

CAPÍTULO V

NÚCLEO

Volumen, forma, estructura. Armazón cromático, jugo nuclear, nucleolo y membrana nuclear. Propiedades químicas de la célula.

El *núcleo* es un corpúsculo vesiculoso yacente en el espesor del protoplasma, y constituido principalmente por una materia que atrae vivamente el carmín y las anilinas básicas (nucleína ó cromatina).

El núcleo es un factor importantísimo de la vida celular; rige probablemente el acto de la multiplicación, y en su trama se encarnan las condiciones materiales del complejísimo proceso de la herencia histológica, es decir, de ese poder que las células tienen de reproducir exactamente la forma, volumen y fisiologismo de sus elementos progenitores. Cuando la célula pierde su núcleo, ora por virtud de lesiones físicas, ya por consecuencia de metamorfosis químicas, cesa en ella toda actividad, pudiéndose considerar como un cadáver. Tal sucede con los hematíes y con los elementos epidérmicos de la piel, cuyos núcleos desaparecieron al compás de las transformaciones químicas ocurridas en el protoplasma.

Volumen del núcleo. — Oscila entre 5 y 12 micras. La dimensión del núcleo no guarda estricta relación con la talla de las células; puede, no obstante, afirmarse que los núcleos más voluminosos corresponden á los elementos gigantes (óvulo, células nerviosas, etc.). Asimismo, los animales que poseen gruesas cé-

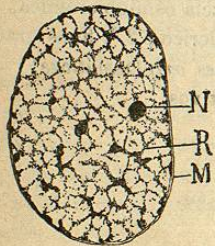


Fig. 70. — Núcleo de las células epiteliales de las larvas de salamandra maculosa. Examen con el obj. 1,30 de Zeiss.

lulas (larvas de urodelo y de insecto) exhiben también los núcleos más robustos.

Forma. — Por lo común, toda célula embrionaria ó que se halla poco diferenciada, afecta la forma esférica ú ovoidea. Pero en algunos corpúsculos de tejido, esta figura se modifica, haciéndose ya alargada, ya discóidea, ya lobulada. Por ejemplo, en las fibras musculares lisas, el núcleo se presenta en forma de bastoncito de cabos redondeados; en las mieloplaxias y ciertos leucocitos, afecta figura irregular, exhibiendo lobulaciones y estrangulaciones separatorias; en los corpúsculos de las uñas y en los cartilagosos superficiales, dicho órgano adopta figura más ó menos lenticular, etc.

Estructura del núcleo. — Consta este órgano de cuatro partes principales: *la cromatina ó armazón cromático*, el *jugo nuclear*, el *nucleolo* y la *membrana*.

Armazón cromático. — Constituye la parte más característica del núcleo, y la que mejor se ha estudiado, gracias á las propiedades químicas especiales de que goza. Este armazón, se compone principalmente de la *nucleína* de Miescher (*cromatina* de Flemming), substancia que posee la virtud de colorarse intensamente por el carmín, hematoxilina y los colores básicos de anilina. Los ácidos débiles, tales como el ácido acético y fórmico, que alteran y transparentan notablemente el protoplasma, endurecen y dan gran resalte á la cromatina. Estas dos propiedades, contraste mediante la acción del ácido acético, y colorabilidad en carmín y hematoxilina madura, sirven para poner en evidencia el núcleo, aun en aquellos elementos donde éste alcanza estatura escasisima, y yace rodeado de un protoplasma abundante y rico en inclusiones. En los elementos vivos, el núcleo aparece tan pálido, que sólo en algunos casos puede demostrarse con claridad.

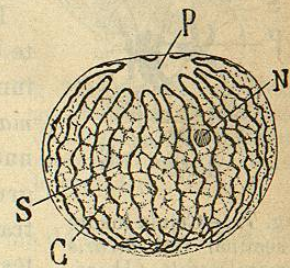


Fig. 71. — Esquema del núcleo según Rabl. — C, filamentos de cromatina, ó primarios; S, filamentos de linina ó secundarios; N, nucleolo.

El *armazón de cromatina* puede afectar tres disposiciones: forma reticulada; en bloques ó esferas centrales, y en filamento libre y continuo.

Cromatina reticulada. — Esta es la disposición más general y típica; obsérvase en las células epiteliales, conjuntivas, cartilaginosas, glandulares, etc., de los vertebrados, y aparece tanto más claramente, cuanto más embrionarios son los elementos observados.

El mejor objeto de estudio de la reticulación cromática fórmanlo las células de las larvas de urodelo, previa fijación con bicloruro de mercurio y coloración con hematoxilina. La cromatina se presenta teñida en violeta intenso, y sus trabéculas de vario espesor y dirección, convergen al nivel de ciertas nudosidades, una de las cuales, más robusta que las otras, designase con el nombre impropio de nucleolo. Hacia la periferia, los

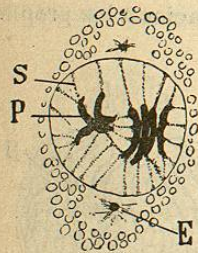


Fig. 72.—Célula madre seminal del *ascaris megalocéfala* (Hertwig).—P, filamentos cromáticos del núcleo; S, filamentos acromáticos; E, centrosoma.

filamentos cromáticos parecen fijarse en la membrana, á beneficio de una nudosidad más ó menos voluminosa. Dicho retículo no consta exclusivamente de cromatina; los buenos objetivos de inmersión revelan dos materias: la *cromatina* propiamente dicha, que forma los nudos de la red y acaso algún filamento grueso; y la *linina* que constituye los trabéculos finos, es decir, aquellas partes del retículo refractarias á la coloración por la hematoxilina y anilinas. Estas dos materias, colorable la una é incolorable la otra por los reactivos del núcleo, se observan ya, con ayuda de buenos objetivos de inmersión, en las células de los mamíferos; pero aparecen mucho más claramente en las de los urodelos (Flemming), y sobre todo en ciertos elementos seminales embrionarios del *ascaris megalocéfala* (O. Hertwig), donde como se ve en la figura 72, la *linina* se modela en delicados filamentos periféricos, y la *cromatina* en gruesos trabéculos centrales. En ciertos casos (Pfitzner, Strassburger), etc., el retículo nu-

clear consta de granos sueltos de cromatina, separados por un cemento intercalar de linina.

Cromatina homogénea. — En lugar de armazón reticulado, ciertos núcleos exhiben una masa central más ó menos redondeada de cromatina, completamente desprovista de estructura. Como ejemplos de semejante disposición deben citarse: los núcleos de las células más superficiales del cuerpo de Malpigio de la piel, en los que la cromatina aparece condensada en una esfera central alejada de la membrana nuclear; los zoospermos, cuya cabeza representa un núcleo macizo, construido de cromatina homogénea; y el óvulo maduro, dentro de cuyo núcleo se advierten uno ó más acúmulos redondeados de dicha substancia, flotantes en un jugo nuclear abundante (*manchas germinativas*).

La cromatina homogénea representa para Hertwig una fase transitoria, la cual, por absorción de agua y vacuolización subsiguiente, pasaría en ciertos casos á la disposición reticulada.

Cromatina glomerular ó filamento continuo. — La cromatina revis- te en los núcleos de insecto (larvas

de muscudo, de nemóceros, etc.), la forma de filamento libre, continuo, apelotonado, cuyas vueltas y revueltas le prestan aspecto de intestino. Como ya demostró hace tiempo Balbiani en las larvas del *Chironomus*, Carnoy en las de *nemocero*, y nosotros en el estómago chupador de las de *muscudo*, dicho filamento se compone de dos clases de discos alternados: *oscuros* formados de cromatina y *pálidos* formados de linina (fig. 73).

Según van Gehuchten, las vueltas del filamento continuo no se dispondrían al azar sino con cierto orden, dejando libres dos zonas polares, cuya línea de unión llama este autor *eje orgánico* del núcleo.

Jugo nuclear. — Es el líquido transparente, poco ó nada colorable por los reactivos de la cromatina, que llena las mallas del

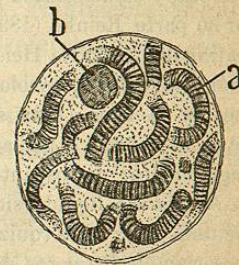


Fig. 73.—Núcleo del estómago chupador de una larva de muscudo.—a, filamento nuclear estriado; b, nucleolo verdadero.

armazón cromático, y todo el espacio limitado por la membrana nuclear. Este líquido tiene en disolución diferentes materias protéicas, las cuales, después de la muerte ó por la acción de los coagulantes, pueden precipitarse, engendrando á menudo una reticulación pálida y granugienta.

Los trabajos de estos últimos tres años añaden algunos detalles, todavía no generalmente confirmados, á la estructura clásica del núcleo.

Así, Heidenhain (1894) describe en los núcleos fijados en sublimado y coloreados por las anilinas, dos especies de cromatina: la *basicromatina*, correspondiente á los gránulos de cromatina ordinaria de los autores, caracterizada por su afinidad por las anilinas básicas, y la *oxicromatina* ó *lantánina*, dispuesta en finos gránulos incorporados al retículo de cromatina básica, y caracterizada por su colorabilidad por las tinturas ácidas.

Por su parte Reinke (1894), después de confirmar las dos especies de cromatina de que habla Heidenhain, añade todavía la existencia de ciertos gránulos pálidos, incolorables por los reactivos y susceptibles de hincharse por el agua. Esta substancia granular, que denomina *edematina*, reside en los huecos ó mallas del retículo cromático, formando una parte del jugo nuclear de los autores. En el verdadero jugo nuclear, es decir, en la substancia líquida situada entre los granos de edematina, hallaríanse unos finos hilos (quizá los hilos de plastina de Carnoy), los cuales atravesarían ciertos poros de la membrana nuclear y se continuarían con los filamentos del protoplasma. Una parte de los datos expuestos por Reinke ha sido confirmada por Schloter (1895), quien da un esquema muy complicado de la célula, describiendo, tanto en el protoplasma como en el núcleo, muchas variedades de gránulos.

Nucleolo. — Es un pequeño corpúsculo, generalmente redondeado, yacente dentro del núcleo como el núcleo dentro de la célula. Hay que distinguir dos especies de nucleolos: los aparentes y los reales.

Nucleolos aparentes. — Cuando no se conocía bien la estructura del núcleo, calificábase de nucleolo todo grano de algún tamaño y resalte que surgía en medio de la masa nuclear. Hoy se sabe que la mayor parte de los nucleolos que los autores antiguos señalaban en las células, no eran otra cosa que los nudos más espesos del retículo cromático, entre los cuales suele existir uno donde la cromatina aparece especialmente acumulada. Como nucleolos aparentes pasan también las manchas germinativas del óvulo (de las que ya hemos dicho constan esencialmente

de cromatina) y los acúmulos cromáticos nucleares de muchos organismos vegetales y animales inferiores.

Nucleolos verdaderos. — Así se llaman unos corpúsculos comunemente esféricos y esencialmente constituidos por una materia especial, llamada por nosotros *nucleolina* (1883) y que hoy, desde las investigaciones minuciosas de Zacharias y Schwarz, se denomina *pirenina* ó *paranucleína*.

La *pirenina* ó materia del nucleolo, goza de gran refringencia, resaltando hasta en el mismo bálsamo del Canadá; resiste, al revés de la nucleína, la acción de los ácidos diluidos; y el ácido acético le presta gran transparencia, aunque no llega á disolverla. El ácido ósmico, que hace palidecer la cromatina, exagera la refringencia de la *pirenina*. Finalmente, según ha mostrado Zacharias, el nucleolo atrae preferentemente los colores alcalinos (carmin amoniacal, etc.), al revés de la nucleína que elige los colores ácidos (carmin acético, verde de metileno acetificado, etc.). Esta oposición de propiedades permite obtener coloraciones dobles del contenido nuclear. Por ejemplo: si se tratan las células primeramente por el verde de metileno acetificado, y después por la eosina, la cromatina se diseña en verde, y el nucleolo en rojo.

El nucleolo verdadero, existe en todas ó la mayor parte de las células. Ignórase si posee estructura especial; lo único que puede asegurarse es que está rodeado de fina membrana y que, á menudo, encierra algunas vacuolas. En los nucleolos de las larvas de insecto, hemos creído notar una textura filamentosa.

Existen nucleolos verdaderos de composición más complicada. Flemming y O. Hertwig han notado que los nucleolos ó manchas germinativas de ciertos óvulos (*Asteria glacialis*, *Cyclas cornea*, etc.), están formados por la reunión de dos corpúsculos de tamaño desigual y de propiedades químicas diferentes.

Membrana nuclear. — El núcleo se limita por una membrana finísima, homogénea, resistente á los ácidos y álcalis é incolorable por los agentes tintóreos de la cromatina.

En la constitución de la membrana nuclear entra, de manera principal, una substancia de propiedades especiales: la *amfipirenina* de Zacharias. Por lo demás, la membrana del núcleo es

difícilmente revelable en algunas células, por ejemplo, en los hematíes nucleados de los anfibios; en cambio, resalta con perfecta claridad en el óvulo y células nerviosas gigantes.

Además de esta cubierta fina é incolorable (membrana acromática), algunos autores admiten otra situada por dentro de la anterior, construída de cromatina (*membrana cromática*) en continuación con el armazón nuclear.

Muchos autores dudan de la realidad de semejante capa cromática, y suponen que ésta es mera apariencia motivada por el hecho de que, algunas trabéculas del armazón cromático se extienden paralela é inmediatamente por debajo de la membrana acromática, pareciendo, en el enfoque ecuatorial, como que se funden en masa continua.

PROPIEDADES QUÍMICAS DE LA CÉLULA

Protoplasma. — Está compuesto de una complicada mezcla de principios inmediatos cuaternarios, ternarios é inorgánicos, cuya localización precisa dentro de las diversas partes del cuerpo celular, dista mucho de conocerse suficientemente.

Uno de los principios más constantes parece ser la *plastina*, substancia que residiría en el retículo ó espongioplasma. En el plasma celular ó enquilema, hallaríanse también en disolución la *globulina* y la *albúmina*. La yema de ciertos óvulos contiene también la *vitelina*.

El *agua* representa el factor más abundante del protoplasma. Según Reinke, quien ha analizado el protoplasma del *atalium septicum*, el agua entra en proporción del 71'6 por 100; el resto lo forman las substancias sólidas.

Las *sales* constituyen el 29 por 100 de las materias sólidas. Las principales son: la cal, en combinación con los ácidos láctico, acético, fórmico, oxálico, fosfórico, sulfúrico y carbónico; el sulfato de magnesia y de potasa; el cloruro de sodio, etc.

La *reacción* del protoplasma vivo es alcalina.

Núcleo. — Como ya hemos expuesto anteriormente, este órgano contiene varias substancias, cuya localización se va fijando

por cada día, gracias á los trabajos de Zacharías, Schwarz, Carnoy, Flemming, Strasburger, O. Hertwig, etc.

La *cromatina* ó *nucleína*, materia caracterizada por su colorabilidad en el carmín y hematoxilina, por su resistencia á los ácidos diluídos y por su solubilidad en los álcalis débiles, reside exclusivamente en el armazón nuclear.

La *pirenina* es el principio especial de que están contruídos los nucleolos verdaderos. Esta materia resiste á los álcalis diluídos (al revés de la nucleína, que se disuelve), á la solución de cloruro de sodio al 20 por 100, á las soluciones saturadas de sulfato de magnesia, y en parte hasta á la digestión en *tripsina*. Los colores alcalinos tñenla mejor que los ácidos.

La *linina* es la materia que liga entre sí los granos de cromatina para formar un retículo continuo; constituye, por tanto, la substancia acromática del retículo. Se caracteriza químicamente por disolverse en la tripsina y agua de cal, por precipitar por los ácidos diluídos, hincharse en sal al 20 por 100, ser insoluble en el sulfato de cobre, etc.

La *paralinina* habita en el jugo nuclear, y es soluble en tripsina y jugo gástrico, insoluble en ácido clorhídrico al 20 por 100 é inalterable en los reactivos de la cromatina.

La *anfpirenina* residiría en la membrana nuclear y se caracterizaría por ser más soluble en la tripsina que la pirenina, y por no ser atacable por la sal al 20 por 100, el sulfato de cobre, ácidos diluídos, etc.