

## Algunas comprobaciones hechas a la fina estructura del nucléolo

por

F. X. FARRERÓNS CÓ.

El nucléolo según definición de CAJAL (41) es un pequeño corpúsculo generalmente de forma redondeada, yacente dentro del núcleo como este dentro de la célula.

Esta definición nos llevaría a pensar que la función del nucléolo respecto al núcleo, es idéntica a la de éste respecto a la célula, y así muchos autores, lo consideran como un órgano de formación constante, vivo y de estructura complicada (HERTWIG, MARINESCO).

En cambio otros, como HEIDENHEIN, HACKER, PLATNER, etc., lo consideran sin estructura, sin vida y que se encuentra en el interior del núcleo como una inclusión de reserva alimenticia, que se limita a disolver en los fenómenos de carioquinesis, para sostener la actividad de la célula en estos momentos.

Por fin, para ciertos autores (HENNEGUY, LAGUESSE, CHAMPY, etc.) creen que no solamente sería el nucléolo órgano de reserva, para contribuir a los gastos energéticos de la carioquinesis, sino que a la vez tendría un señalado y activo papel secretorio.

En el núcleo hay que distinguir en primer lugar los *núcleolos verdaderos*, nucléolos plasmáticos (por ser de reacción parecida a la del plasma celular) o, plasmosomas, de los nucléolos aparentes, pseudo-núcleolos, y que FLEMMING y CARNOY (26) les llaman nucléolos nucleínicos o *núcleolos cromáticos* ya que tienen las mismas reacciones que la cromatina nuclear.

Esta distinción entre nucléolos verdaderos y nucléolos cromáticos, no es tan sencilla como a primera vista parece, sino que es menester tener un concepto bien claro de la composición química del núcleo.

Sabemos que esta es bastante complicada, encontrando a menudo tres o cuatro sustancias proteicas químicamente bien definidas, como son, la *nucleína* o *cromatina*, la *paranucleína* o *pirenina*, la *linina* la *anfipirina* y el jugo nuclear. Son de interés para nosotros las dos primeras y de importancia secundaria las demás.

La *nucleína* o *cromatina* es la sustancia química más característica del núcleo, se colorea, una vez coagulada por los reactivos fijadores, con

la hematoxilina, y en general con las anilinas básicas (basiofilia), se hincha en el agua destilada lo mismo que en las soluciones salinas diluidas, y tratada por el ácido acético diluido precipita caracterizándose entonces por su marcada refringencia, es de reacción ácida (de aquí su marcada apetencia por los colorantes básicos).

La *paranucleína* o *pirenina* de SCHWARZ y ZACHARIAS es una substancia protéica que no falta en ningún núcleo y se encuentra bajo la forma de pequeñas esferas que se describen con el nombre de *nucleolos verdaderos*. Sus reacciones químicas más características són, en primer lugar la de colorearse por los colorantes ácidos (ácidofilia). Su comportamiento frente a las soluciones salinas diluidas o frente al agua destilada es también notable, mientras la nucleína se hincha por la acción de estos reactivos, la pirenina permanece inalterable resaltando así de un modo manifiesto en el interior del núcleo. Frente al ácido acético diluido la pirenina se hincha pudiendo volverse transparente. Es de reacción básica (de aquí su marcada apetencia por los colorantes ácidos).

Estas dos substancias, cromatina y pirenina, han perdido hoy día mucho valor. Así, HEINDENHEIN, considera el núcleo formado de una misma substancia química, la cromatina, considerada bajo dos aspectos diferentes la *oxicromatina* y la *basicromatina*. La primera se colorearía especialmente por las anilinas ácidas y la segunda por las anilinas básicas. El nucleolo estaría pues formado de oxicromatina.

Modernamente, POLICARD (36) cree que tanto el núcleo como el protoplasma, están formados de dos elementos combinados, un ácido nucleico rico en fósforo, *ácido*, y una lipoproteína de carácter *básico*. La proteína y el ácido se saturan de una manera más o menos completa dando lugar así a la basiofilia o a la ácidofilia.

Pero esto, sería finalmente, juego de palabras y como dice muy bien CAJAL (40) «excusamos discutir una cuestión prematura y defectuosamente planteada, a causa de nuestra ignorancia sobre el quimismo real, es decir, sobre las especies químicas contenidas en estos factores morfológicos designados nucleína y pirenina.»

Para mayor comodidad, seguiremos llamando a estas dos substancias, nucleína y pirenina, sin entrar en detalle de su constitución ni estructura química. La primera formará los nucleolos cromáticos y la segunda los nucleolos verdaderos o plasmosomas.

Estos conviven en muchas células, y ya LEYDIG comprobó que en los óvulos la mancha germinativa (nucleolo) se compone de dos corpúsculos de talla inigual, generalmente unidos y con diferente apetencia colorante. FLEMMING dice que esta diferenciación de los nucleolos en dos partes se observa en los huevos de una multitud de animales, y así describe en *Dreissena polymorpha*, la existencia de una parte fuertemente refringente y cromática que forma una caperuza alrededor de la parte más pálida.

Estos pseudonúcleolos no són pues, más que porciones de masa cromática que tienen las mismas relaciones de ésta con relación a la linina.

En cambio los núcleolos verdaderos están libres y no tienen ninguna conexión con la red de linina y la masa cromática. Esto explica los movimientos y desplazamientos que puede sufrir los núcleolos en el interior del núcleo. observados por numerosos autores NOEL, PAILLOT (32), PAGE, MAY, WALCKER (39).

### **Estructura del núcleoolo.**

Sabemos bien que la estructura del núcleoolo es complicada. LEVI sin embargo, creía que estaba formado de una substancia homogénea, pero ya RUCICKA (44) y HOLMGÅEN (20) señalaron la presencia de unas pequeñas esferitas en el interior del núcleoolo. SIMARRO (45) señaló la naturaleza argentófila de estos corpúsculos y CAJAL (42) aplicando su método al nitrato de plata reducido las confirma en los núcleoolos de las células piramidales dando una descripción más detallada que la hecha por SIMARRO. Más tarde TELLO estudiando el núcleoolo de las células nerviosas mediante los rayos ultravioletas, describe en ellos una estructura reticular en forma de mallas esferoidales, ocupadas por una substancia más transparente que correspondería a las esferas argentófilas descritas por CAJAL.

*Esféricas nucleínicas.* Han sido estas confirmadas por una multitud de investigadores, entre ellos VAN GEUCHTEN, MICHOTTE, MARINESCO, etc. Són estas esferulas muy abundantes encontrándose en número de 24 a 36. Tienen una dimensión de 0'25 a 0'30  $\mu$ , encuentranse muy espesas y próximas de tal modo que pueden deformarse por presión mutua.

Estos granos se tiñen exclusivamente por la plata coloidal y como esta substancia solamente colorea las substancias acidófilas, vemos pues que no corresponden a los granos basófilos descritos por LENHOSSEK, MARINESCO, LACHE, etc. Se trata en una palabra de corpúsculos distintos.

Se ha observado que són capaces de sufrir variaciones de volumen en determinados casos patológicos. Así, ACHUCARRO (1) ha observado que el tamaño del núcleoolo aumenta a expensas de estos granos argentófilos, haciendo la misma observación BABES (5) en la rabia y LAFORA (16) describe la hipertrofia de estas esferulas en la enfermedad de Alzheimer.

*Materia fundamental.* Es la ganga homogénea donde se encuentran las esferas argentófilas.

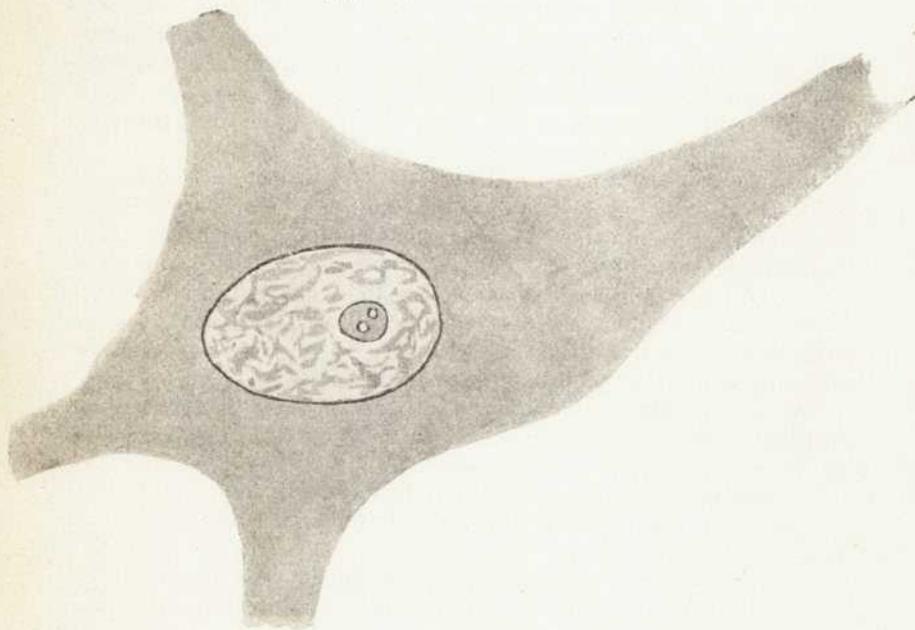
Para CAJAL (40) esta ganga estaría constituida de la misma substancia química que forma parte de las esferas argentófilas, con la única diferencia de que en estas hay de además una materia argentófila.

LACHE (22) viendo que el núcleoolo quedaba teñido uniforme por las anilinas, creyó que además, había una materia *difusa intergranular* incoloreable por el nitrato de plata y coloreable por las anilinas, y una substancia

que el llamaba *concreta granular* que se coloreaba por el nitrato de plata de un modo específico.

Modernamente se ha visto que no existía tal substancia difusa, ya que el concepto de la acción de los colorantes, es hoy día, distinto. Los colorantes pueden actuar ya física ya químicamente. Los nucléolos quedan químicamente coloreados con las anilinas mientras que con el nitrato de plata o con los rayos ultravioleta quedan físicamente teñidos.

*Vacuolas intranucleolares.* En el interior del nucléolo se ven de un modo muy claro uno o dos corpúsculos de extraordinaria refringencia y fuertemente eosinofilos (fig. 1.<sup>a</sup>).



(Fig. 1.<sup>a</sup>)

Estos corpúsculos, al parecer de algunos autores, són sólidos y fuertemente refringentes, de aquí la denominación de *corpúsculos refringentes de Lache* que se le dan.

Se encuentran en el interior del nucléolo en número y tamaño variable. Su significación es desconocida habiendo autor que los ha identificado a las esferulas argentofilas de CAJAL.

Otros autores sin embargo, creen se trata, no de corpúsculos sólidos sino de *vacuolas intranucleolares*, y los describen bajo el aspecto de espacios claros, desiguales en tamaño y que muchas veces presentan en su

interior un corpúsculo de reacción basiofila, y de naturaleza excretoria. Son los *corpúsculos intravacuolares* descritos por numerosos investigadores entre ellos LABURU (21) en *Faba vulgaris*, NIBOUS (33) en *Mercurialis*, WINIWARTEK (48) en la célula epitelial del canal deferente, KARLIS (2) en *Vicia amphicaya*, etc. La naturaleza secretoria de este corpúsculo es el hecho más importante de nuestros conocimientos sobre el fisiologismo nucleolar.

Así, OPATA, PLATNER, LAGUESSE, HENNEGUY, HAMMAR, HENRY, MAZIARSKI, Mme. PHISALIX-PICOT, CHAMPV, COURRIER y otros han visto salir del interior del núcleo cuerpos nucleolares o cromáticos que, o se asocian al producto de secreción del protoplasma, o lo forman por sí solos. Es decir, se sabe hoy día, que el núcleo juega un papel importantísimo en la elaboración del producto secretorio. Que se une este producto, al formado por el protoplasma y muy especialmente al formado a expensas del condrioma, pudiendo muchas veces como cita BENOIT (6) pasar directamente al canal excretor.

Además de este activo papel secretorio, se atribuye al nucleolo un papel de órgano de reserva alimenticia que está en íntima relación con los fenómenos de carioquinesis. Sin embargo, todavía está muy discutido. Mientras unos autores, entre ellos BONNET creen que hay degeneración de los nucleolos por hipertrofia nuclear es decir, hay disolución del nucleolo para que el núcleo sobrevenga a las necesidades imperiosas que exige su división, otros, (METZNER, HACKER, WENDI, HERTWIG, FLEMMING) creen que el nucleolo persiste durante la carioquinesis.

METZNER lo observa utilizando como fijador el ácido ósmico muy concentrado y cree que el estudio de los nucleolos en la carioquinesis se ha de hacer con fijación y coloración especial.

Del mismo parecer es BENOIT (7) sirviéndose este autor del ácido fosfotúngstico asociado al ácido crómico y al sublimado, como fijador. Observa con esta técnica, que en un estudio más avanzado a la profase el nucleolo se segmenta dando lugar a nucleolales y cada uno de estos se va juntamente con un cromosoma a las células hijas, donde se fusionan y dan lugar al nucleolo hijo.

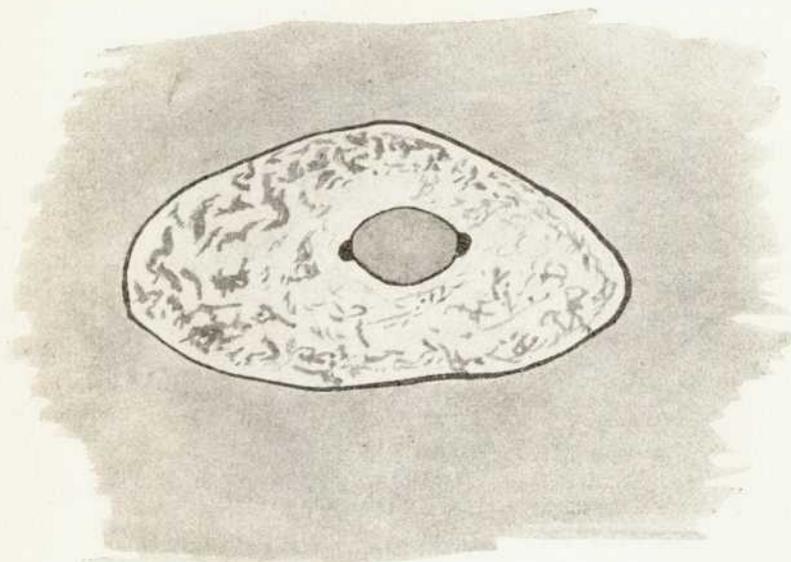
Para CAJAL, todas estas formaciones (vacuolas, corpúsculos intravacuolares y corpúsculos intranucleolares) no serían más que formaciones artificiales debidas al uso de los reactivos, y a fenómenos autolíticos que sufre el nucleolo después de la muerte y antes de la fijación.

*Costras basiofilas de Levi.* LEVI (25) descubrió en los nucleolos de las células nerviosas, unos corpúsculos alrededor del nucleolo colocados a modo de caperuzas y de reacción basiofila.

Estas costras basiofilas (fig. 2) tienen una longitud de 2 a 3  $\mu$  y sobresalen del contorno nucleolar, al que abrazan como un casquete.

LACHE las consideró formadas de esferas nucleínicas.

CAJAL consiguió colorear las esferas y las costras a la vez, las primeras con el nitrato de plata y las segundas con un colorante básico. Así demostró que se trataba de formaciones de distinta naturaleza. Moderna-



(Fig. 2.ª)

mente se tiende a considerar, que la costra basiofila de LEVI corresponde al núcleo cromático ya descrito por FLEMMING.

*Corpúsculo accesorio de Cajal.* Es un corpúsculo que se encuentra en el interior del carioplasma, haciendo mención de él en este lugar, porque al parecer se trata de un corpúsculo dependiente del núcleo.

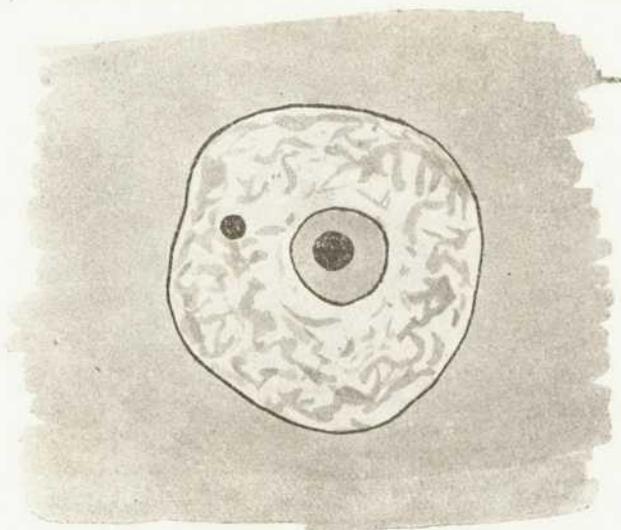
Es único, homogéneo y de forma esférica, que se encuentra a cierta distancia del núcleo (fig. 3) de tamaño algo mayor que el de las esferas argentofilas. Su diámetro puede fijarse entre 0'5  $\mu$ . y es de reacción fuertemente basiofila, encontrándola con mucha constancia en casi todas las células nerviosas.

LACHE cree se trata de un corpúsculo desprendido de la corona perinucleolar de LEVI. Pero sabemos que estas costras basiofilas no tienen afinidad para la plata coloidal y este corpúsculo queda teñido por este reactivo.

Considerando el papel secretorio que se atribuye hoy día al núcleo, cabe pensar que estos corpúsculos, son granos intranucleolares en vía de excreción.

### Material y Técnica.

El material que hemos utilizado, para poner de manifiesto estas forma-



(Fig. 3.ª)

ciones, ha sido, trozos de cerebro, preferentemente del asta de Ammon.

Este material ha sido: 1.º, fijado en formol al 10 % durante 24 horas y a 40.º; 2.º, hemos practicado cortes por congelación; 3.º, coloración con la hematoxilina; 4.º, cloruro de zinc al 2 %; 5.º, eosina.

El cloruro de zinc aquí hace el papel de mordiente oxidante, para combatir la acción reductora del formol y poder así colorear con la eosina (véase 10).

### Resultados.

Mediante esta técnica se pone de manifiesto de un modo clarísimo la fina estructura del nucléolo. Queda teñido éste, por la eosina observándose en su interior, unos corpúsculos muy refringentes y fuertemente eosinófilos (corpúsculos refringentes de LACHE, vacuolas intranucleolares, de otros autores).

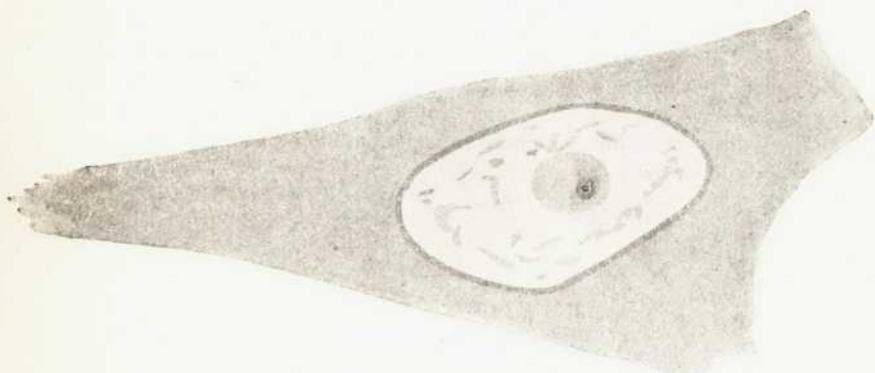
En muchos de ellos, se observa en distinto plano de enfoque que su refringencia desaparece para ser sustituida por una marcada opacidad convirtiéndose el corpúsculo de eosinófilo en basiófilo (fig. 4). Esto nos indica de modo manifiesto que se trata de una *vacuola intranucleolar* con un corpúsculo en su interior de naturaleza secretoria. Muchas veces, hemos observado estos corpúsculos, sin estar contenidos en el interior de ninguna vacuola (corpúsculos en vía de eliminación).

Se observan además, las *costras basiófilas de Levi* dispuestas, como ya hemos indicado más atrás, a modo de caperuzas alrededor del nucléolo.

El *corpúsculo accesorio de Cajal* se ve también con mucha constancia en estas células nerviosas. Se caracteriza por ser único, aislado y de reacción fuertemente basófila resaltando de un modo manifiesto en la palidez de núcleo.

**Se trata de formaciones Post-mortem?** — Esta pregunta es la que se presenta en la mente de todo citólogo delante de nuevas formaciones. ¿Existen en vivo? ¿Serán producto de la acción de fijadores y colorantes?

Ya LAGENDRE delante de los corpúsculos de Nissl y de las neurofibrillas que es donde la discusión ha sido más apasionada, observó, que cuando se examina la célula inmediatamente de su extracción, no se ve en su protoplasma ninguna estructura que recuerde los corpúsculos de Nissl. Esto hace pensar al autor que estas formaciones no existen y si existen tienen el mismo índice de refracción.



(Fig. 4.<sup>a</sup>)

MAVAN, MAYER y SCHÄFFER (28) basándose en unas determinaciones de ácidos grasos y colesteroína en los tejidos del cerebro de conejo, antes y después de fijarlos, demuestran que muchos de los fijadores usados en citología, hacen desaparecer una mayor parte de los elementos lipodes ¿como interpretar las imágenes así obtenidas? Si la célula, después de fijado su protoplasma, ha sufrido una precipitación y una deshidratación. ¿Que valor tienen las imágenes neurofibrilares? por ejemplo. En realidad se puede decir que representarán el esqueleto de la célula, y ¿que valor tendrá este esqueleto después de dichas manipulaciones?

Son muchos los autores que piensan se trata de formaciones artificiales así. MARINESCO (29) cree que los corpúsculos de Nissl no existen en la célula viva, que las neurofibrillas existen pero que tienen un índice de refracción parecido al del medio ambiente.

Por lo que respecta a las formaciones nucléolares, dice MARINESCO, (5) que con la ayuda del paraboloide de Zeiss se distingue en el interior del nucléolo unos pequeños corpúsculos de naturaleza cromática. TELLO mediante los rayos ultravioleta, describe *vacuolas nucléolares* en muchas pirámides de conejo y del hombre, apareciendo como espacios claros, refringentes, de forma circular y muy parecidos a los que se observan en las células teñidas. Describe también las costras basiófilas de LEVI, observadas en las pirámides de cobaya.

WEIMANN (47) utilizando también las radiaciones ultravioleta ha descrito los corpúsculos de NISSL.

Por lo que respecta a la acción destructiva de los fijadores, MARTENS (32) ha comprobado que las células fijadas con líquido de Benda y de Bouin no sufren alteración celular alguna.

NOËL y MANGENOT (34) respecto a la acción del formol sobre los tejidos, han dicho, que se trataba de un excelente fijador y que conserva de una manera fiel toda la arquitectura del núcleo.

En resumen: vemos que hay dos clases de nucléolos, unos cromáticos (falsos) y otros plasmáticos o verdaderos. Que estos están formados de pirenina o peranúcleina substancia de reacción acidófila y que la estructura de estos nucléolos es complicada, existiendo sus formaciones «*in vivo*» y desempeñando un importantísimo papel en los fenómenos secretorios de la célula.

## BIBLIOGRAFIA

- ACHÚCARO. *Alteraciones nucleares de las pirámides cerebrales en la rabia y en la esporotricosis experimental*. Trab. del Lab. de Inv. Biol. Madrid, 1911.
- (2) ABEL KARLIS. *Sur le nucleole des cellules radicales de Vicia amphicaya Dorthes*. Comp. Rend. Soc. Biol. 1925, T. I.
- (3) ATHIAS. *Anatomia de cellula nervosa*. Lisboa, 1905.
- (4) BACALOGLU C. et PHARON C. I. *Polynucleose neurocytaire et division amitotique des cellules nerveuses*, etc. Compt. Rend. Soc. Biol. 1926.
- (5) BABES V. *Quelques constatations faites sur la structure fine de la cellule nerveuse a l'occasion de la recherche du parasite de la rage*. Libro en honor de CAJAL. Madrid. 1922.
- (6) BENOIT J. *Sur le rôle du noyau dans la secretion epididymaire*. Compt. Rend. Soc. Biol. 1921, T. II.
- (7) BENOIT J. *Sur l'evolution de la substance nucleolaire au cours de la mitose. La nucleoliterese*. Compt. Rend. Soc. Biol. 1921.
- (8) CARNOY. *La cytodierese chez les arthropodes*. La Cellule, T. I. 1885.
- (9) CHEVALIER M. *Elementos de citologia y de embriologia fisiológica*, T. I. Edit. Aragones, 1926.
- (10) FARREKONS C6. *Técnica de coloració amb l'eosina en els objectes fixats en formol*. Butll. Inst. Cat. Hist. Nat Març, 1927.
- (11) FERRATA. *Sul nucleolo della cellula nervosa*. Monitore Zoologico italiano. Anno XVI, n.º 1905.
- (12) FERRATA. *Sulla struttura del nucleolo*. Arch. di Fisiol. vol. III, fasc. 2.º 1906.
- (13) FLEMMING. *Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung*. Leipzig. 1882.
- (14) FLEMMING. *Neue Beitrage zur Kenntniss der Zelle*. Arch. f. mikros. anat. T. XXXVII.
- (15) GUIZZETTI. *Trattato de Anatomia Patologica*. Pio Foa. T. IX, Torino.
- (16) GONZALO LAFORA. *Nota sobre las alteraciones en el nucleolo de las celulas nerviosas cerebrales en la enfermedad de Alzheimer*. Trab. del Lab. de Inv. Biol. 1913.
- (17) GUZMAN GONZÁLEZ. Rev. Mex. D. Biol. T. VII, Agosto, 1927.
- (18) HERTWIG. *Allgemeine Biologie*. Jena, 1909.
- (19) HERTWIG. *Beitrage zur Kenntniss der bildung, befruchtung und teilung de Tierreichen*. Eis. Morphol. Jahrbuch. T. I, II, IV. 1875, 76, 78.
- (20) HOLMGREN. *Studien in der feineren anatomien der nervenzellen*. Aus Bonn et Merckels anatomischen Heften. Bd. 15, 1900.
- (21) LABURU. *Estructura y fisiologia del nucleolo en «Faba vulgaris»*. Bol. de la Soc. Esp. de Biol. T. VI.
- (22) LACHE. *L'aspect du noyau de la cellule nerveuse dans le methode de l'argent réduit*. Anat. Anzeiger, T. XXVII, n.º 7, 8, 1906.
- (23) LACHE. *Sur le nucleole de la cellule nerveuse*. Journal de Neuroglia. Bruseles, 1805.
- (24) LEVI. *Consideracione sulla struttura della cellule nervosa*. Riv. de Pat. nerv. e ment. T. III, 1886.
- (25) LEVI. *Su alcune particolarità di struttura del nucleo della cellule nervosa*. Riv. de Pat. nerv. e ment. T. I, 1896.
- (26) MARINESCO. *La cellule nerveuse*. T. I, 3909.
- (27) MARTENS (P). *La structure vitale du noyau et l'action des fixateurs*. Compt. Rend. Acad. Sceances. T. CLXXXIV, 1927.
- (28) MAWAS, J., MAYER, A. et SCHAEFFES, G. *Action de quelques fixateurs des cellules nerveuses sur la composition chimique du tissu*. Compt. Rend. Soc. Biol. 1913, T. II.

- (29) MARINESCO. *Sur l'estructure de certains éléments constitutifs des cellule nerveuses.* Compt. Rend. Biol. 1912, T. I.
- (30) MARINESCO. *Etude sur l'état des cellules des ganglions spinaux.* Compt. Rend. Soc. Biol. 1912, T. I.
- (31) MARINESCO. et J. MINEA. *Etudes des cellules des ganglions spinaux de grenouille etc.* Compt. Rend. Soc. Biol. 1911. T. II.
- (32) NOËL, R. et PAILLOT, A. *Sur la participation du noyau a la secretion dans les cellules des tubes sericigenes chez le «Bombix».* Compt. Rend. Soc. Biol. T. XCVIII.
- (33) NIHOUS, M. *Remarques sur l'évolution du nucleole dans les noyaux diploïdiques de quelques Euforbiaceas et Buxaceas.* Compt. Rend. Soc. Biol. 1924, T. I.
- (34) NOËL, R. et MANGENAT, G. *Le formol, fixateur nucleaire.* Compt. Rend. Soc. Biol., 1922, T. II.
- (35) POLICARD, A. *Precis d'Histologie Physiologique,* Paris, 1922.
- (36) POLICARD, A. *Donnés sur la structure de la cellule.* Travaux du Lab. d'Hist. de l'Université de Lyon, 1921.
- (37) PERRIN DE LA TOUCHE et Maurice DIDE. *Note sur la structure du noyau et la division amitotique des cellules nerveuses du cobaye adulte.* Soc. de Neurol. Rev. Neurol, 1921.
- (38) PRENANT, BOUIN et MAILLARD. *Traité d'Histologie,* 1919.
- (39) PAGE MAY et WALKER E. *Note on the multiplication and migration of nucleoli in nerve cell. of mammal.* Quaterly Jour. of Exp. physiol. T. I, 1908.
- (40) Ramón CAJAL, S. *El núcleo de las celulas piramidales.* Trab. del Lab. de Inv. biol, Madrid, 1910.
- (41) Ramón CAJAL, S. *Manual de Histología normal.* Madrid, 1910.
- (42) Ramón CAJAL, S. *Un sencillo método de coloración selectiva del reticulo, protoplásmico.* Trab. del Lab. de Inv. Biol. Madrid, 1903.
- (43) Remy COLLIN. *Variations volumétriques de l'appareil nucleolaire de la cellule nerveuse, etc.* Compt. Rend. Soc. Biol.
- (44) RUCICKA. *Zur Gesichte und Kenntniss der feineren Structur der nucleolen centralen Nervenzellen.* Anat. Anzeiger. Bd. 16. n.º 21-22.
- (45) SIMARRO. *Nuevo método histológico de impregnación, etc.* Rev. trim. micrográfica. T. V. 1900.
- (46) TELLO, F. *Algunas observaciones con los rayos ultravioletas.* Trab. del Lab. de Inv. Biol. Madrid, 1911.
- (47) WEIMANN, W. *Studien am Zentralnerven system des Menschen mit der Mikrophotografie im ultravioletem Licht.* Klin. Wochenschr, 1925.
- (48) WINIWARDER, H. *Scretion nuclear des epitheliums du canal deferent humain* Compt. Rend. Soc. Biol. T. I, 1924.