



TEMA 11. DIFERENCIACIÓN Y ESPECIALIZACIÓN CELULAR: LOS TEJIDOS.

11.1. LAS LIMITACIONES DEL SER UNICELULAR.

Un ser unicelular no puede superar un cierto tamaño, siendo casi siempre microscópico. Esta limitación viene dada por la relación entre el volumen celular y la superficie de intercambio con el exterior que posee: al aumentar la longitud de la célula, su volumen crece al cubo mientras que su superficie sólo al cuadrado; esto significa que enseguida la membrana celular va a ser insuficiente para todo el intercambio de sustancias que precisaría el contenido celular [una persona que pese 50 Kg. posee una superficie s ; otra que pese el doble no dispone del doble de superficie ($2s$); como tiene mucha más masa, generará más calor y éste no podrá disiparse al exterior fácilmente por falta de superficie por lo que para refrigerar su cuerpo, sudará en abundancia ante el más mínimo esfuerzo. Por el mismo motivo, los niños presentan proporcionalmente mucha superficie para el volumen que contienen, por esto se deshidratan con facilidad en verano y pierden rápidamente su calor (hipotermia) cuando hace frío]. Por otra parte, por encima de un determinado tamaño el núcleo no puede controlar a toda la célula, sabiéndose que al ser superado un cierto valor entre el volumen nuclear y el volumen celular, la célula desencadena el proceso de división.

[Piensa en la superficie que tiene una moneda de un euro, la de la cara, la de la cruz y la del canto. Si la juntamos a otra moneda igual, tendremos el doble de volumen, pero su superficie sólo habrá aumentado en un canto].

Los seres unicelulares tienen que realizar todas las funciones “ellos solos”, es decir, la nutrición, la relación y la reproducción. Estas células están en contacto directo con el medio que las rodea y están muy influidas por él.

11.2. EL ORIGEN DE LA PLURICELULARIDAD.

Las ventajas de ser grande estriban en ser más independiente del medio, en cuanto a que a mayor masa, por ejemplo, hay más capacidad para soportar variaciones de la temperatura (mayor cantidad de agua que, como sabemos, actúa de amortiguador). Por otra parte, un mayor tamaño puede ser ventajoso a la hora de competir con otros individuos por los recursos alimenticios y también a la hora de protegerse de depredadores o si se es un depredador, puede haber mayor facilidad para atrapar a las presas. En resumen, han podido existir muchas causas diferentes que han seleccionado el aumento de tamaño en muchas especies y como el tamaño celular es limitado, la solución ha pasado por la creación de seres pluricelulares derivados de una sola célula inicial (cigoto).

En un ser pluricelular, el grupo de células actúa como un todo, no todas las células están en contacto directo con el medio y, como ya se ha dicho, pueden defenderse mejor ante cambios de su entorno. La mayoría de los organismos pluricelulares que hoy conocemos muestra además otra característica: sus células han optado por un **reparto del trabajo**. Salvo las algas cianofíceas filamentosas y ciertas algas verdes, que son simples conjuntos de células que tras la división asexual permanecen más o menos unidas, el resto de los organismos pluricelulares presenta células que realizan funciones concretas, se trata de **células**



especializadas. Por suerte, contamos hoy día con ejemplos vivientes en los que podemos observar desde células muy poco especializadas hasta otras con funciones muy concretas.

[Volviendo al empleo de símiles: es difícil encontrar una persona que sepa hacer bien toda una casa, es decir, que sea un buen albañil y un buen escayolista y un buen fontanero y carpintero y pintor... Lo normal es que las personas se especialicen y esa especialización los hace más eficientes en su trabajo].

Se denomina **tejido** a un conjunto de células que, dentro de un organismo pluricelular, tienen un aspecto semejante y realizan una misma función.

En los tejidos con funciones muy especializadas, las células suelen tener formas muy relacionadas con la misión que realizan en el individuo (se verán ejemplos).

TODAS las células de un ser pluricelular proceden de una única célula inicial, el **cigoto**, fruto de la reproducción sexual y, a partir de aquél, por división asexual o **mitosis** originarán un embrión que se desarrollará hasta formar un nuevo individuo (que podrá tener hasta muchos billones de células).

Todas las células de un ser pluricelular contienen exactamente la misma información genética, heredada de sus progenitores y, en principio, pueden desarrollarse especializándose en cualquiera de los tipos posibles que presente la especie. A esta capacidad inicial de especializarse o **diferenciarse** en cualquier tipo celular se la denomina **totipotencia**.

Pero a partir del momento en que una célula se **diferencia o especializa**, pierde su totipotencia y ya sólo “leerá” la información correspondiente al trabajo que va a desempeñar. El resto de la información quedará para siempre oculta (miles de genes quedarán “mudos” y no se expresarán nunca, mientras que otros sí lo harán en función de las necesidades de la célula. Además, en las células de los organismos pluricelulares existen muchos genes cuya misión es la de controlar la proliferación celular: cada célula tiene una función y trabaja en equipo; no puede permitirse el lujo de reproducirse cuando quiera ni de hacer lo que le apetezca. A veces, no obstante esto ocurre: la célula se vuelve cancerosa). La excepción a lo anteriormente dicho se halla en las células reproductoras llamadas gametos, que poseen toda la información propia de la especie pero sólo una vez y no dos veces como el resto de las células (que llamamos somáticas).

Hoy en día siguen sin conocerse los mecanismos que regulan la diferenciación de las distintas células de un embrión para que se creen de manera organizada todos los tejidos, órganos y aparatos, aunque está claro que hay miles de genes cuya función es la de regular la acción de otros genes. Sí se sabe que la totipotencia se mantiene en las primeras etapas de la embriogénesis, lo que permite el fenómeno natural de la formación de hermanos gemelos (no sólo en los humanos) y el fenómeno no tan natural de conseguir hermanos clónicos, separando las células de un embrión recién formado (ha sido realizado, por ejemplo, en renacuajos o muy recientemente en monos).

Los últimos avances en ingeniería genética han conseguido que una célula diferenciada pueda volver a tener totipotencia: la clonación reproductiva (la oveja Dolly fue el primer caso de mamífero clónico) se logra a partir de una célula cualquiera de un individuo donante y originará con la ayuda de un óvulo sin núcleo un nuevo individuo completo y genéticamente idéntico al que donó su información genética (Esto no es cierto totalmente: sus mitocondrias procederán de la hembra donante del óvulo, y las mitocondrias también tienen su ADN propio). Hablamos de la capacidad de **reprogramar** células.



Las investigaciones con embriones, tan polémicas hoy en día, están relacionadas con las propiedades de la totipotencia y de la pluripotencia, cualidades que presentan las células de estos preembriones de varios días de existencia.

11.3. TEJIDOS VEGETALES: EL TALO Y EL CORMO.

El mundo vegetal ofrece una gran diversidad de formas más o menos evolucionadas, contando con algunos grupos, que se mantienen presentes en la actualidad, que cuentan con tejidos incipientes. Es el caso de las algas pluricelulares, en las que todas las células son casi iguales en aspecto y función. No cabe hablar de tejidos “verdaderos” pero comienza a haber un reparto de tareas. Decimos que poseen una estructura de **talo**. De hecho, a estas algas las clasificamos en el reino **Protistas** o **Protoctistas**, en el que también entran organismos unicelulares como muchos grupos de algas y los protozoos, por el hecho de no poseer tejidos.

En el reino de las **Metafitas**, los musgos y los helechos (criptógamas o plantas sin flores) sí se puede decir que presentan tejidos, aunque no tan especializados y eficientes como los de las plantas superiores (fanerógamas o espermafitas que son las plantas con flores y con semillas) las cuales, cuentan con toda una serie de células altamente especializadas, ya sea en conducción de agua y sales o bien en azúcares, en la fotosíntesis, en el soporte, en la protección o en la reproducción. Los vegetales que poseen tejidos verdaderos, se dice que tienen estructura de **cormo**. Dada la escasez de tiempo para tan amplio temario, no entraremos en la descripción de los diferentes tejidos vegetales.

Los musgos son de pequeño tamaño y viven en lugares húmedos: no han “inventado” unos buenos tejidos de soporte, ni otros que protejan de la deshidratación, ni pueden conducir bien la savia...

Trabajo: esquema ordenado de los diferentes tejidos vegetales con sus respectivas funciones, localización de los mismos dentro del vegetal y alguna característica notable de cada uno de ellos.

11.4. TEJIDOS ANIMALES. RELACIÓN ENTRE ESTRUCTURA Y FUNCIÓN.

Los principales tejidos animales podemos dividirlos en tejidos con células poco especializadas o diferenciadas y en tejidos con células muy especializadas. Entre los del primer grupo destacamos los tejidos **epiteliales** (sin sustancia intercelular), distinguiendo los de **revestimiento** y los **secretores**; los tejidos **conectivos** (con sustancia intercelular) y dentro de estos últimos encontramos los tejidos **conjuntivo, cartilaginoso, óseo y sanguíneo**. Por otra parte, los tejidos con células muy especializadas son el **muscular** y el **nervioso**. Estos serán analizados en profundidad en otros temas referentes a aparatos y sistemas. (No se suele hablar de otros tejidos pero sin duda podría hacerse: tejido hepático; tejido pancreático; etc. Hay más de 100 tipos de células diferentes en nuestro organismo).

Tejidos epiteliales

El tejido epitelial tiene una función básicamente protectora, pero en algunos casos también secretora de sustancias. Se localiza básicamente en la superficie externa del organismo; entendiéndose por externa la que separa el medio que rodea al organismo (medio externo) del interior (medio interno). Por ello el tejido epitelial forma la piel y también la capa que recubre las fosas nasales, vías respiratorias, tubo digestivo, uretra, uréteres, vejiga urinaria,



vagina, útero, etc. También recubrirá cavidades internas de otros órganos que no tienen contacto con el exterior, como el corazón o los vasos sanguíneos.

Dentro del tipo de tejido epitelial de revestimiento se hacen distinciones en función de la forma de las células así como del número de capas en que éstas se disponen. Hay epitelios de células planas o **epitelios pavimentosos**. Dentro de éstos, pueden ser monoestratificados como el **endotelio** que tapiza el interior de los vasos sanguíneos o pluriestratificados como la **piel**, con las últimas capas de células muertas y cargadas de queratina. Existe otro epitelio de células vivas que deben ser continuamente humedecidas, es la **mucosa**, como la que recubre la faringe, la cavidad bucal o la vagina. Hay epitelios de células **cilíndricas** que también pueden ser de células monoestratificadas como los que recubren el intestino, con la importantísima función de absorber nutrientes tras la digestión. Existe otro tipo denominado pseudoestratificado (parecen dos capas pero es una sola) como el que recubre la tráquea y los bronquios. Éste, además, presenta cilios en la cara celular que da a la luz del tubo.

El epitelio glandular consta de células especializadas en segregar sustancias y aun en almacenarlas y expulsarlas. Algunas de estas células pueden encontrarse aisladas entre células epiteliales de revestimiento como las células caliciformes del estómago que producen jugo gástrico o las células productoras de mucus del intestino o la tráquea. Pero en general están agrupadas formando estructuras que denominamos **glándulas**.

Los productos que segregan son muy variados: sudor, lágrimas, saliva, hormonas, bilis, líquido seminal, grasa, leche, líquido sinovial, etc.

Si la glándula presenta conductos y vierte sus productos al medio externo se denomina **exocrina**, si por el contrario vierte al medio interno a través de la sangre (no necesita conductos) será **endocrina** y sus productos hormonas. Existe una glándula mixta que posee ambas características: el páncreas. [exo = fuera; endo = dentro; crinos = segregar] (Recuerda que expulsar al tubo digestivo es arrojar al exterior).

Tejidos conectivos.

Sus funciones son variadas, los hay de soporte, de protección, de relleno, de unión entre órganos, etc. Sus células están poco especializadas y dejan grandes huecos entre ellas. En general, los espacios intercelulares son rellenados por sustancias segregadas por las células mismas. Dentro de los tejidos conectivos diferenciamos el **conjuntivo**, el **cartilaginoso** y el **óseo**.

Tejido conjuntivo. Se distinguen tres tipos de elementos que sirven para hacer la clasificación: **matriz extracelular**, compuesta por agua, macromoléculas orgánicas, sales minerales y sales orgánicas. **Fibras**, son moléculas de naturaleza proteica pero con diferentes propiedades como las de **colágeno** (muy flexibles pero no elásticas, forman haces o paquetes), las de **elastina** (elásticas) y las **reticulares** (fibras sueltas de colágeno). Las **células** del tejido conjuntivo son las siguientes: **fibroblastos**, que producen la matriz y las fibras; histiocitos o **macrófagos** que son un tipo de glóbulos blancos con función defensiva; mastocitos o **células cebadas**, que son responsables de la respuesta inflamatoria ante una lesión o también ante una alergia. Segregan histamina que es un potente vasodilatador; **adipocitos**, células que almacenan grasa y **melanocitos**, que son las células que se encargan de acumular la melanina (pigmento que colorea la piel y el pelo).

Se suelen distinguir los siguientes tipos de tejido conjuntivo:

Tejido conjuntivo laxo. Presenta todos los tipos de fibras y de células ya mencionados, se encuentra bajo la piel y entre las vísceras (mesenterios). [Laxo = flojo]



Tejido conjuntivo elástico. Predominan las fibras de elastina, confiere elasticidad a vasos sanguíneos y bronquios. Aparece uniendo la piel a los músculos subcutáneos.

Tejido conjuntivo fibroso. Abundantes fibras de colágeno, este tejido presenta una notable resistencia al estirado, por eso forma los tendones, los ligamentos o las cuerdas vocales (es flexible pero no elástico: se dobla pero no se estira).

Tejido conjuntivo reticular. Las fibras reticulares forman un entramado en el que pueden alojarse células y por donde circulan vasos sanguíneos. Por ejemplo la médula ósea, las amígdalas, los ganglios linfáticos o el bazo se componen básicamente de este tejido.

Tejido conjuntivo adiposo. Se encuentra bajo la piel en determinadas zonas corporales y contiene gran cantidad de adipocitos que constituirán una reserva de grasa y forman el panículo adiposo. Como vemos, bajo la piel hay varios tejidos conjuntivos, que pueden coexistir en diferentes proporciones según los lugares y otras circunstancias.

Tejido cartilaginoso. Es un tejido de soporte, forma parte del esqueleto. Está formado por unas células especiales, los condrocitos y por una sustancia intercelular o matriz sólida de origen proteico. Los condrocitos están en unos huecos, rodeados por la matriz que ellos mismos han segregado. El cartílago está rodeado por tejido conjuntivo que se denomina pericondrio adonde llegan las terminaciones nerviosas y los vasos sanguíneos. Los nutrientes pasan de estos vasos capilares a las células por difusión a través de la matriz, ya que no penetran en ésta (la matriz es permeable al agua y a ciertas sustancias, aunque la difusión de estas sustancias es muy lenta). Tipos de cartílago:

Cartílago hialino. Forma el tabique nasal, el esqueleto de los embriones, laringe, tráquea, bronquios, parte de las costillas y extremos de los huesos. (Hialino = traslúcido) [La ternilla que presentan las costillas de cerdo o las de choto son los huesos que por la corta edad de los animales no han llegado a ser sustituidos por tejido óseo].

Cartílago elástico. Forma el pabellón de la oreja (esqueleto interior) y la epiglotis. Contiene muchas fibras de elastina.

Cartílago fibroso. Forma los discos intervertebrales o los meniscos. Presenta una alta proporción de colágeno.

Tejido óseo. Es un tejido de soporte. Forma el esqueleto. Este armazón tiene muchas e importantes funciones, como por ejemplo:

Soporte o esqueleto del cuerpo; aparato locomotor: sistema de palancas que los músculos moverán; protección de vísceras y órganos (cerebro, médula espinal, corazón, pulmones); permite la ventilación pulmonar; son la reserva del ión calcio; contiene a las células hematopoyéticas y gracias a su consistencia son las partes del organismo que tienen más probabilidad de fosilizar, gracias a los cuales podemos conocer la historia del pasado.

El tejido óseo está formado por varios tipos de células. Los **osteoblastos** son las células que fabrican la matriz; esta matriz contiene una alta proporción de sales minerales, básicamente un fosfato cálcico (hidroxiapatito) y también algo de carbonato de calcio. Una vez expulsados estos componentes al espacio intercelular, las células ya no pueden dividirse ni moverse y se denominan **osteocitos**. Otro componente fundamental de la matriz es una proteína llamada colágeno (sales y colágeno se encuentran casi en la misma proporción). Las sales proporcionan rigidez y el colágeno cierta elasticidad: si no hubiera colágeno los huesos serían muy duros pero frágiles como el cristal (→ enfermedad genética de los huesos de cristal u osteogénesis imperfecta). Los diferentes osteocitos se comunican entre sí mediante prolongaciones citoplasmáticas que hay entre pequeños conductos de la matriz llamados **conductos**



calcóforos. La matriz ósea no es permeable ni al agua ni a otras sustancias así que el único modo de sobrevivir es estableciendo esos puentes entre las células y pasando de unas a otras células los nutrientes y los desechos. Los huesos presentan multitud de canales por los que circulan arterias, venas, capilares y nervios. Estos vasos sanguíneos proporcionan el sistema de transporte de nutrientes y de desechos al que tienen acceso las células óseas más próximas y ya se ha comentado cómo se llega a las más alejadas.

Existen otras células, los **osteoclastos** [clasto = romper] que contienen lisosomas con los que digieren la matriz excavando túneles que serán de nuevo rellenados por matriz generada por osteoblastos. La acción conjunta de estos dos tipos de células permite el crecimiento y la remodelación del hueso (al hacer ejercicio físico los huesos crecen en grosor) así como la reparación tras una fractura. No puede olvidarse que los huesos son estructuras vivas que continuamente se renuevan y modifican (→ crecimiento del hueso al hacer ejercicio físico. Piezoelectricidad).

En las personas mayores, la pérdida de colágeno vuelve frágiles los huesos, pero también la pérdida de sales (descalcificación). Se llegan a formar auténticos huecos (osteoporosis), siendo un problema médico de importancia.

El hueso está recubierto por una envoltura de tejido conjuntivo llamada periostio, donde se insertan los tendones y los ligamentos. Una gran proporción de los huesos se crea a partir de un molde cartilaginoso por destrucción controlada del mismo y sustitución por matriz ósea, tal y como ocurre en los embriones. Al nacer, una zona importante de los huesos, en humanos, es todavía de cartílago. A lo largo de la infancia y la adolescencia, el cartílago va creciendo y a continuación va siendo sustituido por hueso. Cuando se acaba el cartílago, el crecimiento cesa.

Los huesos presentan en sus extremos una envoltura cartilaginosa (no es el cartílago que permite crecer al hueso) y que facilita la articulación entre ellos disminuyendo la fricción. Además existe una almohadilla rellena de líquido sinovial.

Con la edad, estos cartílagos pueden osificarse produciendo soldadura entre huesos. Se trata de un tipo de artrosis, por ejemplo ocurre a veces entre vértebras o en los dedos.

Se distinguen dos tipos de tejido óseo: el óseo compacto, que forma la zona más externa de las cabezas de los huesos largos o **epífisis** (ej. fémur) y la caña de los mismos o **diáfisis**, así como las zonas externas de los huesos planos (ej. omóplato, cadera, huesos del cráneo). El tejido óseo esponjoso se encuentra en el interior de los extremos de los huesos largos y en el interior de los huesos planos. Su disposición dejando huecos (como una esponja) colabora perfectamente en la función de soporte sin añadir peso y además contiene la médula ósea, en la que se elaboran continuamente las células sanguíneas o hematopoyéticas.

Tejido sanguíneo. La descripción de este tejido se hará en el tema sobre el medio interno. Las células que constituyen este tejido se originan en la médula ósea roja de los huesos. En esta estructura se encuentran las células madres de las células sanguíneas, que por mitosis de las mismas crean nuevas células que maduran diferenciándose en glóbulos blancos, glóbulos rojos y plaquetas.

Estas células tienen una cierta pluripotencia puesto que en función de las necesidades del organismo en cada momento pueden decidir transformarse en glóbulos rojos o en uno de los más de diez tipos de glóbulos blancos o en las células formadoras de plaquetas (megacariocitos).

Obviamente, el espacio intercelular es el propio plasma de la sangre y por ese motivo se considera a este tejido dentro de los conectivos.