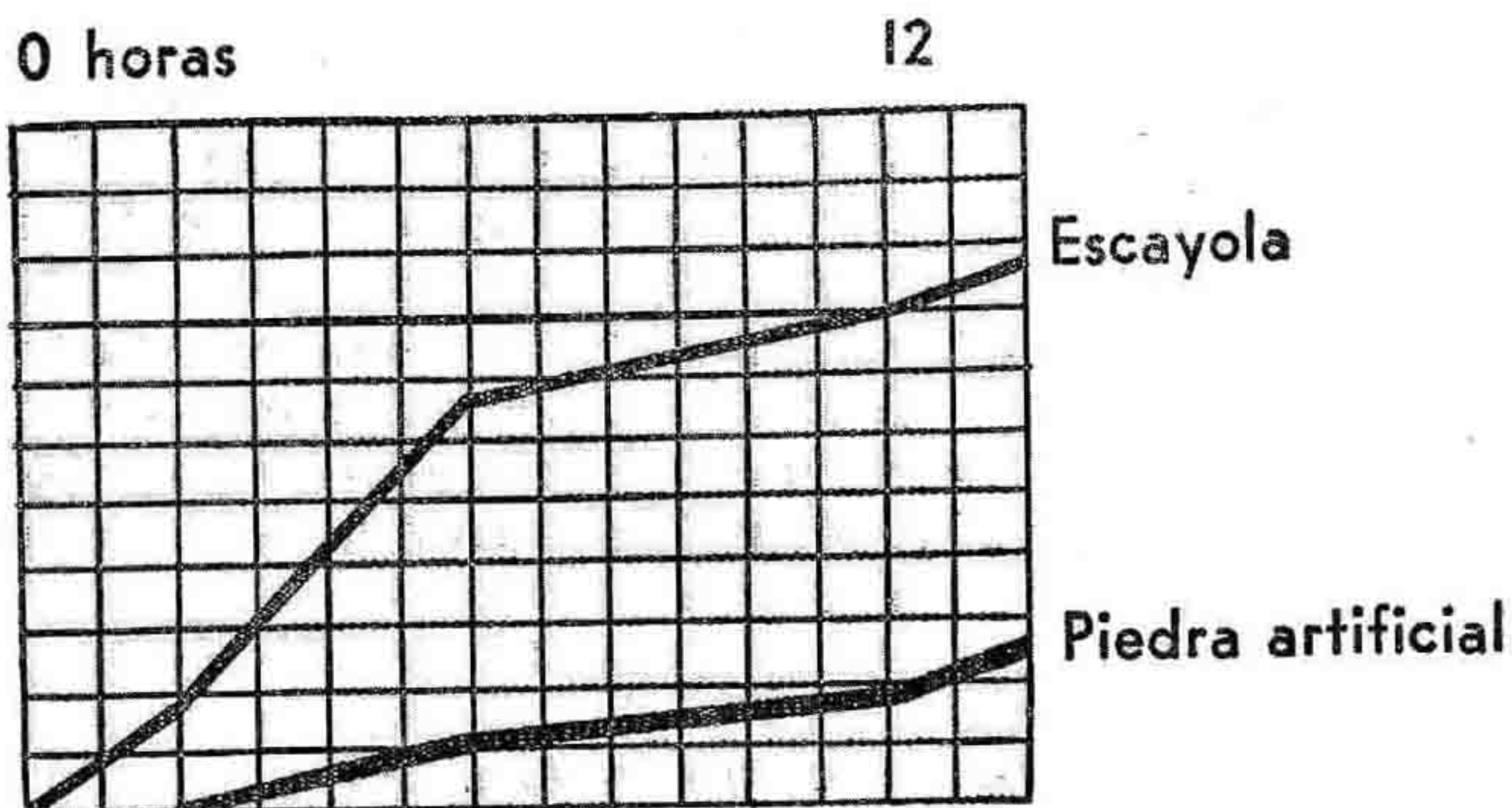


FIG. 7.—Diferencia de la dilatación que se presenta en la piedra artificial y en la escayola

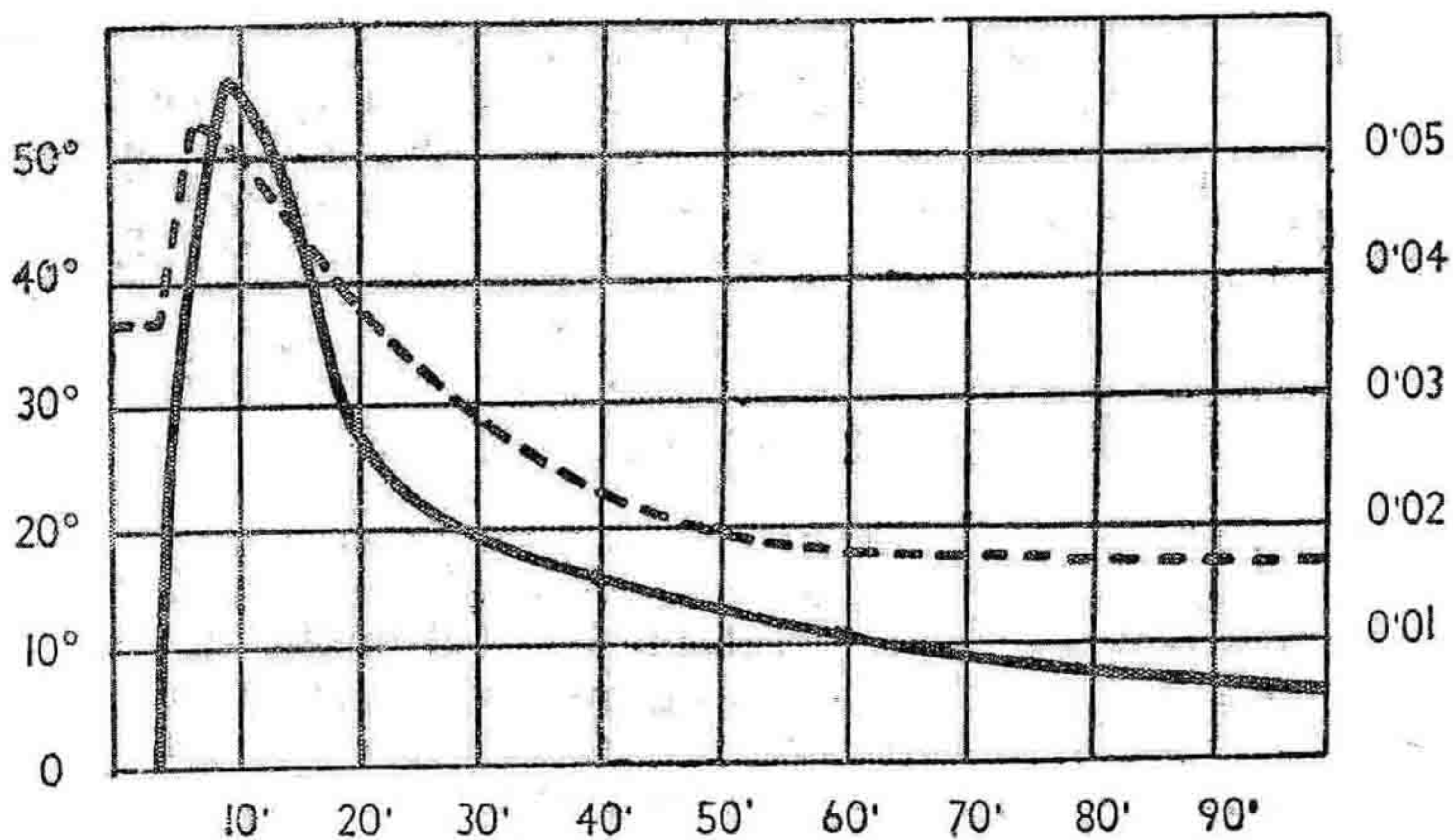


FIG. 8.—La línea continua marca el proceso de dilatación de la escayola; la discontinua, el proceso exotérmico. Por la primera deducimos que pasada la primera media hora es llegado el montaje de una impronta de escayola fracturada

INDICACIONES

- 1.^a Es el más económico de los troqueles dentales; de ahí su gran utilización en obras sociales y mutuales en nuestro país.
- 2.^a Es un troquel de obtención muy rápida, lo que permite tallar una cera y realizar su prueba mediante una ligera demora del paciente. Los troqueles galvanoplásticos y los de amalgama requieren de ocho a doce horas para su terminación.
- 3.^a Cuando se haya tomado la impresión de la cavidad en cera u otro material de poca consistencia que no permita la realización de condensación, como lo requieren los de amalgamas.
- 4.^a Técnica rápida, simple y precisa, que roba muy poco tiempo al profesional.
- 5.^a Carece de conductibilidad térmica y, en consecuencia, no origina tensiones adicionales al enfriarse la cera, como ocurre con los troqueles metálicos.
- 6.^a Gran fidelidad en la reproducción de la preparación.

CONTRAINDICACIONES

- 1.^a Falta de resistencia marginal. Los bordes de la cavidad se desgranán con facilidad por el manipuleo, sobre todo cuando hay que repetir las ceras.
- 2.^a Carece de dureza superficial y, por lo tanto, sufre rayaduras y marcas producidas por los instrumentos empleados para tallar la incrustación.
- 3.^a Presenta poca resistencia a la compresión, pudiéndose romper por acción de determinadas presiones.
- 4.^a No permite el estampado de matrices de oro y platino para efectuar la cocción de la porcelana.
- 5.^a Por ausencia de materiales refractarios en su composición, no pueden ser incluidos para realizar el colado directo sobre ellos.
- 6.^a Sus variaciones dimensionales.
- 7.^a Se modifica cuando se realizan manipuleos excesivos.
- 8.^a No permite la terminación de la incrustación sobre él.

En el comercio se encuentran otros productos para la venta, cuyos componentes fundamentales son los yesos piedra, que además de mejorar todas las propiedades favorables de éstos, neutralizan en gran parte sus desventajas.

TECNICA DE PREPARACION

Para la preparación de los troqueles de yeso piedra procederemos de la siguiente manera:

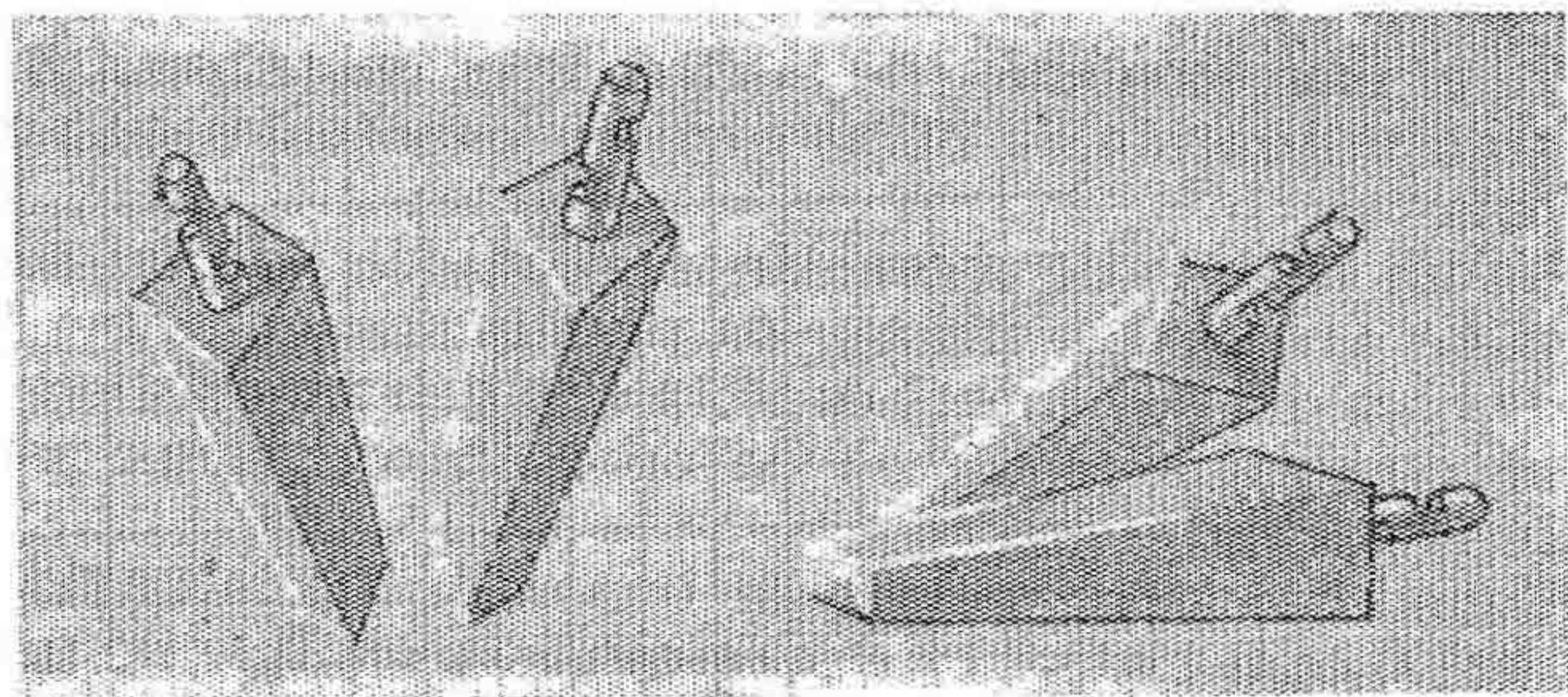


FIG. 9.—Pies o bases de Sáenz de Pipaón (1942) dispuestos para ser adicionados a los vaciados en la formación de troques

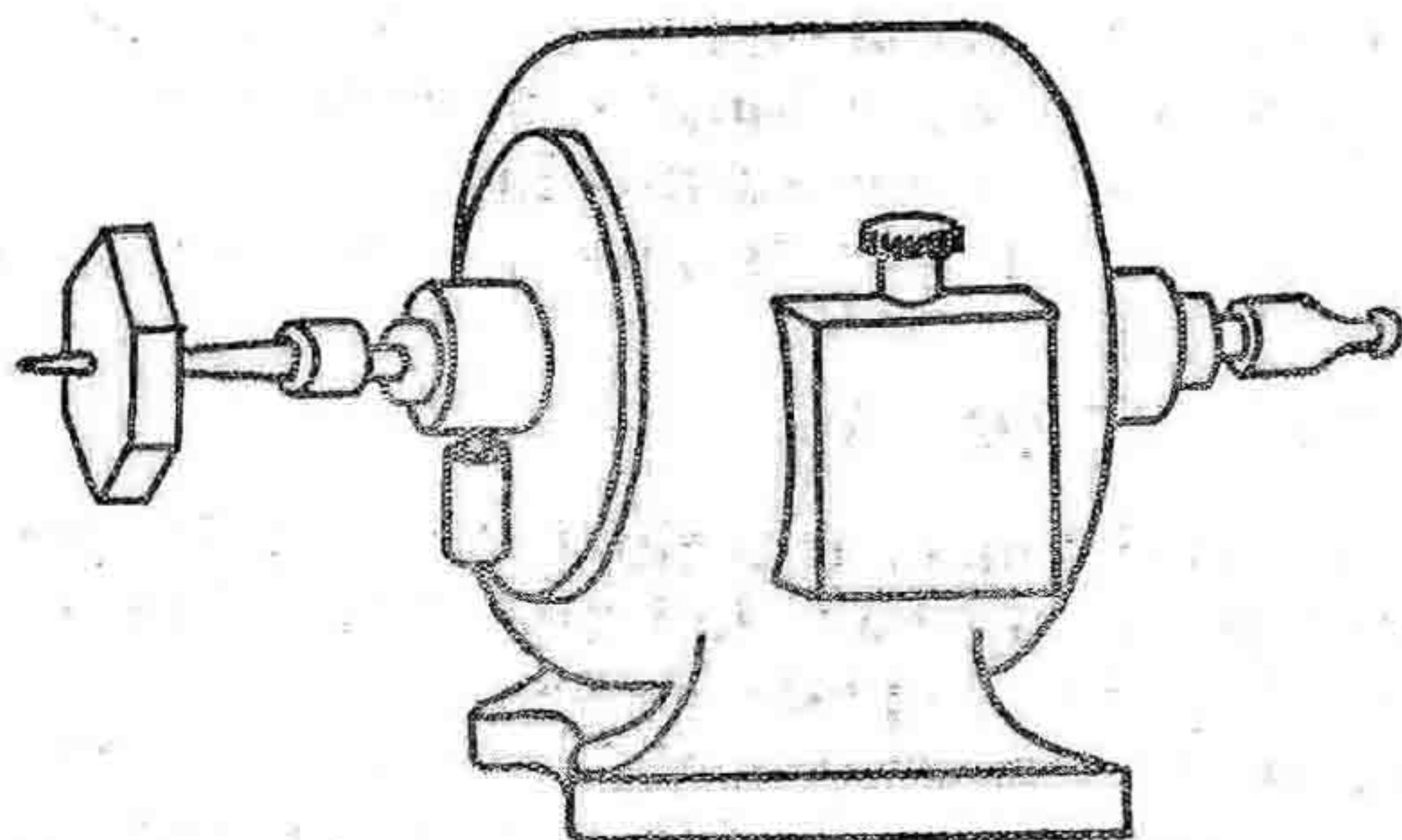


FIG. 10.—Colocación en el torno del laboratorio de un fieltro poligonal para el vaciado por vibración de la escayola y la piedra artificial

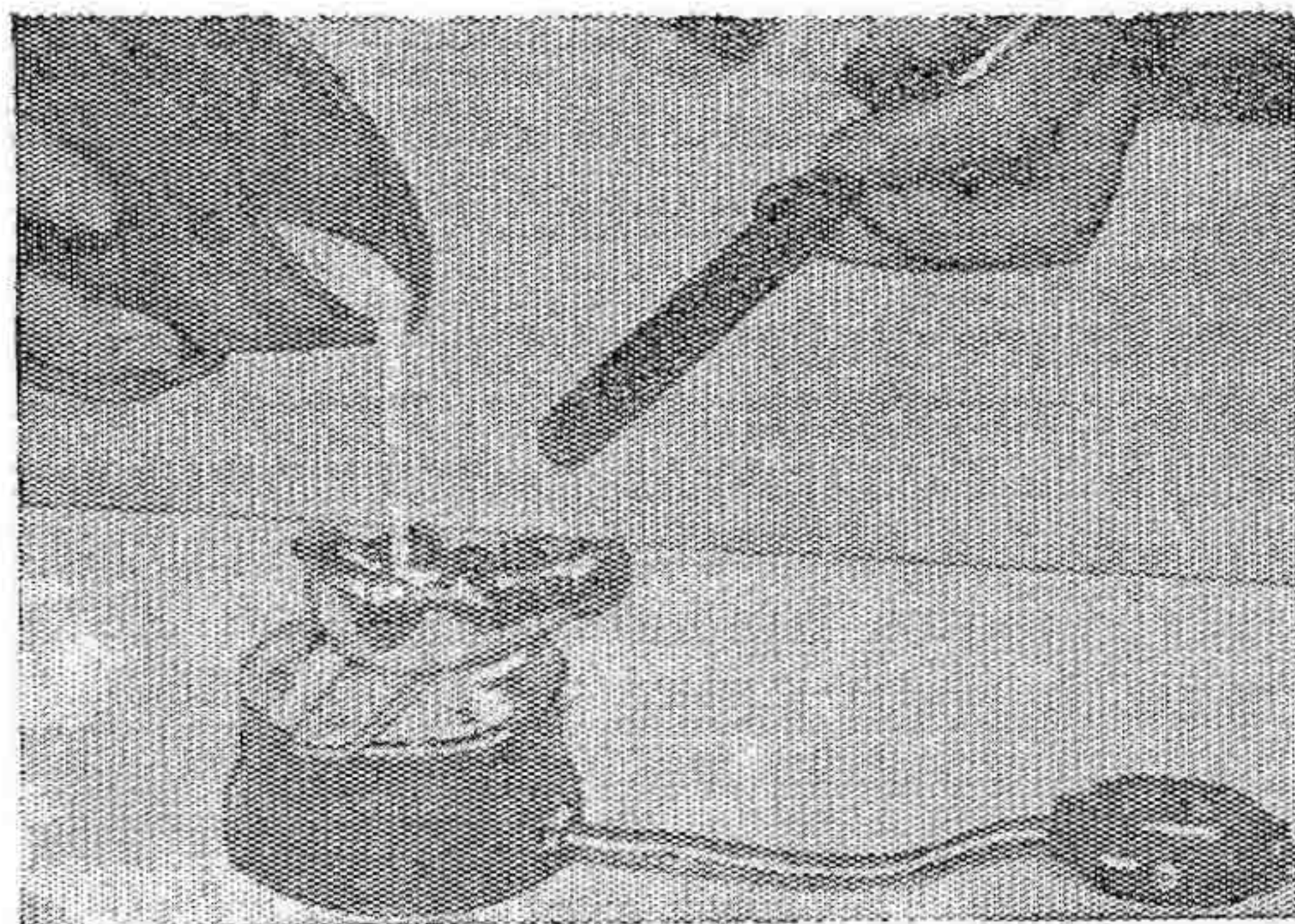


FIG. 11.—Vaciamiento de la impronta con el vibrador electromagnético

- 1.º Con el auxilio de una lámina de cera, cartulina o metal, de una altura adecuada, encajonamos la impresión. Este encajonado tiene por objeto dar una base al troquel para confeccionarse un muñón radicular que permita su manipulación y ubicación en el modelo de la arcada.
- 2.º Se humedece la impresión y se prepara el yeso dándole consistencia de masilla, procediéndose a continuación a verterlo en pequeñas porciones en el interior de la impresión. Mientras se vierte el yeso, la impresión debe vibrarse por medios manuales o mecánicos.
- 3.º Cuando el yeso comience a fraguar, invertiremos la impresión para que el posible exceso de agua vaya a la porción radicular del troquel y la porción útil adquiera mayor resistencia.
- 4.º A los treinta minutos, ya fraguado el yeso piedra, se elimina el encajonado y el aro con el material de impresión.
- 5.º Una vez libre el troquel, procedemos a la conformación de la porción radicular del mismo, haciéndola expulsiva y dotándola de una muesca de orientación.

Piedras-cementos especiales difieren en la preparación en que en lugar de batirse en la taza de goma, se preparan sobre un vidrio para cementos.

BIBLIOGRAFIA

1. Skinner, Eugene: "La ciencia de los materiales dentales", página 28, 1957.
2. Saizar, Pedro: "Prótesis a placa", pág. 52, 1953.
3. Rice, Williams: "Calcium Products in dentistry". *J.A.D.A.* Volumen XVIII, pág. 916, 1931.
4. Wilde, Roberto: "Metalurgia, mecánica, física y químicas aplicadas a la odontología", pág. 335, 1952.
5. Fiorini, José M.^a: "Sobre las propiedades de los diversos yesos empleados en prótesis dental". *Rev. Odont.* Vol. XXIII, pág. 73, 1935.
6. Tylman, Stanley: "Prótesis de coronas y puentes", pág. 473, 1949.
7. Méndez Rivas, José: "Sistema mixto para la toma de impresiones para incrustaciones de oro y porcelana cocida". *Rev. Odontológica*. Vol. XXI, pág. 12, 1933.
8. Hines, Robert: "Modelos de piedra, para colados indirectos". *Rev. Oral Hygiene*, pág. 31, diciembre 1936.
9. Dreyer Jorgensen, K.: "Investigaciones sobre la dureza y la compresibilidad del yeso para modelos". *Acta Odontológica Scandinavica*, 12, 1 y 23, octubre 1954. Resumen aparecido *Rev. Odontológica*. Vol. 43, pág. 272.
10. Calvo, Mario F.: "Troqueles galvanoplásticos". *Rev. "El Cooperador Dental"*, noviembre-diciembre 1963 y enero-febrero 1964, números 181, 182, vol. XXXI, pág. 144.
11. Calvo, Mario F.: "Troqueles galvanoplásticos de cobre, su técnica". *Rev. Odontoiatría*, 214, vol. XVII, 1964.

"LA REGULACION DE LA NATALIDAD"

En el Colegio Oficial de Médicos ha tenido lugar una conferencia sobre el tema "La regulación de la natalidad", a cargo del reverendo P. Arza, S. J., profesor de la Universidad de Deusto de Derecho Canónico y Moral Profesional.

Si bien se ha considerado que el fin primordial del matrimonio —dice— era la procreación, y el fin secundario el remedio a la concupiscencia, existen hoy moralistas que opinan acerca de la imposibilidad de desglosar esa subordinación.

Es conveniente hablar de regulación de la natalidad y no de control, ya que los cristianos no están sometidos a un instinto ciego que hay que controlar, sino más bien deben hacer un previo examen prudente de la conciencia para, de acuerdo con unas circunstancias proporcionadas, ir en vías de una regulación.

El P. Arza no plantea el problema moral en cuanto al número de hijos, sino al método empleado para no tenerlos. Juzga que hay dos clases de métodos: Primero, permitidos por la moral (abstención total o periódica, y a veces el empleo de los progestágenos); segundo, no permitidos por la moral (todos los demás).

Se centra posteriormente en el problema moral que pueden plantear los progestágenos: es un anticonceptivo?, ¿es un esterilizante?, ¿es lícito interrumpir la ovulación? Los moralistas están intentando revisar conceptos tales como el de esterilización. Si una mujer, por prescripción médica y con fines terapéuticos, hace uso de un progestágeno, sufre una esterilización, pero una esterilización que podemos considerar secundaria y, como tal, permitida. Si, en cambio, el fin primordial es evitar la ovulación, y con ello la concepción, sin un fin justificado, es una esterilización directa que no debe ser admitida.

A este respecto, ciertos moralistas emplean *el principio de la totalidad*, según el cual es lícito anular un órgano o su función en beneficio del todo, siempre que haya un equilibrio entre la causa y el efecto, bien entendido que el bien del todo no sólo se refiere a la salud física del individuo, sino a la de su totalidad física, psíquica y moral. Cabe, por tanto, la esterilidad secundaria sin justificación física, ya que también la moral y el psiquismo son susceptibles de enfermar.

Puede emplearse también, y así lo hacen ciertos moralistas, el principio de *doble efecto*, siguiendo el cual nadie es responsable si, al aplicar un remedio persiguiendo un buen fin, aparece junto con éste un efecto secundariamente malo.

En cuanto al fin social de la procreación, hay moralistas que afirman que no es contrario a él el uso de progestágenos, en cuanto no la evitan, sino que de un modo secundario la difieren.

Existe una diferencia fundamental que distingue este método de regulación del empleo de anticonceptivos, y es que mientras éstos acondicionan un acto sexual viciado y aberrante, los progestágenos no vician el acto en sí.

Termina diciendo que mientras la Santa Sede no haga una definición concreta, la conducta a seguir para los católicos es: los progestágenos no son, por sí, un medio malo, siempre que el fin sea bueno y esté proporcionado con la causa, teniendo en cuenta que la causa puede ser física, psíquica y moral.

ACADEMIA NACIONAL DE ESTOMATOLOGIA DE MEJICO

La Academia Nacional fué inaugurada oficialmente por el Presidente de la República el 3 de abril de 1962. En diciembre de 1963 apareció el primer número de su revista «Estomatología».

El Director de la Comisión Editorial es el doctor Manuel Valderrama. Apartado postal número 25742, México 12 D. F.

TROQUELES Y ESTAMPADO DE MATRICES PARA INCRUSTACIONES DE PORCELANA

Por el Dr. MARIO F. CALVO
de Buenos Aires

Nos ocuparemos en el presente trabajo de los troqueles utilizados en la elaboración de incrustaciones de porcelana y de una técnica simple y eficaz para el estampado de la matriz de platino.

Los troqueles empleados para la obtención de incrustaciones de porcelana, además de las maniobras de adaptación previa de la matriz, debe soportar ulteriormente la fuerza necesaria para lograr el estampado, lo que se consigue mediante el empleo de presiones importantes.

De los distintos tipos de troqueles sólo pueden considerarse aptos, para este trabajo, los obtenidos en amalgamas y los galvanoplásticos.

Antes de pasar a ocuparnos de estos troqueles haremos unas breves consideraciones sobre las incrustaciones de porcelana.

A este excelente tipo de restauración dentaria, las incrustaciones de porcelana no se la usa en nuestro país (Argentina) con la frecuencia a que sus grandes cualidades la hacen acreedora, pero, en honor a la verdad, su falta de utilización se debe fundamentalmente a la costosa aparatología, a sus grandes exigencias técnicas y su elevado costo de laboratorio.

Aunque existen hornos de fabricación nacional, a un costo relativamente accesible, en relación con los importados, nosotros que hemos utilizado ambos tipos, creemos que los primeros deben perfeccionarse técnicamente, para lograr mayor difusión en su empleo.

Enumeraremos a continuación de una manera general sus ventajas e inconvenientes, las ventajas e inconvenientes de las incrustaciones de porcelana.

Ventajas.—Una de las propiedades fundamentales de las incrustaciones de porcelana es su capacidad estética de reproducir fielmente las estructuras dentarias, tanto en lo que se refiere a la coloración y traslucidez como a la morfología

dentaria. En efecto, es posible lograr la reproducción de los distintos tonos zonales del diente mediante los distintos matices de que vienen provistos los avios de porcelanas por cocción.

No experimentan la influencia de los líquidos ingeridos ni de la saliva; conservándose a través del tiempo como el día de su cementación.

Ofrecen gran resistencia a la acción traumatizante de los alimentos, no rayándose, desgastándose o fracturándose, cuando no se encuentra en zonas articulares.

No sufren variaciones volumétricas con el tiempo y puede contactar con la encía sin originar manifestaciones reaccionales en la misma.

Inconvenientes.—Las incrustaciones de porcelana también tienen sus desventajas, y así podemos comprobar lo difícil que es lograr una perfecta adaptación a la cavidad, su fragilidad ante el esfuerzo masticatorio y su técnica de laboratorio costosa y delicada.

En general, la mayoría de los autores recomiendan las incrustaciones de porcelana en los siguientes casos:

1.º En carie sgingivales, es decir en cavidades de la primera clase de la clasificación de Le Gro. Su inalterabilidad a la acción de los flúidos bucales, sus propiedades estéticas y cosméticas y su buena tolerancia por los tejidos gingivales la constituyen en la obturación de elección en estos casos.

2.º En todo diente donde el factor estético sea el fundamental y su empleo no comprometa la integridad de la restauración.

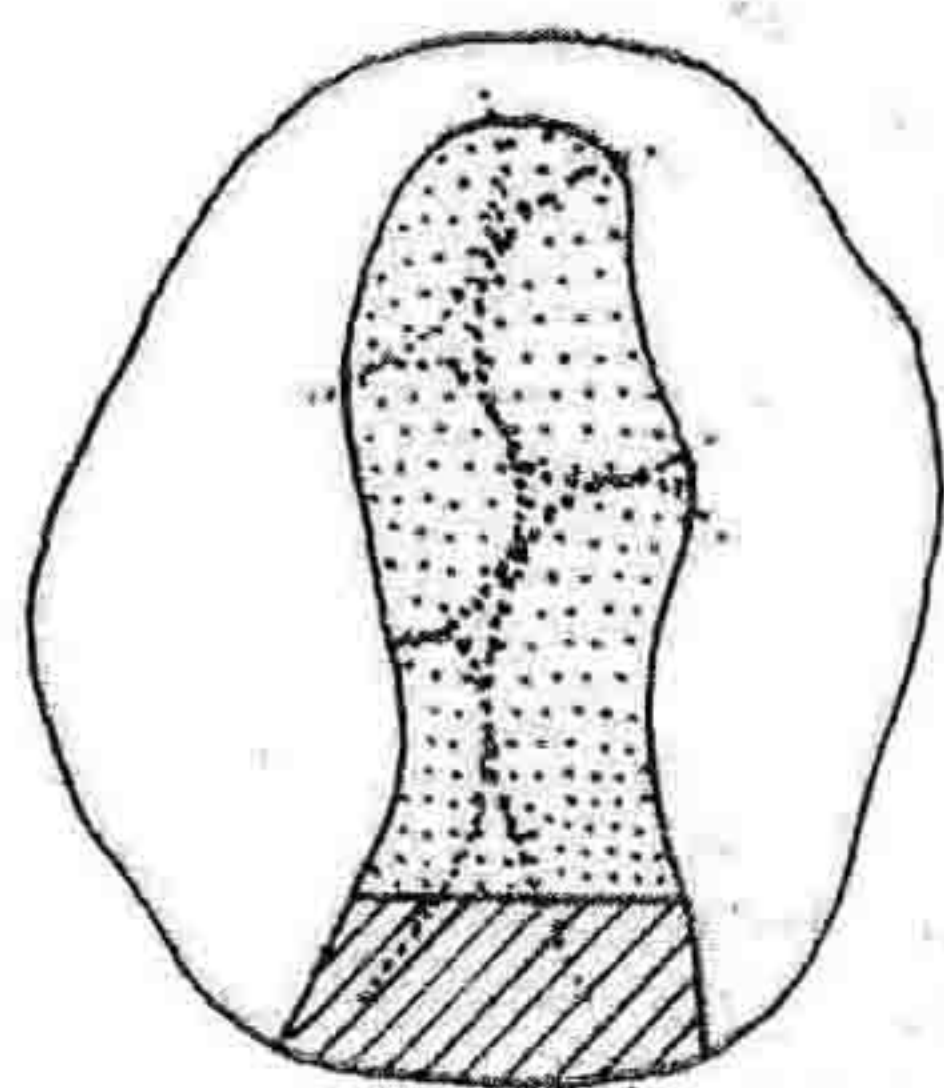
3.º En las incrustaciones combinadas (metal-porcelana), especialmente en las reconstrucciones de ángulos en dientes anteriores.

CARACTERISTICAS FUNDAMENTALES DE LAS CAVIDADES PARA INCRUSTACIONES DE PORCELANA

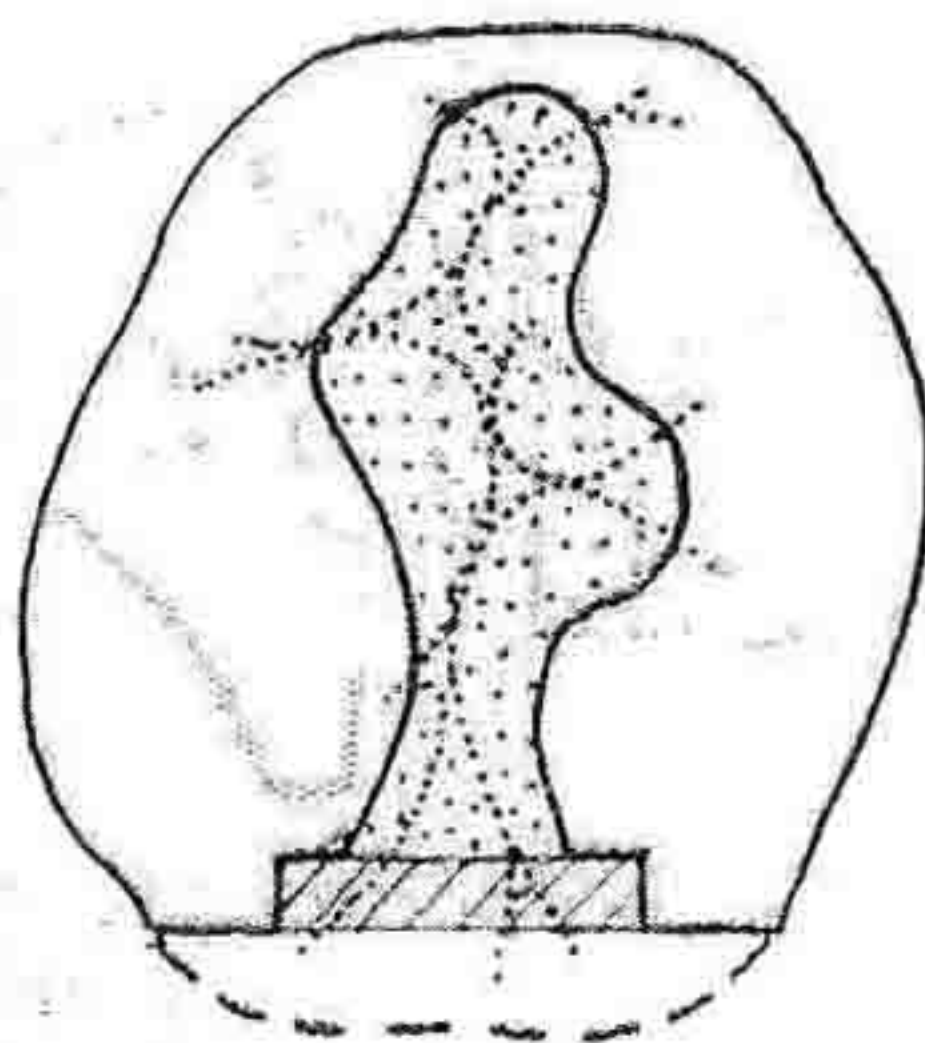
Según Schug-Kösters (1), "las cavidades para este tipo de material deben ser profundas y en las cavidades compuestas (fig. 1) la unión de las cajas proximal y oclusal (cola de milano), deben ser más gruesas que en las restauraciones metálicas". "Al tallarse este tipo de cavidades deben evitarse las partes finas y las sinuosidades deben ser grandes y redondeadas, no debiendo llevar bisel" (fig. 2).

En general, este tipo de cavidades deben tener paredes y pisos planos, siendo los ángulos diferenciados, pero no excesivamente escuadrados.

La exactitud, la minuciosidad y la máxima dedicación en la labor operatoria deben guiar al profesional, para lograr un perfecto tallado de las cavidades para incrustaciones de porcelana.



A



B

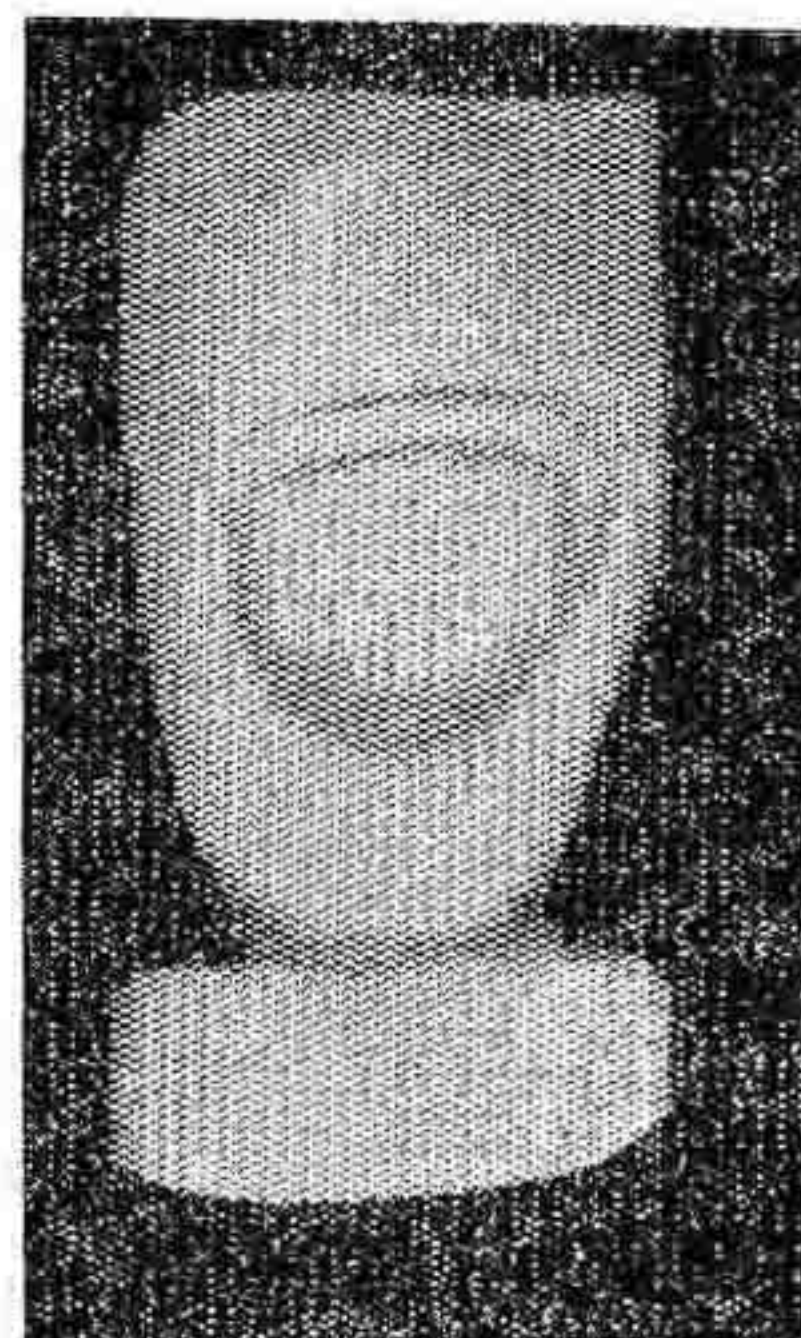


Fig. 1. A, cavidad para incrustación metálica. B, íd. íd. de porcelana (de Schug-Köters).

Fig. 2. Cavidad para incrustación de porcelana (clase 1.ª Le Gro).

Al respecto, dice Simonsen P. (2) "que para obtener un resultado satisfactorio con una incrustación de porcelana, se requiere más tiempo, trabajo y atención en la preparación de la cavidad, que los necesarios para una jacket-crown.

PREPARACION DEL TROQUEL

Sin considerar las técnicas para confeccionar los distintos tipos de cavidades, comenzaremos a describir la preparación del troquel a partir de la toma de impresión.

La toma de impresión para la preparación de incrustaciones de porcelana puede hacerse por dos métodos: el directo y en el indirecto.

Dejando de lado el método directo, por escapar a los fines de este trabajo, nos ocuparemos del indirecto, recomendando para el primero de ellos la magnífica descripción de Sáenz de Pipaón (3).

El método indirecto consiste fundamentalmente en la toma de una impresión de la cavidad preparada en una determinada pieza dentaria, y la confección posterior de un modelo, que reproduce dicha preparación, sobre el cual se trabaja, hasta lograr la restauración (Figs. 3, 4).

Para la cocción de la porcelana es necesario confeccionar una matriz de platino, lo que se consigue mediante la adaptación de la misma en el troquel y su ulterior estampado.

Los únicos troqueles que reúnen esta propiedad de resistir la presión de estampado son los de amalgamas y los electrolíticos, cuando se los termina con amalgama o metal fusible.

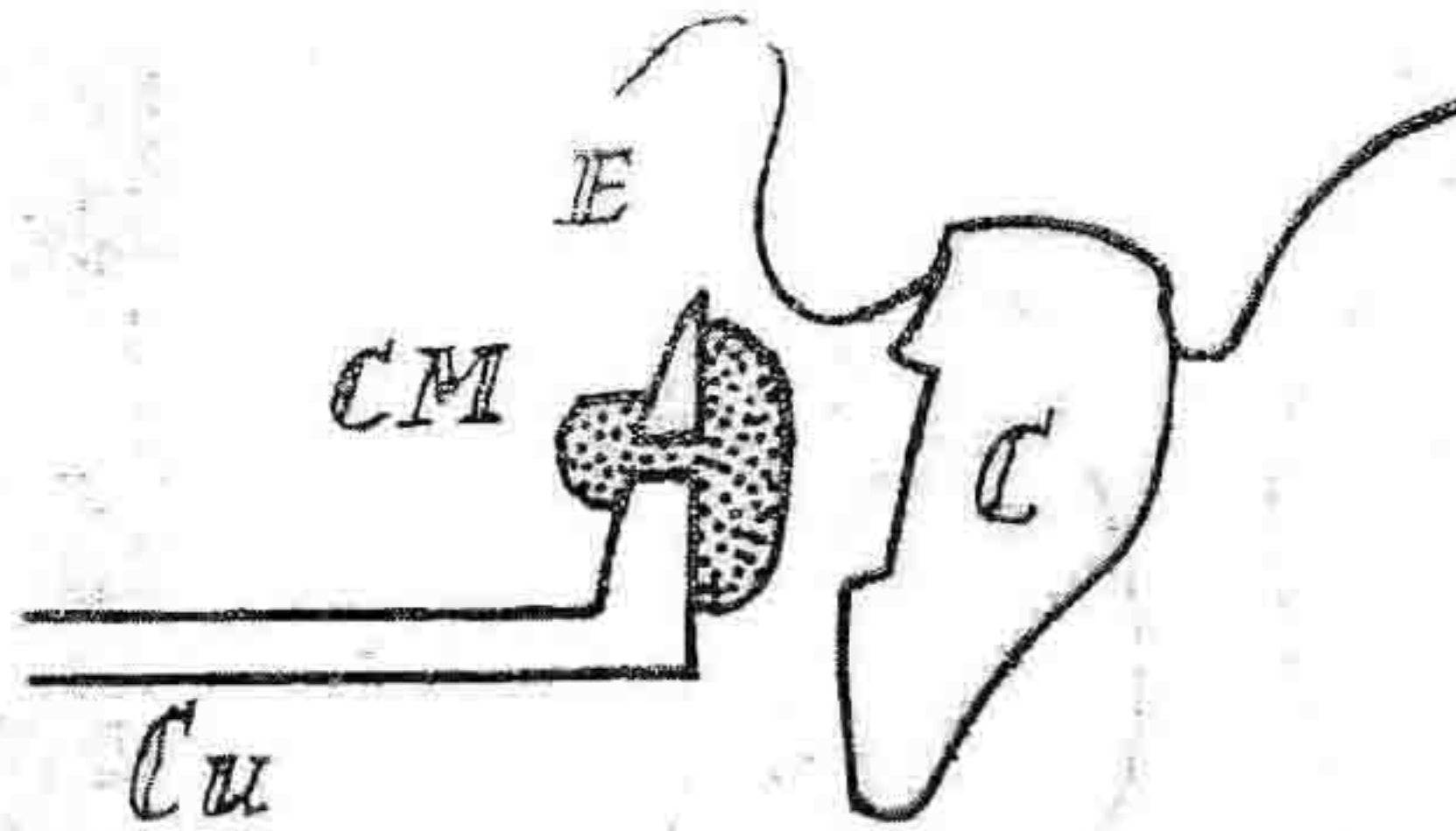


Fig. 3. Toma de impresión de una cavidad para incrustación de cerámica (clase 1.^a de Le Gro). E, encía. C, cavidad. Cu, cubeta. CM, compuesto de modelar que fluye por el orificio practicado en la cubeta.

Sin tratar la obtención de los troqueles galvanoplásticos, de los cuales nos hemos ocupado en otras oportunidades (5), lo mismo que otros autores (5), pasaremos a describir una técnica muy conveniente para la obtención de troqueles de amalgamas, los que sin ofrecer la perfección de los electroformados, pueden ser utilizados sin inconvenientes cuando son correctamente obtenidos.

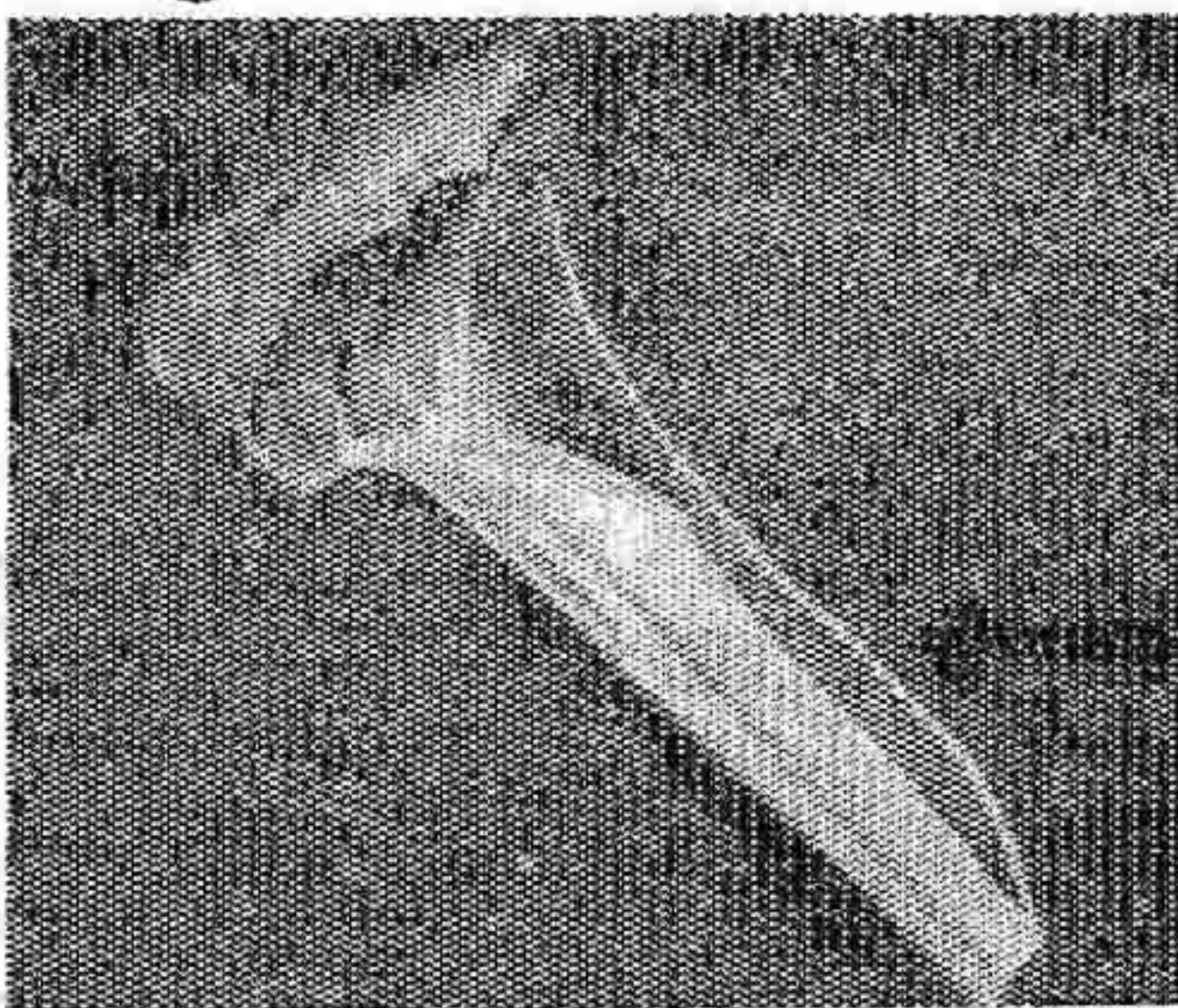


Fig. 4. Cubeta confeccionada con un trozo de lata. M, mando. C, cubeta propiamente dicha en la que se ha colocado el material de impresión.

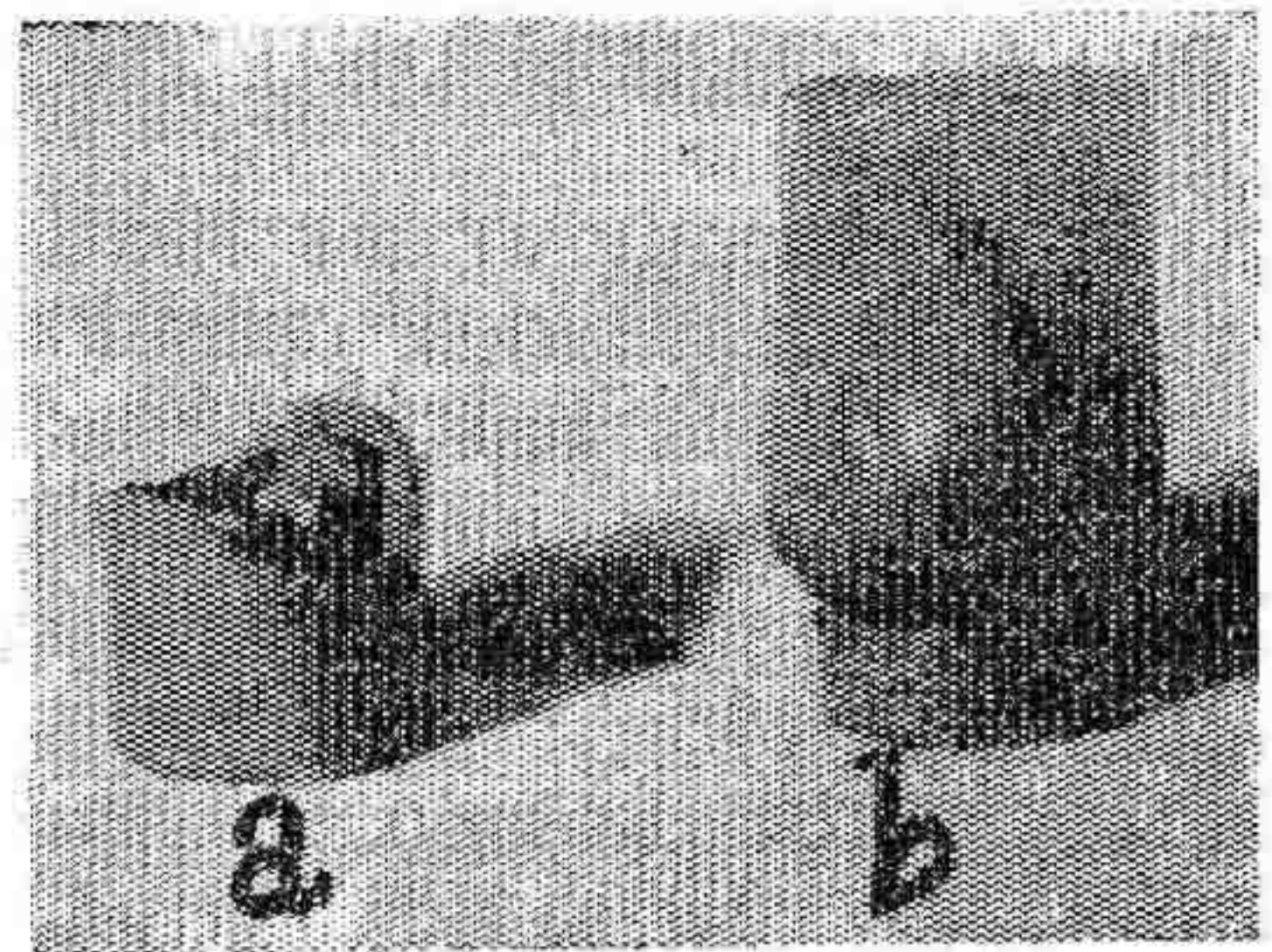


Fig. 5. Impresión tomada con aro de cobre: a, antes de circular; b, después.

- 1.º Una vez conformes con la fidelidad de la impresión, se procede al encajonado de la misma, utilizando para ello una lámina de cera de 1 cm. de altura. En todos los casos

deberá tratarse que la impresión abarque una buena porción del tejido dentario que rodea a la preparación cavitaria (Fig. 5).

- 2.º Se incluye la impresión encajonada con cera, en un aro de goma conteniendo yeso blando, hundiendo la misma, hasta lograr que el borde libre de la cera se nivele con el borde del yeso (Figs. 6 y 7).

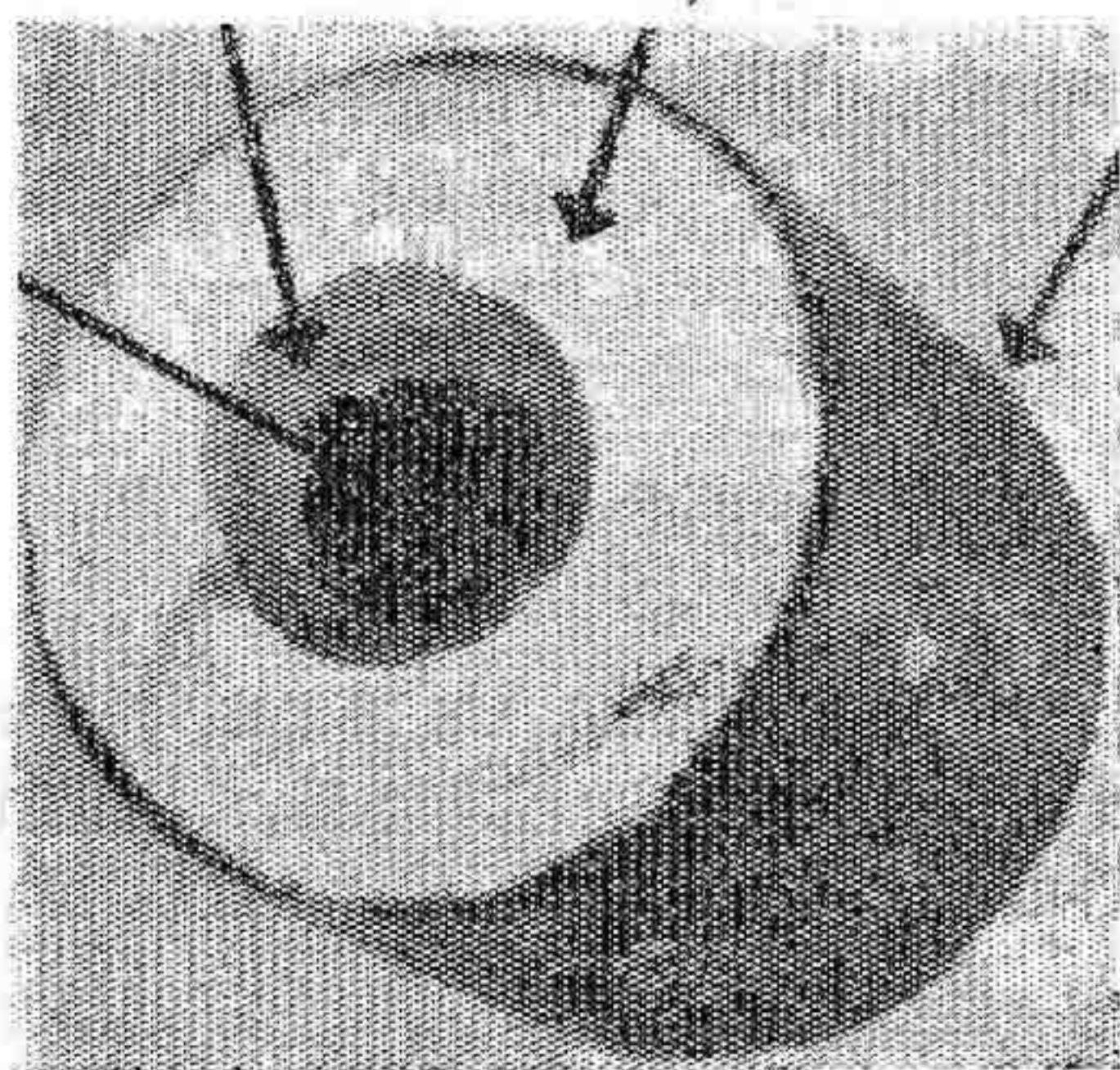


Fig. 6. La impresión de la figura anterior incluida en yeso ya fraguado y lista para condensar la amalgama. AG, aro de goma; y, yeso; CR, encajonado de cera; I, impresión.

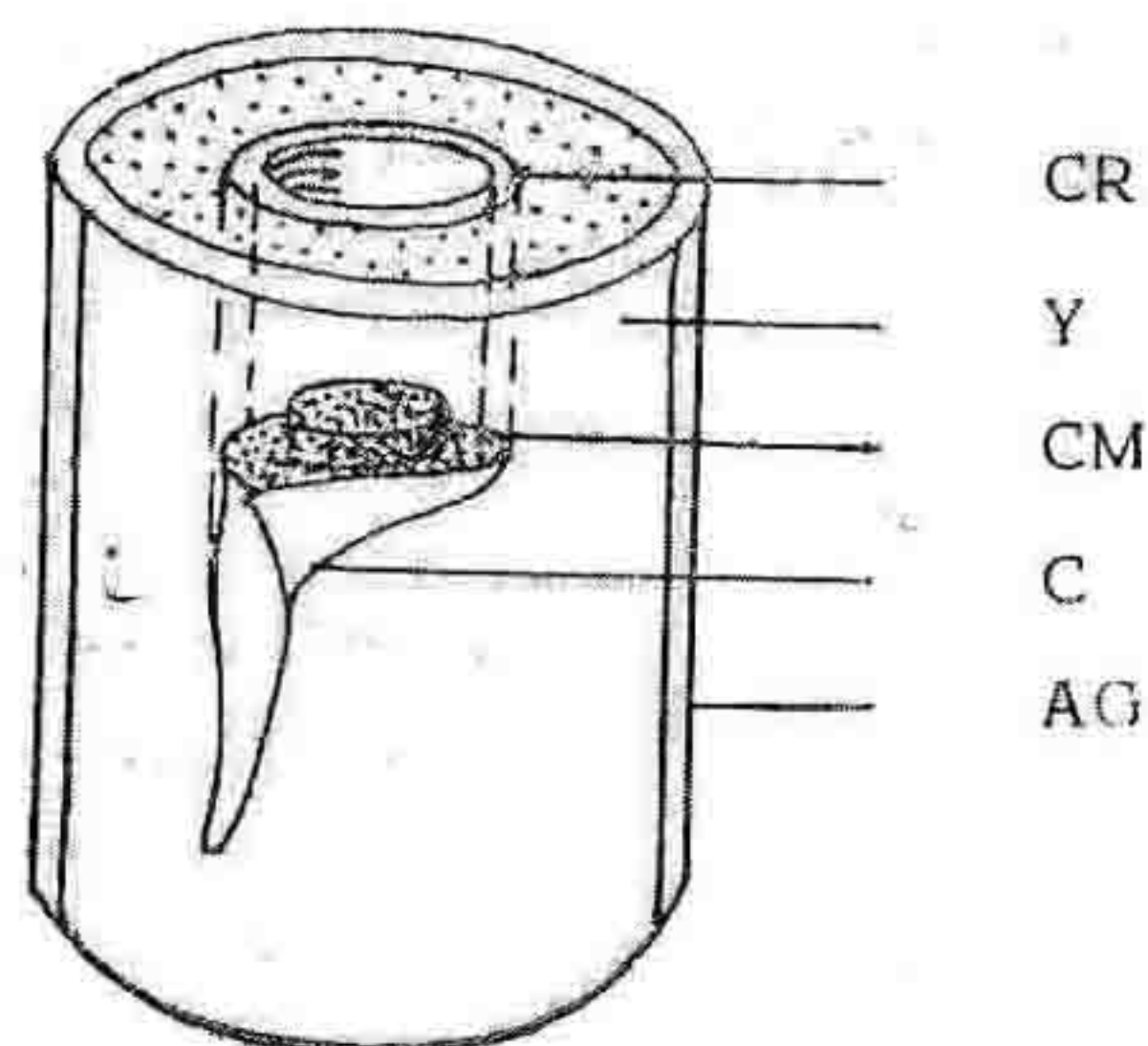


Fig. 7. Esquema de la figura. AG, aro de goma; C, cubeta; CM, composición de modelar; y, yeso; CR, cera de encajonado.

- 3.º Una vez fraguado el yeso se prepara amalgama, de la mejor calidad, y se comienza su atacado en pequeñas porciones, empezando por las depresiones, con el auxilio de un atacador recto y fino y palitos de naranjo. Estas primeras porciones se irán atacando sin ejercer presiones excesivas y con amalgama relativamente abundante en mercurio. A medida que vamos agregando las capas sucesivas, utilizaremos amalgama cada vez más exprimida y ejerceremos una mayor presión.

Una vez terminado el atacado, aconsejamos pasar algodones secos por la superficie de la amalgama, con lo que retiraremos los excesos de mercurio.

- 4.º El troquel deberá tener una altura de 7 u 8 mms., debiéndose eliminar toda zona retentiva.

Propiedades de los troqueles de amalgamas.

En lo que respecta a las propiedades de los troqueles de amalgamas, dice Le Gro (6) "que la amalgama es uno de los materiales más seguros en la elaboración de troqueles". Según

este autor: "el troquel de amalgama es muy duro y su exactitud será igual al día siguiente, como a lo saños; tiene buena resistencia marginal, pero adolecen de un inconveniente: el tiempo de graduado".

Zabotinsky (7) afirma que: "los troqueles de amalgamas son muy útiles, pues permiten el estampado de matrices".

Otros autores, como Tylman (8), recomiendan los troqueles de amalgama y da una técnica para su preparación.

Finalmente, Pissacco y Aldecoa (9) dicen: "que los troqueles de amalgama pueden ser empleados a pesar de la perfección de los galvanoplásticos".

Ventajas de los troqueles de amalgamas.

- 1.º Es un modelo cuya técnica de obtención es sumamente sencilla y al alcance del práctico en general, pues el instrumental requerido se encuentra en todo consultorio o laboratorio dental.
- 2.º Su gran dureza total.
- 3.º Su excelente resistencia marginal.
- 4.º Presenta una gran dureza superficial y, por consiguiente, es difícil de rayar.
- 5.º Resiste cualquier tipo de manipuleo.
- 6.º Permite el estampado de matrices para la cocción de la porcelana.

Desventajas de los troqueles de amalgama.

- 1.º Su fraguado lento (seis horas), lo que no es obstáculo cuando se van a preparar incrustaciones de porcelana, pues el único troquel que lo puede sustituir, el galvanoplásticos, tarda un tiempo igual en lograrse.
- 2.º Sus variaciones dimensionales.
- 3.º Como todos los troqueles metálicos, presenta conductibilidad térmica, propiedad que en el caso de las incrustaciones de porcelana no influye, pues la adaptación de la matriz se hace en frío.
- 4.º La presión indispensable para el atacado de la amalgama, que puede desvirtuar la impresión. Con un mínimo de cuidado al colocar la amalgama, esto no ocurre.
- 5.º El elevadísimo costo de la amalgama.

En la fig. 10, A puede verse un troquel de amalgama para incrustaciones de porcelana correctamente terminado.

Estampado de la matriz de platino.

- 1.º Una vez fraguada la amalgama se retira el arco de goma, se fractura el yeso, se extrae la impresión con el troquel de amalgama y se elimina el material de impresión.
- 2.º Se efectúan tres muescas no retentivas sobre el troquel (figura 10, A).
- 3.º Se lava primero con solvente y luego con agua jabonosa.
- 4.º Una vez perfectamente limpio el troquel, se encajona con cera roja (Fig. 8). A continuación pincelamos el mismo con aceite liviano, SAE8, y eliminamos el exceso con un

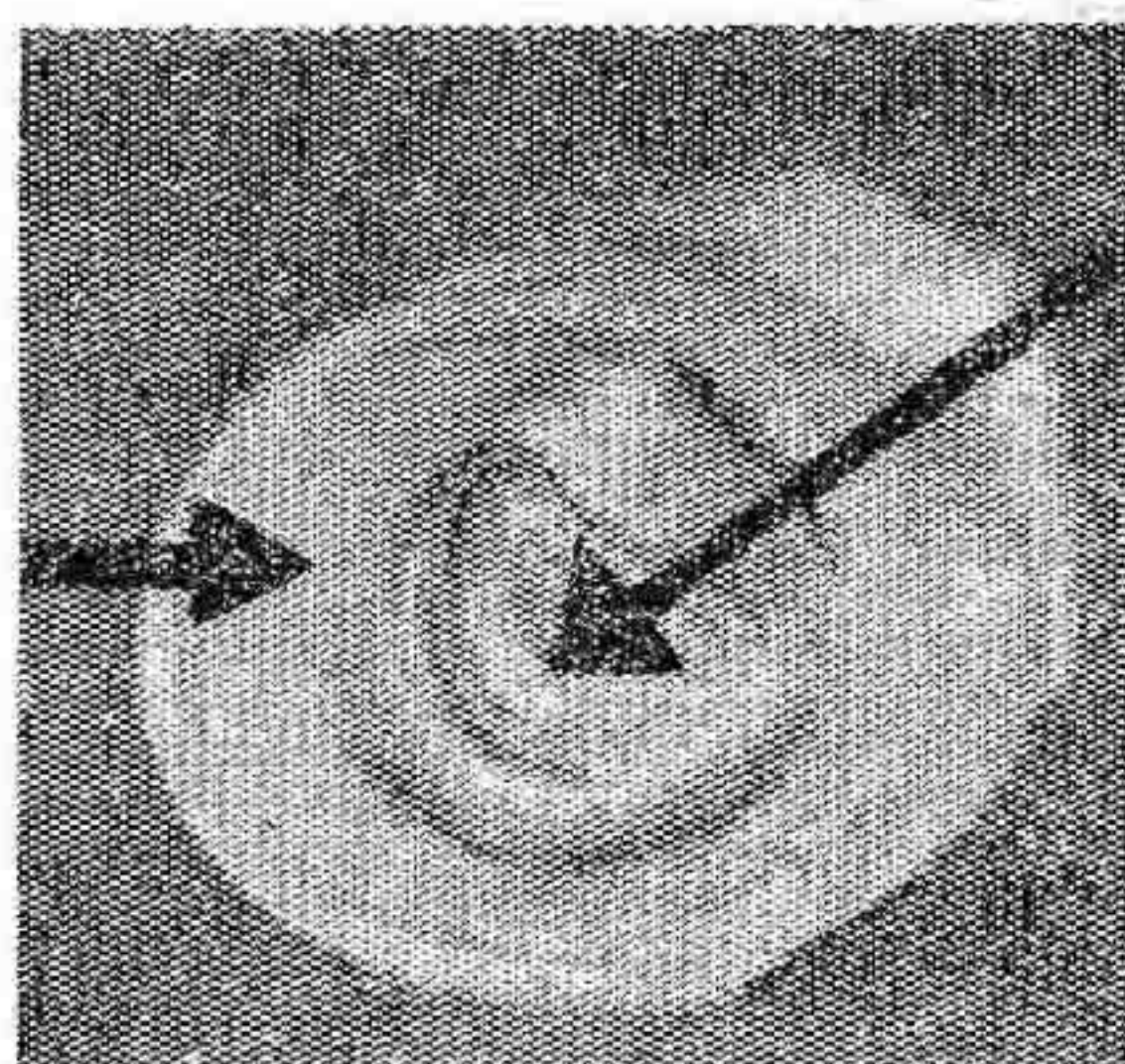


Fig. 8. Troquel de amalgama encajonado con cera rosa (c) listo para recibir el acrílico (T) autopolimerizable, que constituirá el contratroquel.

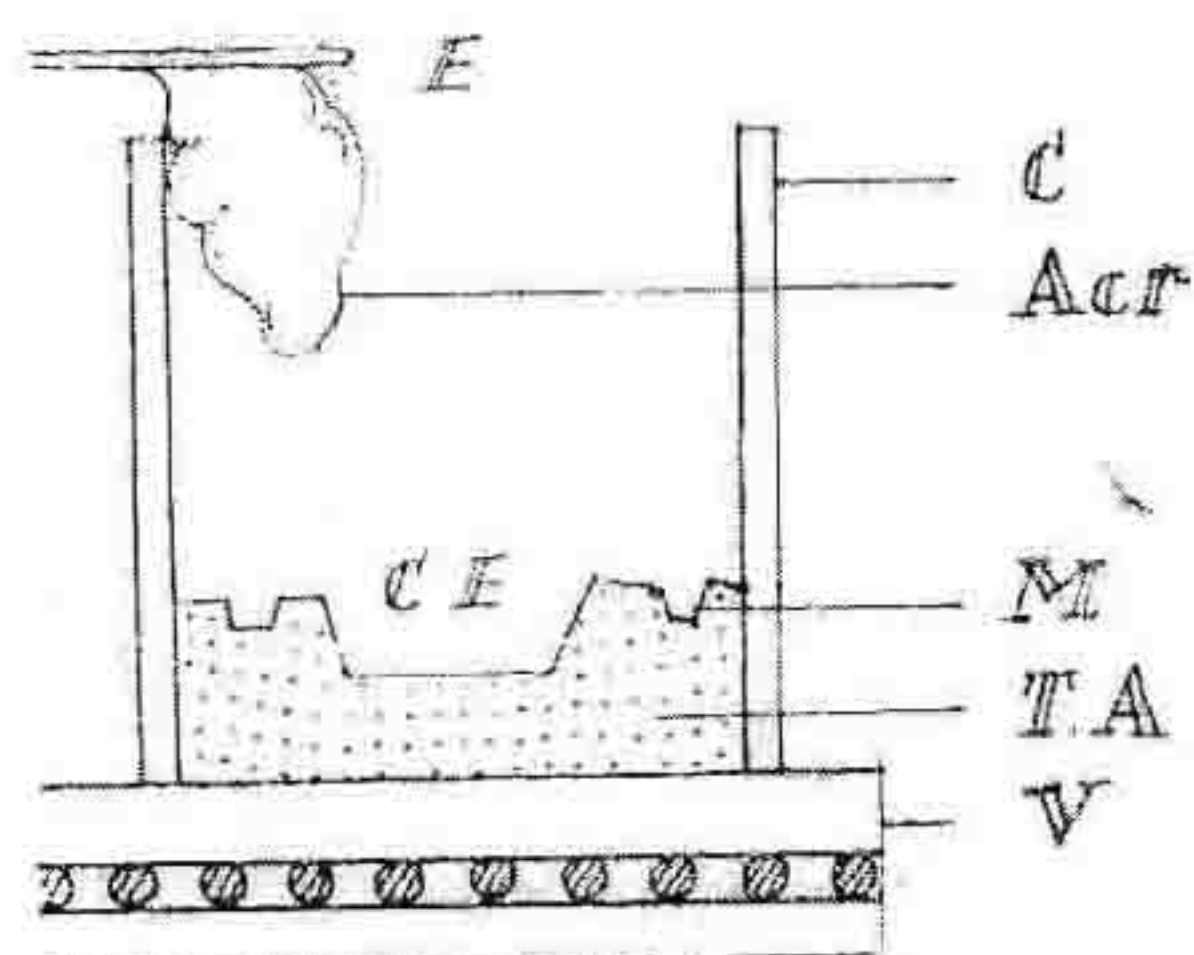


Fig. 9. Confección del contratroquel de acrílico. E, espátula, con el acrílico (Acr); C, aro de cera; M, muescas; CE, cavidad; TA, troquel de amalgama; V, vibrador.

algodón. El troquel deberá quedar aceitado, pero se evitará cualquier exceso de aceite, que podrá desvirtuar el contratroquel (Fig. 10, B).

- 5.º Se coloca el troquel encajonado con cera rosa sobre un vibrador y se va agregando el acrílico rápido, con el auxilio de una espátula, hasta alcanzar una altura de 8 mm. Mientras vamos colocando el acrílico rápido, es necesario ir vibrando continuamente (Fig. 9).
- 6.º Una vez polimerizado el acrílico, retiramos el encajonado y nos encontramos en posesión de un contratroquel, con sus respectivas guías de orientación para su colocación en el troquel.
- 7.º Se adapta la matriz de platino sobre el troquel, cuidando de que no llegue a las muescas de orientación, de la misma forma que en el método directo. Una vez lograda una buena adaptación al troquel, se coloca el contratroquel de

acrílico de manera que la relación sea perfecta. Se envuelve el conjunto en polietileno y se ata con una banda de goma. El paso final consiste en el estampado y el ulterior retiro de la matriz, rellena con cera, para evitar deformaciones.



Fig. 10. A, troquel de amalgama; B, contratroquel de acrílico.

Ventaja de este procedimiento de estampado.

- 1.º No existe el riesgo de que la matriz de platino se distorsione, pues las muescas hacen que la relación troquel-contratroquel no varíe.

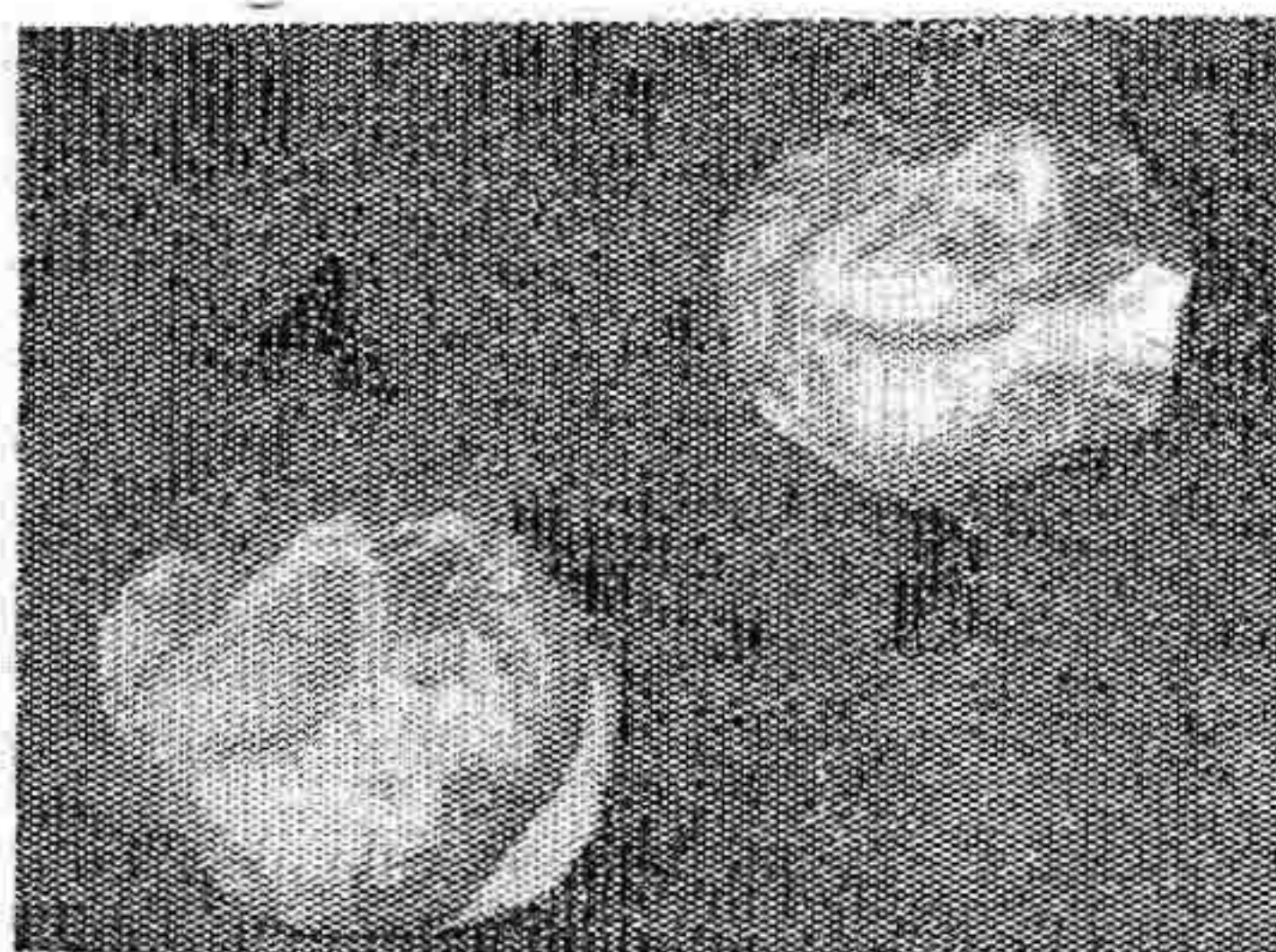


Fig. 11. A, matriz de platino estampada por el procedimiento descrito; B, matriz de platino adaptada.

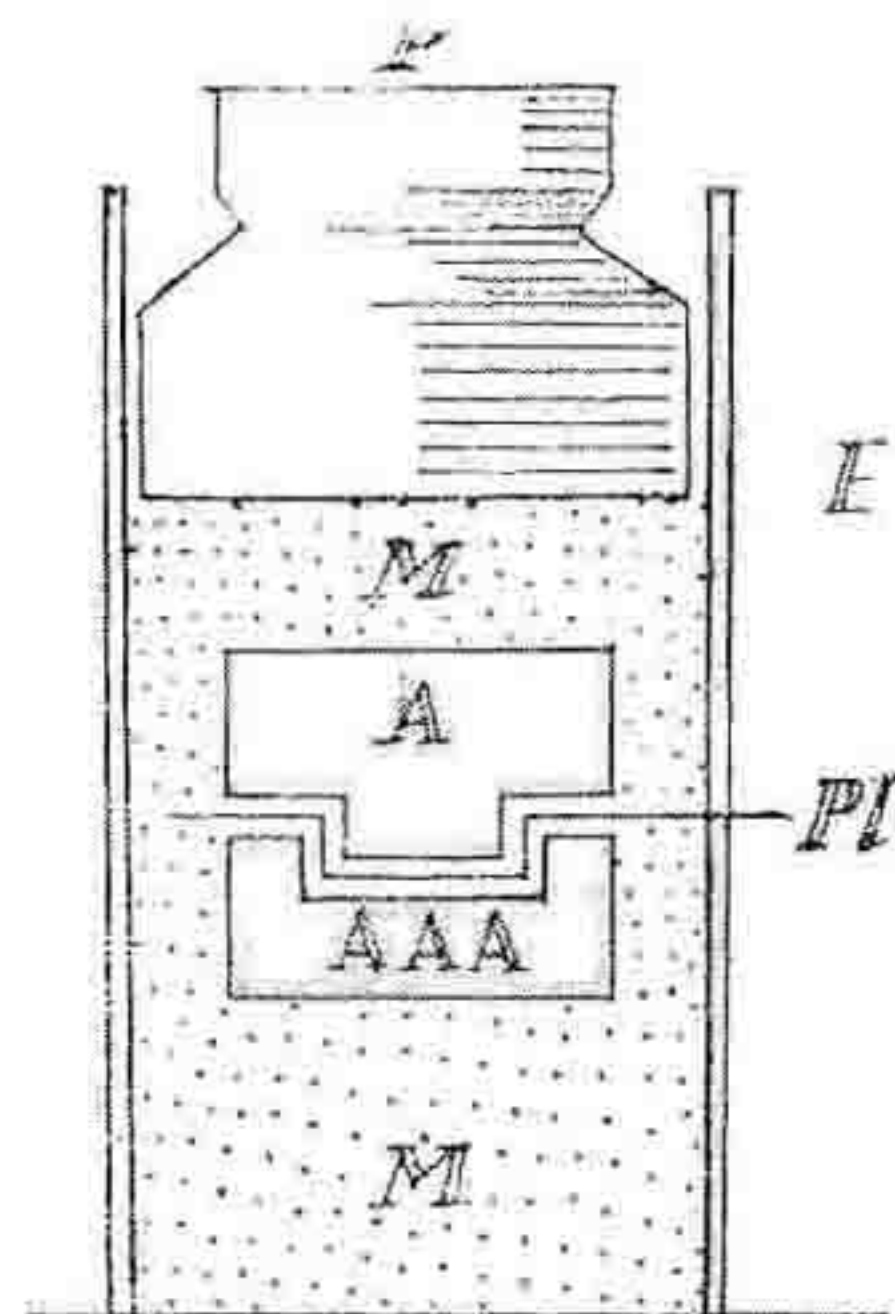


Fig. 12. Estampado de la matriz de platino. P, lugar donde se aplica el golpe; M, moldina; A, contratroquel de acrílico; AAA, troquel de amalgama; Pl, matriz de platino; E, estampador. (En este croquis se ha omitido la envoltura de polietileno y la banda de goma.)

- 2.º Existe mucho menos peligro de romper la matriz de platino, pues la presión es más uniforme y se reparte en toda la superficie de contacto entre troquel y contratroquel
- 3.º La reproducción cavitaria obtenida por este procedimiento es óptima.
- 4.º La adaptación de la matriz es tan perfecta que basta llenar a la misma con cera y seguir con los demás pasos de la elaboración de la incrustación.
- 5.º Esta técnica es tan sencilla como cualquiera de las otras y se realiza con materiales corrientes en cualquier consultorio o laboratorio dental.
- 6.º El costo de laboratorio de la incrustación se ve aumentado por el valor del acrílico, pero esto se compensa con la casi inexistente rotura de matrices.
- 7.º Alarga en algunos minutos la técnica hasta lograr la perfecta polimerización del acrílico.
- 8.º Hace del estampado de matrices de platino una maniobra sencilla, exacta y rápida.

Esta técnica de estampado puede utilizarse igualmente empleando un troquel galvanoplástico, terminado con amalgama o metal fusible.

BIBLIOGRAFIA

1. Schug-Kösters, Maria: "Manual de preparación de cavidades", texto, 1953.
2. Simonsen Poul, H. J.: "Orientación clínica en cerámica dental", texto, 1940.
3. Sáenz de Pipaón, Miguel: "Impresiones en Odontología", texto, 1942.
4. Calvo Mario, F.: "Troqueles galvanoplásticos de cobre; su técnica", *Rev. Odontoiatría*, núm. 214, Vol. XVII, 1964.
5. Sáenz de Pipaón, Miguel: "Método indirecto y galvanoplastia", *Rev. Odontoiatría*, núm. 93, Vol. VIII, 1951.
6. Le Gro, Albert L.: "La prótesis dental en porcelana", texto, 1934.
7. Zabolinsky, A.: "Troqueles de amalgama", *Revista Tribuna Odontológica*, 1929.
8. Tylman, Stanley: "Prótesis de Coronas y Puentes", texto, 1949.
9. Pissacco y Aldecoa: "La práctica del método indirecto en odontología", texto, 1937.

“El hábito de fumar en las embarazadas”, por los Doctores Herriot, Billewicz y Hytten *.

Na cabe ninguna duda que el tabaco es un agente pernicioso para el organismo, máxime para las mujeres. Se ha comprobado en muchos países una relación directa entre el cáncer de pulmón y el hábito de fumar.

Herriot, Billewicz y Hytten realizaron un estudio entre las mujeres que dieron a luz en la Maternidad del Hospital de Aberdeen, entre diciembre de 1959 y noviembre de 1960, totalizando 2.745 madres, pertenecientes a distintas categorías sociales y oficios.

Los autores tomaron en cuenta todos los factores en juego a los efectos de que las conclusiones fueran independientes de ellos y considerarse atribuibles al tabaco.

Comprobaron de ese modo que la proporción de partos prematuros era mayor en las fumadoras que en las que no fumaban; para primíparas la relación era de 7,9 a 6,1, y para las multíparas, de 8 a 5,5; los niños de las mujeres pertenecientes al primer grupo eran al nacer más pequeños; la diferencia de peso promedio era de 186 gramos. La relación de sexo masculino-femenino era de 0,97 para las fumadoras comparado con el habitual de 1,07, encontrándose la misma diferencia en las primíparas y las multíparas, por lo que, a pesar del número pequeño de casos estudiados, el hecho registrado debe tomarse en consideración.

El sufrimiento fetal (ritmo cardíaco superior a 160 o inferior a 100) o el pasaje del meconio al útero fue ligeramente superior en las fumadoras, tanto en las primíparas como en las multíparas, pero la diferencia con respecto al grupo control no puede considerarse significativa.

Si bien el tabaco disminuye el apetito, en las mujeres estudiadas no ocurrió tal cosa, y, por el contrario, aumentaron de peso, de modo que no incidió tampoco sobre la asimilación de los alimentos; el menor tamaño y peso de los fetos en las fumadoras no responden a la esfera nutritiva.

La explicación más probable del hecho registrado sería la de que el tabaco interfiere en el desarrollo del niño; sea por vasoconstricción, afectando la circulación uterina, o bien a través de una acción tóxica directa. Para comprobar la primera suposición habría que (proponen los autores) medir la circulación uterina durante una operación cesárea en una mujer que inmediatamente antes de ser sometida a ella fumara un cigarrillo y comparar el dato obtenido con el caso similar sin fumar.

Asimismo, hay quienes atribuyen la escasa fertilidad femenina al exceso de cigarrillos; por todo lo expuesto debe considerarse que el hábito de fumar es inconveniente, en particular para las mujeres jóvenes.—*F. Ruiz.*

(*) *Lancet.* 1 771, 1962.

TROQUELES GALVANOPLASTICOS DE PLATA: SU TECNICA

Por el Dr. MARIO F. CALVO
Buenos Aires

Siendo unánimemente reconocidas las grandes ventajas del empleo de troqueles electroformados, para la elaboración de incrustaciones metálicas, de acrílico y porcelana, por el método indirecto (1), en el presente trabajo, describiremos una técnica sencilla, pero que nos ha brindado señalados éxitos, en todas las oportunidades en que la hemos utilizado, para la obtención de troqueles galvanoplásticos de plata.

Creemos que es conveniente poner de manifiesto, que sus propiedades son similares a las de los modelos electrodepositados de cobre, con la salvedad de que según algunos autores, sería posible lograr el depósito de la plata, sobre los elastómeros, cosa que no se lograría con el cobre, por lo menos con la perfección de aquélla.

Nosotros nos ocuparemos, a continuación, de la obtención de muñones galvanoplásticos de plata, a partir de impresiones tomadas con cera o godivas.

Metalización de la impresión:

El primer paso de esta técnica consiste en transformar la superficie de la impresión en conductora de la corriente eléctrica, para lo cual se puede utilizar una técnica de impregnación argéntica, tal como la utilizada por nosotros en otras oportunidades (2). En este caso, procedimos de la siguiente manera:

Este procedimiento requiere dos soluciones, la argéntica y la reductora, cuya fórmulas y forma de preparación daremos a continuación:

La *solución de plata* se prepara de la siguiente manera: Se disuelve 1 gr. de hidróxido de potasio en 20 cm³ de agua bidestilada y 2 gr. de nitrato de plata en otros 20 cm³ de agua bidestilada.

Una vez perfectamente disueltas ambas soluciones se mezclan y se va agregando amoníaco, gota a gota, hasta que se redisuelva el precipitado.

Una vez totalmente disuelto el precipitado se le añade una solución de nitrato de plata al 5 por 100, hasta que aparezca un nuevo precipitado, y la solución tome una coloración oscura en forma permanente.

La preparación de la *solución reductora* es la siguiente: Se disuelve 1 gr. de azúcar y 0,5 cm³ de ácido nítrico en 200 cm³ de agua bidestilada. Se hierve durante tres a cinco minutos y se deja enfriar.

Otros autores indican una técnica de metalización semejante, pero empleando tres soluciones: sensibilizante, argéntica y reductora, mientras que otros como Pereira Filho (3), utilizan polvo de impalpable.

Pasamos ahora a describir la técnica de metalización propiamente dicha:

- 1.º Eliminación de todo exceso de material de impresión.
- 2.º Aislación con cera de la banda de cobre.
- 3.º Lavado de la impresión con agua jabonosa, para desengrasar y luego colocar bajo el chorro de agua corriente.
- 4.º Lavados sucesivos con agua destilada, para eliminar todo el agua corriente, que contiene sales y puede alterar el proceso del plateado.
- 5.º Colocación de la impresión en el baño de plata, durante tres a cinco minutos. Fig. 1.
- 6.º Eliminar los excesos de solución agéntica.
- 7.º Colocación de la impresión en la solución reductora, hasta la aparición del espejo de plata. Fig. 1.
- 8.º Lavado bajo el chorro de la canilla de agua corriente.
- 9.º Lavado con agua destilada, por las mismas razones expuestas en el apartado 4.º

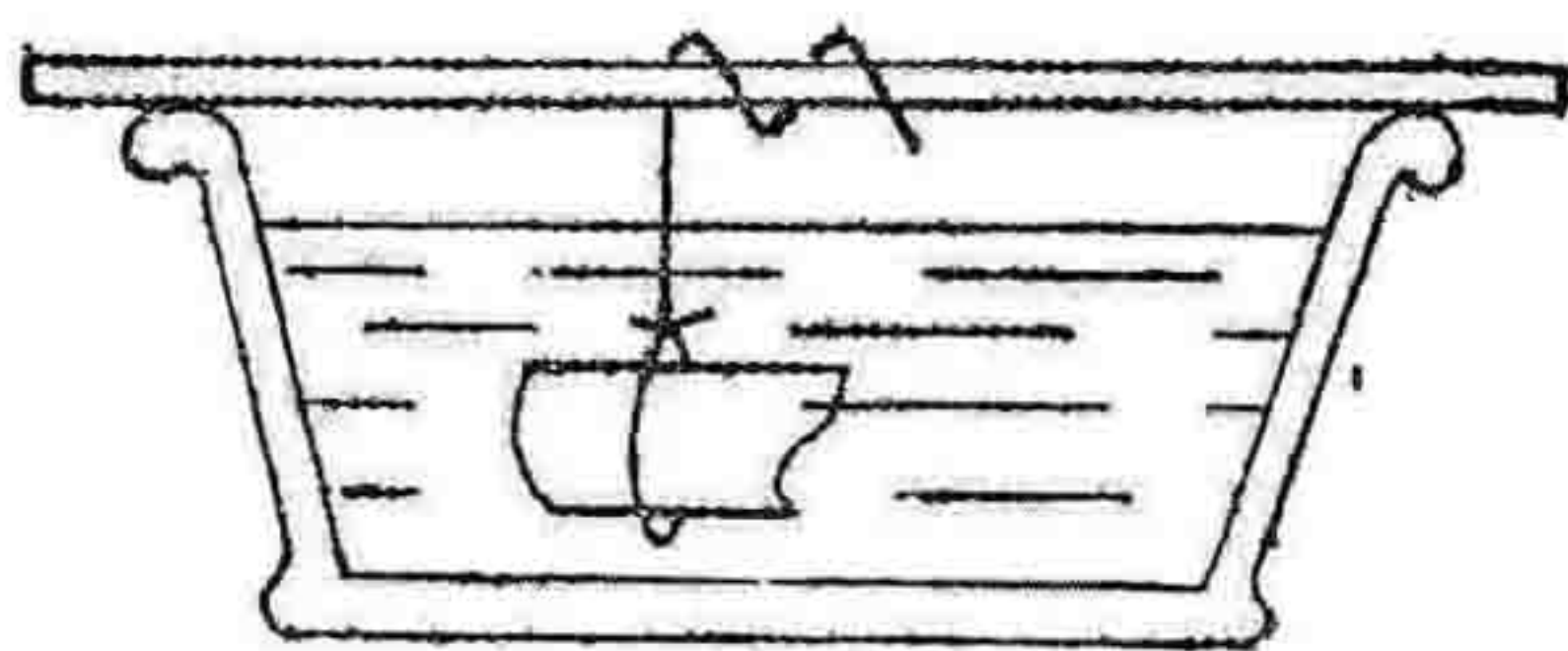


Fig. 1.—Colocación de la impresión en el baño de plata.

Depósito electrolítico:

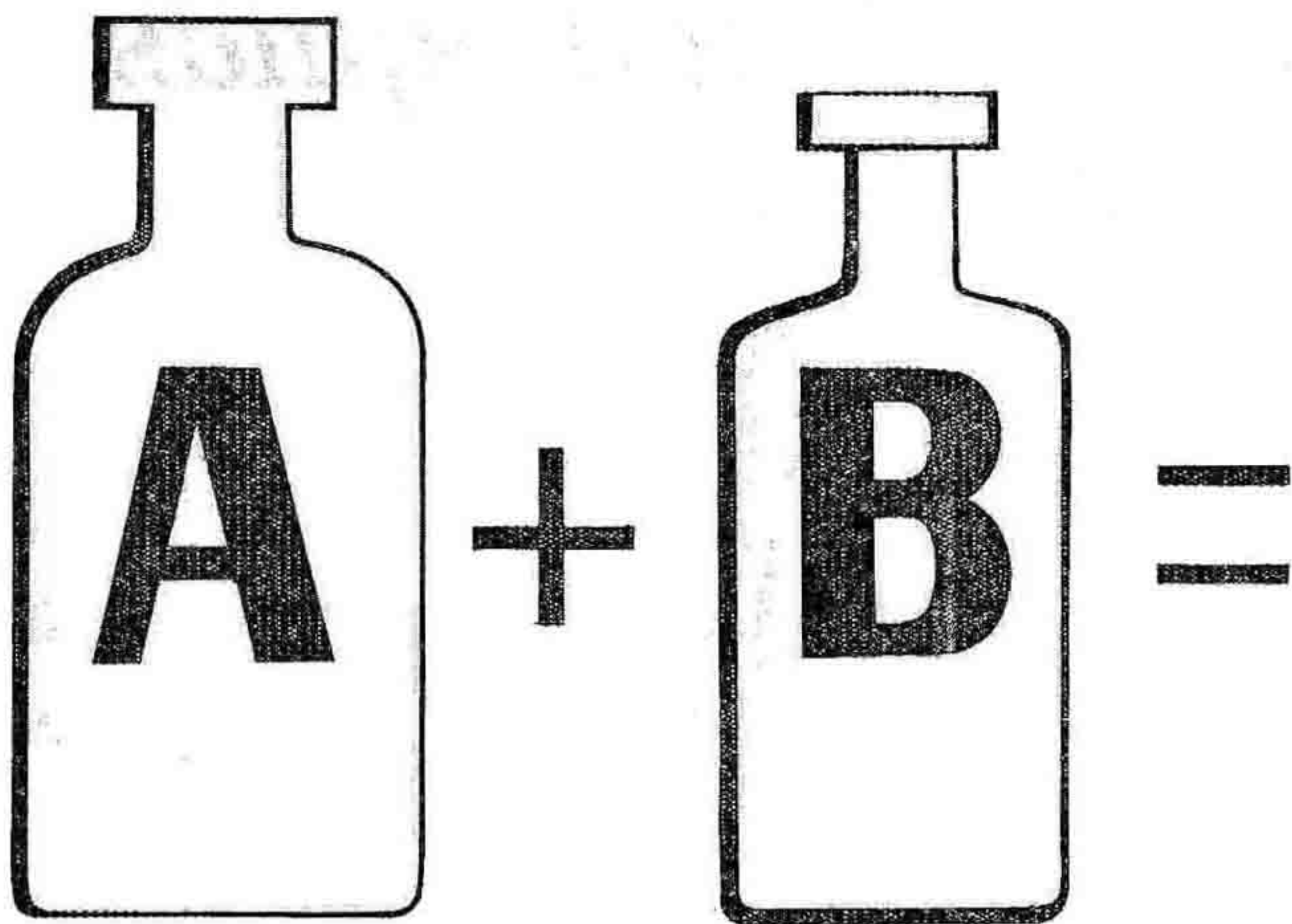
Una vez metalizada la impresión, ya se encuentra en condiciones de ser colocada en el aparato de galvanoplastia, para lograr el electrodepósito metálico. La *solución electrolítica*, utilizada por nosotros tiene la siguiente composición:

Cianuro de potasio	35 gr.
Cianuro de plata	28 gr.
Carbonato de potasio	30 gr.
Hidróxido de potasio	2 gr.
Agua bidestilada	1.000 cm ³

Este baño se prepara de la siguiente manera: se colocan 400 cm³ de agua destilada caliente en un recipiente aduecuado y se agrega, a continuación, los 35 gr. de cianuro de potasio y se procede a revolver enérgicamente el baño, hasta lograr su total disolución. A continuación se agrega 28 gr. de cianuro de plata y se resuelve hasta su completa disolución. Como paso final, incorporamos los restantes elementos y una vez disueltos, se agrega agua destilada, hasta completar los 1.000 centímetros cúbicos.

Es indispensable utilizar agua bidestilada, para preparar la solución electrolítica, para evitar que se formen sales insolubles, así como otros compuestos, que pueden desvirtuar totalmente la condición del baño.

VEXIBROL TIROTRICINA



medicación local
específica
de las
anginas pultáceas
seudomembranosas
y de cualquier
tipo de infección
amigdalar.
Postamigdalectomía

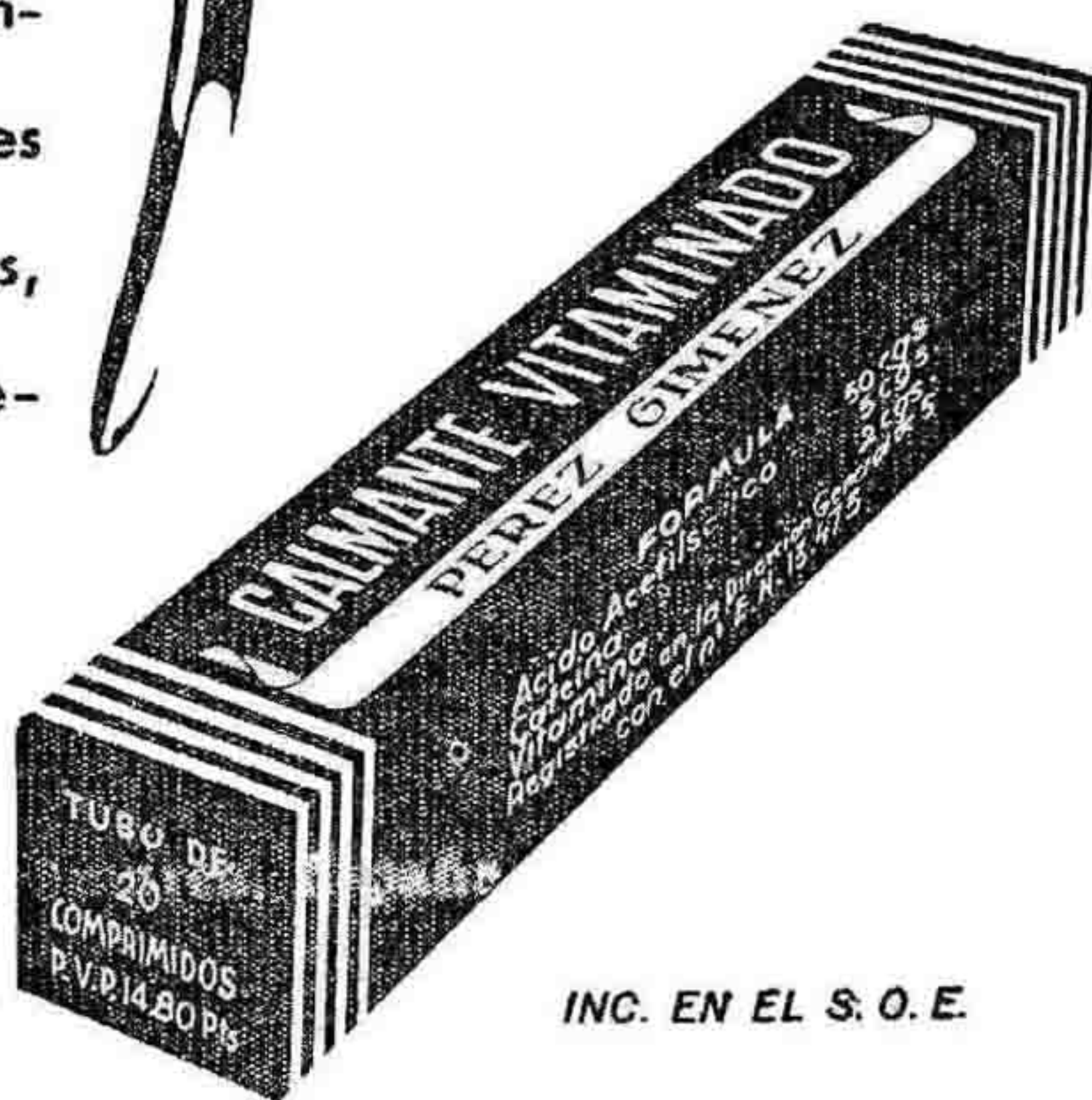


antes

y después

constituye un
valioso auxiliar,
preparando
una mejor ope-
ración y alivian-
do los dolores
subsiguientes,
perfecta tole-
rancia.

VALTRI



CONTIENE VITAMINA B₁

INC. EN EL S. O. E.

CALMANTE VITAMINADO

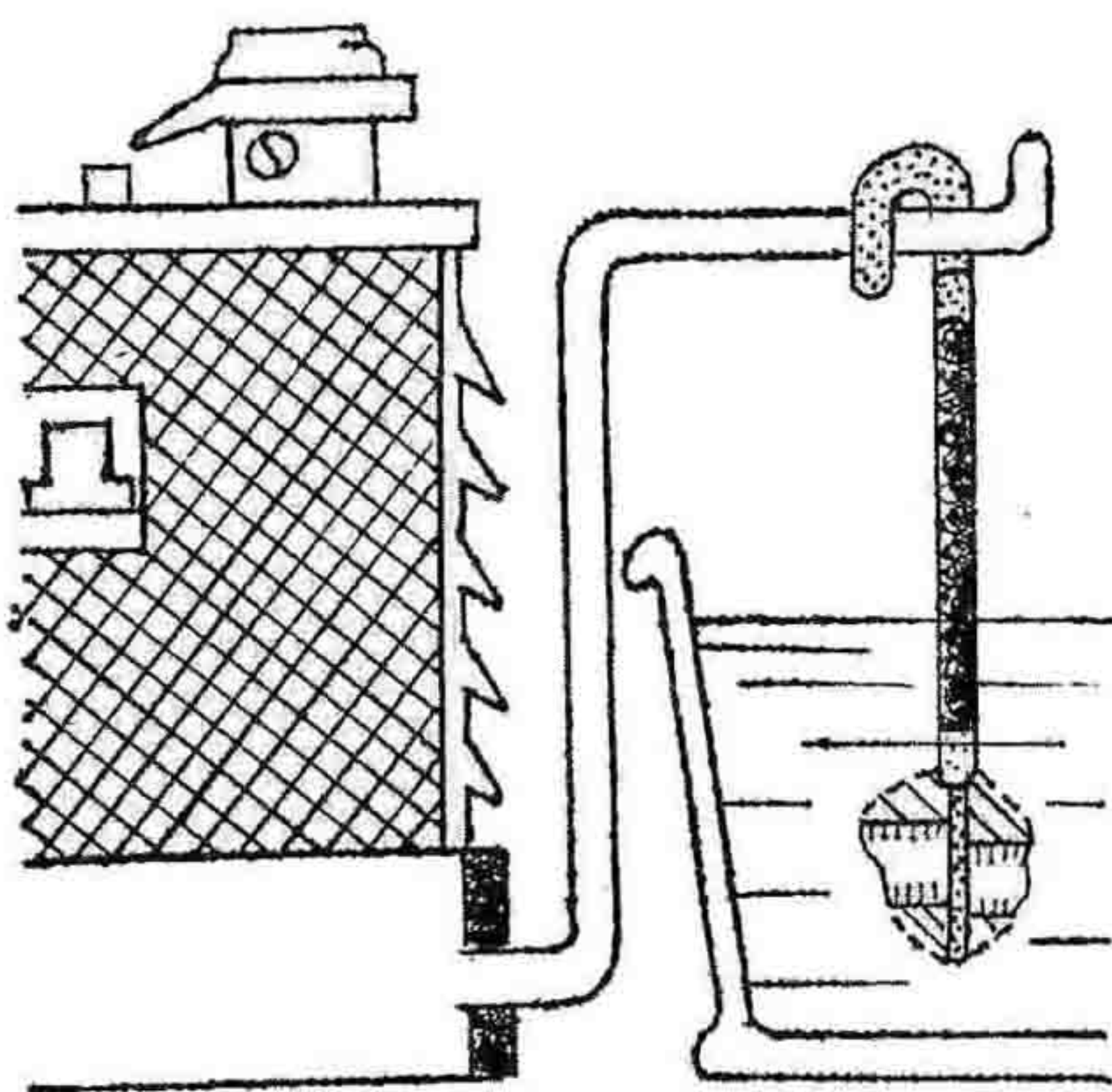
La tableta que dá bienestar y tonifica los nervios.

Ni qué decir que los productos químicos utilizados deben ser de máxima pureza, para lo cual recomendamos usar sólo productos de conocido prestigio comercial.

Cuando las soluciones de plata son de reciente preparación, no depositan y deben ser sometidas antes, durante un tiempo regular, a la circulación previa de la corriente eléctrica, para corregir ese defecto. Deben ser filtradas antes de su empleo. No debe emplearse en soluciones viejas.

Para obtener la electroformación de modelos dentales de plata hemos utilizado un aparato muy simple de diseño personal, de costo muy reducido, y cuyos detalles de construcción, así como sus elementos, circuito eléctrico y reproducción fotográfica, daremos a conocer en un próximo trabajo.

Fig. 2.—Diseño del autor del cátodo. Base bifrontal de portaimpresiones.



El cátodo utilizado es de diseño personal y su base portaimpresiones es bifrontal. Fig. 2. El ánodo es de plata electrolítica (pureza 99,99 por 100) y sus dimensiones son 6×3 cm. con un espesor de 2 mm.

Los tanques utilizados, para contener la solución, fueron de plástico y vidrio.

No creemos necesario entibiar la solución electrolítica, como preconizan algunos autores, pues la elevación de la temperatura puede alterar las impresiones, sobre todo cuando se han tomado en cera o godivas.

Tampoco somos partidarios de los baños móviles o rotatorios, que si bien pueden acelerar el depósito están en pugna con nuestro concepto de la galvanoplastia.

Nosotros somos partidarios de los depósitos lentos, para asegurar así la calidad y finura de la electrodeposición. Si bien el aumento de temperatura y la agitación del baño aceleran el depósito electrolítico, conspiran contra su calidad, ya que éste se produce en partículas de mayor tamaño que atentan contra la fidelidad de la impresión.

El cátodo portaimpresiones utilizado estaba formado por una varilla de plata electrolítica de 3 mm. de sección, que terminaba en una base portaimpresiones bifrontal de plata, de 20 mm. de diámetro (Figura 2 a).

La parte superior y la base quedan al descubierto, mientras que la parte media está cubierta de acrílico de autofraguado, para evitar depósitos durante la electrolisis. Recomendamos tomar la impresión son aros de plata pura, para asegurar la misma conductividad.

Cuando se trate de impresiones tomadas sin aro metálico, la continuidad de la transmisión eléctrica puede asegurarse con hilos de plata, que van desde la parte metálica del electrodo a la impresión, sobre la que se bruñen.

Los electrodos se colocaron a 12 cm. de distancia uno de otro, y sin tocar el fondo de la cuba electrolítica (Fig. 2).

La electrodeposición argéntica, comprende los siguientes pasos:

1.º Lavado previo de la impresión metalizada, con agua destilada, por las razones apuntadas anteriormente de eliminar todo vestigio de solución metalizadora, que pudieran alterar las propiedades del baño.

2.º Fijación de la impresión en el cátodo, cuidando que el borde del aro toque la plataforma metálica del portaimpresiones. Se pega a la plataforma, utilizando la cera con que habíamos aislado el aro metálico, durante la metalización. Se aísla totalmente la parte metálica del portaimpresiones, que pudiera quedar al descubierto. Recomendamos colocar dos impresiones por cátodo, una en cada cara de la plataforma, alternando la posición con respecto al ánodo, durante la electrolisis.

3.º Se llenan ambas impresiones con el líquido electrolítico, con el auxilio de un gotero, para evitar la formación de burbujas y procedemos a colocar el cátodo en su lugar, en el aparato galvanoplástico.

4.º A continuación hacemos circular una corriente de 15 miliamperes y dejamos transcurrir treinta minutos, al cabo de los cuales, realizamos la primera observación. Si la impresión no está totalmente plateada volvemos a metalizar los lugares, en donde no haya electrodeposición y colocamos nuevamente en el aparato.

5.º Una vez plateada toda la superficie de la impresión, dejamos pasar la corriente con el mismo miliamperaje, durante sesenta minutos, las tres horas siguientes el miliamperaje se eleva a 40 MA, para finalizar las dos últimas horas con 60 MA.

Una vez finalizado el electrodeposición argéntica, es necesario completar el troquel, para lo cual es conveniente utilizar yeso piedra.

Una vez fraguado el yeso se conforma la parte radicular del troquel, haciéndole facetado y expulsivo y labrando en su base una muesca, que servirá de guía, para su retiro y colocación del modelo de la arcada.

Para finalizar este trabajo diremos que las propiedades de los troqueles galvanoplásticos de plata ofrecen las mismas ventajas que los modelos de cobre, vale decir que presentan su misma exactitud dimensional y de reproducción de los detalles de la preparación denta-

ria, idéntica estabilidad dimensiona, su dureza superficial, su capacidad de permitir el estampado de matrices de platino para la cocción de incrustaciones de porcelana, su capacidad de permitir terminar la incrustación sobre él, su excelente resistencia marginal, su facultad de no modificarse, como puede ocurrir con los troqueles obtenidos por atacado o vibrado. Son económicos como los de cobre cuando se posee el aparato.

BIBLIOGRAFIA

- García Gabino, F.: "Clases Magistrales". Univ. Nac. de Buenos Aires. 1958, 59 y 60 y Facultad de Odontología. La Plata, 1966.
Calvo Mario, F.: "Técnica para metalizar impresiones con espejo de plata". *Rev. Odontoiatria*, núm. 205, vol. XVIII, 1962.
Pereira Filho, W.: "Aplicación de la galvanoplastia en Odontología", *Rev. Brasileira de Odontología*, vol. 22, marzo-abril 1963, núm. 122.

* * *

NEOPLASIAS MALIGNAS MAXILO-ORALES DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL DIAGNOSTICO CITOLOGICO

Por el doctor Y. Watanabe (Chicago, U. S. A.)

Durante el período de noviembre de 1956 a octubre de 1964 fueron realizados exámenes citológicos en el Departamento de Cirugía Oral de la Escuela Médica Universitaria de Okayama (Japón) en 1.083 casos de neoplasias y lesiones maxiloorales. Comprendían 191 tumores malignos, 95 tumores benignos, 102 quistes, 154 inflamaciones y otras causas.

Los frotis de todos estos casos se tomaron por raspado de la superficie con una escobilla de algodón, centrifugando lavados bucales, aspirando el contenido de los quistes o fijación de material de biopsias. Fueron teñidos con Papanicolau o Giemsa y otros métodos. También se empleo el teñido con 2,3,5-trifenil tetrazolium cloruro. El examen microscópico de rutina, la microscopia de contraste de fase, la microscopia fluorescente con naranja acridina, microscopia electrónica o estomatoscopia con colposcopio, también fueron realizados.

El diagnóstico citológico se hizo de acuerdo con la clasificación de Papanicolau, comparando con el resultado de la biopsia. En particular, en caso de neoplasias malignas se estableció comparación de las técnicas microscópicas en el material recogido de los métodos de teñido y de los métodos microscópicos respecto al porcentaje de diagnósticos correctos. La realización entre los resultados citológicos, el tipo histológico y la localización de las neoplasias malignas es objeto de discusión.

Pudo obtenerse un mayor porcentaje de diagnósticos correctos combinando dos o más métodos de examen y adoptando una técnica adecuada de recogida de materiales.

TROQUELES GALVANOPLASTICOS DE COBRE (*) (SU TECNICA)

Por el Dr. MARIO F. CALVO

En el presente trabajo describiremos una técnica de obtención de troqueles galvanoplásticos de cobre, que ha sido usada por nosotros durante varios años con singular éxito. El objeto de esta publicación es difundir su uso, ya que sus virtudes son hoy unánimemente reconocidas. Nosotros aspiramos que de la lectura del presente trabajo, así como de la copiosa bibliografía que lo acompaña, surja un mayor empleo de los modelos electrolíticos. Esta técnica es el conjunto de pasos, tomados de distintos autores, de acuerdo con nuestro criterio los mejores, y que, unidos, configuran una técnica sencilla y eficiente.

Antes de comenzar con su descripción daremos la definición de troqueles, según lo entendemos nosotros: «Troquel es la reproducción de la preparación (terapéutica o protética) realizada en una pieza dentaria efectuada con materiales adecuados a la técnica que vayamos a seguir en la preparación de la incrustación.

«El troquel es el transporte al laboratorio de la cavidad obtenida en el acto clínico», según Le Gro (1).

En cambio, Dell'Acqua (2) define al troquel de la siguiente manera: «Es la reproducción positiva de la preparación, con cualquier material que prefiera el operador.»

De estas definiciones se desprenden una serie de conclusiones, que enumeraremos a continuación (3):

1.^a «Facultad de modificar o completar las ceras, todas las veces que sean necesarias, sin molestias para el paciente.»

(*) Las figuras que aparecen en el presente trabajo, así como el cuadro que aparece al final, pertenecen a nuestro libro «Manual de Galvanoplastia Odontológica». Esta técnica fue utilizada por nosotros en la Cátedra de Operatoria Dental, segundo curso, de la Facultad de Odontología de Buenos Aires durante los años 1958, 59 y 60, cuando era su profesor el doctor Gabino F. García.

2.^a «Se elimina el inconveniente que significa tallar las ceras en la boca del paciente.»

3.^a «Permite el empleo de un auxiliar (mecánico dental).»

Aunque en el presente trabajo nos ocuparemos pura y exclusivamente de los modelos electroformados, daremos a continuación una clasificación, según el material que los constituye, de todos los troqueles empleados en Operatoria Dental para la obtención de incrustaciones (metálicas o de porcelana) por el método indirecto:

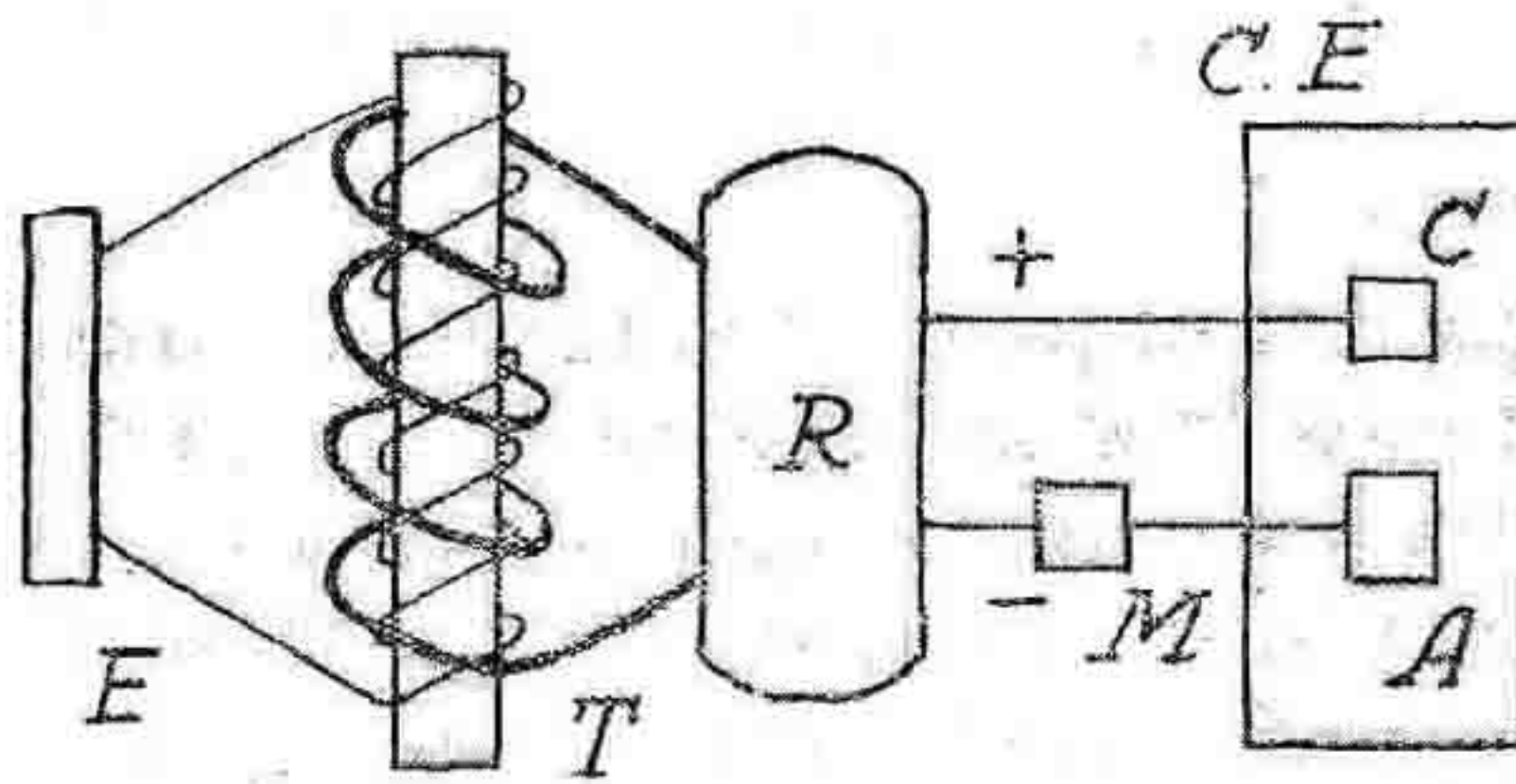


Figura 1.

Esquema del circuito de un aparato de galvanoplastia tipo: F. E. E., fuente energía eléctrica; R, rectificador; M, miliamperímetro; T, transformador; C. E., cuba electrolítica; C, ánodo; A, cátodo.

Yesosos	{	Yeso París (modelos de estudio).
		Yeso piedra.
		Yesos piedra especiales.
		Diolite, marmolite y otros productos comerciales.
		Revestimientos.

No yesosos . . .	{	Metálicos . . .	{	Amalgamas . .	{	Cobre.
				Equilibradas.	}	
		No metálicos .	{	Galvanoplast. .	{	Cobre.
Níquel.						
{	{			Plata.		
		Cementos	{	Fosfatos de cinc.		
Resinas Epoxy	{	Silicatos.				
(4)	{	Silicofosfatos.				

La galvanoplastia consiste en obtener el depósito de una capa metálica de espesor variable sobre un cuerpo determinado, conductor o no de la corriente eléctrica, utilizando el fenómeno de la electrólisis.

Leopardi (5) define a la galvanoplastia de la siguiente forma: «Es el arte de recubrir o reproducir superficies deter-

minadas, conductoras o no, con capas metálicas consistentes en virtud de la electrólisis.»

García G. (6) considera a la galvanoplastia «como el proceso electroquímico por el cual se obtiene la precipitación de un metal directamente sobre un modelo».

La corriente eléctrica utilizada en la galvanoplastia odontológica debe reunir dos condiciones fundamentales, a saber:

- 1.^a Ser continua.
- 2.^a Ser de bajo voltaje.

Existen gran cantidad de aparatos para lograr la obtención de modelos galvanoplásticos, muchos de ellos de inspiración personal y sumamente prácticos, eficientes y económicos, y otros de construcción comercial, tales como las unidades de Hanau, que son las que nosotros utilizaremos en la presente técnica. Los elementos fundamentales de un aparato de galvanoplastia odontológica son los siguientes: transformadores de voltaje, rectificadores de corriente, interruptor, volímetros, amperímetros, llave de graduación de la corriente eléctrica, cátodos, ánodos (cobre, níquel, etc.) y la cuba conteniendo la solución electrolítica. Un esquema de un circuito de aparato galvanoplastia tipo puede verse en la fig. 1.

Las soluciones electrolíticas empleadas en la obtención de troqueles de cobre están formadas fundamentalmente por ácido sulfúrico, quien actúa como elemento de conductibilidad del baño; sulfato de cobre, que interviene en el intercambio iónico, y agua destilada, quien actúa como agente ionizador. Todos estos elementos deberán ser químicamente puros.

Wilde (7) utiliza el siguiente baño:

Sulfato de cobre	150 grs.
Acido sulfúrico 66° Be.	50 grs.
Agua destilada c. s. p.	1.000 c. c.

Nosotros utilizamos con éxito una fórmula compuesta de la siguiente manera:

Sulfato de cobre	280 grs.
Acido sulfúrico	95 grs.
Agua destilada	1.300 c. c.

La solución debe ser filtrada periódicamente y renovada frecuentemente. El recipiente que la contiene debe permanecer perfectamente tapado para evitar evaporaciones o que elementos extraños caigan en ella. Mornell y Fernández Ricart (8) sostienen que «las soluciones buenas conductoras de

la corriente eléctrica reducen el voltaje y evitan la tendencia a los depósitos rugosos».

El ánodo de cobre deberá ser electrolíticamente puro, admitiéndose como límite mínimo de pureza el 99,99 por 100.

En la fig. 2 es posible apreciar el cátodo de la unidad Hanau junior, que es la utilizada en estas experiencias.

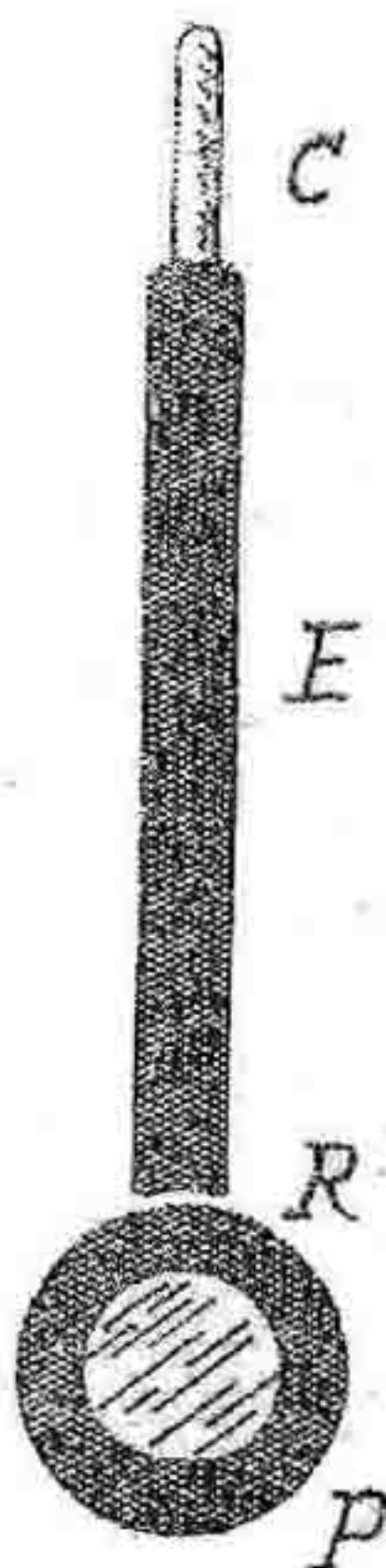


Figura 2.

Cátodo del aparato de Hanau Juniors (vista frontal): C, porción metálica que se introduce en las pinzas porta-cátodo del aparato; E, ebonita que recubre la porción que se introduce en el baño para evitar los depósitos de cobre; P, plataforma de cobre, donde se coloca la impresión a cobrear; R, Unión.

TECNICA DE PREPARACION PROPIAMENTE DICHA

El primer paso de la técnica consiste en el montaje de la impresión en el polo negativo o cátodo del aparato. Fig. 2.

1.º MONTAJE DE LA IMPRESION EN EL CATODO

a) Eliminación de todo resto de cera o cualquier otro material que haya sobre el cobre del cátodo.

b) Con la ayuda de un instrumento cortante eliminamos todos los excesos de material de impresión, tanto en la zona correspondiente a la misma como del lado opuesto, que ha

de ir en contacto con el cátodo para favorecer el pasaje de la corriente eléctrica.

c) Colocación del aro de cobre sobre el cátodo, en su parte metálica, tratando de que haya entre ambos el más íntimo de los contactos.

d) Con cera resinosa o adhesiva se adhiere la impresión al cátodo, cuidando siempre que haya íntimo contacto. Figuras 3 y 4.

e) Una vez pegada la impresión se recubre con cera rosa o utility el resto del aro de cobre, así como toda porción metálica del cátodo que quede descubierta. Sólo deberá quedar expuesta la impresión propiamente dicha. Fig. 5.



Figura 3.

Impresión con aro de cobre, colocada sobre la porción metálica del cátodo del aparato de Hanau Juniors, en íntimo contacto.

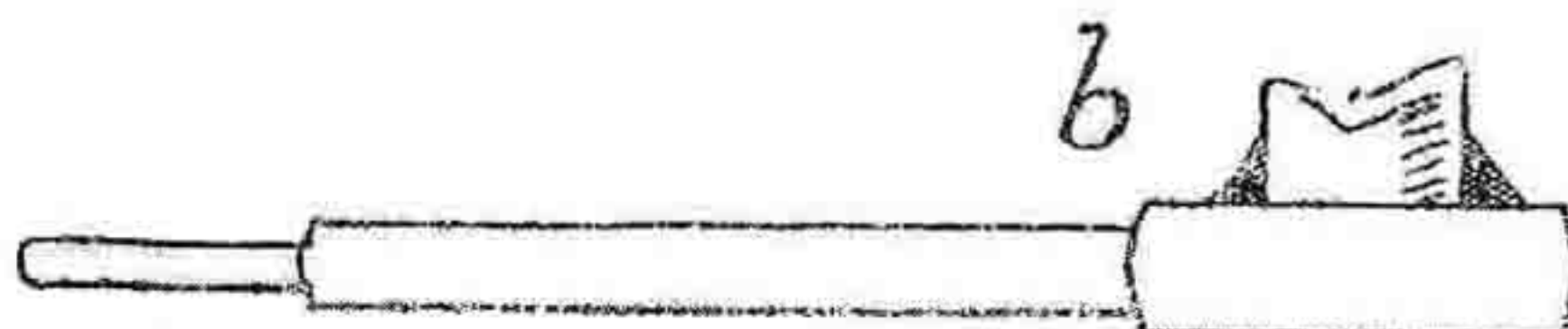


Figura 4.

Impresión pegada a la plataforma del cátodo con cera resinosa: a), aro de cobre; b), cera resinosa.



Figura 5.

El aro de cobre y toda porción metálica del cátodo que quede al descubierto es recubierta por cera rosa: c), cera rosa, en el dibujo representada por líneas oblicuas.

El segundo paso de esta técnica consiste en la metalización de la impresión, o sea su transformación en superficie conductora de la corriente eléctrica, ya que, como habíamos visto anteriormente, los materiales de impresión (stents, cera, siliconas, etc.) no permiten el pasaje de la misma.

2.º METALIZACION DE LA IMPRESION

a) En primer lugar procedemos a su lavado bajo el chorro de la canilla, luego de su desengrase previo con agua jabonosa. No debe usarse para desengrasar la impresión otro elemento que no sea agua jabonosa, pues los alcoholes, solvente, nafta, etc., pueden disolver a los materiales de impresión y, en consecuencia, hacerle perder su identidad con la preparación dentaria.

b) A continuación se seca la impresión con aire comprimido hasta eliminar todo vestigio de agua.

c) Luego, con el auxilio de un pincel de pelo de camello o marta, pintamos la superficie de la misma con aceite mineral, eliminando todos los excesos con otro pincel seco.

d) Finalmente distribuimos sobre la superficie de la impresión cobre en polvo, valiéndonos de un pincel o de un dispositivo semejante al de la fig. 6.

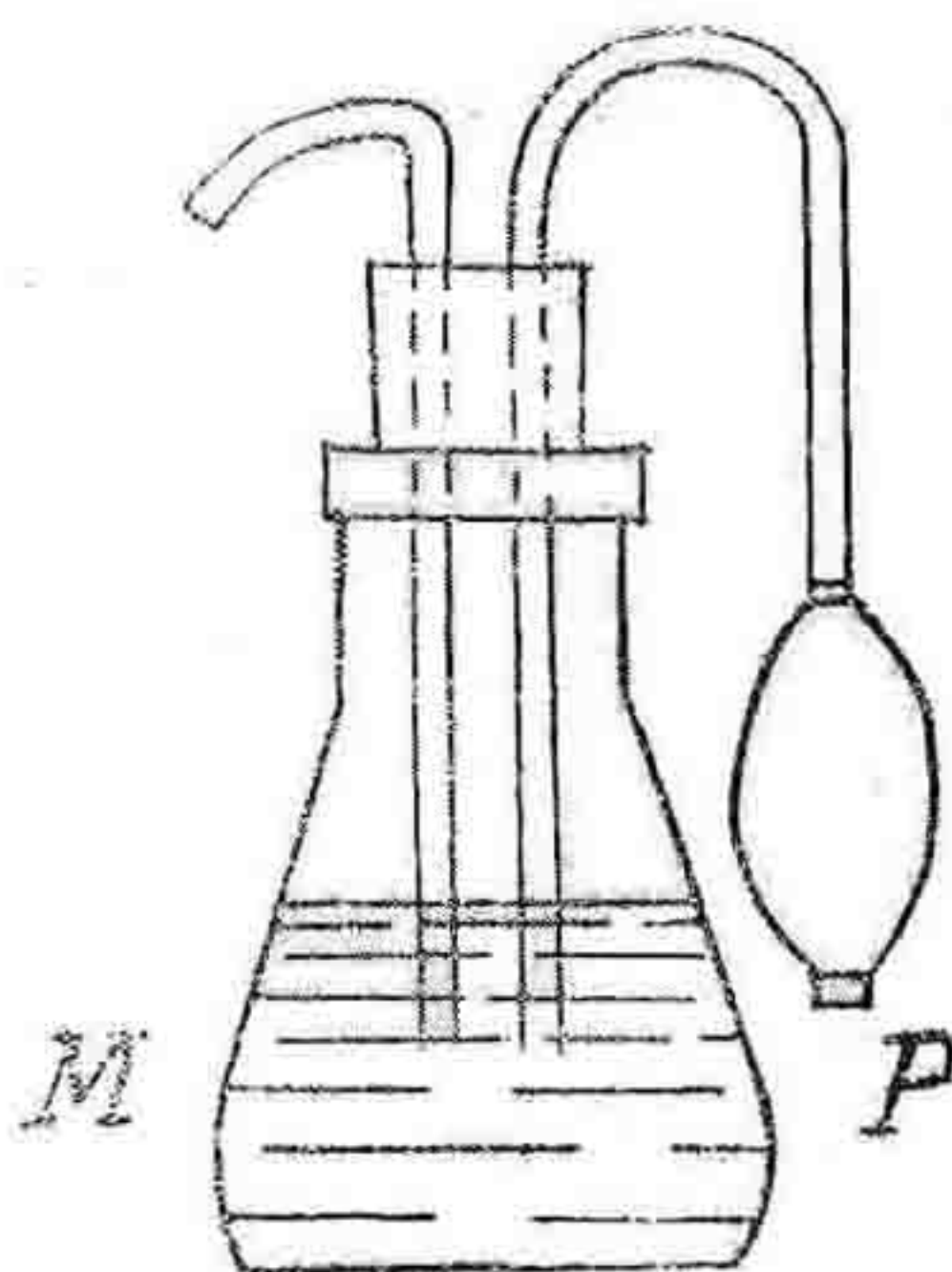


Figura 6.

Dispositivo empleado en la Cátedra de Operatoria Dental, 2.º curso, para la metalización de impresiones: M, cobre en polvo.

La técnica de metalización descrita anteriormente es la más corriente, pero existen otras creadas por otros autores, que nosotros hemos experimentado con todo éxito, cuyos nombres damos a continuación, pudiéndose encontrar en la bibliografía que acompaña al presente trabajo el nombre, número y fecha de la publicación en que han aparecido.

Estas técnicas especiales de metalización son: la de Roy Ellis (9), quien obtiene el depósito de un espejo de plata; la de Vest (10) autor que mezcla el metalizador con el material

de impresión; Fernández (11), el que utiliza grafito coloidal en aerosol; Novak, citado por Simon (12), quien emplea una solución acuosa de grafito coloidal; Vedani (13), quien mejoró la calidad de la purpurina; Calvo y Calamonici (14), que emplean como metalizador el depósito de un espejo de plata.

3.º DEPOSITO GALVANOPLASTICO

a) Con el propósito de evitar la formación de burbujas, que pueden originar un electrodeposición imperfecto, llenamos la impresión con solución electrolítica, para lo que nos valemos de un cuentagotas, una pipeta o, simplemente, introduciéndola en el maño de cobre. En todos los casos, una vez llena la impresión con el líquido galvanoplástico, es conveniente efectuar un ligero vibrado para eliminar el aire que puede haber quedado retenido por el baño.

b) Cuidando de que el cátodo no toque el fondo de la cuba electrolítica la colocamos en su lugar correspondiente del aparato Hanau, Jr.

c) Comenzamos a continuación la electrólisis propiamente dicha, comenzando con el mínimo voltaje y miliamperaje. Lógicamente que estos valores estarán en relación directa con el número de impresiones. Es indispensable revolver la solución galvanoplástica frecuentemente para el eliminar el hidrógeno que se forma en el cátodo. El aumento de temperatura del baño y de la intensidad de la corriente eléctrica aceleran el depósito metálico, pero esto resulta imperfecto y granuloso.

d) A los diez minutos retiramos la impresión del baño y realizamos un control de la misma. Si constatamos que en algún lugar de la misma no se ha realizado la electrodeposición metálica y comprobamos que el metalizador ha desaparecido, volvemos a metalizar dichas zonas y colocamos nuevamente en el baño.

Si en la primera observación la impresión está totalmente cobreada o si después de su nueva metalización también lo está, dejamos la impresión en el aparato durante ocho a diez horas con el objeto de que el depósito adquiera un espesor, que oscilará entre uno a dos milímetros. En todos los casos recomendamos controles periódicos.

4.º CONFORMACION FINAL DEL TROQUEL

Una vez finalizado el electrodeposición de cobre nos encontramos frente a un caparazón de cobre que es necesario reforzar.

Por otra parte, es necesario darle al troquel un muñón radicular que permita su retiro y colocación del modelo de la arcada. Este refuerzo y muñón radicular se pueden hacer con diversos materiales, tales como yesos, piedra, amalgamas, cementos, metales de baja fusión, acrílicos, etc. Fig. 7.

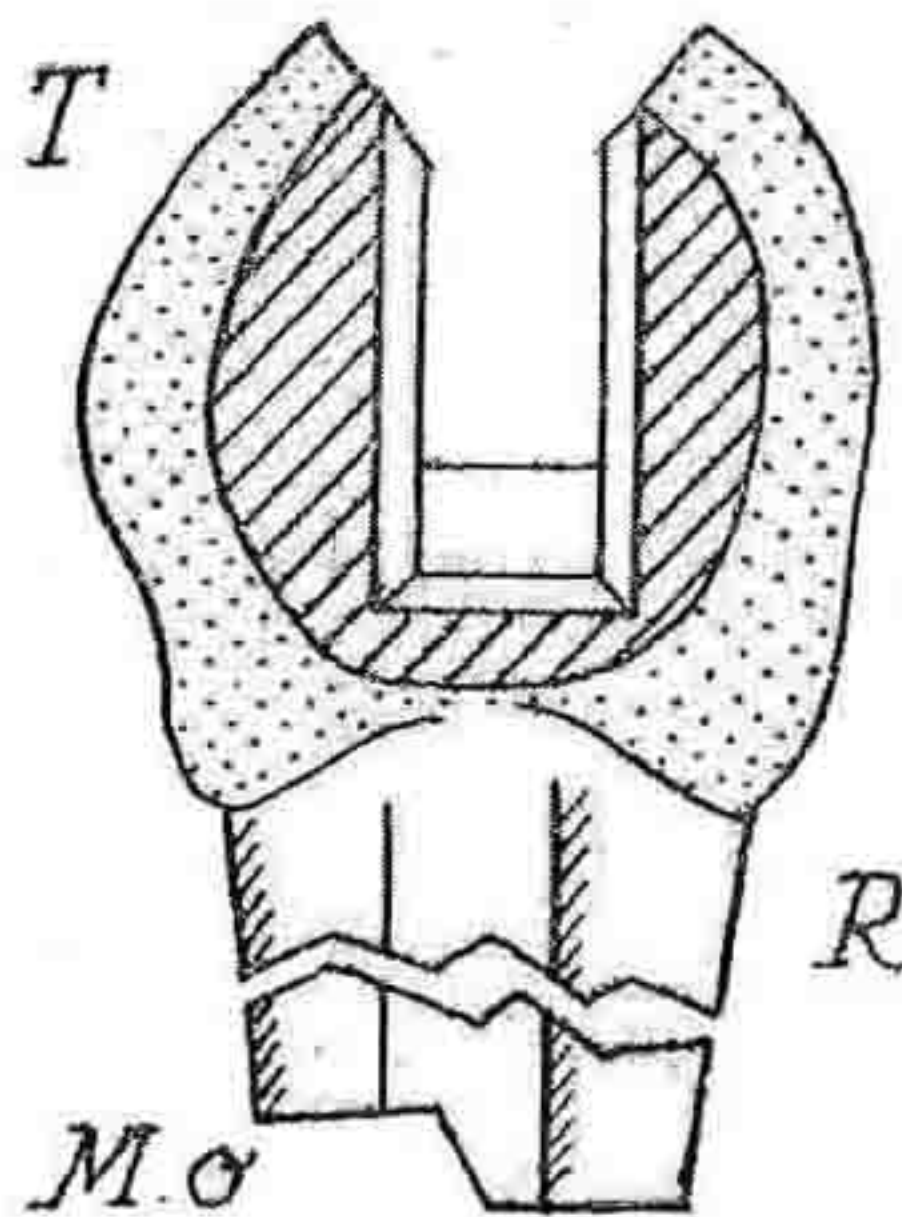


Figura 7.

Troquel galvanoplástico correctamente terminado: T, porción punteada y rayada, corresponde al cobre propiamente dicho; M.R, porción radicular conformada expulsivamente y realizada en distintos tipos de materiales; M.O, muesca de orientación. Vista proximal.

Para finalizar expondremos en forma sintética las propiedades de los troqueles galvanoplásticos, tanto las favorables como las desfavorables, que son contadas.

V E N T A J A S

- 1.^a Fiel reproducción de la preparación cavitaria.
- 2.^a Perfecta estabilidad dimensional.
- 3.^a Permite el estampado de matrices de platino para la cocción de incrustaciones de porcelana.
- 4.^a Optima resistencia marginal.
- 5.^a Puede sufrir toda clase de manipuleos y permite el tallado de todas las ceras que sean necesarias sin modificarse.

Cuadro comparativo de las propiedades de los troqueles empleados en Operatoria Dental

PROPIEDADES	YESOSOS	Revestimientos	Amalgama de plata	Amalgama de Cobre	Yesos piedras especiales	Cementos	Galvano-plásticos
Fidelidad	Buena	Buena	Aceptable	Aceptable	Buena	Aceptable	Optima
Estabilidad dimensional	Sufren Variaciones	Se expanden	Se expanden	Se contraen	Aceptable	Def. Atacado	Excelente
Resistencia a la manipulación	Mala	Mala	Excelente	Excelente	Buena	Aceptable	Excelente
Resistencia a la compresión y marg.	Mala	Mala	Excelente	Excelente	Regular	Aceptable	Excelente
Velocidad de Obtención	Mínima 30 min.	Mínima 30 min.	6 hs.	8 a 14 hs.	Mínima 30 min.	Mínima 30 min.	8 hs.
Técnica de preparación e instrumental	Simple	Simple	Relativamente sencilla	Relativamente sencilla	Simple	Relativamente sencilla	Relativamente sencilla
Presión de Atacado	No es necesaria	No es necesaria	Indispensable	Indispensable	No es necesaria	Indispensable Puede vibrarse	No es necesaria
Conductibilidad térmica	No presenta	No presenta	Presenta	Presenta	No presenta	No presenta	Presenta
Colado sobre troquel	No permite	Excelente	No permite	No permite	No permite	No permite	Posibilidades
Costo	Infimo	Económico	Muy elevado	Muy elevado	Mediano	Muy elevado	Infimo, cuando se posee el aparato
Estampado	No permite	No permite	Permite	Permite	No permite	No permite	Permite

6.^a No exige presiones de atacado, como los troqueles de amalgamas, ni vibrado, como los yesosos, pues el depósito se realiza por vía electrolítica, sin ninguna clase de presiones que puedan modificar la impresión.

7.^a Técnica relativamente sencilla cuando se tiene cierta práctica y el operador ha seleccionado la más conveniente.

8.^a Posibilidades de realizar el colado directo sobre el troquel (15).

9.^a Costo ínfimo cuando se posee el aparato. Aunque los aparatos que existen en el comercio son de costo elevado, se pueden construir algunos de inspiración personal, que resultan altamente económicos.

10. Puede terminarse la incrustación sobre él.

DESVENTAJAS

1.^a El tiempo relativamente largo que demanda su preparación (ocho a diez horas).

2.^a El costo de los aparatos comerciales, que se puede disminuir sensiblemente si se construye uno personalmente.

3.^a Su conductibilidad térmica, como en el caso de todos los troqueles metálicos, que pueden originar tensiones adicionales al enfriarse la cera.

4.^a La necesidad de controles periódicos.

BIBLIOGRAFIA CITADA

1. Legro Albert, L.: «La Prótesis Dental en Porcelana», 1934, págs. 79 y 82.
2. Dell'Acqua, Conrado: «Troqueles». Anais Facultade da Odontologia Porto Alegre, Brasil, pág. 166, 1953-54.
3. Calvo, Mario F., y Yazji, Jorge: «Manual de Galvanoplastia Odontológica», texto 1963, págs. 13 y 93. Buenos Aires (Argentina).
4. Ostlund Stig. C. y Akesson Nils Ake: «Las resinas epoxy como material para troqueles». *Bol. Dental Argentino*. Vol. 43, núms. 7, 8 y 9. Julio-septiembre de 1962. Pág. 28.
5. Leopardi, Rómulo: «Galvanotécnica del cobre en Odontología». *Revista Prótesis*, núm. 21. Junio de 1943, pág. 105. Buenos Aires (Argentina).
6. García, Gabino F.: «Clases magistrales». Profesor titular Cátedra Operatoria Dental, 2.º curso. Buenos Aires (Argentina). Años 1958, 59 y 60.
7. Wilde, Roberto: «Metalurgia, Física, Química y Mecánica aplicadas a la Odontología», pág. 256. Texto, 1952. Buenos Aires (Argentina).
8. Mornell, H., y Fernández Ricart, L.: «Manual de Galvanotécnica». España, 1953. Pág. 104.

9. Ellis, Roy: «Aplicación del proceso de galvanoplastia para la construcción de pequeñas restauraciones de acrílico». *Anuario de Odontología*, 1943, pág. 185. México.
10. Vest, Gottlieb: «Prótesis de Coronas». Texto, 1953. Pág. 208.
11. Fernández, Emilio: «Preparación de troqueles por vía electrolítica». Folleto, pág. 10, 1948. Buenos Aires (Argentina).
12. Simon, W. J.: «Clínica de Operatoria Dental». 1959.
13. Vedani, Luis: «Técnica original de metalización y mejoramiento del metalizador utilizado en la construcción de troqueles por el método galvanoplástico». *Revista Círculo Odontológico del Oeste*. Vol. 15, pág. 10, 1942. Buenos Aires (Argentina).
14. Calvo, Mario F., y Calamonici, Oscar: «Técnica para metalizar impresiones, utilizando espejo de plata, con el fin de obtener troqueles por el método galvanoplástico». *Revista El Cooperador Dental*. Noviembre-diciembre de 1960 y enero-febrero de 1961, núms. 163 y 164. Vol. XXVIII, página 128.
15. Luna, Manuel, y Fassi, Mario V.: «Incrustaciones de oro coladas sobre troquel de cobre obtenido por galvanoplastia». *Archivos Cátedra Técnica de Operatoria Dental*. Vol. 2, 1949. Buenos Aires (Argentina). Pág. 154.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Asher, Harry: «Galvanoplastia en Odontología». *Revista Oral Hygiene*, 1937.
- Berger, Charles: «Un nuevo sistema para la construcción de troqueles en una hora o dos». *Prótesis Activa*, 1952.
- Fassi, Mario V.: «Troqueles de cobre obtenidos por galvanoplastia para incrustaciones y coronas funda de acrílico y porcelana». *Archivos Cátedra Técnica de Operatoria Dental*. Vol. 2, 1949. Buenos Aires (Argentina).
- Frankel, Clarence B.: «Fundamental principles of electroforming applied to coppers dies in indirect, inlay work». *Revista The New York State Dental Journal*, 1951.
- Frankel, Clarence B.: «Conductive impression material, the formula». *J.A.D.A.* 1949.
- Gallego, Eduardo: «Troqueles y modelos por galvanoplastia». *Revista Prótesis*, 1937. Buenos Aires (Argentina).
- García, Gabino, F.: «Obtención de troqueles por galvanoplastia». *Revista Argentina Odontológica*, 1937. Buenos Aires (Argentina).
- Huertas, G. B. J.: «Técnica de metalización rápida de impresiones para la construcción de muñones electrolíticos». *Boletín Odontológico Colombiano*, 1956.
- Martín, Gregorio: «Física». Tomo 2.º Buenos Aires (Argentina). 1950.
- Irving, J. A.: «Electroforming indirect inlay models». *Revista Dental Items of Interest*, 1935.
- Pissacco y Aldecoa: «La práctica del método indirecto en Odontología». Texto, 1937. Uruguay.
- Ramírez Monreal, Ricardo: «Oro, plata y cobre. El laboratorio y sus métodos analíticos». Texto, 1947. Chile.
- Rosentiel, Edwin: «Electroformación de troqueles dentales». *Revista Oral Hygiene*, 1955.
- Roy, Ellis: «The electrodeposition of indirect inlay model». *Revista J.A.D.A.* 1938.
- Viverito, Damiano J.: «Electrodeposition in dentistry, application to inlay dies». *Revista Dental Cosmos*, 1935.

—¿Son eficaces e inocuos algunos de los tranquilizantes u otras drogas para ser tomados antes de los exámenes por aquellos estudiantes que sufren excesiva «nerviosidad por exámenes»?

—Esta pregunta resulta difícil de contestar sin conocer exactamente qué se quiere decir con excesiva «nerviosidad por exámenes» y cuál es la naturaleza del examen. En un examen oral son conocidos los casos del alumno que se queda mudo porque está intimidado por la situación y del alumno que está tan excitado que dice cosas sin sentido. Lógicamente que uno requiere un estimulante, mientras que el otro un sedante. Un cierto grado de tensión nerviosa a cualquier prueba de aptitud, ya sea física o mental, es natural y además es probable que esta ansiedad sea «un incentivo y una ayuda suplementaria para hacer las cosas mejor y que hay algo así como estar más relajado que lo que sería bueno para un comportamiento eficiente». Es bien conocida la situación del competidor que siempre pasa una noche de insomnio antes de la prueba, está tan excitado que no puede tomar su desayuno y si lo hiciera vomitaría inmediatamente, y que luego pasa la prueba con una actuación de primera clase, y es probable que sin esos síntomas de ansiedad previa, su actuación no sería tan brillante. El segundo punto que debe recordarse es que, según las evidencias con que cuenta por ahora, cualquier droga que actúa sobre el sistema nervioso central puede alterar las facultades intelectuales del individuo.

Por consiguiente, resulta claro que en una situación como ésta uno tiene que intentar de llegar a un equilibrio entre el posible efecto benéfico de la «nerviosidad por exámenes» sobre la actuación del alumno y el efecto deletéreo que pudiera tener su reacción de ansiedad. Si se decide que este último efecto es el que domina, entonces ha de ser considerada la cuestión de la droga más adecuada. Desde un punto de vista puramente farmacológico la mejor droga en estas circunstancias sería probablemente el alcohol, pero por razones obvias no se usará. Es práctica corriente que un alumno tome anfetamina antes de los exámenes porque le hace sentirse satisfecho de su actuación, si bien él podrá sentirse satisfecho de su actuación y finalizar el examen más rápidamente, su exactitud estará alterada. Cuando se requiere un sedante, y siempre que sea administrado durante un período breve solamente no hay reparo en usar ya sea un barbitúrico o uno de los nuevos tranquilizantes. Si el alumno no puede conciliar el sueño la noche antes del examen, entonces quizá pueda ayudarle el acostarse temprano y tomar una dosis de quinalbarbital o ciclobarbital. Para una sedación más general hay pocas evidencias de que alguna de las drogas modernas sea mejor que una pequeña dosis de luminal, pero en las presentes circunstancias podría ensayarse el meprobamate o la clorodiazepoxida. Sin embargo, es sumamente imprudente que un estudiante haga experimentos con cualquier droga poco antes de un examen importante. Si se cree que la administración de una droga podría ayudar a su nerviosidad previa a exámenes, entonces se hará bien en determinar de antemano su reacción a la droga elegida cuando no hay riesgo. (Per S. M.)

DR. D. JUAN BELTRAN CODINA

En la recién elegida Junta de la Academia de Doctores de Barcelona forma parte como Vocal Médico nuestro compañero el doctor don Juan Beltrán Codina, ex Presidente de nuestro Colegio. Con tal motivo nos complacemos en expresarle nuestra más sincera felicitación por su elección, a la par que le deseamos el mayor éxito en su desempeño.

ODONTOIATRIA

Revista Ibero-Americana de Medicina de la boca

VOL. XIX

MADRID - 1967

NUM. 226 (10)

FUNDAMENTOS FISICO-QUIMICOS DE LA GALVANO-PLASTIA

por el

Prof. Dr. MARIO F. CALVO

(De Buenos Aires)

CONCEPTOS GENERALES

El investigador físico-químico ha debido descartar ciertos conceptos que explicaban determinados fenómenos físicos; en nuestro caso particular, la disociación iónica, la electrólisis y la galvanoplastia, para ponerse a tono con el extraordinario desarrollo alcanzado por la física y la química en los últimos años. Así, a modo de ejemplo, diremos que el antiguo concepto, que consideraba a la materia como un ente de carácter continuo, ha sido desechado y hoy se le asigna a la misma un carácter discontinuo.

El átomo es, a la luz de la física atómica, un conjunto de corpúsculos denominados subatómicos, siendo uno de los principales los *electrones*, partículas de electricidad negativa y de importancia fundamental en los fenómenos objeto de estudio en el presente trabajo; otros corpúsculos subatómicos de importancia son los *protones* y los *neutrones*. De una manera general, la mayoría de los autores distinguen en el átomo dos partes fundamentales, una central llamada *núcleo* (protones y neutrones) cargada positivamente y una serie de *electrones* de carga negativa rodeando dicho núcleo. Estas cargas son equivalentes, y por eso el átomo es eléctricamente neutro. Cuando gana y pierde electrones se transforma en un *ión*. En realidad, estos corpúsculos están rodeados por vacío, de modo que el *átomo es más espacio que materia*.

La relación entre el núcleo atómico y los electrones ha sido objeto de diversas concepciones, que han ido variando a través del tiempo para adaptarse a los sucesivos hallazgos científicos. Una de las primitivas concepciones es la *planetaria de Ruther-*

ford, que fue seguida por la explicación de Bohr, que era una versión cuantificada del átomo de Rutherford. Llegó luego la *concepción elíptica de Sommerfeld*, para continuar con la *teoría ondulatoria de De Broglie* y llegar en la actualidad a la *función matemática de Dirac*, que reemplazó a la aceptada hasta entonces y que fuera enunciada por Schrödinger y Born por otra ideación llamada *spin*, la cual confirió a los electrones, además de su movimiento alrededor del núcleo atómico, otro alrededor de un eje propio.

Ocupándonos desde hace algunos años del estudio de la galvanoplastia, tratamos en publicaciones anteriores distintos aspectos de la misma. Así en un trabajo describimos una técnica que por experiencia personal juzgamos excelente para la obtención de troqueles electroformados de cobre (1); en otro expusimos una técnica personal de metalización con espejo de plata, que fue transcripto por varias revistas especializadas (2). Finalmente, en otras publicaciones, tratamos en forma general sus propiedades, sus técnicas de preparación y los principios físico-químicos que rigen su obtención (3, 4).

Los conceptos físico-químicos que serán expuestos durante el desarrollo del presente trabajo tratarán de explicar los fenómenos galvanoplásticos desde el punto de vista de los principios de la física actual, pero con las limitaciones que impone el hecho de que van dedicados a la lectura de odontólogos y no de físicos.

Estos conceptos serán precedidos por una breve reseña histórica sobre los orígenes y evolución de la galvanoplastia, tanto desde el punto de vista general como del dental.

RESEÑA HISTORICA

Considerado desde un punto de vista práctico, puede ser aceptado como paso inicial de la galvanoplastia el jalón técnico que significó el hallazgo de la electrodinámica, una forma de energía eléctrica poco difundida en los albores del siglo XIX. Dice, refiriéndose a este descubrimiento, M. Montecchi (5): «El hallazgo de la electrodinámica correspondió al gran investigador italiano Luis Galvani (1737-1798). Galvani, que más que físico era fisiólogo, había dado demasiada preponderancia a los fenómenos vitales, actitud que le impidió comprender el verdadero fenómeno eléctrico que tenía ante sus ojos.» La manifestación eléctrica conocida como galvanismo consistía en provocar contracciones en la pata de una rana mediante la corriente eléctrica.

Alejandro Volta (1745-1827), profesor de física de la universidad de Pavia, comprendió, luego de una minuciosa observación de los trabajos y resultados experimentales efectuados por Galvani y mediante una rigurosa experimentación personal,

que no era indispensable la presencia del nervio para determinar la circulación eléctrica por la pata de la rana. Para Volta, ni el nervio ni el músculo tendrían nada que ver en la generación de la corriente eléctrica. Llegó, por último, a la conclusión de que los metales que contactaban con la pata de rana no eran tan indiferentes como los conceptuaba Galvani, y que en realidad eran los determinantes de dicha corriente eléctrica.

Volta, quien como todos los privilegiados de la inteligencia era un visionario, llegó a la conclusión en el devenir de su tarea de laboratorio que al colocar próximos dos metales (estaño y plata) y establecer una comunicación entrambos, por intermedio de un trozo de género húmedo, se podía comprobar el pasaje de una corriente eléctrica de bastante resistencia.

En comprobaciones experimentales posteriores, Volta perfeccionó el dispositivo y trató de explicar el fenómeno diciendo que los metales diferentes, al ser introducidos en una solución salina, tendrían una diferencia de potencial que tratarían de igualar en la misma forma que lo hacen los líquidos en los vasos comunicantes. Pero, en realidad, Volta se hallaba muy lejos de imaginar el proceso físico-químico que se originaba al atravesar la corriente eléctrica las soluciones electrolíticas y aún mucho más lejos todavía de explicarlo científica y racionalmente.

Volta describió sus experiencias en una célebre carta publicada en 1800 en «*Philosophical Transactions of the Royal Society*», de Londres, la cual puede leerse transcrita por E. Galloni (6).

Con relación a la electrólisis, afirma V. Engel Hardt (7): «Fue Miguel Faraday (1791-1867) quien estableció el régimen cuantitativo de la electrólisis, aun cuando no existía una explicación satisfactoria sobre el mecanismo íntimo de la misma, que como es sabido fue enunciada por Arrhenius en 1887.»

Pero como para el caso de la enunciación de dichas leyes esa explicación no era indispensable ni tenía un valor formal, pudo Faraday enunciar las suyas célebres, de las que nos ocuparemos en detalle más adelante.

La explicación científica de los fenómenos iónicos y electrolíticos se constituyó en un serio problema para los investigadores, quienes ya habían esbozado diversas concepciones para explicarlos.

Así, figuras de prestigio, tales como Davy y Grothus, habían interpretado diversamente el problema.

Rodolfo J. Clausius (1822-1888), conocido físico alemán, formuló también su propia explicación del fenómeno, tesis que fue aceptada casi generalmente hasta la aparición de la revolucionaria hipótesis de Arrhenius.

Svante Arrhenius eligió el estudio de las ciencias físico-

químicas atraído por una profunda vocación, para lo cual se inscribió en la universidad de Upsala.

Luego de cursar brillantemente sus estudios en esa universidad se encontró a los veintidós años graduado frente al trance de preparar su tesis de doctorado. Como todos los genios, poseía ideas absolutamente propias y conceptos muy personales sobre diversas cuestiones y fundamentalmente sobre el paso de la corriente eléctrica a través de las soluciones electrolíticas. Estos conceptos se habían formado al amparo de su asombrosa capacidad deductiva y su profundo sentido de observación y análisis, e hicieron que eligiera este tópico como motivo de su tesis.

Luego de realizar una intensa y fundamentada labor experimental, se encontró en posesión de todos los elementos teórico-experimentales para elaborar su tesis.

Lista ya su redacción, la presentó en la universidad aprontándose para su defensa, ya que de acuerdo con las normas estatutarias vigentes, la universidad debía designarle un adversario frente al cual, y a un tribunal calificador, debía exponer sus formulaciones.

Designado un adversario de gran calificación, debió hacer frente al mismo su exposición y defensa, cuidando en todo momento que el entusiasmo por su teoría no trascendiera en demasía y causara una impresión desfavorable en el ya mal pre-dispuesto tribunal examinador.

La prueba duró casi cuatro horas, al cabo de las cuales el interrogatorio finalizó y el tribunal falló, dando un veredicto favorable a Arrhenius, pero calificándole con una nota que tenía justo el valor para su aceptación y aprobación. Arrhenius había obtenido el título de doctor, pero a regañadientes.

Una vez con su tesis, se dio Arrhenius a la ímproba tarea de lograr su aceptación por el mundo científico.

Como nadie es profeta en su tierra, Arrhenius tampoco lo fue, y no encontró en su patria campo fértil para que fermentase su semilla.

Decepcionado por la incompreensión que encontró en su medio, resolvió dirigirse a científicos extranjeros, pensando que éstos captarían la verdad de su hipótesis.

Con ese propósito envió copias de la misma a Oliver Lodge, Lothar Meyer, Clausius y otros relevantes hombres de ciencia, obteniendo en todos los casos la negativa por resultado.

Pero la prédica de Arrhenius no cayó siempre en terreno infecundo, pues Wilhem Ostwald (1853-1932), profesor de química de la escuela politécnica de Riga, acogió con entusiasmo la teoría del joven investigador y se colocó decididamente a su lado para su defensa.

Con el apoyo de Ostwald y de Jacobo Vant Hoff (1852-1911) (8), quien se plegó totalmente a la causa, el mundo científico reconoció y aceptó la hipótesis de Arrhenius.

La teoría del investigador sueco fue publicada en la revista de física y química dirigida por Ostwald, con el título de «Sobre la disociación de las sustancias en soluciones acuosas».

Para completar esta somera semblanza de Svante Arrhenius, diremos que nació en 1859 y falleció en 1927. Sus magníficos aportes a la ciencia fueron reconocidos universalmente, otorgándosele el premio Nobel de química en 1903. A quien le interese leer al detalle la vida y la obra científica de Arrhenius, recomendamos leer a B. Jaffe (9).

Para referirnos de una manera general y sintética a la evolución de la galvanoplastia a través del tiempo, citaremos a R. Wilde (10), quien dice: «Un discípulo de Volta, llamado Brugnatelli, vislumbró la aplicación de la pila, creando en el año 1805 un método para dorar pequeños objetos y medallas de plata.

Era, pues, imposible la aparición de la galvanoplastia hasta que surgieron las pilas de corriente constante (1839), iniciada por Daniel, que vino a remediar los inconvenientes con que tropezó su antecesor.

Llegamos así a 1838, año en que la galvanoplastia, arte indiscutible, fue inventada por Jakobi de San Petersburgo, quien la sacó de su primera infancia para convertirla en un arte y llevarla hasta el estado actual de adelanto.

Spencer, de Liverpool, gran filósofo, simultáneamente, obtuvo resultados similares en sus experiencias a los de Jakobi.

En 1845, a Vajna, de Budapest, cúpole el honor de ser el primero que obtuvo modelos de cobre aplicando la galvanotecnica.

Una pléyade de estudiosos siguieron los pasos de Vajna: Schulof, Hillischer, Wilhem y Walish fueron los que proporcionaron técnicas con el objeto de aplicar este arte a la odontología.»

Entre los investigadores y autores contemporáneos extranjeros que se han destacado en el estudio de la galvanoplastia odontológica citaremos a E. Rosentiel, Harry Asher, Clarence B. Frankel, J. A. Irving, Pissaco y Aldecoa, Mario Cechi Díaz, Berger, Bliss, Sáenz de Pipaon.

En la Argentina, numerosos y distinguidos profesionales realizaron experiencias sobre galvanoplastia, tales como Gallego Eduardo, Rómulo Leopardi, Mario V. Fassi y el profesor doctor Gabino F. García, actual profesor de la cátedra de Operatoria Dental, segundo curso, de la Facultad de Odontología de la Universidad de la Plata.

Una vez finalizada este breve recapitulación histórica, pasaremos a ocuparnos de los principios físico-químicos que fundamentan la obtención de troqueles electroformados (plata, cobre), a los que hemos tratado de actualizar consultando la bibliografía más moderna sobre el tema.

FUNDAMENTOS FISICO-QUIMICOS DE LA GALVANO-PLASTIA

Conductibilidad eléctrica: En relación con la facultad de permitir o no el pasaje de la corriente eléctrica a su través, los cuerpos se dividen en buenos conductores (cobre, plata) y malos conductores (vidrio, azufre).

Los metales permiten el paso de la electricidad sin sufrir modificaciones de ningún tipo en su estructura y se los denomina conductores de primera clase; en ellos, la conductividad se produce sin fenómenos químicos ni de convección, debiéndose según conceptos actuales a un flujo de electrones que atraviesan la estructura cristalina del metal en forma semejante a un «gas de electrones».

En cambio, las soluciones de ácidos, bases y sales son también conductores de la corriente eléctrica, pero sufren profundas modificaciones en su estructura química y realizan la conductividad por convección, es decir, con transporte de materia. Se les designa con el nombre de conductores de segunda clase o electrólitos.

Los conductores de tercera clase (gases) transportan la corriente por convección y sin cambios químicos.

Electrólisis: Este fenómeno físico-químico puede ser considerado de la siguiente manera: es el fenómeno que se origina al hacer circular una corriente eléctrica determinada por un electrólito (soluciones de ácidos, bases y sales), circulación que lleva aparejada una importantísima transformación química en el seno de los mismos, comprobándose la aparición de productos resultado de ese pasaje en los electrodos.

Si se coloca en un vaso una solución de Cl_2Cu , se podrá comprobar la aparición de una capa metálica de cobre sobre el polo negativo, mientras que en el positivo se desprenderá cloro. Los electrones son en este caso de platino.

Desde el punto de vista práctico, es posible distinguir en las relaciones interiónicas cuatro estados, a saber:

A. Un primer estado, preexistente a la disociación iónica, al que denominaremos *estado iónico*, ya que estudios experimentales con el auxilio de rayos X han demostrado la existencia de iones en los compuestos químicos electrovalentes en el que los átomos que forman la molécula pierden el estado atómico y se transforman en iones por cesión o toma de electrones,

manteniéndose unidos éstos por fuerzas electrostáticas (fig. 1).

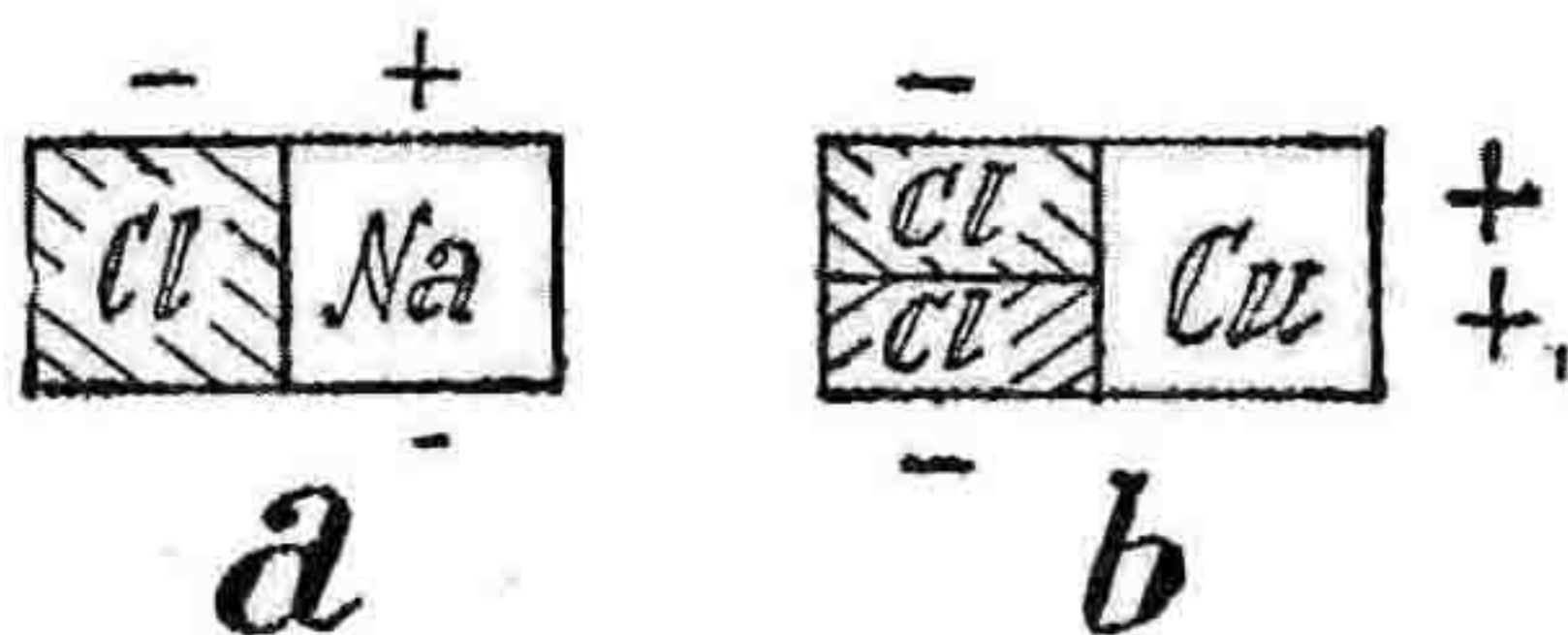


Fig. 1

Este esquema representa en la parte (a) una molécula de cloruro de sodio al estado iónico. Dicha molécula está formada por 1 átomo de sodio y 1 de cloro, que al unirse ceden y toman 1 electrón, respectivamente, transformándose en iones y manteniéndose unidos por fuerzas electrostáticas. En la parte (b) se ve una molécula de cloruro de cobre al estado iónico; sólo que en este caso el cobre, al actuar como electrobivalente, cede dos electrones, que son tomados uno por cada átomo de cloro, originándose así una molécula formada por un ión cobre y dos iones cloro. Los iones cloro tienen carga negativa (aniones) y los iones sodio y cobre (cationes), carga positiva.

B. Podemos considerar como un segundo estado al que se origina por ruptura de las moléculas de los compuestos químicos electrovalentes al ser disueltos en agua, de acuerdo con el grado de disociación respectiva para cada electrólito. Este estado, al que denominaremos como *disociación iónica*, se origina por ruptura de la atracción electrostática interiónica. La disociación iónica se produce por el solo hecho de hacer una solución entre un electrólito y agua, no teniendo en la misma ninguna intervención la corriente eléctrica. Vale decir que si a una determinada cantidad de agua le agregamos otra prefijada de un electrólito, por ejemplo, cloruro de sodio, inmediatamente se formará una solución electrolítica de cloruro de sodio con cationes sodio, aniones cloro y moléculas sin disociar, según puede apreciarse en el esquema de la figura 2.

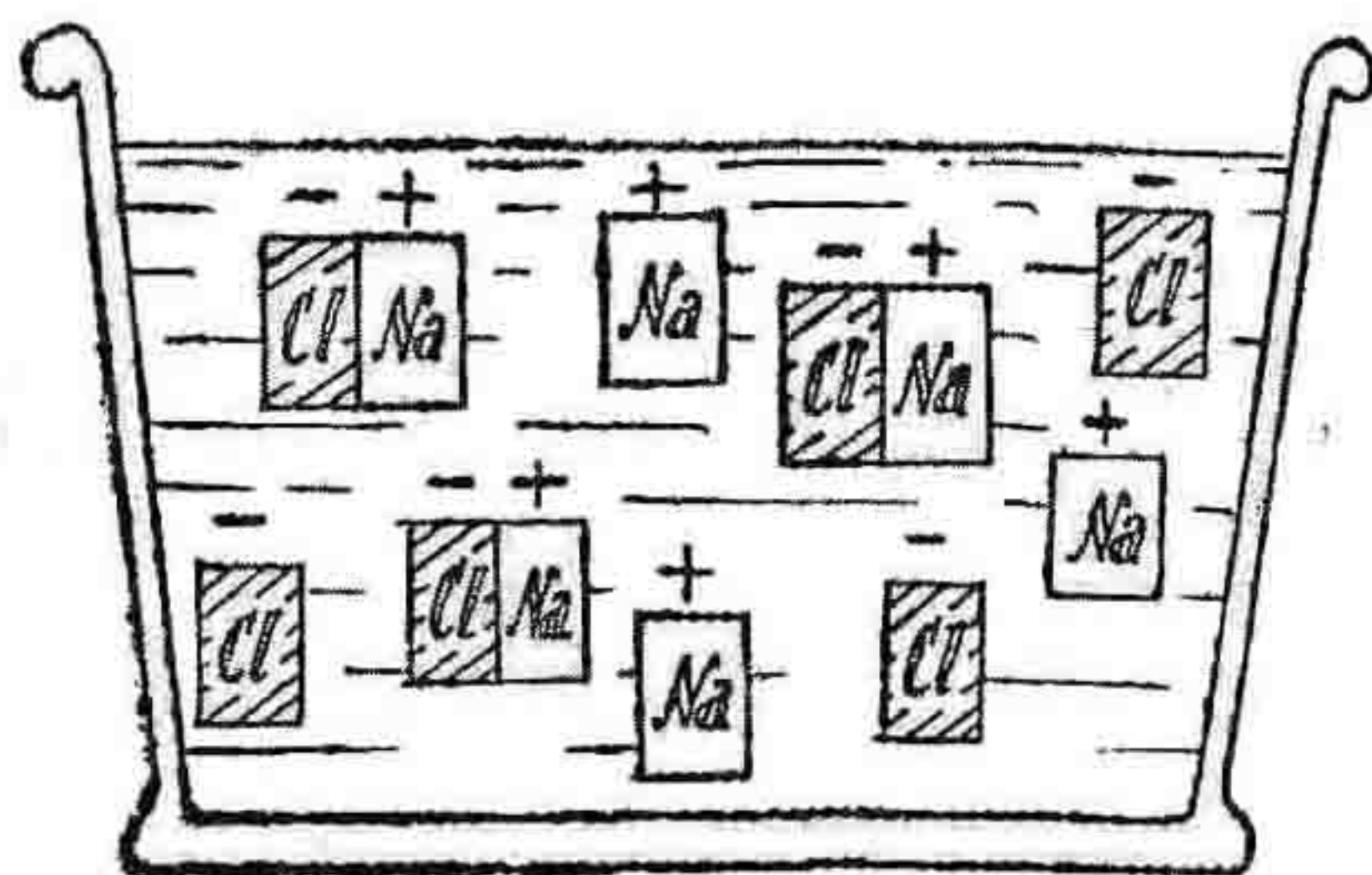


Fig. 2

Puede apreciarse el estado de disociación iónica, con la presencia de iones cloro y sodio y moléculas al estado iónico. El solo hecho de preparar la solución ya determina la ionización, ya que no existe ninguna conexión eléctrica que pudiera generarla, con la solución

Una vez efectuada la disociación iónica, el grado de la misma se mantiene constante, mientras no se modifique el porcentaje solución-electrólito. La *electrólisis* se logra mediante el auxilio de la corriente eléctrica, que disocia nuevas moléculas. Pero como el grado de disociación debe mantenerse fijo para las mismas condiciones, los iones preexistentes deberán reaccionar y lo hacen con el solvente, con los electrodos o entre ellos mismos, originando así las reacciones secundarias (fig 3).

Para terminar con estos conceptos sobre las relaciones entre iones, diremos que la *galvanoplastia* aprovecha los efectos secundarios de la electrólisis para lograr el depósito metálico sobre una superficie determinada conductora o no de la energía eléctrica, siendo indispensable en este último caso transformarla en tal (fig. 4).

Para definir a la galvanoplastia tomaremos los siguientes conceptos de R. Wilde (10): «La galvanoplastia constituye un capítulo importante de la electroquímica y se la define como el conjunto de operaciones que tienen por objeto recubrir o reproducir una superficie por medio de un depósito metálico, el que precipita del seno de una solución salina por medio de la corriente eléctrica.»

A los conductores metálicos que se introducen en la solución electrolítica y se encuentran en conexión con la fuente de energía eléctrica se les denomina *electrodos*. Al que se halla en conexión con el polo positivo, *ánodo*, y al que se relaciona con el negativo, *cátodo*.

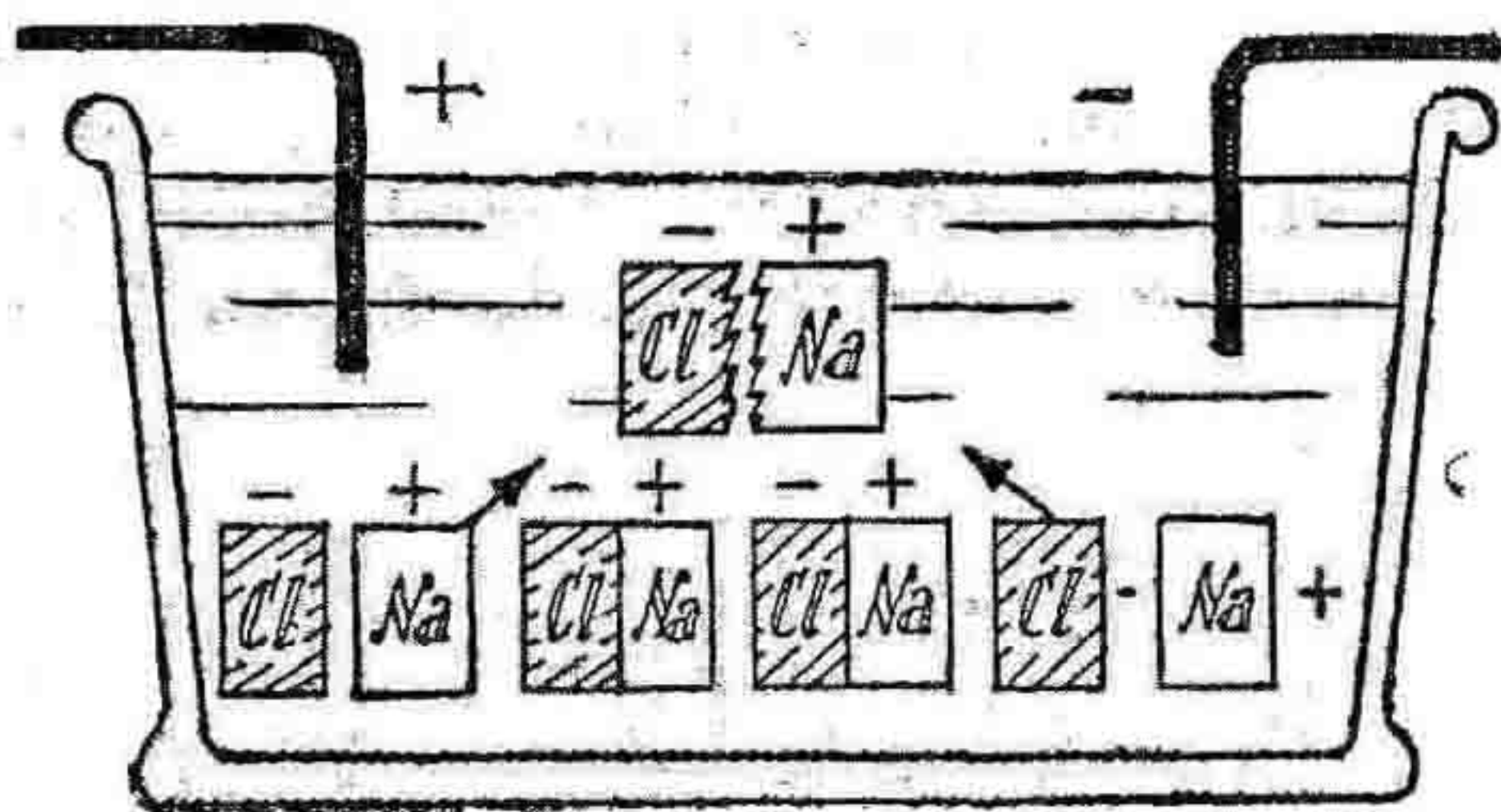


Fig. 3

Al hacer circular una corriente eléctrica por la solución de la figura 2 se observa: algunas moléculas fragmentándose y algunos iones dirigiéndose a los electrodos de carga contraria. Todavía no hubo reacciones secundarias

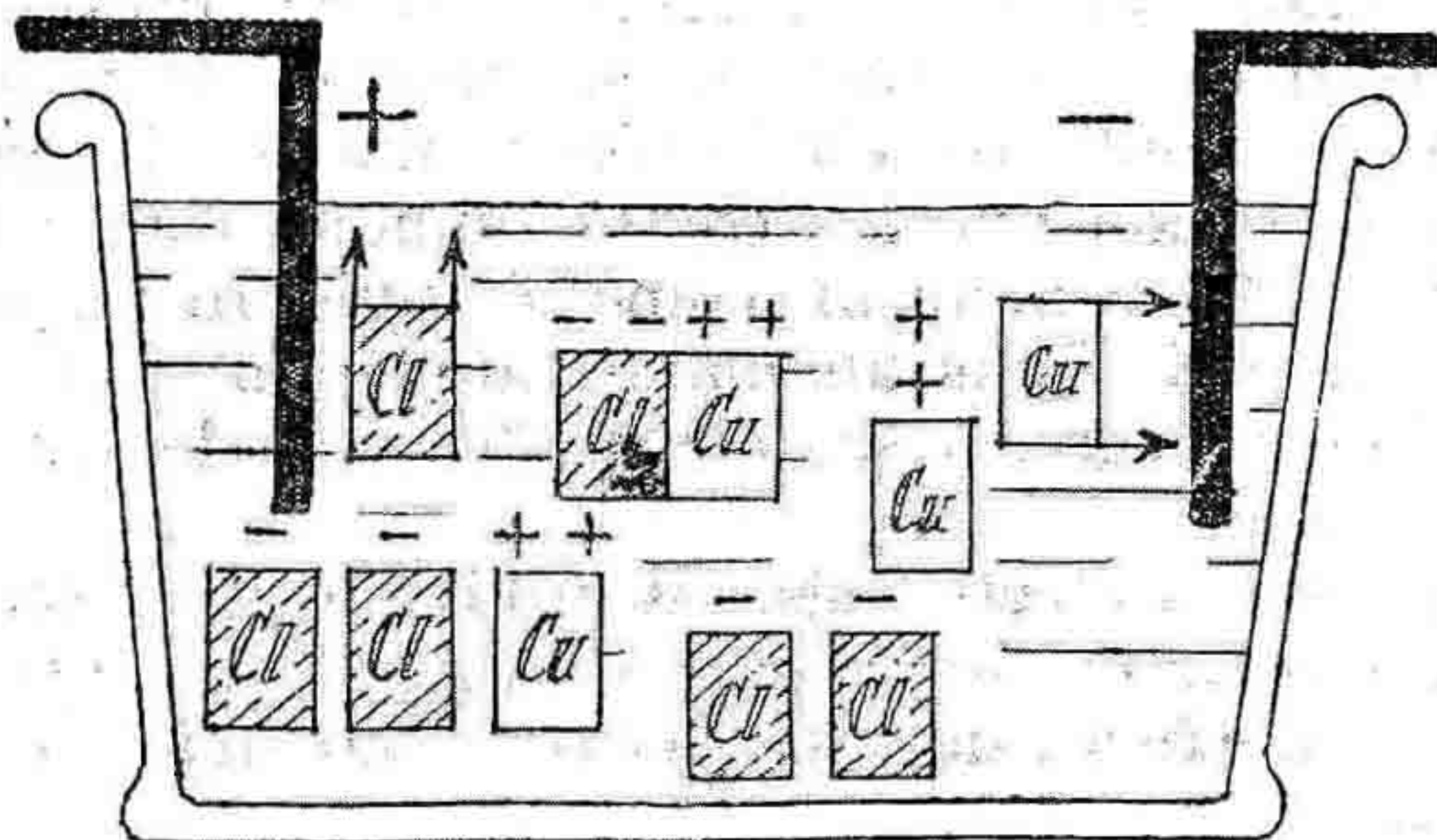


Fig. 4

Siguiendo la reacción comenzada en el esquema de la figura 3, se producen reacciones secundarias; pero hemos sustituido la solución de ClNa por una de Cl_2Cu , ya que el depósito de cobre se puede apreciar visualmente

Se llama *ánolito* a la porción de solución electrolítica próxima al ánodo, y *católito* a la ubicada en la proximidad del cátodo.

La disociación iónica tiene lugar tan pronto se mezclan el electrólito y el solvente, con prescindencia de la corriente eléctrica, la que, como hemos establecido precedentemente, no tiene otra función que originar la electrólisis y sus efectos secundarios.

La molécula se disocia siempre en dos partes, aun cuando la misma esté formada por más de dos elementos químicos.

Así, por ejemplo, el Cl_2Cu se disocia en aniones cloro y cationes cobre, sus dos elementos; en cambio, el sulfato de cobre, que está formado por tres elementos (azufre, oxígeno y cobre), también experimenta la disociación iónica en dos partes: el radical sulfato, que es un anión, y el cobre, que es un catión.

Cuando se trata de compuestos químicos con más de dos elementos la ionización se efectúa en fases, como veremos a continuación en el caso del ácido sulfúrico:

Primera fase: $\text{SO}_4\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_4\text{H}^- + \text{H}^+$.

Segunda fase: $\text{SO}_4\text{H}^- \rightleftharpoons \text{SO}_4^{--} + \text{H}^+$.

A las partes en que se disocia la molécula se las llama *iones*, a la que se deposita en el cátodo *catiún* y a la que va hacia el ánodo *aniún*.

Dice R. Coppens (11): «Si un átomo no posee exactamente el número de electrones capaces de asegurar la neutralización de la carga del núcleo, forma lo que se llama un ión. El número de electrones puede ser inferior al que debiera ser, y en este caso el ión es positivo. Por el contrario, el número de electrones puede ser superior al que debiera ser, y en este caso el ión es negativo.»

Según R. Wernicke (12), la electrólisis presenta las siguientes características:

Primera.—Los electrólitos presentan mayor presión osmótica y, por tanto, mayor descenso de su presión de vapor, mayor aumento de su punto de ebullición y mayor descenso de su punto de congelación que los correspondientes a su concentración molecular. Se comportan como si tuvieran mayor concentración que la real. Estas anomalías aumentan con la dilución de la solución y llegan a ser constantes cuando las soluciones son muy diluidas.

Segunda.—En la electrólisis, los productos de descomposición del electrólito aparecen tan pronto se inicia el paso de la corriente sobre las superficies de los electrodos, por más distantes que éstos se hallen.

Tercera.—Los metales y el hidrógeno se depositan en el polo negativo o cátodo, y el resto de la molécula (radicales y OH) en el polo positivo o ánodo.

Cuarta.—En la electrólisis se cumplen siempre las leyes de Faraday, siendo químicamente equivalentes los productos de descomposición del electrólito que aparecen sobre ambos electrodos, y

Quinta.—Durante la electrólisis se observan variaciones de concentración del electrólito en las regiones próximas a ambos electrodos.

Representación gráfica de los iones: Los iones se representan gráficamente, utilizándose para ello el símbolo químico del elemento, adicionado del signo más o menos, según se trate de un catión o de un anión.

Los cationes se representan así: $H^{(+)}$, $Cu^{(++)}$.

Los aniones pueden simbolizarse así: $Cl^{(-)}$, $Br^{(-)}$.

En los ácidos, el anión es el radical halogénico y el catión el hidrógeno: $ClH \rightleftharpoons Cl^{(-)} + H^{(+)}$.

En las bases, el anión es el radical hidroxilo y el catión el metal: $HO Na \rightleftharpoons HO^{(-)} + Na^{(+)}$.

En las sales, el anión es el radical halogénico y el catión el metal: $SO_4 Cu \rightleftharpoons SO_4^{(--)} + Cu^{(++)}$.

Reacciones secundarias durante la electrólisis.

Mientras dura la electrólisis, los iones liberados no permanecen inactivos, sino que por el contrario originan diversos tipos de reacciones, ya sea sobre los electrodos, sobre el solvente o entre ellos, o bien con los componentes del baño electrolítico.

Si colocamos en un recipiente una solución de sulfato de cobre y hacemos circular una corriente eléctrica a través de la misma, mediante la introducción de dos electrodos de platino, comprobaremos que el cobre se deposita en el cátodo, mientras que el radical sulfato reacciona con el agua de la solución y forma con el hidrógeno que toma de ella ácido sulfúrico, al tiempo que en el ánodo se desprende oxígeno libre. Esto se representa gráficamente mediante la siguiente ecuación:

Primera fase: $\text{SO}_4 \text{ Cu} \leftarrow \text{SO}_4^{(--) + \text{Cu}}$ (depositado en cátodo).

Segunda fase: $2 \text{SO}_4^{(--)} + 2 \text{H}_2 \text{O} \rightarrow 2 \text{SO}_4 \text{H}_2 + \text{O}_2$ (libre).

Estas reacciones tienen lugar cuando los electrodos son de platino, pero si los reemplazamos por otros de cobre las reacciones secundarias serán distintas. En este caso, el radical sulfato se combinará con el cobre de la solución, la que a su vez la tomará del ánodo, de manera que la solución tendrá una concentración constante, a la vez que el ánodo disminuye de peso en la misma proporción que aumenta el cátodo.

Podemos representar gráficamente a estas reacciones secundarias mediante la siguiente ecuación química:

Primera fase: $\text{SO}_4 \text{ Cu} \rightarrow \text{SO}_4^{(--)} + \text{Cu}^{(++)}$ (depositado en cátodo).

Segunda fase: $\text{SO}_4^{(--)} + \text{Cu}^{(++)} \rightarrow \text{SO}_4 \text{ Cu}$.

Repitiéndose estas reacciones mientras dure el pasaje de la corriente eléctrica.

Como consecuencia de estas reacciones hay un transporte continuo de materia (Cu) del ánodo al cátodo mientras haya circulación eléctrica, de ahí que se considere a la electrólisis como un fenómeno de convección, pues el paso de la electricidad se acompaña de transporte de materia.

Leyes de Faraday: Este célebre hombre de ciencia inglés fue quien enunció las leyes que rigen a la electrólisis aun antes de conocerse y aceptarse científicamente una explicación racional de la misma, leyes que transcribimos a continuación, citando textualmente a R. Wernicke (12):

«Primero.—La cantidad de electrólito descompuesto durante una electrólisis es proporcional a la cantidad de electricidad que pasa por él, o sea a la intensidad de la corriente y al tiempo que ha durado.

Segundo.—La cantidad de sustancia (elemento o radical) depositada en cada electrodo durante el paso de una determinada cantidad de electricidad es proporcional a su equivalente químico.»

Por equivalente químico se entiende al peso atómico dividido por la valencia de un elemento.

Corresponde a la cantidad de sustancia puesta en libertad por 96.500 culombs, según dice L. Pauling (13).

Por ejemplo, si la misma cantidad de energía eléctrica circula por diferentes electrólitos y cada uno de ellos contiene iones univalentes, como el sodio o la plata, las masas de estos elementos que se depositan en cada electrodo son proporcionales a sus respectivos pesos atómicos.

Además, cuando se someten a este proceso de electrólisis elementos bivalentes tales como el Cu, las masas depositadas equivalen a la mitad de lo que serían si los elementos fueran univalentes.

En efecto, es posible constatar que si se hace circular una corriente de 96.500 culombs por una solución de cloruro de cobre (Cl_2Cu) se deposita en cátodo $\frac{1}{2}$ átomo-gramo de Cu y un átomo-gramo de Cl.

Sean cuales fueren las sales sometidas a la electrólisis, serán necesarios siempre 96.500 culombs para liberar en los electrodos una masa igual al peso atómico del elemento dividido por su valencia, vale decir a su equivalente electroquímico.

Hipótesis de Arrhenius; su actualización: Basado en conceptos emitidos por Grothus y Claussius, así como en la interpretación de los fenómenos iónicos y comprobaciones realizadas por otros autores con el complemento fundamental de su propia actividad experimental, llegó Arrhenius a la publicación de su tesis sobre la disociación iónica, que como lo hemos expresado anteriormente tantas polémicas, oposiciones y discusiones suscitara hasta su aceptación por el mundo científico.

Según Arrhenius, los electrólitos contienen las sustancias disueltas, ácidos, bases y sales, no al estado molecular, sino disociadas en fracciones a las cuales las denominó iones, partículas provistas de carga eléctrica equivalente y de signo contrario. En realidad la disociación iónica no abarca la totalidad de las moléculas presentes en la misma, de modo que en una solución iónica encontraríamos moléculas enteras y otras disociadas en iones.

Al respecto, dice G. Champetier (14): «Arrhenius supuso que el hecho mismo de disolver una sustancia salina en agua descompone sus moléculas en fragmentos, los iones, que llevan cargas eléctricas de signo contrario.»

La corriente eléctrica no hace más que transportar los fragmentos cargados hacia los electrodos: unos, los cationes, cargados positivamente, hacia el cátodo, y los otros, los aniones, que llevan carga negativa, hacia el ánodo.

Para explicar el mecanismo de la ionización creemos conveniente hacer algunas consideraciones aclaratorias previas. En primeo término expondremos el concepto actual sobre la valencia de un elemento, y para ello citaremos a B. Jaffe (15), quien dice: «Se puede definir como el número de electrones que pueden ceder o tomar los átomos para completar su órbita externa.» De esta definición surge un nuevo concepto de metal y metaloide: «Un metal es un elemento que cede electrones de su órbita más externa, y metaloide quien los toma para completarla.»

De acuerdo con este concepto de valencia, podemos distinguir dos tipos de combinación química, la electrovalente y la covalente.

La forma electrovalente de combinación química consiste en que uno de los átomos que juega en la reacción cede sus capas externas completas. En este caso, los átomos desequilibran sus cargas eléctricas y adquieren valor eléctrico transformán-

dose en iones, que se mantienen unidos formando una molécula de compuesto electrovalente, unidos por fuerzas electrostáticas susceptibles de romperse por disolución.

Tomando como ejemplo la formación del cloruro de sodio, en ella el átomo de sodio, que tiene un solo electrón en su capa externa, lo cede cuando se pone en contacto con el átomo de cloro, quien lo toma y completa así su anillo externo con ocho electrones. El sodio, al ceder su único electrón, también queda con un anillo externo de ocho electrones. Como consecuencia de la cesión de un electrón, el sodio, al no tener el número suficiente de cargas eléctricas negativas (electrones) para balancear la carga positiva (protones), se carga positivamente. El cloro, a su vez, por tomar elementos negativos, se vuelve negativo (fig. 5).

La unión de los elementos electrovalentes (iones) origina la formación de compuestos químicos cristalinos.

Estos compuestos cristalinos no están formados por átomos, sino por iones, de manera que el cloruro de sodio es un compuesto cristalino formado por aniones, cloro, cationes y sodio unidos por fuerzas de atracción electrostática.

Si tales cristales iónicos se disuelven en agua la fuerza electrostática se rompe, originándose así el fenómeno de la disociación iónica.

Se han realizado comprobaciones experimentales con el auxilio de procedimientos de difracción de los rayos X, que permitieron establecer que la formación de iones no es una resultante de la disolución de la molécula de electrólitos, sino que los iones existen ya con anterioridad a la misma en el cristal del compuesto electrovalente. La disolución no hace más que separar los iones preexistentes.

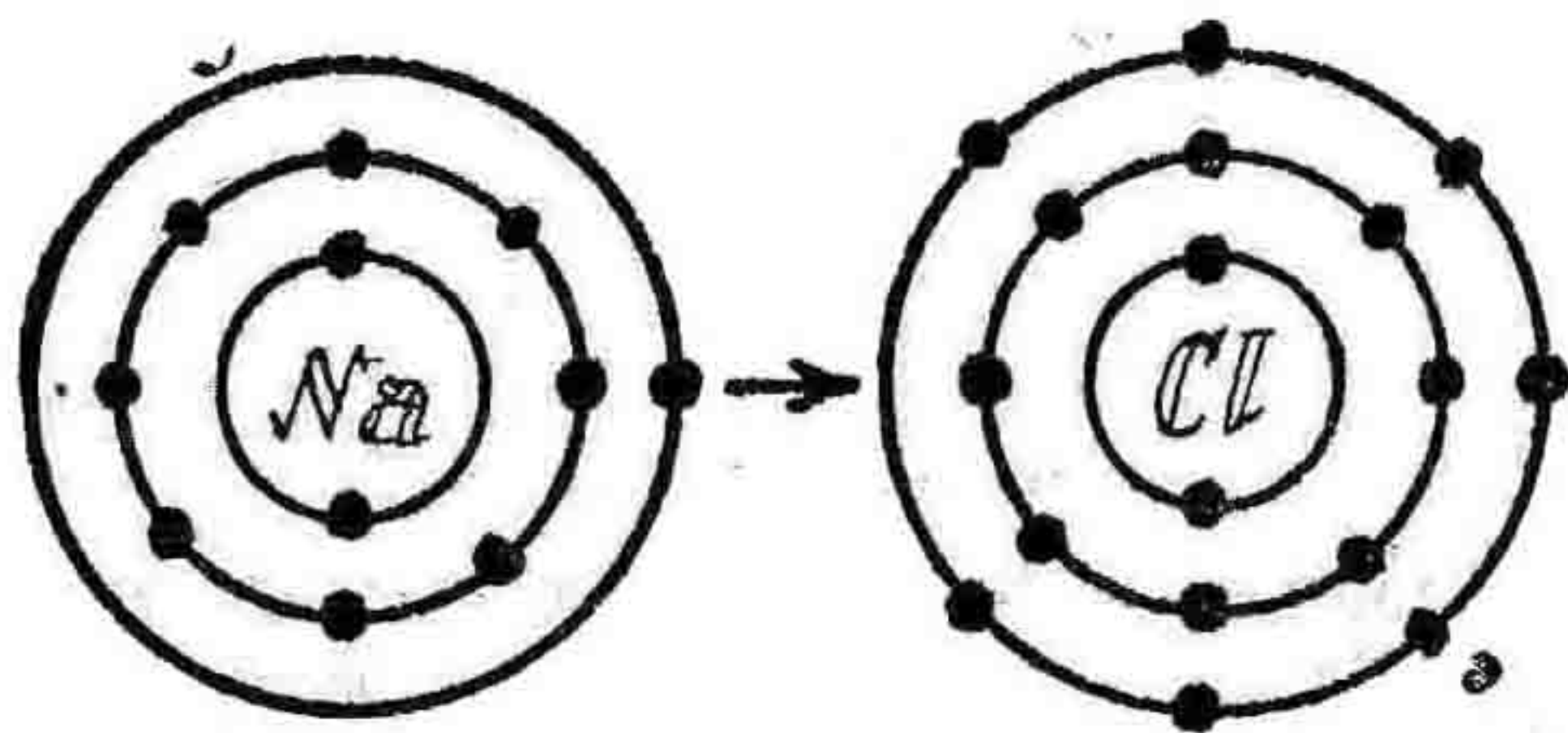


Fig. 5

Combinación química electrovalente

El método covalente de combinación no consiste en la cesión de electrones, sino que éstos son compartidos por ambos átomos o radicales y se las llama también uniones homeopolaes.

En este tipo de combinaciones incluimos las uniones de los átomos para formar sus moléculas, tales como el hidrógeno

(figura 6), la molécula de agua (fig. 7) y los radicales (SO_4), que son ejemplo de uniones covalentes.

Los radicales, que están formados por varios elementos y actúan en las soluciones electrolíticas y en las reacciones químicas como un único elemento, también pertenecen a este tipo de combinación.

Dice A Isaacs (16): «Los radicales están formados por la combinación covalente de ciertos elementos con el oxígeno y son inestables a menos que se combinen por electrovalencia con otros elementos.»

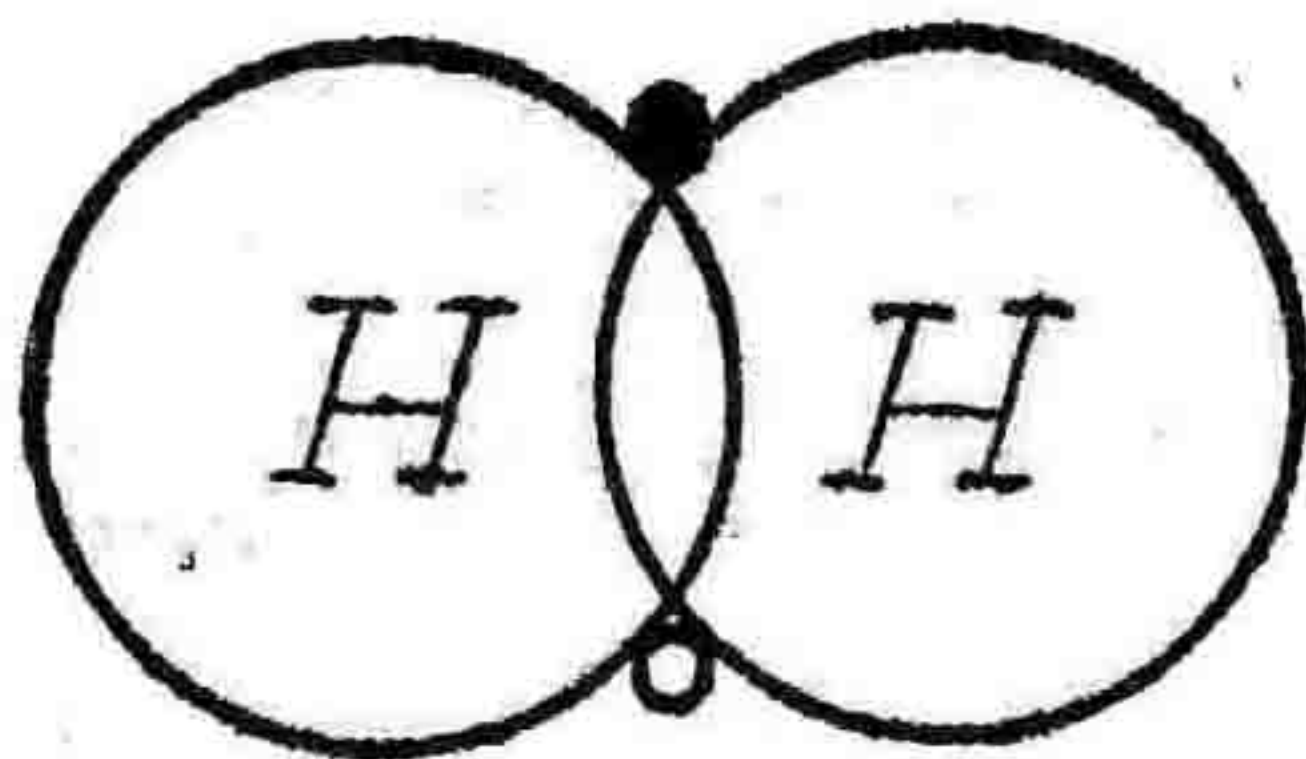


Fig. 6

Molécula de hidrógeno formada por una combinación covalente

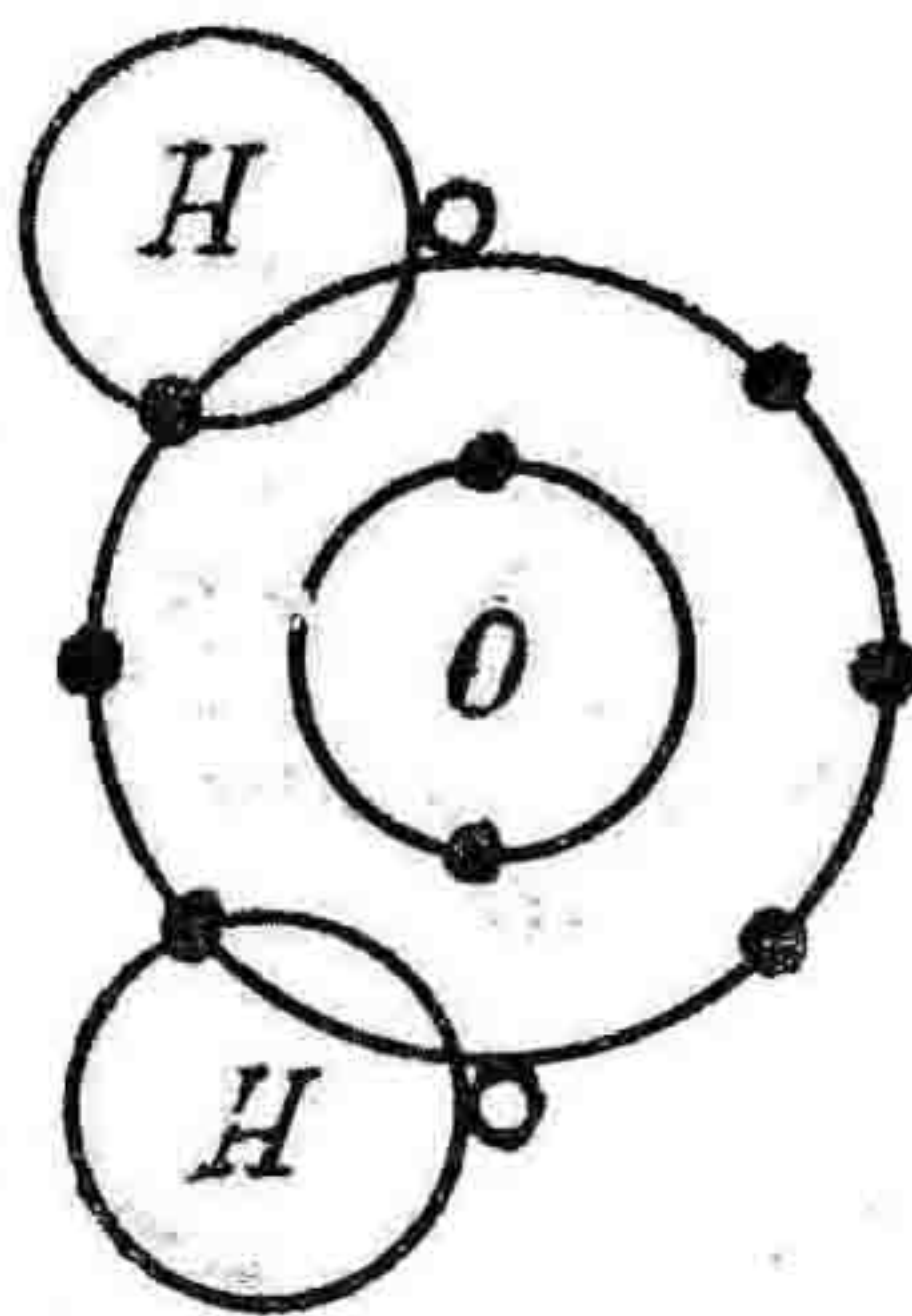


Fig. 7.

Molécula covalente de agua

Grado de disociación de un electrólito: Puede definirse como la relación existente entre el número de moléculas ionizadas y el total de las moléculas presentes en la solución. El grado de disociación presenta variaciones que dependen de varios factores, a saber:

Primero. *De la facultad de ionización propia de cada electrólito:* Si se comparan soluciones equivalentes de ácido sulfúrico y ácido acético se verá que el primero se disocia en mayor porcentaje que el segundo; vale decir que todos los electrólitos no presentan el mismo grado de disolución, de ahí que se los divida en fuertes y débiles.

Segundo. *Del porcentaje de la dilución:* Al aumentar la proporción del solvente, aumenta el grado de disociación del electrólito y viceversa.

Para cada grado de disociación existe un estado de equilibrio, que puede representarse gráficamente mediante la siguiente ecuación química:



Dice R. Wernicke (12): «Este equilibrio está regido por la ley de las masas activas, que se aplica a todas las reacciones reversibles; la relación entre los productos de las concentraciones (masas activas) de las sustancias que figuran en uno y otro término de la ecuación es constante. La ley de Guldberg y Waage, aplicada a la disociación iónica de CH_3COONa , expresa que

$$\frac{(\text{CH}_3\text{COO}^-) \cdot (\text{Na}^+)}{\text{CH}_3\text{COONa}} = K.$$

El valor K , que resulta de esta ecuación, es constante para cada grado de dilución y tipo de electrólito y sus valores aumentan con la temperatura y la constante dieléctrica del solvente.»

Electrólitos fuertes y débiles: No todos los electrólitos presentan el mismo grado de disociación; de ahí que se los agrupe en dos grandes categorías: fuertes y débiles. El ácido sulfúrico, el nítrico, el clorhídrico, son ejemplos de electrólitos fuertes que experimentan una gran ionización, lo mismo que el hidróxido de sodio y el sulfato de cobre, mientras que a los que lo hacen en pequeño grado, como el ácido acético, se les denomina débiles.

La fuerza que establece la unión de los iones en los compuestos electrovalentes es del tipo electrostático y su resistencia a las fuerzas disociativas es de poca envergadura, de ahí que la sola dilución en agua determine su ruptura y la formación de iones.

Esto explica la facilidad de ionización de los compuestos inorgánicos y compuestos orgánicos electrovalentes (ácido acético, acetato de sodio) (18).

Dice M. Sobrevila (17): «Está perfectamente establecido que el átomo puede ganar o perder electrones de su capa externa sin que por ello varíen sus cualidades químicas, pero sí sus propiedades eléctricas.» Durante la electrólisis, los iones, al ser neutralizados por los electrodos, perderán su carga eléctrica y originan nuevamente átomos.

Los siguientes conceptos de R. Coppens (18) afirman la diferencia entre átomo e iones de la siguiente manera: «Los radios de los elementos y de los iones correspondientes son diferentes. Los iones positivos que poseen electrones en defecto son más pequeños que el átomo neutro, mientras que los iones negativos, con su exceso de electrones, son más grandes.»

K. Fajans (19) realizó una serie de estudios sobre la tabla de la clasificación periódica de los elementos y llegó a la conclusión que, «dejando de lado los gases inertes, toda fila completa de la misma comenzaba a la izquierda con un álcali que era electropositivo, puesto que entraba en dilución iónica como ión positivo y finalizaba con un halógeno que originaba un ión negativo, y por ello resultaba electronegativo. Los elementos ubicados entre ambos iban decreciendo de una propiedad a la otra, de modo que todo elemento particular era siempre más electronegativo que su vecino de la izquierda».

Si observamos el grupo I de la tabla periódica, vemos que los elementos tienen un solo electrón en su capa externa y que pueden cederlo con facilidad en una combinación electrovalente, convirtiéndose en iones positivos. En el grupo VII, los elementos tienen siete electrones en su capa interna, lo que los convierte en aceptores de electrones.

Estos elementos forman iones negativos mediante la incorporación de un electrón, y se les denomina electronegativos y comprenden a los halógenos.

Los elementos marcadamente electronegativos, al unirse con elementos marcadamente electropositivos, forman compuestos electrovalentes.

En la mitad de la tabla están los elementos del grupo IV, que tienen cuatro electrones en su capa externa y que muestran tendencia a tomar, aceptar y compartir electrones y que originan compuestos covalentes.

Existe un grupo VIII, que comprende a los metales de transición de valencia variable, y un grupo O, que abarca a los llamados gases inertes, que presentan su órbita externa completa y, por tanto, presentan poca tendencia a las reacciones químicas, aunque hoy se conocen algunos compuestos tales como $(\text{Pt F}_6)\text{Xe}$. «Se han sintetizado numerosos compuestos del kriptón, xenón y ralon, principalmente fluoruros y derivados oxigenados. Por tanto, existe actualmente una química, por cierto muy interesante, de los elementos del grupo O», tal lo afirmado por A. Isaacs (16).

Por el contrario, en los compuestos orgánicos los enlaces que unen a los diferentes átomos en las moléculas son del tipo covalente y se presentan resistentes a la disociación, siendo del tipo electromagnético.

Las uniones covalentes se originan por electrones compartidos por átomos que se unen por atracción electromagnética, ocasionadas por movimientos oscilatorios o rotatorios opuestos de los electrones (spiner opuesto) (20).

BIBLIOGRAFIA

1. Calvo Mario, F.: «Troqueles galvanoplásticos de cobre. Su técnica». *Odontoiatria*, vol. XVIII, núm. 214, 1964, pág. 487.
2. Calvo Mario, F., y Calamonici, Oscar: «Técnica para metalizar impresiones con espejo de plata». *El Cooperador Dental*, noviembre-diciembre 1960 y enero-febrero 1961, vol. XXVIII, núms. 163 y 164, página 128. Transcrito por *Odontoiatria*, vol. XVIII, núm. 205, 1962, página 23.
3. Calvo Mario, F., y cols.: «Manual de Galvanoplastia Odontológica», texto 1963.
4. Calvo Mario, F., y cols.: «Troqueles galvanoplásticos». *El Cooperador Dental*, núms. 181 y 182, vol. XXXI, noviembre-diciembre 1963 y enero-febrero 1964, pág. 144.
5. Montecchia Modesto, P.: «El camino de la ciencia». 1956.
6. Galloni Ernesto, E.: «Lainvención de la pila eléctrica». 1965.
7. Engelhardt, Viktor: «Esquema del universo». 1957.
8. Salvaggio, Santos: «Diccionario biográfico de los premios Nobel». 1958.
9. Jaffe, Bernard: «Crisoles. Historia de los grandes químicos». 1948.
10. Wilde Roberto, L.: «Metalurgia, Física, Química y Mecánica aplicadas a la Odontología». 1952.
11. Coppens, René: «La radiactividad de las rocas». 1963.
12. Wernicke, Raúl: «Curso de Física Biológica». Tomo 1, 1952.
13. Pauling, L.: «Química general». 1956.
14. Champetier, Georges: «La química general». 1962.
15. Jaffe, Bernard: «La química crea un mundo nuevo». 1964.
16. Isaacs, Alan: «Introducción a la ciencia». 1966.
17. Sobrevila, Marcelo: «Teoría básica de la electrotecnia». 1965.
18. Prevost, C.: «Compendio de Química orgánica general». 1966.
19. Fajans, K. Citado por Romer Alfred en «El átomo inquieto». 1961.
20. Blackwood, O., y cols.: «Física atómica general». 1965.