

ANTONIO STELLA
ARTEMIA FUENTES

Inervación dentinaria intracanalicular.
Su demostración por el método de la
hematoxilina - férrica de Heidenhain.



1963

Inervación dentinaria intracanalicular. Su demostración por el método de la hematoxilina - férrica de Heidenhain.

por los doctores

ANTONIO STELLA,

Profesor titular de Histología y Jefe del Laboratorio Histológico
de la Facultad de Odontología.

ARTEMIA FUENTES,

Profesora adjunta en la Cátedra de Histología de la Facultad de
Odontología.

SUMARIO

- 1) Introducción.
- 2) Material y método.
- 3) Descripción.
- 4) Resumen y conclusiones.
- 5) Bibliografía.

1963

1) INTRODUCCION

Desde hace algunos años, nos venimos dedicando, aunque no de una manera exclusiva, en todos aquellos problemas relacionados con la inervación del órgano dentario. El resultado de nuestra preocupación por estos problemas se reflejó en varios trabajos publicados en la revista científica de nuestra Facultad, y con la única finalidad de contribuir con nuestro pequeño esfuerzo, a esclarecer uno de los problemas más difícil y controvertido dentro de nuestra profesión odontológica. Nos referimos concretamente, a la de-

mostración de las estructuras responsables de la agudísima sensibilidad que presenta el tejido dentinario, y las vías de conducción de los estímulos sensitivos a través de la dentina.

Con la finalidad de poner término a tantas controversias suscitadas entre numerosos investigadores que se han ocupado sobre el mismo problema, y a través de casi un siglo de publicaciones al respecto, es que presentamos este trabajo de investigación, que cierra este capítulo en forma definitiva, al poner en evidencia la inervación den-

tinaria intracanalicular y sus conexiones con los nervios pulpaes, y respaldada por una documentación microfotográfica incuestionable e irrecusable.

No es nuestro propósito en el presente trabajo, analizar las innumerables hipótesis que se han emitido en torno a este problema desde los tiempos de Boll, 1868, en que se inician los primeros trabajos sobre el tema hasta nuestros días, análisis que por otra parte ya lo han hecho los que nos han precedido, y también nosotros en un trabajo publicado en el año 1957. Transcribiremos no obstante, algunos juicios vertidos por investigadores de gran solvencia científica sobre el asunto que nos ocupa, y que habla bien a las claras de las enormes dificultades a vencer, así como también el aporte de pruebas que no dejen lugar a dudas de su existencia. Gordon y Jörg, investigadores que observaron y describieron por primera vez las fibras nerviosas en la zona del dentínogeno, luego de analizar los trabajos de Boll, Magitot, Retzius, Robertson, Römer, Hopewell Smith, Turner, Mummery, Cabrini, Papa y Calderón, llegan a la siguiente conclusión en sus comentarios bibliográficos: "queda en pie, después de setenta años de bibliografía la misma duda: ¿está inervada la dentina?, ¿tiene el odontoblasto funciones directa o indirecta en la inervación dentaria? ¿tiene la fibrilla de Tomes funciones receptoras de sensibilidad?"

Catania V, dice textualmente: "que no se está lejos de la verdad, si se piensa que muchos autores, llevados del deseo de querer dar la demostración a toda costa de la existencia de una inervación sensitiva dentinaria, se han dejado llevar por la elaboración de teorías más o menos artificiosas que se revelan tanto más dificultosas e insuficientes, cuanto que les falta una real e irrefutable documentación morfológica."

Laviña, hablando sobre las características morfológicas que presenta el plexo de Raschkow y su situación topográfica dentro del órgano pulpar, expresa: "en cuanto a las fibras terminales que se desprenden de este plexo, el desacuerdo es aún mayor, y ello, a pesar de las numerosas y pacientes investigaciones llevadas a cabo en más de setenta años." Y sobre las numerosas hipótesis que se han emitido sobre el alcance final de las fibras que se dirigen hacia la periferia dentaria, el mismo autor continúa: "sin duda, las hipótesis son excelentes por cuanto nos permite hablar de lo que no sabemos como si supiéramos, pero llevan consigo un gran inconveniente. Por un hecho naturalmente psicológico, ellas se insinúan en nuestro ánimo, se posesionan de él a veces con fuerza y autoridad de hechos reales, cubriendo así con engañoso miraje un vacío que es preciso ante todo tener bien a la vista, por ser el excitante específico de la investigación."

Jorge Erausquin, autor del renombrado libro de Histología y Embriología dentaria editado en el año 1958, en su capítulo sobre "Inervación de la dentina", expresa: "La demostración de las estructuras responsables de la exquisita sensibilidad dentaria ha sido y continúa siendo, uno de los problemas más difíciles de la técnica histológica. La existencia de fibras nerviosas en la dentina, nos daría la explicación más simple y más fácilmente homologable a las estructuras que llenan esta función en el resto del organismo. La fibrilla de Tomes, sería el segundo elemento a tener en cuenta para el estímulo aferente, lo que importaría considerar al odontoblasto como una célula seudosensoresial"; y concluye: "esta hipótesis, es menos atrayente que la primera, y es evidente que sólo se la utiliza ante la imposibilidad de demostrar satisfactoriamente la presencia de fibras nerviosas en el teji-

do." Ambrose Julian, luego de una exhaustiva investigación sobre la inervación del diente llega a la siguiente conclusión: "1º) No existen nervios en la dentina. 2º) Las estructuras que antes se consideraban como nervios, son procesos odontoblásticos atrofiados 3º) Es muy probable que la fibrilla dentinaria sea responsable de la transmisión de la sensación a través de la dentina."

En estos últimos años, se han venido intensificando los trabajos sobre estructuras dentinarias realizadas con el microscopio electrónico. Citaremos entre otros autores, a Scott y Wyckoff, Yasuzumi y Yoshimi-Obata, que mediante réplicas de secciones de dentina, han confirmado la existencia de las fibras de Tomes y sus ramificaciones y fibrillas colágenas que presentan una estríación de 640 Å en la matriz calcificada.

Los trabajos de los autores arriba mencionados, como otros que hemos consultado, hacen referencia exclusivamente a los elementos fibrilares colágenos que integran el tejido dentinario, y no tenemos conocimiento hasta el presente sobre investigaciones en microscopía electrónica que se refieran a estudios sobre inervación dentaria.

2) MATERIAL Y METODO

El material usado fue exclusivamente humano. Se utilizaron caninos, premolares y molares tanto superiores como inferiores, permanentes como temporarios, así como caninos y terceros molares incluidos. Todo este material nos fue facilitado por los Profesores de las clínicas quirúrgicas de nuestra Facultad, a quienes les expresamos nuestro agradecimiento.

La edad de los pacientes oscilaba entre los 14 y 40 años, lo que nos permitió trabajar con dientes jóvenes que presentaban ápices amplios, facilitan-

do con ello la penetración y difusión rápida del lijador y dientes calcificados totalmente, a los que se procedió como norma general a amputar el tercio apical en las piezas utilizadas.

METODO DE INVESTIGACION

Para el estudio de la inervación dentaria, se han seguido generalmente los métodos de impregnación argéntica corrientemente empleados en el campo de la investigación del sistema nervioso general. Así es como numerosos investigadores han empleado tanto por el procedimiento de los cortes como el de los blocks, el método de Cajal, y las variantes de Cajal-de Castro, Cajal-Estable, Cajal-Kimuro (citado por Toyoda), Bielschowsky, y variantes, Bielschowsky-Gross, Bielschowsky-Boeke, y el método cromo-argéntico de Golgi.

Los métodos de impregnación argéntica, habían ocupado también nuestra atención durante años en los problemas sobre inervación dentaria, y no obstante haber obtenido resultados altamente satisfactorio con los métodos antedichos, la demostración de las fibras nerviosas en plena dentina calcificada, etapa culminante de nuestras investigaciones, habían fracasado. Surgió entonces la idea, de que empleando métodos no tan selectivos, podríamos llegar a la etapa que nos habíamos propuesto.

Inspirados en algunos ejemplos de cambio de afinidad tintorial que presentan algunas fibras cuando deben recorrer zonas anatómicas de distinta naturaleza, fue que nos decidimos a ensayar algunos métodos inespecíficos, entre ellos, el de la Hematoxilina-Férrica de Heidenhain, que nos dio sorprendentes resultados, no sólo para la demostración de la inervación dentinaria intracanalicular y sus conexiones pulpares, sino también, como un método excelente para el estudio de la

topografía general pulpar, así como las características morfológicas que presentan sus fibras y sus relaciones neuro-vasculares.

PROCEDIMIENTO TECNICO SEGUIDO

Fijación y Decalcificación.

1. Fijación en formol neutro al 10 por ciento.
2. Lavado de las piezas (según Romeis) en a) agua corriente, b) alcoholes de graduación creciente, 50, 70 y 96 grados. Dichos pasajes fueron de 10 minutos a 2 horas. Las piezas son luego llevadas al agua corriente.
3. Decalcificación por medio del ácido nítrico al 5 %.
4. Lavado en agua corriente durante 48 horas.
5. Colocación de las piezas en formol al 10 % durante 4 ó 5 días como mínimo.
6. Cortes por congelación a espesores variable (7 a 20 micras).

COLORACION (según Romeis. Guía-Formulario de técnica Histológica).

1. Colocación de los cortes en el mordiendo, alumbre de hierro 1.5 a 5 %.
2. Lavado rápido en agua destilada.
3. Colocación de los cortes en solución madura de H. F. de Heidenhain, diluida por mitades con agua destilada al momento de usarla. Desde 1 a 36 horas.
4. Lavado.
5. Diferenciación en alumbre de hierro al 5 %.

6. Lavado en agua abundante.
7. Montaje.

CONSIDERACIONES IMPORTANTES A TENER EN CUENTA EN LAS ETAPAS DE COLORACION

1. El mordiente lo hacemos actuar entre 6 y 8 días. Empleamos soluciones hechas pocos días antes (cinco días a lo sumo).
2. Realizamos lavados abundantes y continuados en agua destilada.
3. Hacemos permanecer los cortes por espacio de tres a ocho días en Hematoxilina-Férrica de Heidenhain. En estos tiempos se obtuvieron los mejores resultados.
4. Los cortes son lavados abundantemente en agua destilada permaneciendo en ella desde 15 minutos a tres horas. En algunos cortes hemos realizado el pincelamiento de los mismos con el fin de evitar precipitados.
5. Excepcionalmente hemos utilizado el alumbre de hierro al 5 por ciento solamente; seguimos una escala decreciente en la dilución del alumbre de hierro, por ejemplo: 1 c.c. de alumbre de hierro al 5 %, en 5 c.c. de agua destilada, luego 1 c.c. de alumbre de hierro a la misma concentración (al 5 %), en 10 c.c. de agua destilada. En otros casos, empleamos dos soluciones: la 1ª al 5 %, y la 2ª, diluida por mitades en agua destilada.
6. Realizamos un lavado abundante en agua destilada permaneciendo los cortes por largo tiempo.

Los cortes más favorables para la visualización de las fibras intracanaliculares deben ser de un tono violeta.

Los cortes de tono amarillentos, no son tan favorables para la observación de las neurofibras dentinarias.

3) DESCRIPCION

La descripción que han hecho numerosos autores sobre la penetración, recorrido y distribución de los nervios aferentes de la pulpa dentaria, y la condensación de estos elementos nerviosos en una zona paralela al límite dentino-pulpar conocida con el nombre de Plexo de Raschkow o subodontoblástico, es por todos conocido. Se ha destacado su importancia, por ser el lugar de estacionamiento de los haces nerviosos pulpares, y el punto de partida de las fibras eferentes que se dirigen a la periferia dentinaria.

Hemos observado la existencia de dicho plexo, constituido como se sabe por fibras mielínicas y amielínicas, demostradas las primeras por el método de Weigert-Pal, generalmente empleado. Pero una observación digna de ser destacada, es que, paralelamente al plexo subodontoblástico, se destacan fascículos nerviosos constituidos por fibras exclusivamente amielínicas. La característica que presentan sus fibras, se aleja un poco de la clásica descripción que se ha hecho del Plexo de Raschkow, en primer lugar, por ser sus fibras exclusivamente amielínicas; en segundo lugar, se trata de fibras de gran finura y de diámetro uniforme en todo su recorrido; en tercer lugar, presentan numerosísimos husos intensamente teñidos y dispuestos a trechos regulares en todo su recorrido; en cuarto lugar, sus fibras presentan una menor densidad de coloración; y en quinto lugar, no presentan la característica disposición plexiforme que se le atribuye al primero.

Por otra parte, la situación de los haces nerviosos puede observarse ya sea por fuera del Plexo de Raschkow o como es muy frecuente en nuestros preparados en zonas más profundas de la pulpa dentaria. No podemos afirmar, si estos fascículos nerviosos forman parte integrante del Plexo de Raschkow, o si se trata de un nuevo hecho de observación morfológico. Cuando se observan cortes vestibulo-linguales tanto de caninos como de molares, estos haces son ya visibles a la entrada de los nervios por el foramen apical. Sus trayectos son paralelos al límite dentino-pulpar, tanto en la zona radicular como coronaria.

Del haz principal se separan en su trayecto numerosas fibras que cambiando de dirección se orientan hacia la superficie dentinaria describiendo suaves curvas abiertas y bien definidas, pero manteniendo entre ellas un gran paralelismo, y dando lugar a la formación de unidades fasciculares más pequeñas.

Las fibras nerviosas separadas del fascículo que integraban, excepcionalmente se dicotomizan o se ramifican, presentando todas ellas una idéntica morfología, un mismo tipo histológico. Son las fibras que irán a inervar por un lado, la zona del dentinogeno o predentina (inervación extracanalicular) y por el otro, la dentina propiamente dicha (inervación intracanalicular).

Las fibras destinadas a inervar la zona predentinaria (inervación extracanalicular), son numerosísimas, y sus trayectos, a partir de los haces nerviosos amielínicos, verdaderos centros de distribución, pueden ser seguidas a través de la capa basal de Weil, en cortos recorridos arciformes, insinuarse y penetrar en el dentinogeno en donde son seguidas con absoluta nitidez.

El trayecto de algunas de ellas, antes de llegar a la predentina, sólo pueden

ser seguido gracias a esos pequeñísimos husos o nodulitos intensamente teñidos que se destacan en el curso del filamento nervioso. El curso que siguen estas fibras en el dentinógeno, puede esquematizarse en la siguiente forma:

- a) Fibras que al llegar al límite yuxta-odontoblástico se acodan para seguir largos trayectos siguiendo las sinuosidades del mismo, y perpendiculares a las fibras de Tomes.
- b) Fibras que ascienden hacia el centro de la predentina, cambian de dirección para hacerse horizontales y bifurcándose siguen sus ramas largos trayectos paralelos entre sí.
- c) Fibras que ascienden hasta el límite subyacente de calcificación, luego se horizontalizan para seguir trayectos paralelos a dicho límite.
- d) Fibras que al penetrar en un punto del dentinógeno, describen suaves curvas que se repiten en sus largos recorridos, para terminar haciéndose recurrentes.

Hemos observado en todos los cortes del dentinógeno, que el recorrido de las fibras son independientes de la dirección de los canalículos dentinarios.

FIBRAS NERVIOSAS INTRACANALICULARES

Las fibras separadas de los fascículos que integraban, numerosas, de calibre uniforme, y de naturaleza amielínicas, ascienden como decíamos, describiendo suaves curvas y bien definidas, y manteniendo entre sí la unidad de haces más pequeños. Al llegar a la altura de la capa basal de Weil, sus

fibras se separan abriéndose como en abanico, para insinuarse cada una de ellas por los espacios interodontoblásticos y penetrar en la predentina. En este corto trayecto siguen un curso sensiblemente rectilíneo, paralelas y adosadas a las fibrillas de Tomes.

Al llegar al límite policíclico de calcificación, penetran en los túbulos dentinarios para constituirse en fibras nerviosas intratubulares o intracanaliculares. Lo más característico de todas las fibras tanto predentinarias como intracanaliculares, así como las fibras de los fascículos de los cuales provienen, es la presencia constante de formaciones fusiformes o de pequeños nodulitos intensamente teñidos y periódicamente dispuesto en todo el trayecto del filamento nervioso, que sirve como guía para la identificación de las fibras nerviosas terminales.

Algunas de las microfotografías que ilustran este trabajo, muestran en un solo corte y en un mismo campo numerosas fibras intracanaliculares, destacándose en algunos canalículos la falta aparente de inervación en su interior. Pero bastaría para ello, un pequeño movimiento del micrométrico para ponerlas en evidencia.

El recorrido de algunas de ellas, lo hacen por planos distintos, y no es posible por esa razón fotografiarlas simultáneamente.

En cortes de molares como de caninos, podemos constatar las características de las fibras que penetran en el interior de los túbulos siguiendo su morfología general.

Es así, como algunas fibras al penetrar en su interior siguen un curso casi rectilíneo por la zona central del canalículo sin presentar mayores desviaciones en su trayecto; otras se adosan a la pared del canalículo en su mayor extensión para luego desviarse y continuar su recorrido por el centro del mismo.

En otros cortes, fue fácil constatar las dos estructuras; nos referimos a las fibras de Tomes, y a las neurofibras que la acompañan. Las relaciones entre estos dos elementos, no siempre puede verificarse, en razón de los distintos planos por donde corren los mismos. En los casos que se observan estas dos estructuras vemos algunas veces a ambas muy próximas entre sí, y en otras separadas, dejando un espacio claro perfectamente visible. Por otra parte, hemos podido observar en algunos cortes, que cuando los canales presentan bifurcaciones las fibras acompañan la topografía de los mismos.

Otro detalle a destacar, es que el prolongamiento odontoblástico generalmente se presenta en forma ondulada, sin que esta particular disposición afecte el recorrido sensiblemente rectilíneo que caracterizan a las fibras nerviosas intratubulares. Todas las fibras presentan en sus recorridos iniciales un espesor uniforme, pero es de fácil comprobación que a medida que se acercan al límite amelo-dentinario, su espesor disminuye notablemente hasta hacerse imposible su visualización.

Nada improbable sería, que con técnicas especiales de cortes de dientes infinitamente delgados, y con el empleo del microscopio electrónico aprovechando su gran poder resolutivo, pudiera lograrse lo que no puede resolver los microscopios ópticos.

Nos ha parecido, luego de observar numerosísimos cortes, que la inervación de la zona coronaria, es más rica que la zona de la raíz.

Como mencionáramos anteriormente, la peculiaridad más destacable de las fibras nerviosas, es la notable constancia en todo su recorrido de la presencia de numerosos husos de Cajal, observados en el trayecto del filamento nervioso.

Estos *renflement*, situados en el trayecto del filamento nervioso, presen-

tan aspectos de husos unos, otros en forma de esferas, o bien en forma de pequeños nodulitos apenas perceptibles en algunos de ellos. Es evidente que cuando se presentan en nodulitos, éstos se disponen más próximos unos a otros, tal como lo demuestran las microfotografías que ilustran este trabajo.

Un hecho digno de destacar, es la presencia de masas terminales de aspecto esferoidal que presentan algunas fibras y de mayor diámetro que los husos que la preceden, destacándose cuando se les observa a mayor aumento y con objetivo en inmersión en aceite, un delicado retículo neuro-fibrilar en su interior.

Estas terminaciones son observables generalmente en el tercio medio del espesor dentinario. No todos los husos se presentan masivamente teñidos, es visible en algunos de ellos la presencia de un centro claro en cuyos polos se observan pequeñísimos conos teñidos intensamente. Estos aspectos los hemos observado con bastante frecuencia en el trayecto de las fibras nerviosas pulpares.

Estos *renflement* que presentan las fibras en sus largos recorridos, de ninguna manera deben ser considerados como un artificio de la técnica, muy por el contrario, son estructuras normales y características de todas las fibras hasta sus más finas terminaciones.

Ninguna fragmentación en las fibras nerviosas, ni hipertrofia de sus husos, hemos podido observar que nos pudiera indicar procesos degenerativos de las mismas. Si se tiene en cuenta que las neurofibras son elementos muy lábiles, y que con mucha facilidad pueden presentar alteraciones en su morfología, incluso su desintegración y lisis, nada extraño sería encontrar estos procesos en sus largos recorridos intratubulares. Aún suponiendo, y como mera hipótesis, de la existencia de procesos degenerativos o profundas

modificaciones de las fibras nerviosas por cambios post-mortem, podría operarse su regeneración, a partir de los centros de distribución ya mencionados anteriormente, y cuyas fibras tienen como una de las funciones la de proveer la sensibilidad tan exquisita que caracteriza al tejido dentinario.

En un trabajo de Fernández de Morán, sobre la organización de las fibras nerviosas en los vertebrados, vemos que hace referencia a los ensanchamientos fusiformes en las fibras de la sustancia blanca de la cuerda espinal. Entre los cuatro tipos de fibras nerviosas que él describe, examen éste realizado con contraste de fases, observa fibras amielínicas con los ensanchamientos mencionados.

Estos husos permiten distinguir a las fibras nerviosas, de las del tejido conectivo en el sistema nervioso central o en el sistema autónomo (figs. 29 d, y 29 e, de su trabajo original). El mismo investigador expresa que, dado que estas preparaciones fueron obtenidas con un mínimo de manipulaciones y las observaciones fueron hechas en fresco, los alargamientos fusiformes no pueden ser mirados como artefactos como a menudo han sido sostenido. Estos ensanchamientos tienen un diámetro según el mismo autor, los más grandes de 5 a 8 micras, estando espaciados a intervalos de aproximadamente de 50 a 60 micras, mientras que los más pequeños tienen una a dos micras: en éstos, los espacios entre ellos son de 4 a 10 micras. Destacamos estas observaciones, por la gran coincidencia con las descritas por nosotros en la inervación dentinaria.

Como un argumento más en nuestro apoyo, transcribimos la autorizada opinión de Laviña cuando expresa lo siguiente: "estos engrosamientos, husos de Cajal, que ya aparecen en las fibras radicales del diente, no dejan de verse con mayor o menor abundancia en la pulpa dentaria hasta las últimas y más finas ramificaciones. En

muchas fibras de la pulpa dentaria se observan husos o ensanchamientos de trayectos ya observados por Gordon y Jörg, que comprometen a la vez, el axoplasma y las neurofibrillas. Parece no depender ni de una condición degenerativa ni de mala fijación, pues se observan aún en dientes con raíces abiertas o sin raíces donde el fijador penetra más fácilmente." (Años 1955 y 1959-1960).

Por último, debemos analizar el trabajo original del Profesor y Director del Instituto de Investigación de la Universidad de Tokio, Japón, Dr. M. Tojoda, sobre "Inervación del Diente Humano".

Las figuras de su trabajo que llevan como numeral, 20, 32, 33, 34 y 35, nos ofrece las más serias reservas. En efecto, son fibras con todas las características de las de Tomes con sus típicas colaterales y terminales, tal como se nos presentan en las zonas del plexo marginal. Las neuro-fibras que el autor muestra atravesando la sustancia intercanalicular o fundamental, son a nuestro entender, ramificaciones colaterales que han tomado con menor intensidad los colorantes.

Un hecho curioso, es el que se observa en algunos cortes transversales. Hemos conseguido preparaciones obtenidas con un método combinado para colorear las fibras de Tomes y las fibras nerviosas (método en estudio), donde pueden observarse aspectos interesantes. En un corte transversal, se puede ver un orificio central rodeado de una serie de puntos equidistantes a manera de un sistema de Havers con una sola laminilla. La primera impresión, es de que se trata de una fibra de Tomes rodeada por *renflement* pequeños de una fibra nerviosa, pero ellos no son más que el corte transversal de ramificaciones colaterales.

Otras veces puede observarse líneas oscuras y puntos que atraviesan la sustancia calcificada, que corresponde a

dichas ramificaciones cuando el corte las toma tangencial u oblicuamente.

Tampoco hemos observado las relaciones estrechas entre las fibras de Tomes y el elemento nervioso tal como lo describe el investigador japonés.

Nuestros preparados muestran en todo su recorrido relaciones de vecindad y en otros casos se nos presentan las fibras nerviosas como adosadas a las fibras de Tomes. Tojoda dice que las fibras nerviosas envuelve al prolongamiento odontoblástico aprisionándolo entre sus espiras. Los aspectos esferoidales visibles en la figura 26b, las creemos desprendidas de las fibras de Tomes, no de fibras nerviosas. Estos aspectos afectan morfologías de las más diversas; desde un pequeño botón, a figuras que se asemejan por su forma a nidos de boyero ya descritos en un trabajo anterior, sobre morfología de los canalículos dentinarios. Las figuras 3, 3ª y 27, de su trabajo original, presentan fibras con características morfológicas que se asemejan a las observados por nosotros en este trabajo de investigación. Es evidente que el ilustre investigador "vio" algunas fibras nerviosas intracanaliculares, pero para ello (así se desprende de su profusa ilustración), tuvo que reunir distintos cortes para dar una idea de esa inervación intracanalicular realmente insuficiente. Es así, como no nos explicamos que en la figura 1 de su trabajo original, pueda dibujar una sola fibra nerviosa intratubular, y el resto fibras en evidente proceso degenerativo con numerosas varicosidades que se alejan totalmente de las características que presentan las fibras nerviosas terminales. Es sorprendente ver en un trabajo tan ricamente ilustrado, la pobreza de elementos que puedan considerarse verdaderamente nerviosos, si bien el propio autor considera a muchas de ellas, como fibras que han sufrido modificaciones o alteraciones por cambios post-mortem.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Los resultados de nuestras investigaciones mediante el uso del método de la Hematoxilina-Férrica de Heidenhain, demuestran la existencia de fibras nerviosas amielínicas en el interior de los canalículos dentinarios, hasta muy próximo al límite amelo-dentinario.

Las fibras con funciones sensitivas, provienen de los fascículos nerviosos pulpaes amielínicos, verdaderos centros de estacionamiento, y de distribución de las fibras eferentes que se dirigen hacia la periferia dentinaria. Estos centros de distribución se sitúan por fuera del plexo de Raschkow, o en zonas más profundas de la pulpa dentaria.

Las fibras que inervan la zona pre-dentinaria (inervación extracanalicular), así como la de la zona de la dentina calcificada (inervación intracanalicular), y sus conexiones con los haces nerviosos de donde derivan, presentan todas una idéntica morfología, una misma unidad histológica.

Las fibras nerviosas terminales, guardan las siguientes relaciones con las fibras de Tomes: a) en su trayecto pre-dentinario, siguen un curso rectilíneo, paralelo y adosadas a los prolongamientos odontoblásticos; b) en su recorrido intratubular, permanecen, ya próximos a las fibras de Tomes, o separadas, siguiendo en este caso la topografía general del canalículo dentinario, y dejando espacios claros entre ambos, perfectamente visibles en el campo microscópico.

Todas las fibras sin excepción, presentan numerosos husos, intensamente teñidos y dispuestos regularmente en el trayecto del filamento nervioso.

Es frecuente observar en el 1/3 medio dentinario, que las fibras nerviosas presentan masas terminales de aspecto esferoidal y de mayor diámetro que los husos que la preceden, notán-

dose en su interior un delicado retículo neurofibrilar.

Nuestras observaciones permiten determinar el alcance final de las fibras nerviosas en el interior de los túbulos dentinarios, muy próximos al límite amelo-dentinario. Es de todo punto de vista probable, que las fibras nerviosas en su inmensa mayoría lleguen a la periferia dentinaria. Su no visualización podría depender de los siguientes factores: a) a la insuficiente penetración del fijador hasta dicho límite; b) a la dificultad de su difusión a través de la ramificación terminal de los canalículos dentinarios corres-

pondiente al retículo marginal; c) o a la extrema tenuidad de las fibras que escapen al poder resolutorio de los microscopios ópticos o hayan caído en proceso de maceración por los reactivos.

Se demuestra la inervación intracanalicular dentinaria y sus conexiones con los nervios pulpares, por el método anespecífico de la Hematoxilina-Férrica de Heidenhain, respaldada por una documentación fotomicrográfica incuestionable e irrecusable; queda por consecuencia explicada la sensibilidad de la dentina.

INTRACANALICULAR DENTINAL INNERVATION.

DEMONSTRATION BY THE HEIDENHAIN'S IRON HEMATOXYLIN METHOD.

SUMMARY AND CONCLUSIONS

Results of our research work using Heidenhain's Iron Hematoxylin method, show as the presence of unmyelinated nervous fibers inside dentinal tubules, almost reaching, the dentino enamel junction.

Fibers with sensitive functions come from unmyelinated pulpal nerve bundles, real encircling centers distributing efferent fibers reaching dentinal periphery.

These distributing centers are located out of Raschkow's plexus or in deeper areas of dental pulp.

The fibers which give sensitiveness to pre-dentinal area (extra-canalicular innervation), and those of calcified dentine (intra-canalicular innervation), and its connections with nerve bundles where they come from, show all together an identical morphology, the same histological entity.

Ending nerve fibers keep the following relations with Tomes' fibers (dentinal fibrils): a) in predentinal course, they follow a straight way, parallel and united to the odontoblastic terminals; b) inside dentinal tubules, they are close to Tomes' fibers or slightly separated, following in the last case, the general topography of dentinal tubules, and leaving between them clear spaces, perfectly seen with the optic microscope.

All fibers, with no exception at all, show abundant tufts, deeply stained, and regularly disposed in the nerve filament pathway.

Often we can see in the middle dentinal third, that nerve fibers present at their endings spheroidal masses, thicker than preceding tufts, and with a delicate neuro-fibrillar reticle inside.

Research work performed clearly point-out final ending of nerves fibers inside dentinal tubules, close to dentini enamel junction. We are almost sure that most of nerves fibers, reach dentinal periphery.

If it is not possible to really see them, that should be the result of those possible items: a) lacking penetration of fixing solution to this limit; b) to hard diffusion through ending branching of dentinal canalicles (tubules) corresponding to the marginal

reticle; c) to extreme thinness of fibers impossible to localize with optic microscopes, or having suffered a macerative process due to reactive action.

Work shows intra dentinal tubules (intra-canalicular) innervation, and its connections with dental pulp nerves, through the use of unespecific Heidenhain's Iron Hematoxylin method, all these scientific facts checked up by micro-photographic slides, that clearly explain dentinal sensitiveness.

INNERVATION DENTINAIRE INTRACANALICULAIRE.

SA DEMONSTRATION PAR LA METHODE DE L'EMATOXILINE-FERRIQUE DE HEIDENHAIN.

RESUME ET CONCLUSIONS

Les résultats de nos investigations par l'emploi de la méthode de l'hématoxiline-ferrique de Heidenhain, démontrent l'existence de fibres nerveuses amiéliniques à l'intérieur des canalicules dentinaires jusqu'à proximité de la limite amélo-dentinaire.

Les fibres à fonctions sensibles proviennent des fascicules nerveux pulpaire amiéliniques, vrais centres de stationnement et de distribution des fibres efférentes qui se dirigent vers la périphérie dentinaire. Ces centres de distribution se situent en dehors du Plexus de Raschkow ou dans des zones plus profondes de la pulpe dentaire.

Les fibres qui inervent la zone pré-dentinaire (innervation extracanaliculaire) ainsi que la zone de dentine calcifiée (innervation intracanaliculaire) et leurs connexions avec les faisceaux nerveux d'où elles dérivent, présentent toutes une identité morphologie, une même unité histologique.

Les fibres nerveuses terminales conservent avec les fibres de Tomes les relations suivantes: a) Dans leur trajet pré-dentinaire elles suivent un cours rectiligne, parallèles et adossées aux prolongements odontoblastiques. b) Dans leur parcours intratubulaire elles demeurent proches ou séparées des fibres de Tomes suivant dans ce cas la topographie générale du canalicule dentinaire et laissant entre eux des espaces clairs parfaitement visibles dans le champ microscopique.

Toutes les fibres sans exception présentent de nombreux renflements intensément colorés et disposés régulièrement sur le trajet du filament nerveux.

Il est fréquent d'observer dans le tiers dentinaire moyen que les fibres nerveuses présentent des masses terminales d'aspect sphéroïdal et de diamètre supérieur aux fuseaux qui les précèdent: on remarque dans leur intérieur délicat réticule neurofibrillaire.

Nos observations permettent de déterminer la but final des fibres nerveuses à l'intérieur des canalicules dentinaires très proches de la limite amelo-dentinaire. Il est tout point de vue probable que les fibres nerveuses dans leur plus grande majorité arrivent à la périphérie dentinaire. Leur invisibilité pourrait dépendre des facteurs suivants: a) de l'insuffisante pénétration du fixateur jusqu'à la limite amelo-dentinaire; b) de la difficulté de sa diffusion à travers la ramification terminales des canalicules dentinaires correspondant au réticule marginal;

c) ou à l'extrême finesse des fibres qui échappent au pouvoir résolutif des microscopes courants, ou ayant terminé en processus de macération par les réactifs.

On démontre l'inervation dentinaire intracanaliculaire et ses connexions avec les nerfs pulpaire par la méthode non spécifique de L'Hématoxiline-Ferrique de Heidenhain, appuyée par une documentation photomicrographique indéniable et irréfutable; la sensibilité de la dentine est par conséquent expliquée.

NACHWEIS DER INTRAKANALIKULÄREN INNERVATION DER ZAHNSUBSTANZ (DENTINA) DURCH DIE HEIDENHAINSCHE EISEN-HÄMATOXILIN METHODE.

ZUSAMMENFASSUNG UND FOLGERUNGEN

Die Ergebnisse unserer Forschungen mittels der Heidenhainschen Eisen-Hämatoxilin Methode beweisen das Vorhandensein markloser Nervenfasern im Innern der Dentinakanälchen bis kurz vor der Schmelz-Dentina Grenze.

Die Fasern mit sensitiver Funktion stammen von den pulpären marklosen Nervenbündeln, wahre Speicherung- und Verteilungszentren der efferenten Fasern, die sich nach der Dentina-Peripherie ziehen.

Diese Verteilungszentren liegen ausserhalb des Raschkowschen Plexus oder in tiefer gelegenen Zonen der Pulpa dentaria. Die Fasern, die die prädentinare Zone benerven (extrakanalikuläre Innervation), so wie die der verkalkten Dentinazone (intrakanalikuläre Innervation) und ihre Ver-

bindungen mit den Nervenbündeln von denen sie stammen, zeigen alle eine identische Morphologie und eine gleiche morphologische Einheit.

Die terminalen Nervenfasern verhalten sich zu den Tomes-Fasern wie folgt: a) in ihrer prädentinären Bahn verlaufen sie geradlinig, parallel und an die odontoblastischen Verlängerungen angelehnt; b) in ihrem intrakanalikulärem Verlauf verweilen sie teils in der Nähe der Tomes-Fasern oder sie laufen auseinander; in diesem Fall verfolgen sie die allgemeine Topographie der Dentinakanälchen und es bleiben zwischen beiden helle Zwischenräume, die deutlich im Mikroskopfeld zu sehen sind.

Man kann häufig beobachten, dass die Nervenfasern im Drittel des Innern der Dentina terminal kugelförmige Bildungen aufweisen, die einen grösseren Durchmesser als die Spindeln, die ihnen vorangehen, haben,

und in deren Innern ein feines neurofibrilläres Netz zu sehen ist.

Unsere Beobachtungen erlauben uns, den Endverlauf der Nervenfasern im Innern der Dentinatubuli, dicht an der Schmelz-Dentina-Grenze, festzustellen.

Von allen Gesichtspunkten aus betrachtet, ist es sehr gut möglich, dass alle Nervenfasern in ihrer grössten Mehrheit bis zur Dentina-Peripherie gelangen. Ihre Unsichtbarkeit könnte von folgenden Faktoren bedingt sein: a) von dem ungenügendem Eindringen des Fixiermittels bis zu dieser Grenze; b) von der mühseligen Ausbreitung (Diffusion) durch die Endverzweigung der Dentinakanälchen, dem randständigem Netz entsprechend; c) von der ausserordentlichen Zartheit der Fasern, die der resolutiven Eigenschaft der gewöhnlichen Mikroskope entweicht oder die einem Macerationsprozess der Reagentien unterstellt sind.

Wir beweisen die intrakanalikuläre Innervation der Dentina und ihre Verbindung mit den Pulpa-Nerven durch die anspezifische Heidenhainsche Eisen-Hämatoxilin-Methode, aufgebaut auf einer unabweisbaren und unzweifelhaften photomikrographische Beurkundung; somit ist die Empfindbarkeit der Dentina erklärt.

BIBLIOGRAFIA

AMBROSO, J. — The innervation of dentine "J. Den. Res.", 22: 13-25; 1943.
 BOLL, F. — Untersuchungen über die Zahnpulpa. "Arch. f. mikrosk. Anat.", 4: 73-87; 1868.
 CABRINI, R. y CABRINI, R. L. — Inervación pulpar y dentinaria. "Rev. Odontológica", 35: 523-550; 1947.
 CATANIA, V. — Sull'innervazione dei denti nell'uomo. "La Stomatologia", 30: 401-421; 1932.

ERAUSQUIN, J. — Histología y Embriología Dentaria. Edit. Progental, 1938, Buenos Aires.

ESTABLE, C. — Biomicroscopia del corazón. "Inst. Inv. Cienc. Biol. Publ.", 1: 11-103; 1951.

FERNANDEZ MORAN. — "The Submicroscopic Organization of Vertebrate Nerve Fibres". An Electron Microscopic Study of Myelinated and Unmyelinated Nerve Fibres. Experimental Cell Research. Vol. 3, págs. 282-359; 1952.

FUENTES - ARTEMIA. — Algunas consideraciones morfológicas sobre los canaliculos dentinarios. Anales F. Odontología. Nº 4, Vol. II, págs. 105-121; 1956.

GORDON, M. A. y JÖRG, M. E. — "Inervación dentaria de sensibilidad". "Revista Odontológica Argentina", Vol. XX, Nº 10, págs. 555-566, año 1932.

GORDON, M. A. y JÖRG, M. E. — Inervación de la capa dentinógena. Método de Cajal-Estable. "Rev. de Stomatologie", 35: 397-404, 1933.

MUMMERY, J. H. — The innervation of the dentine. "The Dental Cosmos", March, 1916. (Traducido al español por R. Erausquin: "Rev. Odontológica", 5: 50-67; 1916).

PAPA, N. — Ricerche sulla innervazione delle polpa e dello strato odontoblastico nei denti dei mammiferi. "La Stomatologia", 27: 23-41; 1929.

RETZIUS, G. — Zur Kenntniss der Nervenendigungen in den Zähnen. "Biol. Untersuch" (N. F.), 4: 65-66; 1892.

RÖMER, O. — "Zahnhistologische Studie. I Teil: Die Köllikerschen Zahnbeinröhrchen und Tomesschen Fässern. II Teil: Nerven in Zahnbein". Freiburg i., 1899.

SOSA, J. M. y STELLA, A. — Investigaciones sobre la fina inervación dentaria. "Anales de la Facultad de Odontología", Nº 5, Vol. III, T. I, págs. 81-125; 1957.

STELLA, A. — Nuevas observaciones sobre inervación de la zona Predentinaria. "Anales de la Facultad de Odontología".

SCOTT, D. B. and WYCKOFF, R. W. G. — Electron Microscopi of Human Dentine. J. D. Res. 29: 3; 1950.

TOJODA, M. — "On Dentinal Nerves, specially on Post Mortal Changes of Intra Tubular Nerve Fibres". Reprinted From the Shikwa Shimpo. Vol. XXI, N° 10; 1928.

TOJODA, M. — "Die Innervation Des Menschlichen Zahnbeins". Reprinted from the

Transactions of the Nippon dental Association. Decembre, 1933.

YASUZUMI and YOSHIMI - OBATA. — "Electron Microscopy of Human Dentine". Journal Of Dental Research. Vol 34, N° 6, págs. 808 - 813; 1955.

LAVIÑA, J. C. — Algunas observaciones sobre inervación dentaria. "Rev. Dental", 18: 13 - 43; 1935.

LAVIÑA, J. C. — La inervación pulpar y predentaria. "Rev. Odontológica", 24: 696 - 706; 1936.

La documentación microfotográfica que ilustra este trabajo de investigación, fue realizada en el departamento de Fototécnica de nuestra Facultad que dirige el Dr. Rogelio Carbó y su ayudante técnico Sr. Pablo Rossini, a quienes les hacemos llegar nuestro agradecimiento.

Preparador técnico del Laboratorio de Histología, Sr. Rolando Pino.

Trabajo realizado en el Laboratorio de Histología de la Facultad de Odontología.

Profesor: Dr. Antonio Stella

Prof. Adjunta: Dra. Artemia Fuentes

Dirección: Prof. Antonio Stella, Duvimico Terra 1010. Montevideo, Uruguay.

Dra. Artemia Fuentes: Dr. A. Legnani 476, Santa Lucía, Dpto. Canelones. Uruguay.

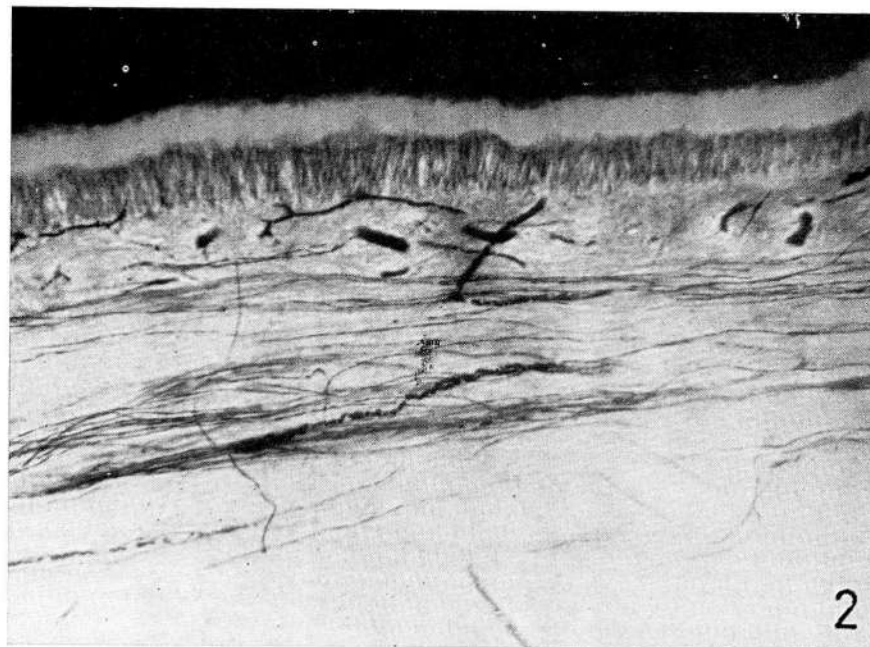
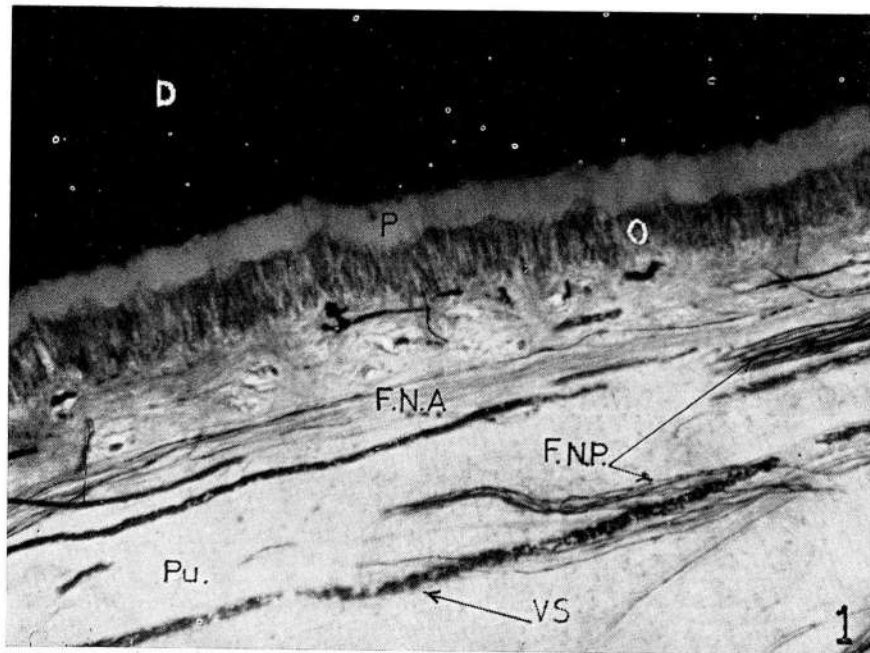
LAMINAS

Dibujo topográfico de inervación dentinaria intracanalicular y pre-dentinaria, y sus relaciones con los fascículos nerviosos pulpaes.

LEYENDA DE LA PLANCHA I

Fig. 1. — Visión topográfica de un corte Vestíbulo - Lingual de molar, que muestra la zona de mayor significación funcional, descrita en nuestro trabajo de investigación. D, dentina; P, predentina; O, odontoblastos; Pu, pulpa dentaria; V, S, vasos sanguíneos; F, N, A, fascículo nervioso amielínico; F, N, P, fibras nerviosas pulpares.

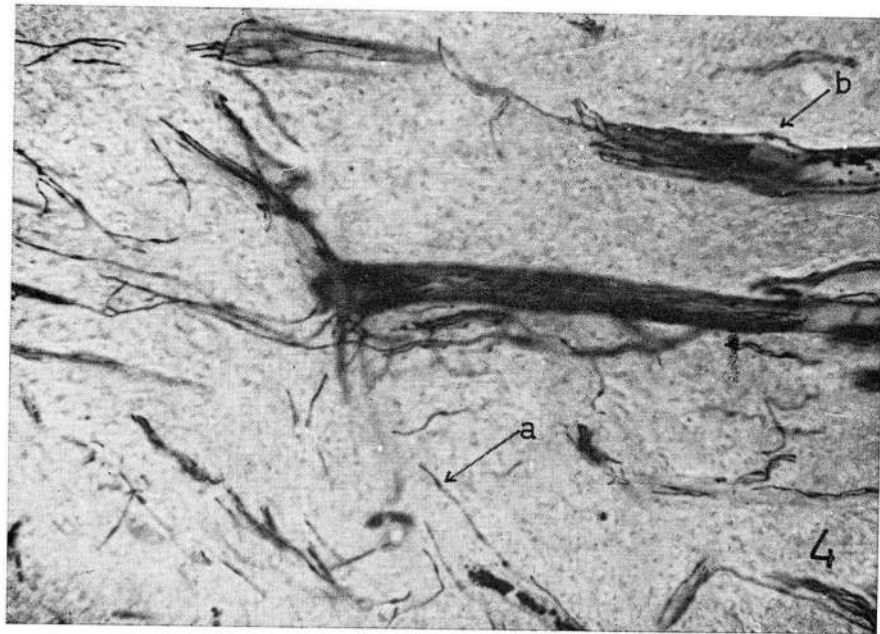
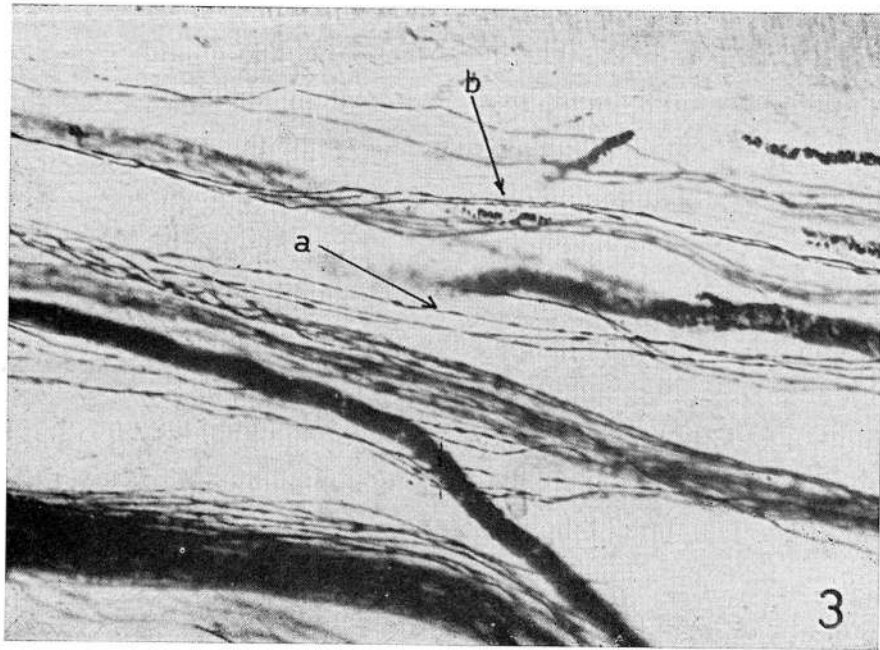
Fig. 2. — Haces amielínicos situados a la altura del Plexo de Raschkow, constituido por numerosas fibras que corren paralelamente al límite dentino pulpar.



PLANCHA I

LEYENDA DE LA PLANCHA II

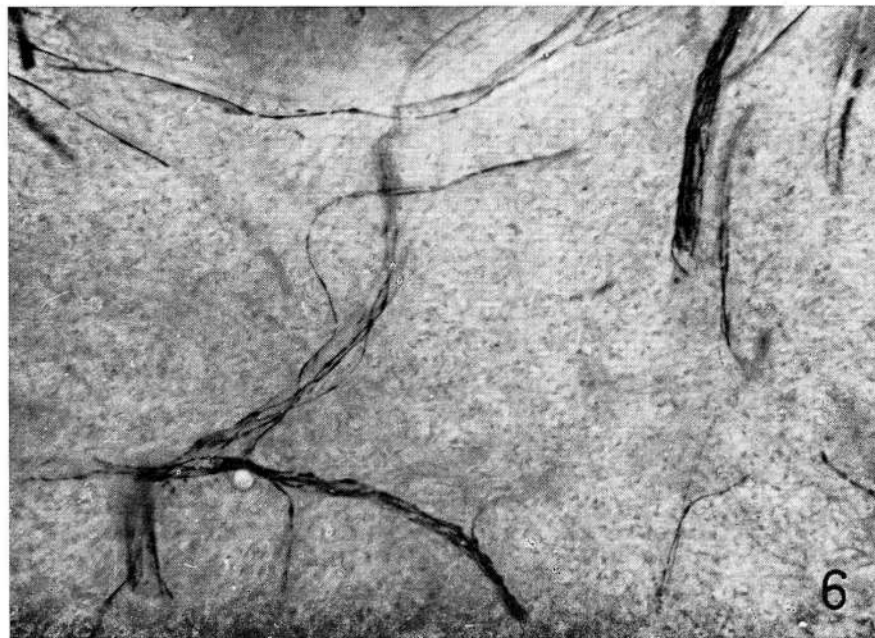
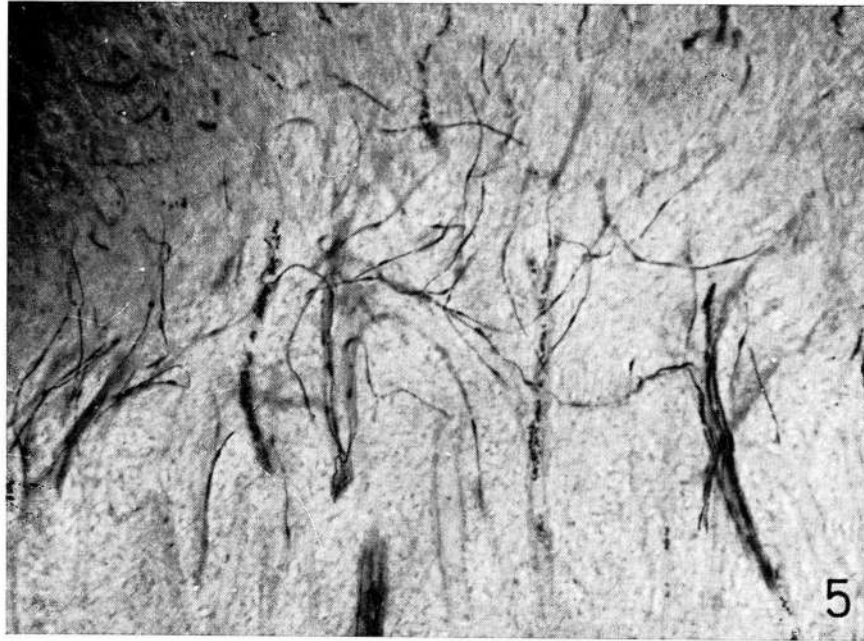
Figs. 3 y 4. — Dos enfoques de haces nerviosos amielínicos que corren por el centro de la pulpa. Obsérvese la delicadeza de sus fibras y los pequeñísimos husos intensamente teñidos y situados periódicamente en el trayecto del filamento nervioso. Nótese en **a** fibras nerviosas con sus husos típicos y en **b** relaciones neurovasculares.



PLANCHA II

LEYENDA DE LA PLANCHA III

Figs. 5 y 6. — Fibras nerviosas amielínicas que corren próximas al Plexo de Raschkow. Nótese como en las figuras 3 y 4, los característicos renflement, dispuestos en el trayecto de los filamentos nerviosos.

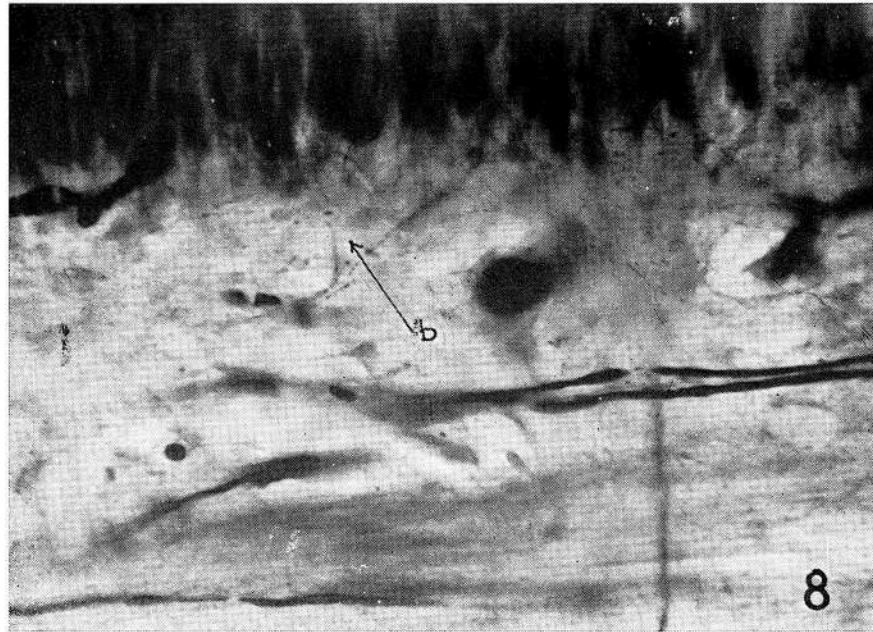
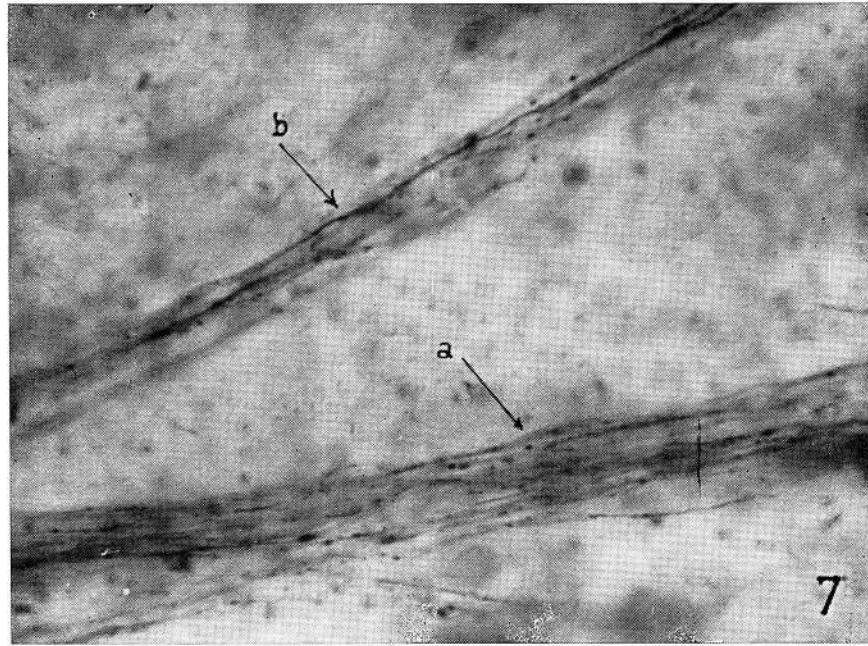


PLANCHA III

LEYENDA DE LA PLANCHA IV

Fig. 7. — En a) fibras nerviosas correspondientes al centro de distribución con sus innumerables y típicos renflement. En b) un haz pequeño separado del centro de distribución, que se orienta hacia la superficie dentaria.

Fig. 8. — Fibras provenientes del haz nervioso que ilustra la fig 7. b) que se abre en abanico, a la altura de la capa basal de Weil para dirigirse e internarse entre los intersticios interodontoblásticos.

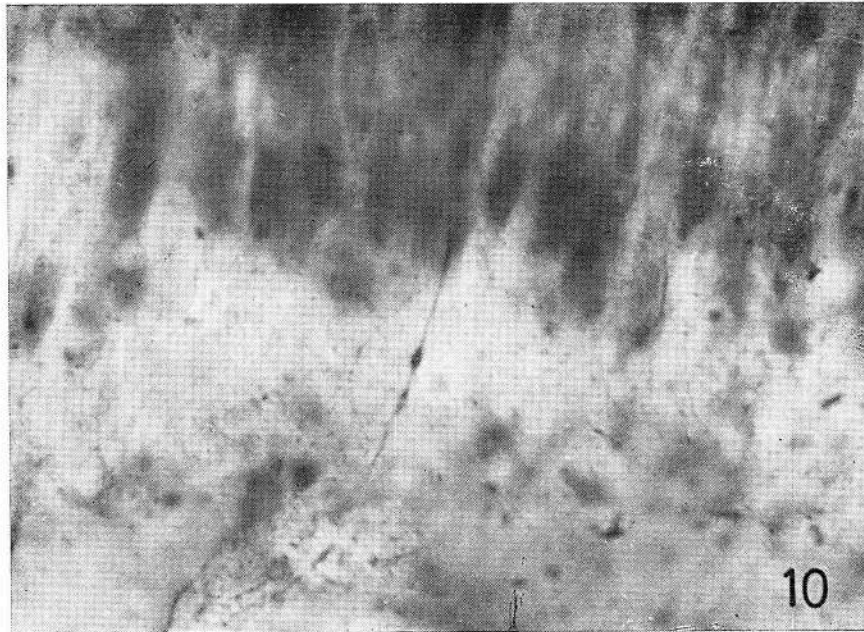
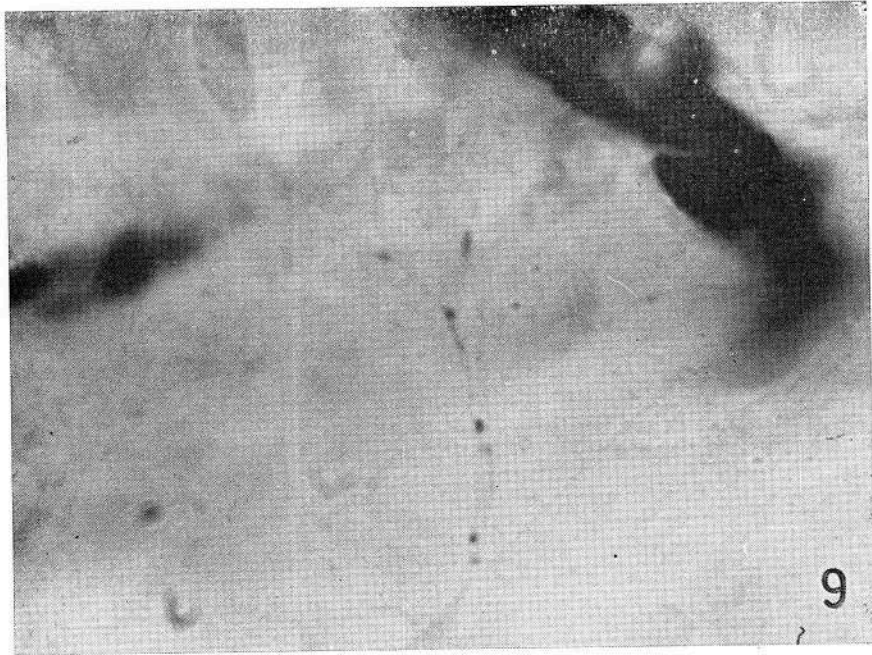


PLANCHA IV

LEYENDA DE LA PLANCHA V

Fig. 9. — Dos fibras nerviosas similares a las de la fig. 8, a mayor aumento, y próximas a la capa odontoblástica. Obsérvese los pequeños husos en sus recorridos.

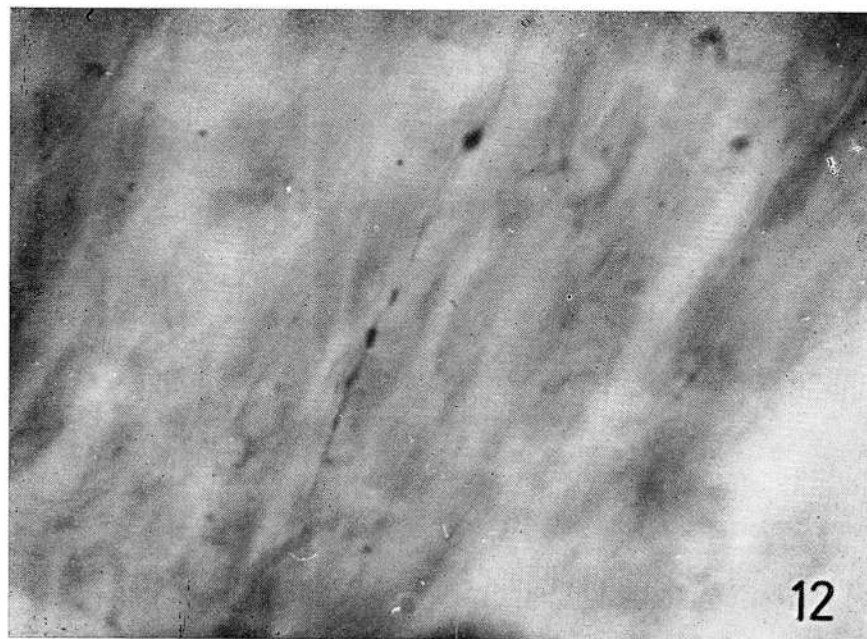
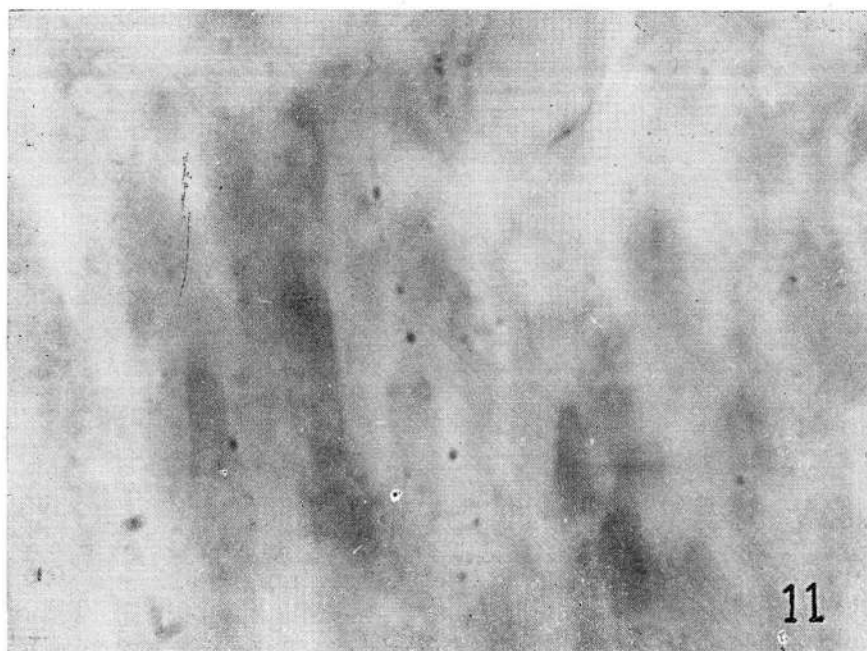
Fig. 10. — Otra fibra que luego de atravesar la capa Basal de Weil, penetra entre los espacios interodontoblásticos.



FLANCHA V

LEYENDA DE LA PLANCHA VI

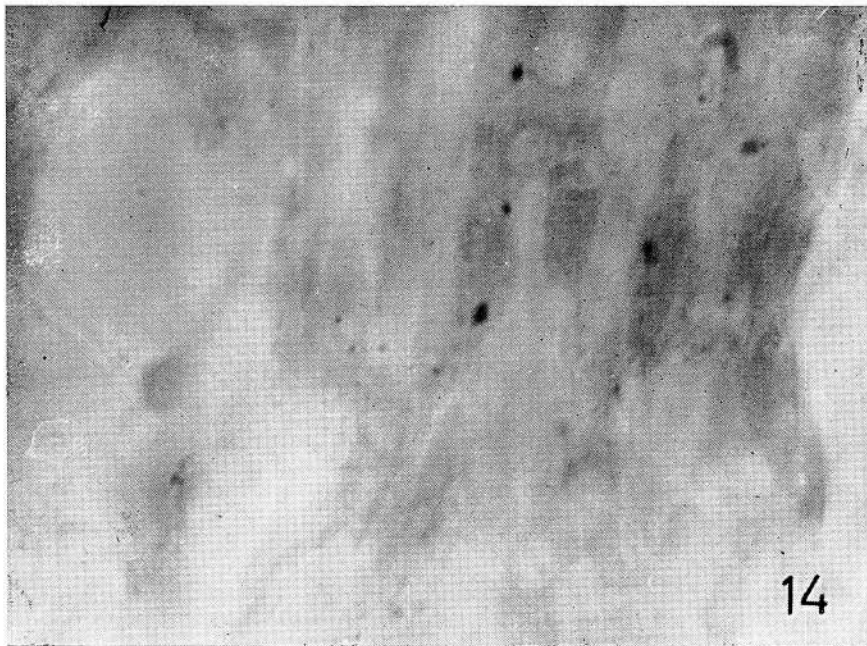
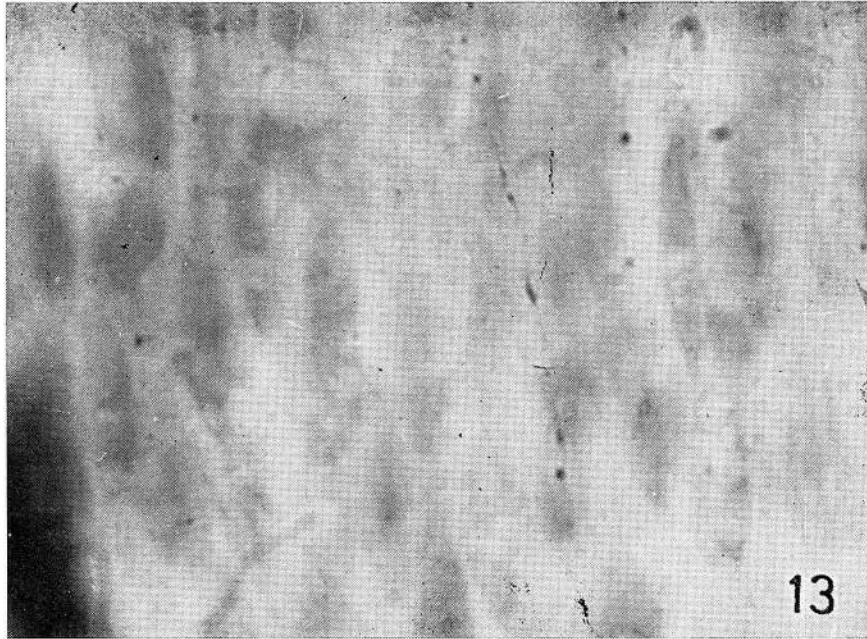
Figs. 11 y 12. — Fibras nervicasas interodontoblásticas. Obsérvese sus recorridos por los espacios interodontoblásticos y los variados aspectos morfológicos de sus ensanchamientos. Nótese en la fig. 11 que los pequeños husos se disponen regularmente y próximos unos a otros en el trayecto de la fibra. En la fig. 12, husos mayores y más separados.



PLANCHA VI

LEYENDA DE LA PLANCHA VII

Figs. 13 y 14. — Distintos enfoques de fibras interodontoblásticas, con sus husos y pequeños nódulos masivamente teñidos.

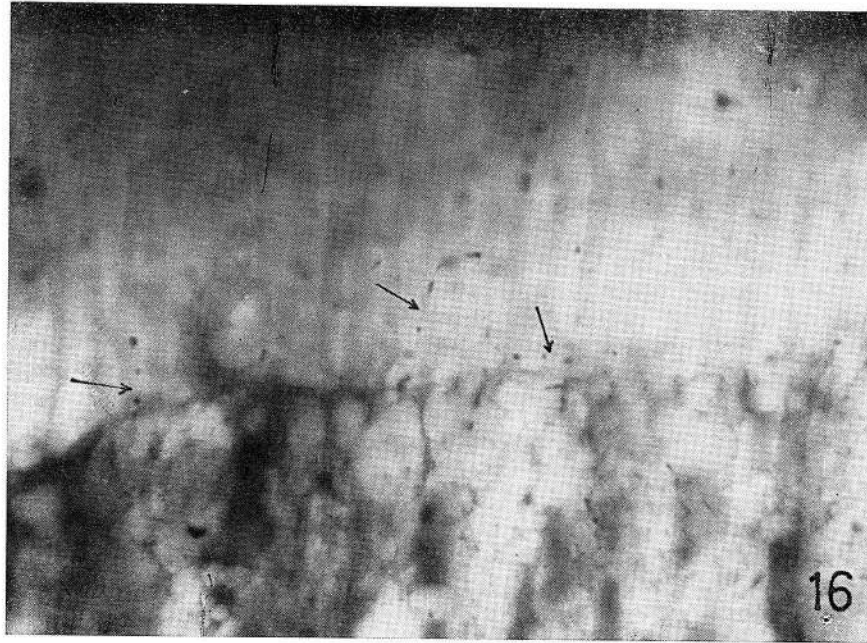
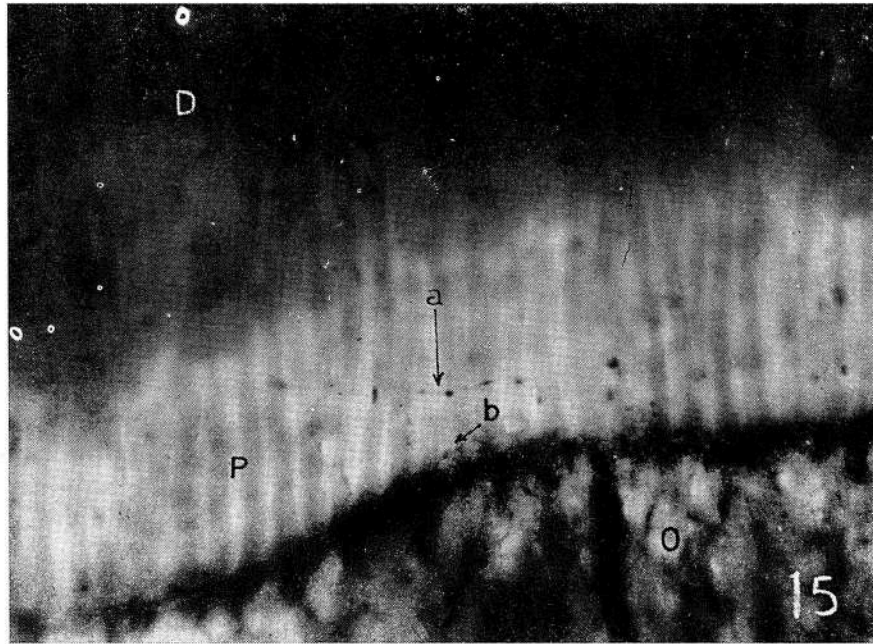


PLANCHA VII

LEYENDA DE LA PLANCHA VIII

Fig. 15. — Inervación predentinaria. D, dentina; P, predentina; O, odontoblastos. a) fibra proveniente de la capa odontoblástica que luego de un corto recorrido paralelo a la Fibra de Tomes, se acoda para seguir un trayecto perpendicular a los prolongamientos odontoblásticos para terminar haciéndose recurrente; b) fibra yuxtaodontoblástica que puede ser seguida a través de los pequeños husitos de su recorrido.

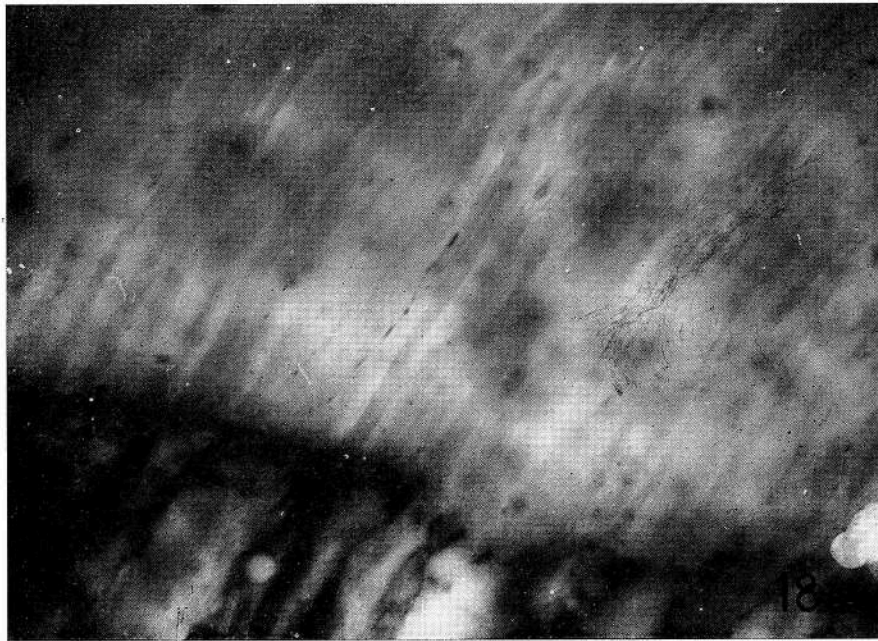
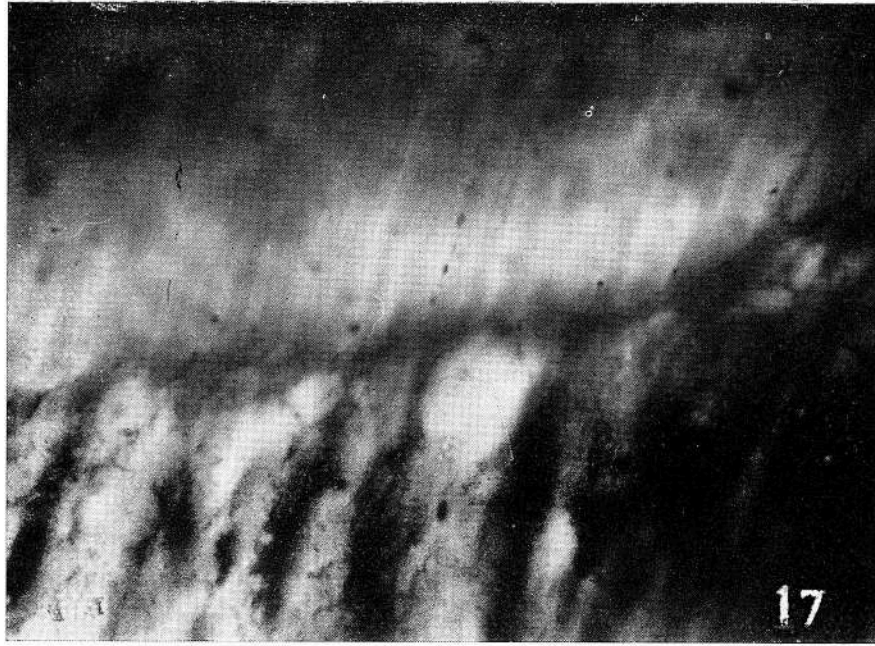
Fig. 16. — Otro enfoque de fibras predentinarias y yuxtaodontoblásticas.



PLANCHA VIII

LEYENDA DE LA PLANCHA IX

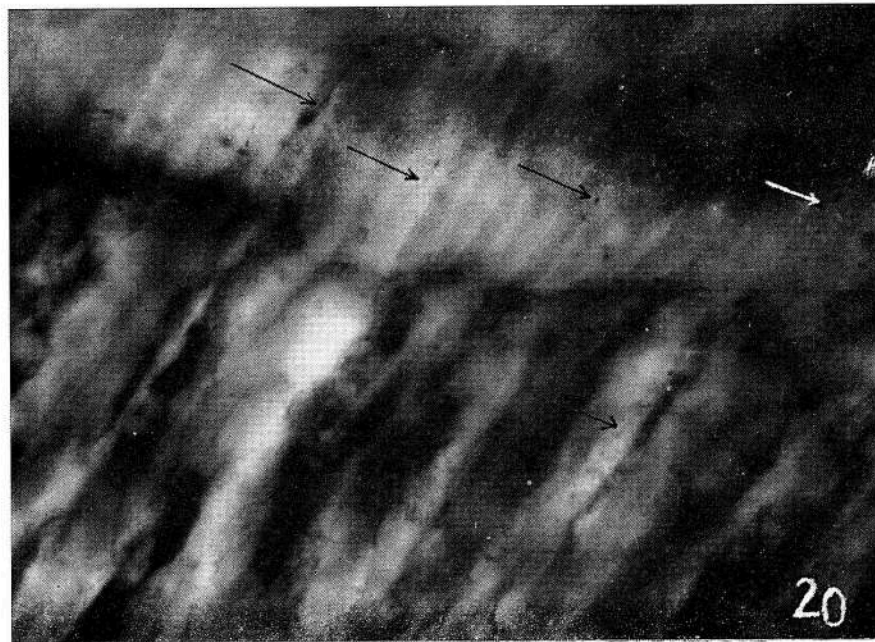
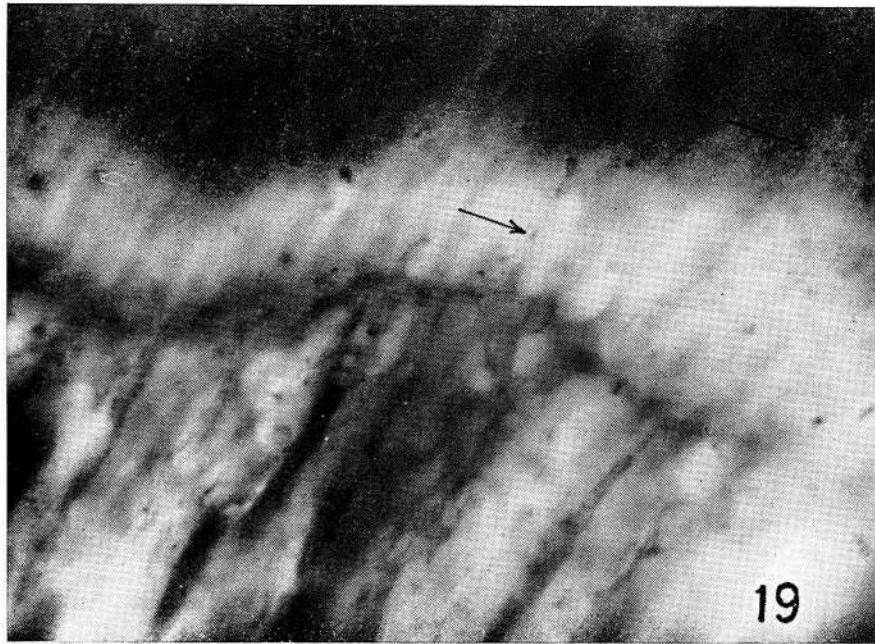
Figs. 17 y 18. — Fibras nerviosas que al atravesar la zona predentinaria en lugar de acodarse y seguir trayectos perpendiculares a la Fibra de Tomes, ascienden paralelamente al canalículo y lo penetran para constituirse luego en fibras nerviosas intracanaliculares o intratubulares. Obsérvese cómo la fibra nerviosa mantiene en su recorrido los característicos husos ya observados y descritos en microfotografías anteriores.



PLANCHA IX

LEYENDA DE LA PLANCHA X

Figs. 19 y 20. — Aspectos similares a los de las figs. 17 y 18.

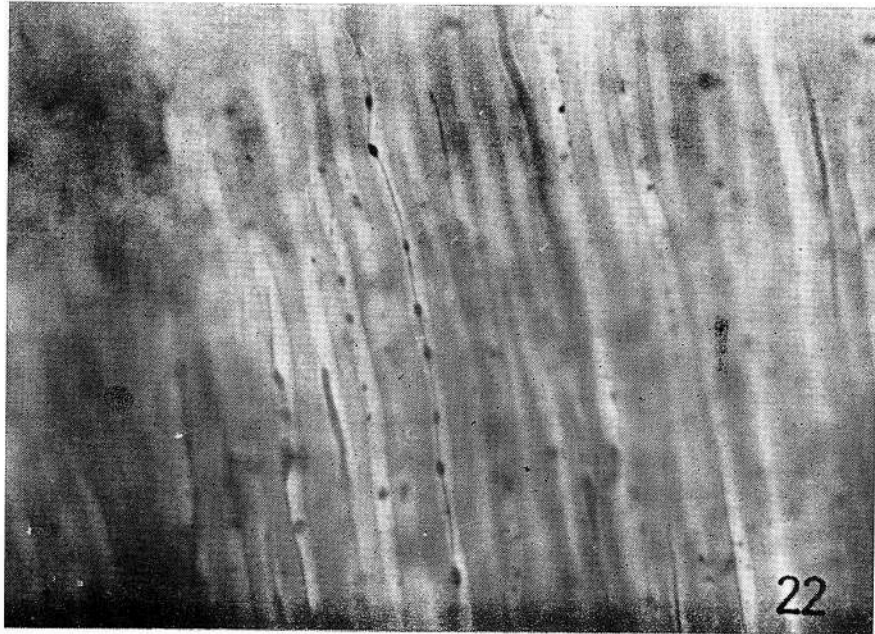
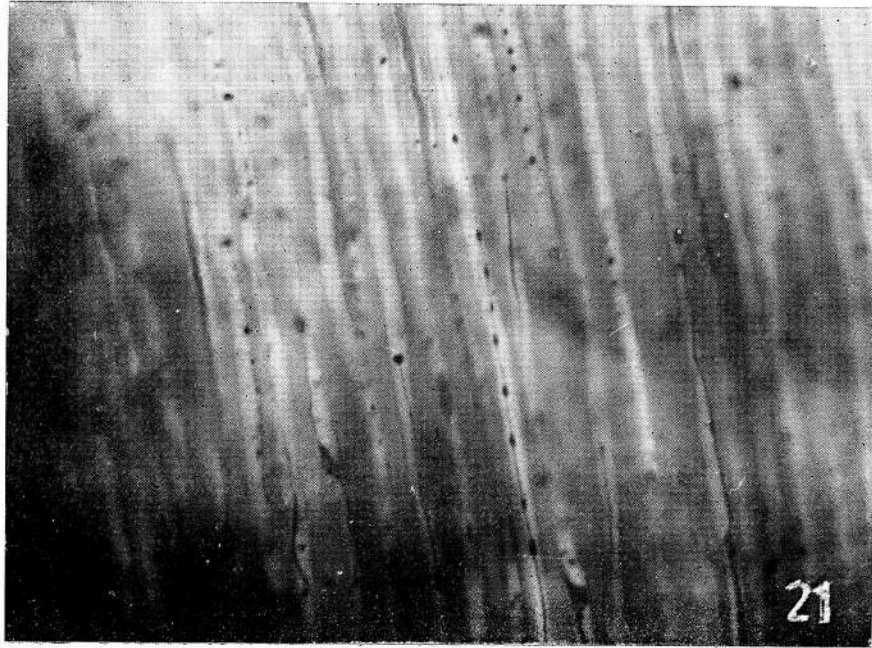


PLANCHA X

LEYENDA DE LA PLANCHA XI

Fig. 21. — Fibras nerviosas intracanaliculares o intratubulares. Visión microscópica de inervación intracanalicular observado en un solo plano de un corte de un molar. La matriz calcificada está en color gris, y los canalículos dentinarios en blanco. Se ven varios canalículos aparentemente vacíos; los otros ocupados, por Fibras de Tomes, o por fibras nerviosas. La Fibra de Tomes se distingue de la fibra nerviosa por sus dimensiones, su coloración y su morfología. Son gruesas, ocupando la mayor parte de la luz del canalículo. Son grises, más oscuras que la sust. intercanalicular, pero más pálidas que los renflement de la fibra nerviosa. Su morfología corresponde a la de una cinta que mantiene su diámetro en casi toda su longitud, ya recta o sinuosa pero sin ensanchamientos o abultamientos. Las fibras nerviosas son numerosas. Destácase notablemente una fibra que corre por el centro del preparado histológico, en todo su recorrido intracanalicular. Son visibles los husos intensamente teñidos y dispuestos periódicamente en el trayecto del filamento nervioso. Nótese que a medida que se acerca al límite amelo - dentinario los renflement van disminuyendo notablemente su diámetro hasta hacerse casi imperceptibles. En otros canalículos los renflement toman un aspecto nodular o esferoidal y la distancia entre ellos se reduce sensiblemente. Puede observarse en otros canalículos que las fibras rematan en formaciones de aspecto esferoidal las cuales presentan la característica de tener un diámetro mayor que los husos que las preceden.

Fig. 22. — En el centro del campo se destaca una fibra nerviosa ocupando el eje del canalículo, dejando un espacio claro perfectamente visible. En un canalículo contiguo una fibra que sólo puede seguirse a través de sus pequeños ensanchamientos.

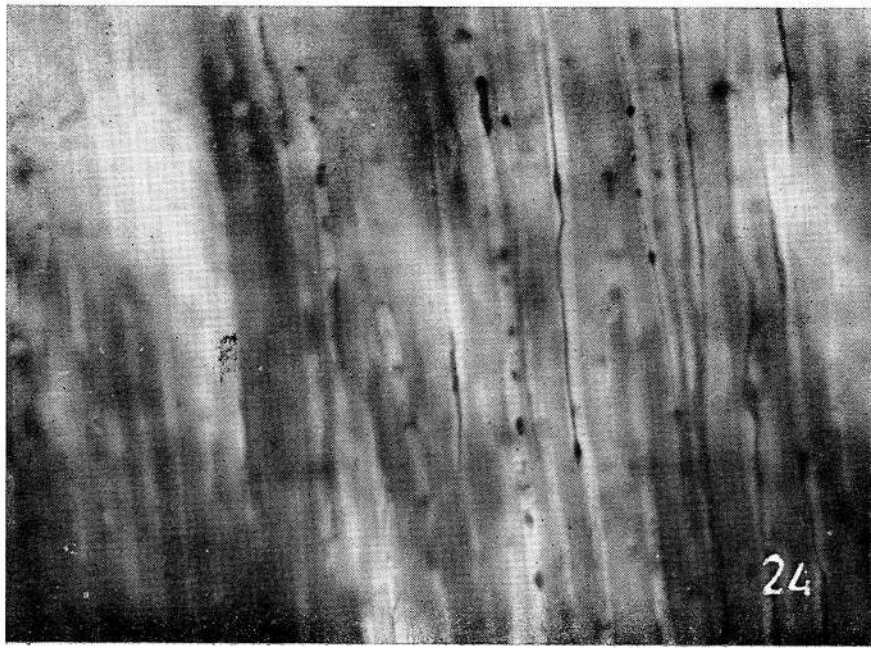
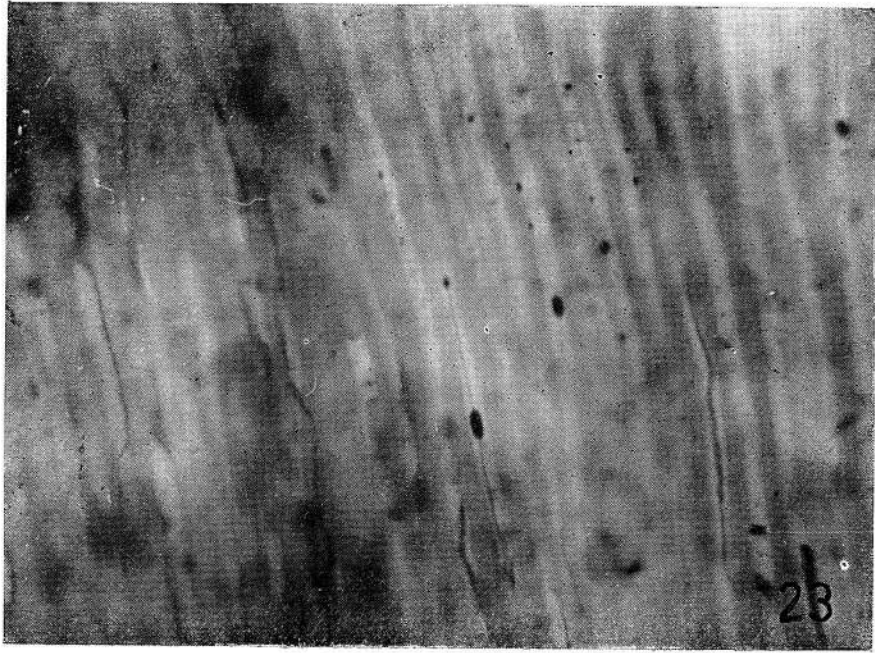


PLANCHA XI

LEYENDA DE LA PLANCHA XII

Fig. 23. — En este campo microscópico se notan varias fibras nerviosas perfectamente rectilíneas en sus recorrido, a tal punto que el filamento de una de ellas parece haber sido trazado con regla. Obsérvese en las distintas fibras ensanchamientos mayores y masivamente teñidos que el de los husos que le siguen. En el mismo campo varias Fibras de Tomes.

Fig. 24. — Otros aspectos de inervación intracanalicular.

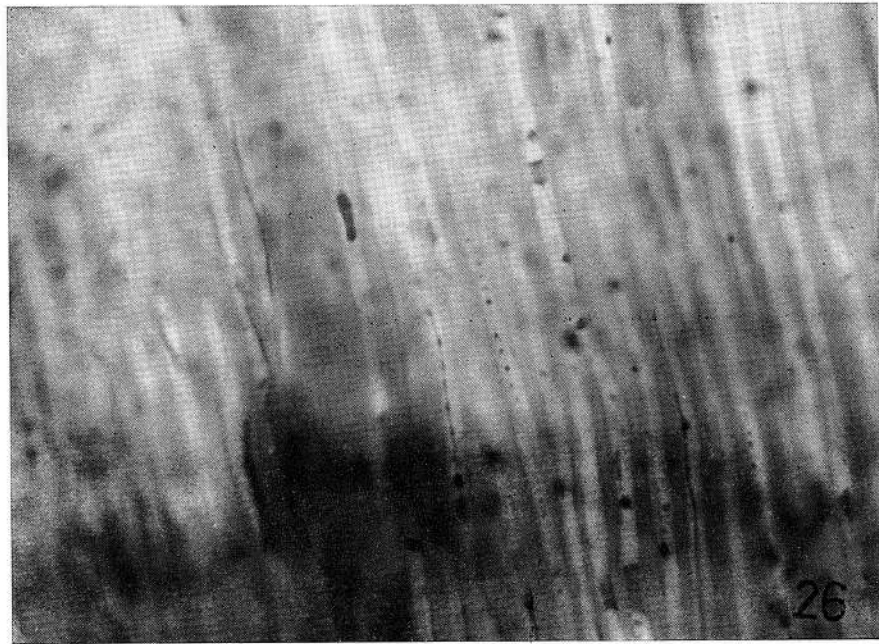
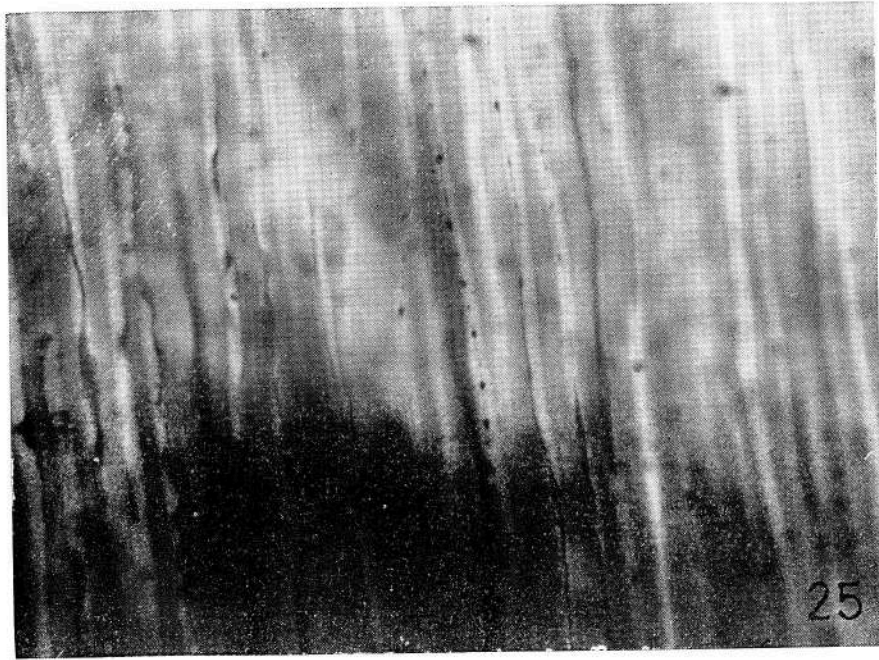


PLANCHA XII

LEYENDA DE LA PLANCHA XIII

Fig. 25. — Obsérvese en este preparado las dos estructuras que corren por el interior del canalículo: Fibra de Tomes y fibra nerviosa.

Fig. 26. — Destácase en algunos canalículos los pequeños nódulos de la fibra nerviosa dispuestos muy cercanos unos de otros, característica que parece ser propia de los pequeños renflement.

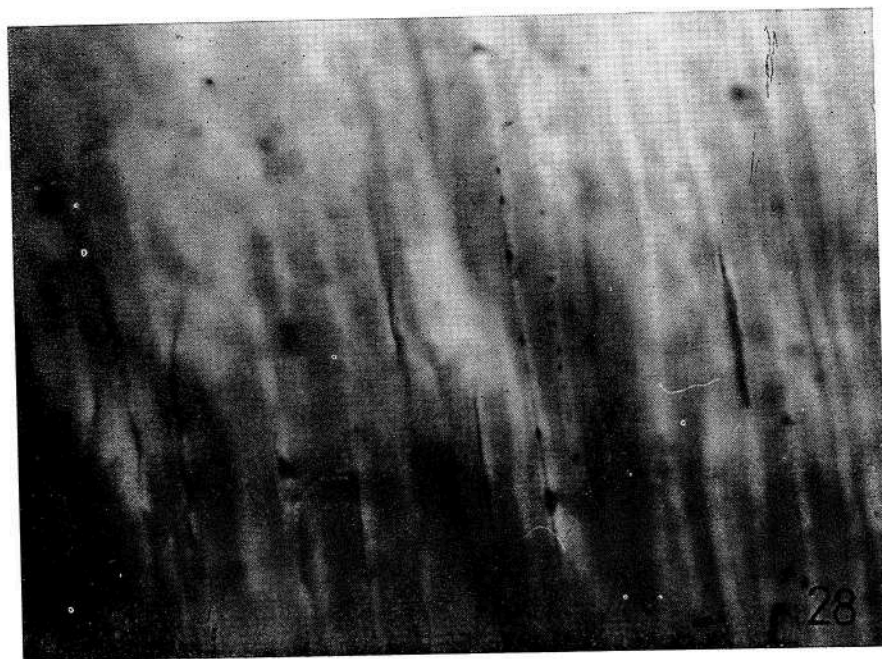
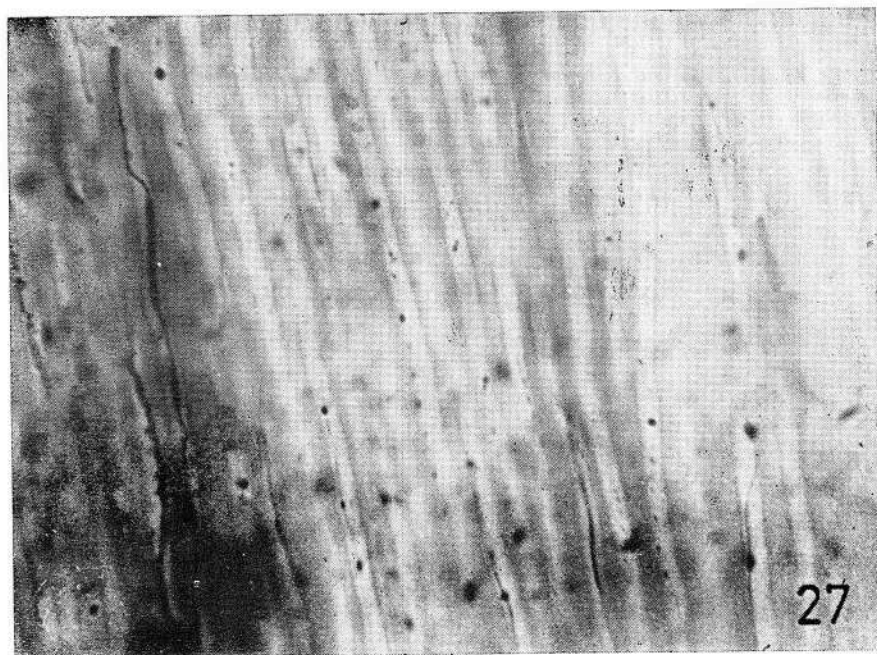


PLANCHA XIII

LEYENDA DE LA PLANCHA XIV

Fig. 27. — Microfotografía que muestra numerosas fibras nerviosas, adosadas a la pared canalicular con gran número de husos simétricos, otras visibles en cortos trayectos con husos pequeños; alguna fibra nerviosa parece interrumpida por no estar en el mismo plano en toda su longitud. A la derecha fibra nerviosa más gruesa que las anteriores y con un recorrido más irregular, con renflement escasos y voluminosos .

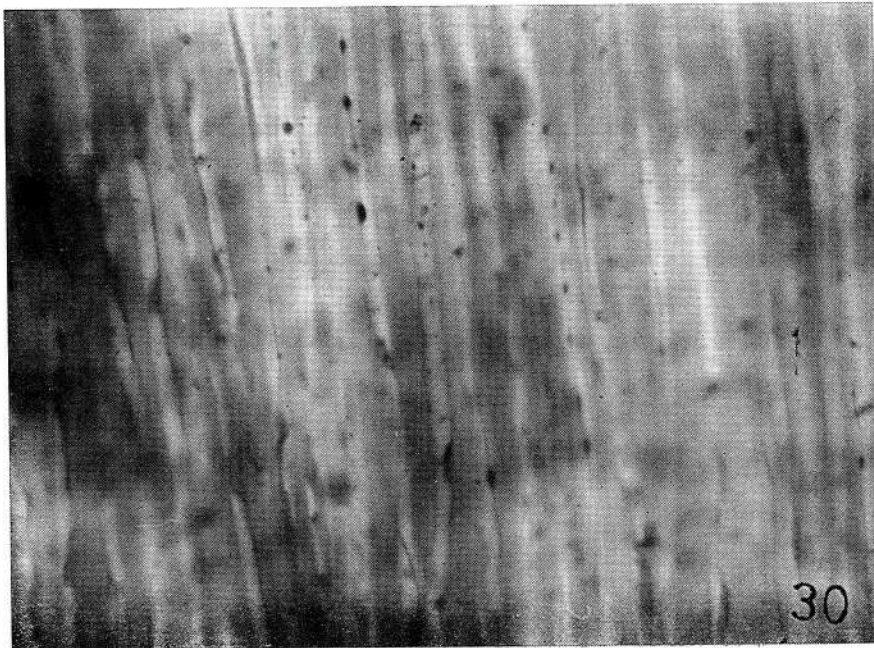
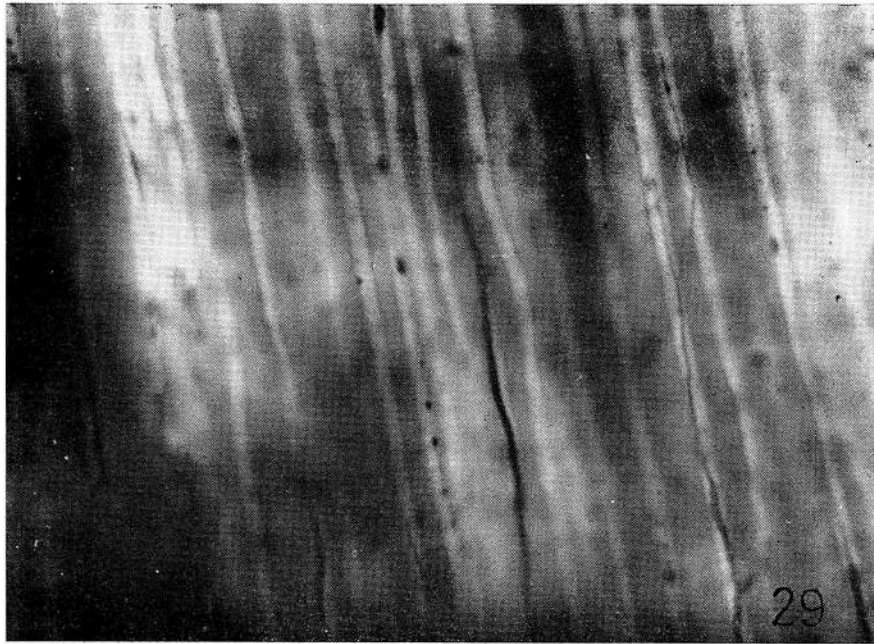
Fig. 28. — Obsérvese fibras nerviosas situadas en el centro de la microfotografía y en el ángulo inferior derecho. Todas presentan un trayecto francamente rectilíneo y vecino a la pared del canaliculo. Se destacan también las Fibras de Tomes gruesas y sinuosas.



PLANCHA XIV

LEYENDA DE LA PLANCHA XV

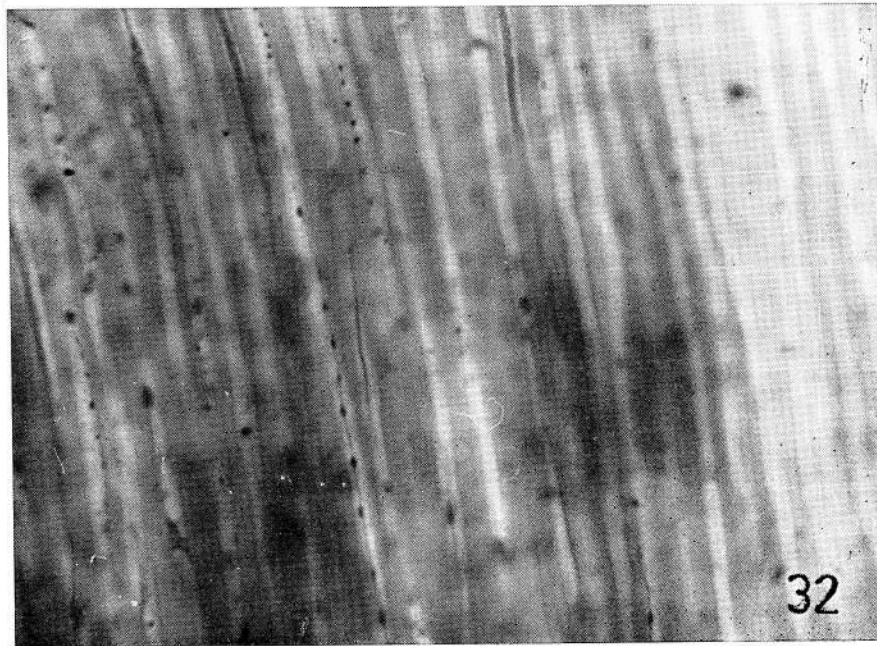
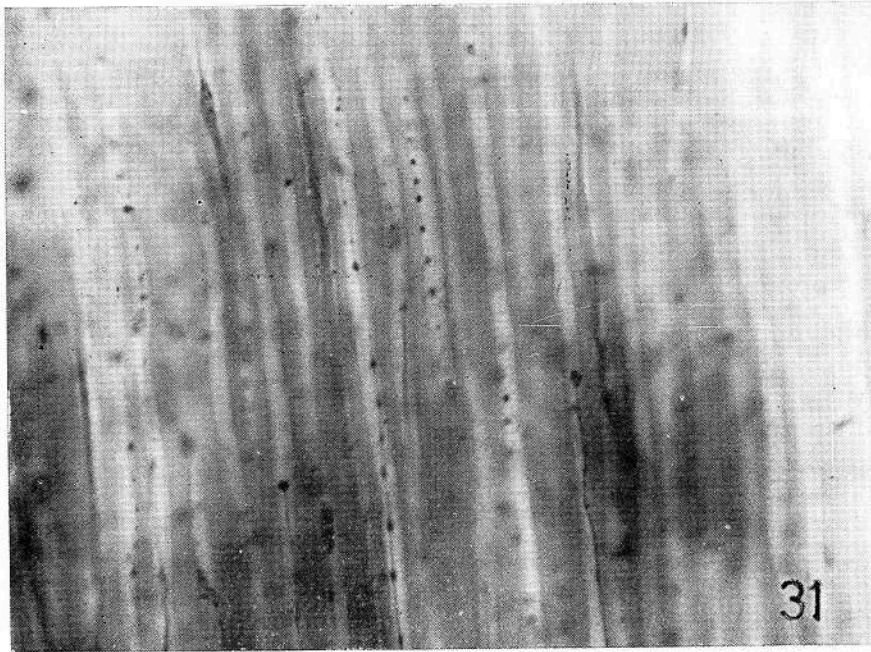
- Fig. 29.** — Microfotografía que evidencia la distinta morfología del prolongamiento odontoblástico y la de la fibra nerviosa.
- Fig. 30.** — Numerosas fibras nerviosas intracaniculares y variados aspectos morfológicos que presentan sus ensanchamientos.



PLANCHA XV

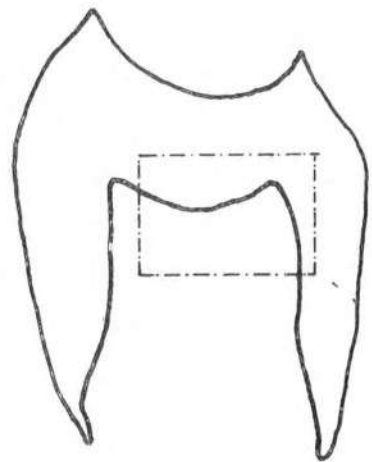
LEYENDA DE LA PLANCHA XVI

Figs. 31 y 32. — Distintos enfoques de un mismo campo microscópico de fibras nerviosas intracanaiculares.



PLANCHA XVI

Dibujo topográfico de la zona coronaria en un corte de molar, que muestra la inervación dentinaria intracanalicular, y sus conexiones con los fascículos nerviosos pulpares.



CANALICULO DENTINARIO

FIBRA DE TOMES

FIBRAS PREDENTINARIAS

DENTINA CALCIFICADA

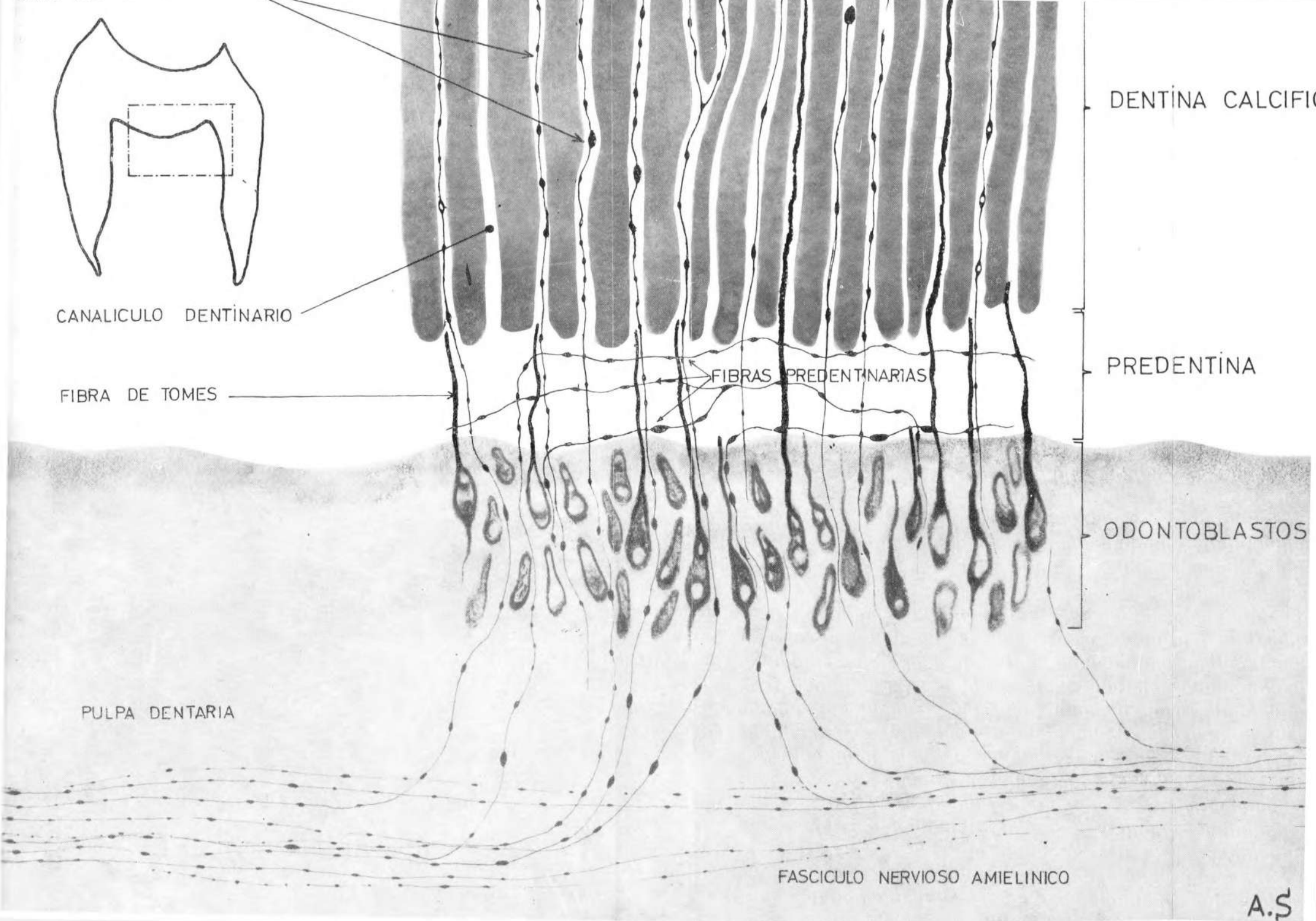
PREDENTINA

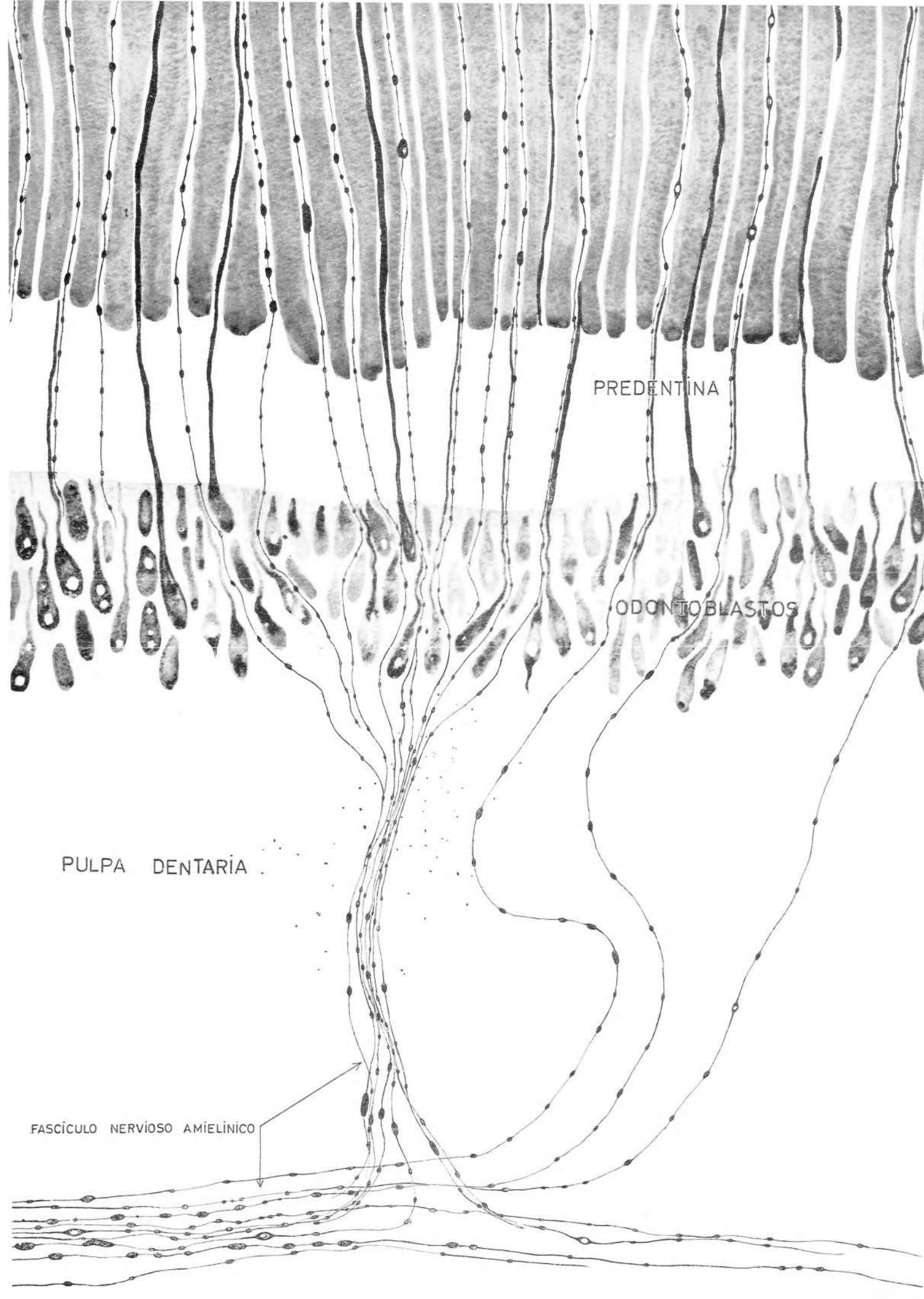
ODONTOBLASTOS

PULPA DENTARIA

FASCICULO NERVIOSO AMIELINICO

A.S





PREDENTINA

ODONTOBLASTOS

PULPA DENTARIA

FASCÍCULO NERVIOSO AMIELÍNICO