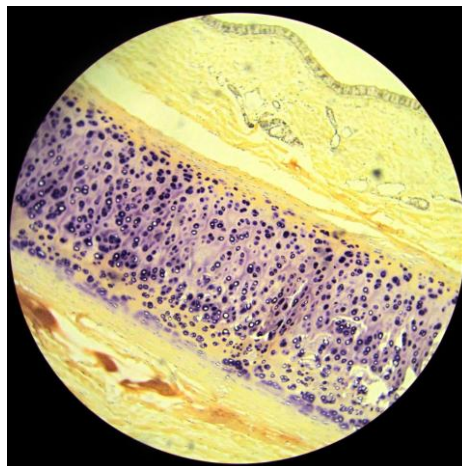


**Apunte para el estudiante**

**Introducción a los Tejidos Animales**



Docente Responsable: Lilia R. Mautino

Este apunte se realizó durante la adscripción de E. E. Farrell  
Fotografías de las alumnas: P. Gervasoni y A. P. Benitez Ibaló

**Asignatura Introducción a la Biología-2016**  
***Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura***

En el transcurso del proceso evolutivo de los seres vivos, algunos de los organismos unicelulares pasaron a formar individuos multicelulares y las células de éstos individuos, se relacionaron hasta conformar un **nivel de organización tisular**, característica exclusiva de los Reinos Animalia y Plantae. Una de las principales tendencias que acarreó este proceso ha sido la especialización y división del trabajo entre estas células, dado así las que forman el organismo de una planta o del hombre no son todas iguales; cada una se especializa en ciertas funciones. Esto ha permitido que las células funcionen con más eficacia, pero significa también la dependencia mutua entre las partes del organismo por ej. la lesión o destrucción de una parte del cuerpo puede significar la muerte total del mismo; sin embargo, las ventajas de la especialización son superiores a sus desventajas.

El **nivel de organización tisular** puede ser considerado como un intermedio entre el nivel celular y el de órganos. Un tejido es **un conjunto de células semejantes que cumplen una misma función. Los tejidos tienen un origen embriológico común, su actividad es coordinada y nunca cambian sus funciones básicas**. Por estas características un tejido se diferencia de un pseudotejido (presente en los talos de alga y hongo; Reino Protista y Fungi, respectivamente) y de un agregado de células (en las esponjas, por ej.).

El estudio de la estructura y disposición de los tejidos se llama **Histología**. Cada variedad de tejido consta de **células** con tamaño, forma y disposición características, y de **sustancia intercelular** (o extracelular) secretada por aquellas. Estas sustancias se encuentran en mayor o menor proporción dependiendo del tipo de tejido.

Los tejidos animales de acuerdo a su estructura y posición en el organismo se agrupan en cuatro grupos fundamentales: **tejido epitelial, tejido conectivo o conjuntivo, tejido muscular y tejido nervioso**.

## **Tejido Epitelial**

### **Características**

Se origina en las tres capas o láminas embrionarias (ectodermo, mesodermo y endodermo).

Está formado por células que se encuentran muy cercanas entre sí, por la ausencia de sustancia intercelular y además es definido como un tejido avascular porque no está irrigado por vasos sanguíneos. El tejido epitelial se apoya sobre una **membrana basal** y a su vez, por debajo se ubica el tejido conectivo que, a diferencia del epitelial, es rico en vasos sanguíneos. Las células se encuentran unidas entre ellas y con la membrana basal gracias a proteínas especiales de la membrana plasmática.

Además de las células epiteliales pueden aparecer células caliciformes (llevan este nombre, debido a su forma de copa) que están especializadas en la secreción de sustancias, forman glándulas unicelulares, que generalmente secretan mucus.

### **Funciones**

Este tejido puede tener una o varias de las siguientes funciones: protección, absorción, secreción, excreción, termorregulación, intercambio de sustancias y sensación. Los epitelios del cuerpo protegen las células profundas contra lesiones mecánicas, sustancias químicas nocivas, bacterias y la desecación de los tejidos subyacentes. Los epitelios del tubo digestivo absorben los alimentos y el agua. Hay otros epitelios que secretan una amplia gama de sustancias como leche, moco, enzimas digestivas o sudor.

Finalmente, dado que el epitelio cubre al organismo en su totalidad, es evidente que es el destino final del calor dirigido al interior o exterior del cuerpo y de todos los estímulos sensitivos. Son ejemplos de tejidos epiteliales la capa externa de la piel, el revestimiento del tubo digestivo, el de las vías aéreas y pulmones, y los túbulos renales.

### **Clasificación**

Existen diferentes clasificaciones del tejido epitelial, que dependen de su localización, forma y estructura de sus células.

**A-De acuerdo a su localización**, se habla de **endotelio**, cuando tapiza cavidades cerradas, como en los vasos sanguíneos y linfáticos, se lo conoce como **mesotelio** cuando se encuentra recubriendo grandes cavidades internas (celoma –cavidad cardíaca, pulmonar y abdominal-), mientras que cuando tapiza cavidades que toman contacto o se comunican con el exterior se habla de **epitelio**.

**B-Si consideramos la forma** de sus células los epitelios pueden ser **planos (o escamosos), cúbicos (o cuboidal) y cilíndricos (o columnares)**. En los epitelios planos las células son aplanadas o laminares como baldosas ya que el espesor es la dimensión menos desarrollada (células bajas). En los **cúbicos** las dimensiones de alto, ancho y grosor son iguales. Y en los epitelios **cilíndricos** la altura de las células supera a las demás dimensiones (Fig.1).

**C-Tomando en cuenta la estructura** es decir la cantidad de capas celulares que forman el tejido se los clasifica en: epitelios **simples, pseudoestratificados y estratificados**. Los primeros están formados por una sola capa de células; en los **pseudoestratificados** la una única capa celular tiene diferentes longitudes que dan el aspecto de múltiples capas y los epitelios **estratificados** están conformados por dos o más capas de células.

Si unificamos los criterios de forma y estructura, se pueden distinguir ocho tipos diferentes de epitelios (Fig. 1) detallados a continuación.

### Epitelio simple

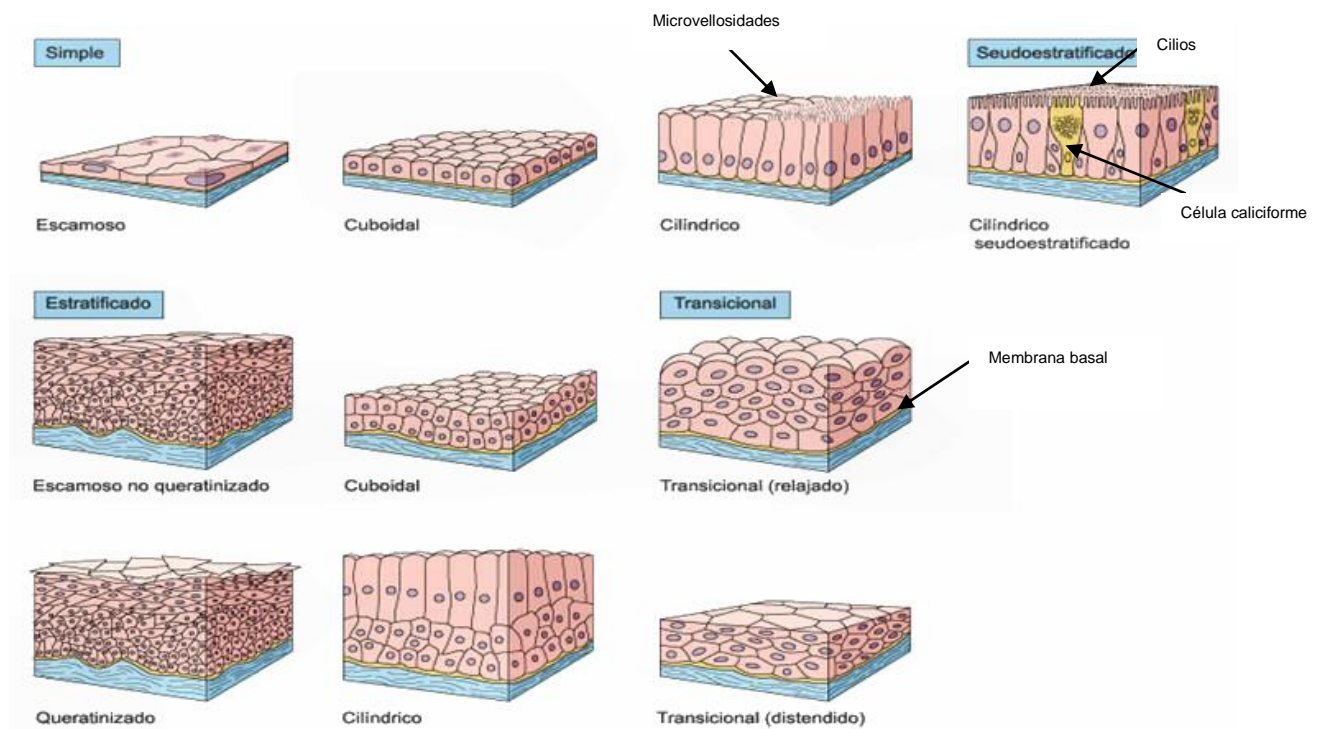
- **Epitelio plano simple:** Está formado de células planas, se lo encuentra revistiendo por ejemplo la cápsula de Bowman en el riñón, forma el endotelio de los vasos, los alvéolos respiratorios y también en los mesotelios.
- **Epitelio cúbico simple:** Formado por células cúbicas, se encuentra formando los túbulos renales.
- **Epitelio cilíndrico simple:** Las células son columnares o cilíndricas, con el núcleo basal, pueden presentar en su membrana apical especializaciones como microvellosidades para aumentar la superficie de absorción, se encuentran en el intestino (Fig. 3) y estómago.

Una variación importante de este último tipo de epitelio es el denominado:

- **pseudoestratificado** (del griego *Pseudo* que significa falso) el cual está formado por células cilíndricas en diferentes alturas que aparecen como células cortas intercaladas con células altas, debido a esto los núcleos de estas células se encuentran a diferentes alturas, dando la ilusión óptica de tratarse de un epitelio pluriestratificado, de allí su nombre. Éste epitelio puede tener en su membrana apical **cilios** que le ayudan barrer impurezas, como en la tráquea (Fig. 2). También se encuentra epitelio pseudoestratificado en el epidídimo y en el oído interno, que presentan estereocilios (microvellosidades muy prolongadas que sirven para absorción en el epidídimo, o como receptor sensitivo en las células del oído interno) sobre la membrana apical de sus células.

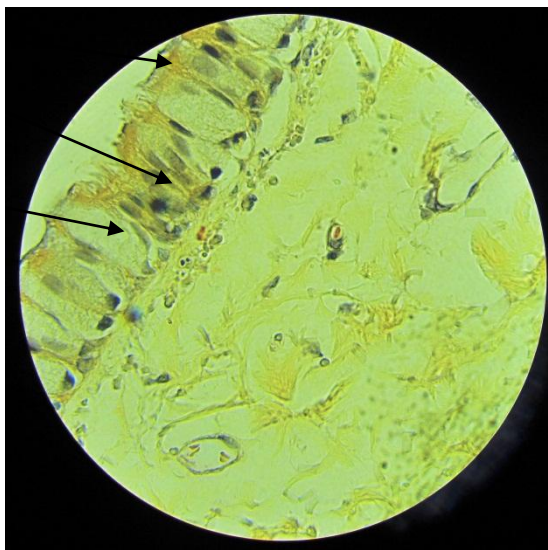
### Epitelio estratificado

- **Epitelio plano estratificado:** Se lo encuentra por ej. formando la piel, en la cavidad bucal y en la vagina. La capa basal (abajo) es el *estrato germinativo* que se divide por mitosis para reponer las células que se van desprendiendo de la capa más externa. Esta característica es fundamental ya que estos epitelios son principalmente de protección y soportan abrasión por roce; por lo cual, desde el estrato basal, las células del epitelio son empujadas hacia fuera por las nuevas células (originadas en el estrato basal) hasta que llegan al último estrato. Las células, en su viaje hacia el exterior, van acumulando queratina en el citoplasma (proteína que le confiere resistencia y que forma el pelo y las uñas).
- **Epitelio cúbico estratificado:** Está formado por dos capas de células cúbicas, es un tejido poco frecuente y se halla en los conductos de algunas glándulas.
- **Epitelio cilíndrico estratificado:** Está formado por dos capas de células, la más interna es cúbica y la más externa es cilíndrica, es poco común y se encuentra en partes de la uretra y conductos mayores de algunas glándulas.
- **Epitelio de transición:** También llamado **urotelio** por encontrarse únicamente en el sistema urinario (vejiga, uréteres, uretra) es como una transición entre un epitelio plano estratificado y un cilíndrico, las células más externas tienen forma voluminosa, todas tienen la capacidad de adaptarse al estiramiento que sufren los órganos cuando cambian de volumen. En estado relajado (vejiga vacía, por ejemplo) se observan varias capas de células. En estado dilatado o distendido (vejiga llena) se observan una o dos capas de células en apariencia cúbicas o planas, debido a que se han estirado para amoldarse a la nueva forma del órgano.



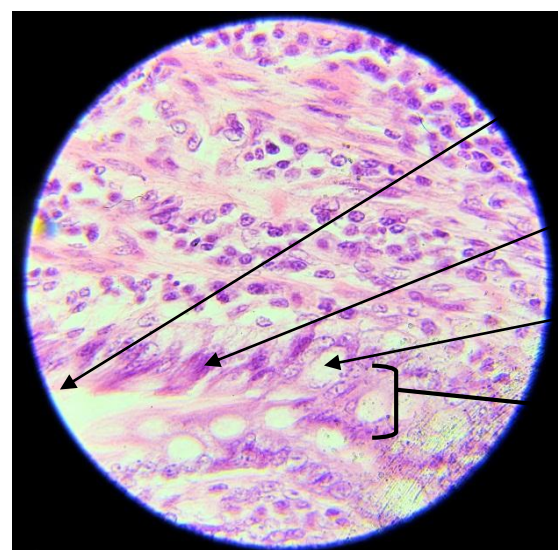
**Fig. 1. Clases de epitelios.** Extraído de: [https://www.google.com.ar/search?q=google&es\\_sm=93&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ei=-](https://www.google.com.ar/search?q=google&es_sm=93&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ei=-)

Cilios  
Células pequeñas  
Célula caliciforme



**Fig. 2. Tejido epitelial pseudoestratificado de tráquea.** Coloreado con hematoxilina-eosina x1000. Nótese la capa única de células y los núcleos a diferentes alturas. Material de la asignatura.

Microvellosidades  
Célula epitelial  
Célula caliciforme  
Epitelio



**Fig. 3. Tejido epitelial cilíndrico simple de duodeno.** Coloreado con hematoxilina-eosina x1000. Nótese los espacios que dejan las células caliciformes. Material de la asignatura.

## Tejido Conectivo o Conjuntivo

### Características

Bajo ésta denominación se agrupa a los tejidos que rellenan u ocupan el espacio entre otros tejidos. Existen una gran variedad de tejidos conectivos, con funciones muy diferentes; como por ejemplo el hueso, cartílago, sangre, tejido adiposo, tendones, entre otros.



Este tejido deriva del mesodermo o bien del ectodermo, y a diferencia de los epitelios, el conectivo está constituido por dos componentes: las células y la matriz extracelular (o intercelular) que ellas secretan. La naturaleza y función cada tipo especial de tejido conectivo, dependerá especialmente de las propiedades y composición de dicha matriz, que rodea a las células.

### Células

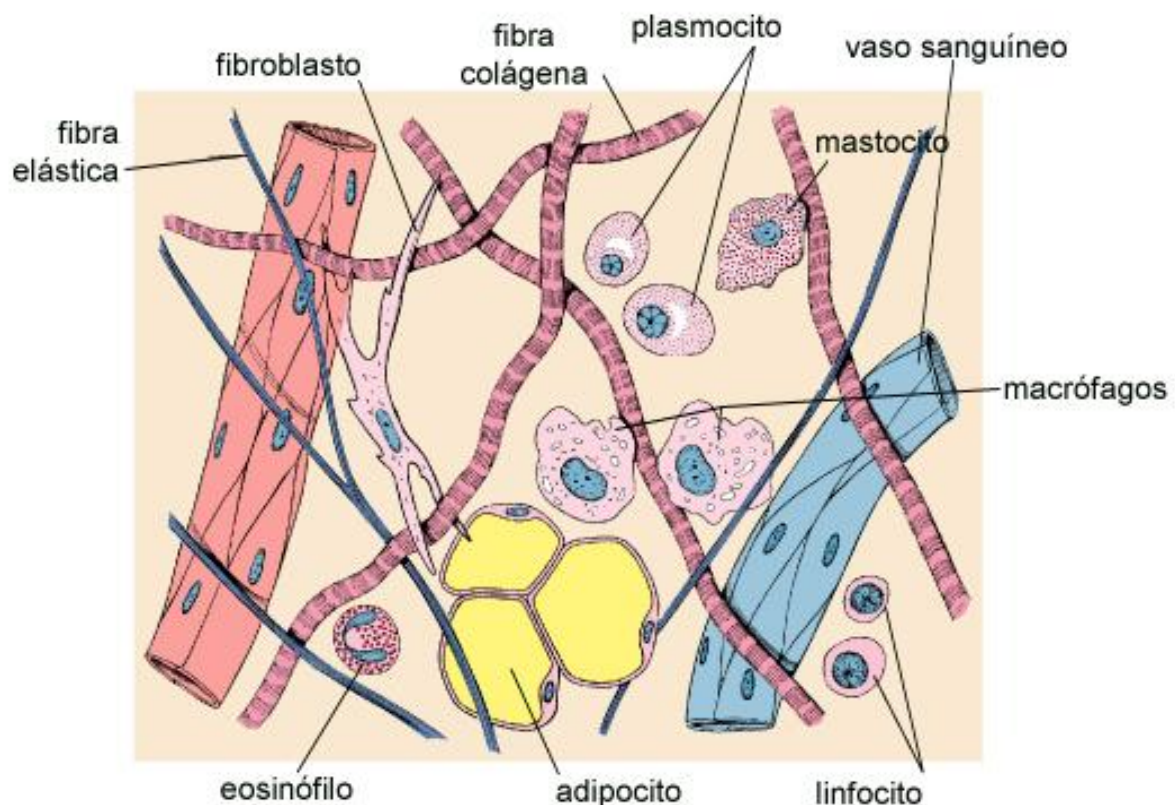
Las células que componen este tejido son muchas y muy variadas en forma y funciones (Fig. 4). Las principales son los **fibroblastos**, que secretan toda la matriz extracelular del tejido y cuando maduran se rodean de ella, reducen su metabolismo y pasan a llamarse **fibrocitos**.

### Matriz

Las células llevan a cabo sus funciones indirectamente al secretar una matriz extracelular que está dedicada al sostén y conexión, en ésta compleja sustancia y entre las redes proteicas se hallan las células ubicadas más o menos espaciadas. La matriz del tejido se compone de **proteínas** como el **colágeno** y la **elastina** agrupadas formando retículos o fibras embebidas en una **sustancia fundamental** compuesta de **glucosaminoglucanos** como condroitinsulfato, ácido hialurónico y heparánsulfato. Éstos compuestos están muy bien hidratados (retienen mucha agua) y le dan cierta viscosidad a la matriz. (Fig. 4).

La proteína colágeno es rica en los aminoácidos glicina, prolina e hidroxiprolina. Si las fibras se tratan con agua caliente, el colágeno se transforma en una proteína soluble, la gelatina. Es una proteína muy abundante en el cuerpo humano ya que se la encuentra ocupando un tercio de la proteína total del cuerpo. Las unidades de colágeno de estas fibras constan de una espiral formada por tres cadenas peptídicas enrolladas una en otra a modo de cable, y unidas por enlaces de hidrógeno.

La naturaleza de la matriz puede ser líquida como en la sangre (tejido sanguíneo), un gel rígido en el caso de los cartílagos (tejido cartilaginoso) o sólida como en el hueso (tejido óseo).



**Fig. 4. Estructura general del tejido conectivo.** Extraído de:  
<http://www.efn.uncor.edu/departamentos/divbioeco/anatocom/Biologia/Los%20Tejidos/propriadementedicho.htm>

## Funciones

Entre las funciones de este tipo de tejido, podemos mencionar: el sostén, relleno, compartimentalización, transporte de sustancias, inmunología, medio de intercambio de nutrientes, cicatrización, entre otras. El cartílago y el hueso son tejidos conectivos que proporcionan sostén estructural rígido. Los **tendones**, por ejemplo, que unen los músculos a los huesos no son elásticos, sino como cables flexibles; en cambio los **ligamentos** son ligeramente elásticos y unen un hueso a otro. Además existe una red especialmente densa de fibras de tejido conectivo inmediatamente por debajo de la piel de muchos vertebrados que cuando se trata químicamente, en el proceso del curtido, se transforma en cuero. El tejido adiposo (graso) rellena espacios entre otros tejidos y sirve de almacén de lípidos. Si bien es una fuente importante de energía acumulada, sirve también como amortiguador de los órganos y las capas de tejido adiposo bajo la piel pueden proveer una barrera contra la pérdida de calor.

## Clasificación

De acuerdo a la matriz extracelular, a los tipos celulares que se encuentran en el tejido y su función podemos clasificar a estos tejidos en: **especializados**, aquellos con una matriz, células y funciones especiales y los **no especializados**, aquellos cuyas células y componentes son más generales (no específicos) y pueden cumplir varias funciones sin especializarse en una sola. (Fig.5).

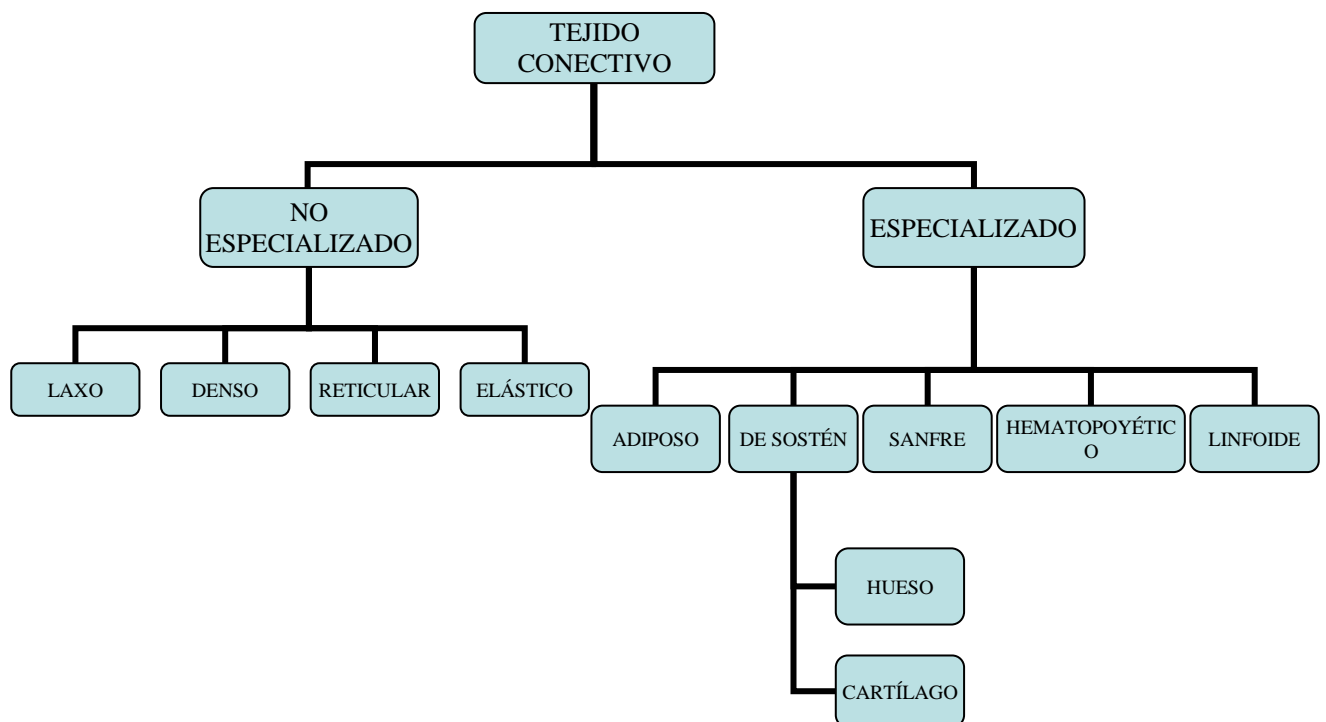


Fig. 5. Clasificación del tejido conectivo.

## Tejido conectivo no especializado

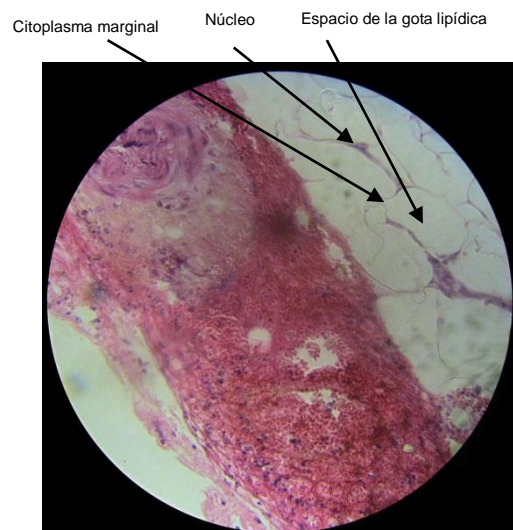
Por lo general tienen poca inervación (nervios) y vascularización (vasos sanguíneos), los nutrientes llegan por difusión, a través de la matriz, por esto y por el bajo número de células que poseen y su metabolismo reducido a la madurez, se conocen como tejidos de **bajo costo**. La estructura y composición es similar en todos los casos, varía la proporción de células y sustancia extracelular.

- **Conectivo denso:** Posee una matriz con muchas fibras y pocas células. Puede subdividirse en **regular**, cuando las fibras están ordenadas y empaquetadas, como en los tendones y ligamentos; e **irregular**, cuando las fibras no se ordenan sino que forman una red tridimensional, como en la piel.
- **Conectivo laxo:** Posee la misma cantidad de células que de fibras y éstas últimas se distribuyen de manera laxa u holgada en el tejido. Se encuentra por ejemplo rodeando algunos órganos. Se lo puede encontrar debajo de los epitelios que constituyen mucosas (capa interna de ciertos órganos internos, formada por varios tejidos) en el intestino, por ejemplo se lo ve inmediatamente por debajo del epitelio cilíndrico.(Fig. 3)
- **Conectivo elástico:** (Fig. 8) Contiene grandes cantidades de fibras elásticas (formadas por elastina) y se encuentra en los ligamentos de la nuca, cuerdas vocales y ligamentos vertebrales. Se lo puede ver en las paredes de las arterias que soportan mucha presión en su interior, este tejido les permite que se expandan cuando pasa la sangre a “borbotones” y luego vuelva a su forma original, de lo contrario se romperían debido a los efectos de la presión.
- **Conectivo reticular:** Tienen grandes cantidades de fibras reticulares y se encuentran en tejido linfoide y médula ósea.

## Tejido conectivo especializado

Aquí los componentes celulares, las matrices extracelulares, las estructuras histológicas y las funciones cambian de un tejido a otro. Además en contraposición presentan inervación e irrigación desarrolladas (a excepción de la sangre) debido a las demandas metabólicas de entrada y salida de nutrientes, como ser entrada y salida de lípidos, calcio, fósforo, gases de respiración, etc.

- **Adiposo:** Se encarga de la reserva de grasas está compuesto por poca matriz extracelular y grandes células cuyo citoplasma está ocupado casi en su totalidad por una gran gota lipídica, por ello el núcleo se desplaza a la periferia. (Fig. 6). Existe un tipo especial llamado tejido adiposo marrón o pardo que les sirve a los mamíferos que hibernan, ya que en ese tejido se metabolizan las grasas de una manera especial produciendo calor, a fin de mantener al animal a salvo de las temperaturas bajas.



**Fig. 6. Tejido adiposo.** Coloreado con hematoxilina-eosina x1000. La gota lipídica se ha perdido por la técnica histológica, sólo queda el vacío donde se alojaba. Material de la asignatura.

- **Cartílago:** El cartílago es el esqueleto de sostén durante las fases embrionarias de todos los vertebrados, pero en el adulto está reemplazado casi totalmente por hueso, salvo en los tiburones y las rayas. En el cuerpo humano puede apreciarse el cartílago en la estructura profunda del pabellón de la oreja y en la punta de la nariz. A diferencia de los tejidos especializados éste comparte con los no especializados el estar poco inervado e irrigado, siendo su nutrición por difusión, y también es un tejido

de bajo costo en su mantención. Es duro, pero elástico. Las células del cartílago secretan esta matriz dura y elástica a su alrededor; formando grupos de dos a cuatro células. Cada célula o **condrocito** se ubica en un espacio libre rodeado de la matriz, llamado laguna.

De acuerdo a la matriz que secretan se conocen tres tipos de cartílago: el **cartílago hialino**, (Fig. 7) que es el más distribuido en el cuerpo, se lo encuentra en la nariz, tráquea, bronquios, y esqueleto de las costillas a simple vista presenta un aspecto vidrioso y de allí su nombre, la matriz presenta colágeno y queratansulfato hidratado con lo que en su totalidad presenta un 75% de agua en su composición. Se lo puede ver formando los anillos traqueales por debajo de la mucosa (epitelio pseudoestratificado, más tejido conectivo laxo) de la tráquea, aquí sirve para darle soporte al órgano a fin de que no colapse y se cierre el conducto, de lo contrario el animal moriría de asfixia.

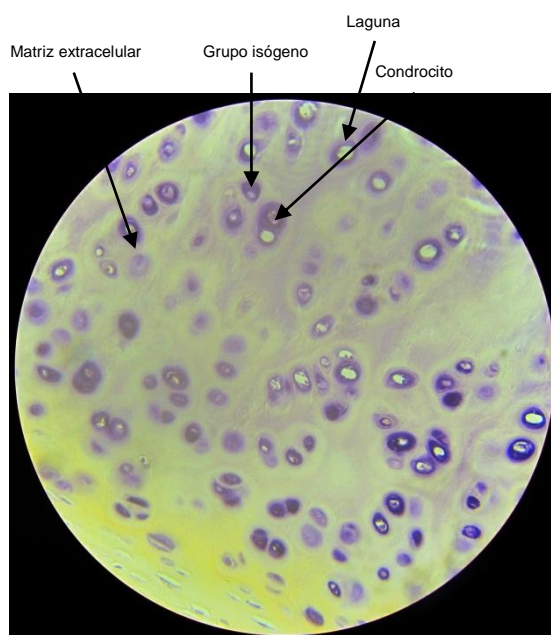
El **cartílago elástico**, que se encuentra en el pabellón auditivo (oreja) trompa de Eustaquio y epiglotis, es más elástico que el hialino debido a la abundancia de fibras elásticas (proteína **elastina**) en su matriz.

Por último el **cartílago fibroso** o **fibrocartílago** es una transición entre el tejido conectivo denso y el cartílago hialino, se encuentra en los discos intervertebrales y meniscos, la matriz varía de acuerdo a la región que se observa y tiene una disposición ordenada o lineal de las fibras y células como en el tejido conectivo denso.

El cartílago al igual que el hueso no son tejidos inertes sino que están en constante remodelación y éste en especial crece durante toda la vida del individuo.

- **Hueso:** Al contrario de lo que se puede pensar el hueso es un órgano vivo (posee células, nervios y vasos sanguíneos y linfáticos en su interior), en constante remodelación y equilibrio. Las células óseas u **osteocitos** siguen vivas en el interior del tejido y secretan una matriz, de la cual se rodean, en toda la vida del organismo. Esta matriz tiene sales de calcio (el mineral hidroxapatita y proteínas, principalmente colágena. Las sales cálcicas de la matriz del hueso lo hacen muy duro, y el colágeno evita que el hueso se vuelva frágil). La densa matriz ósea permite al esqueleto sostener el peso del cuerpo. Contrariamente a lo que parece, el hueso no es una estructura sólida. Casi todos los huesos tienen una importante cavidad, la **cavidad medular** en su interior, que puede contener médula amarilla, formada casi totalmente de grasa, o médula roja, tejido en el cual se producen los glóbulos rojos y algunos glóbulos blancos.

Atravesando toda la matriz del hueso están los **conductos de Havers**, vías microscópicas a través de las cuales vasos sanguíneos y nervios nutren y controlan las células óseas. La matriz ósea es secretada en forma de anillos concéntricos (laminillas) alrededor de los conductos; las células permanecen en cavidades (**lagunas**) dentro de estos anillos. Las células óseas están unidas, unas a otras y con los conductos de Havers, por extensiones celulares que se encuentran en conductos menores o **canaliculos** en la matriz. (Fig. 9 y 10). Las células óseas obtienen oxígeno y sustancias de base mediante estos conductos diminutos; también eliminan por esta vía los productos de desecho. Los huesos poseen también células que modifican la sustancia ósea (resorbiendo mediante enzimas el hueso –es decir la matriz calcificada- ya depositado y redepositando nueva matriz) y las capacitan para cambiar su forma en respuesta a esfuerzos sostenidos, estas células se conocen como **osteoclastos**.

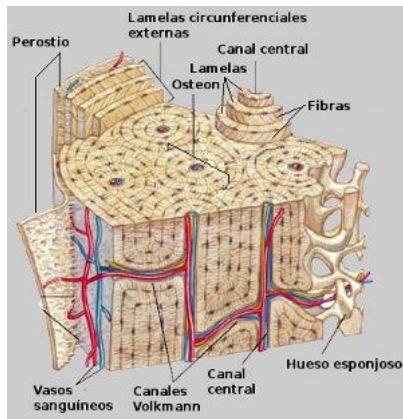


**Fig. 7. Cartílago hialino de tráquea.** Coloreado con hematoxina-eosina x700. Material de la asignatura.

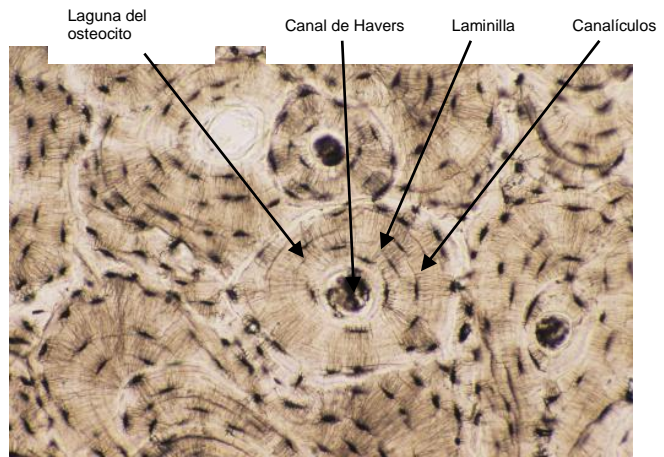


**Fig. 8. Tejido conectivo elástico en la pared de una arteria elástica.** Coloreado con hematoxilina-eosina x700. Material de la asignatura.





**Fig. 9. Tejido óseo.** Extraído de:  
<http://www.sabelotodo.org/anatomia/huesos.html>



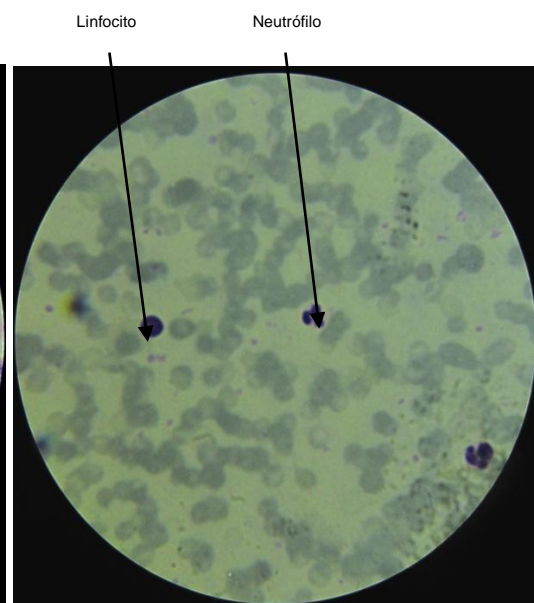
**Fig. 10. Tejido óseo.** Extraído de:  
<http://retalesdeciencia.wordpress.com/2013/10/28/qu-e-son-las-osteonas/>

- **Sangre:** Presenta una matriz líquida: el plasma sanguíneo, donde flotan y son transportados los elementos formes o células sanguíneas: los **glóbulos rojos (o eritrocitos)**, glóbulos blancos (o leucocitos) y las plaquetas. Los primeros en los mamíferos no tienen núcleos pero en el resto de los vertebrados sí (Fig. 11), contienen el pigmento llamado hemoglobina, que puede combinarse fácilmente en forma reversible con el oxígeno. El oxígeno combinado como oxihemoglobina es transportado a las células corporales por los glóbulos rojos. La hemoglobina es de color rojo y le da ese color a los glóbulos rojos, a su vez como estas son las células más abundantes del tejido (entre 3.500 y 5 millones por milímetro cúbico –gota- de sangre en el hombre) le dan a la sangre su color característico.

Los **glóbulos blancos**, en el hombre, se presentan de cinco clases (Fig. 13): **linfocitos**, **monocitos**, **neutrófilos**, **eosinófilos** y **basófilos** (Fig. 12). Los glóbulos blancos no contienen hemoglobina, pero pueden desplazarse, e incluso deslizarse a través de las paredes de los vasos sanguíneos y penetrar en los tejidos corporales para aprisionar bacterias por fagocitosis. Están encargados de la defensa del organismo (inmunidad). Y finalmente, las **plaquetas**, son fragmentos de células voluminosas que están en la médula ósea y que intervienen en el proceso de coagulación de la sangre. En algunos invertebrados, el pigmento que transporta el oxígeno no está localizado dentro de la célula, sino disuelto en el plasma, al cual da color rojo o azul.



**Fig. 11. Tejido sanguíneo.** Eritrocitos maduros nucleados en frotis de sangre. Coloreado con hematoxilina-eosina x700. Material de la asignatura.



**Fig. 12. Tejido sanguíneo.** Leucocitos en frotis de sangre de mamífero. Coloreado con May Grünwal-Giemsa x700. Material de la asignatura.



**Fig. 13. Tejido sanguíneo.** Extraído de:  
[http://www.genomasur.com/BCH/BCH\\_libro/capitulo\\_06.htm](http://www.genomasur.com/BCH/BCH_libro/capitulo_06.htm)

- **Hematopoyético:** Tiene la función de crear los componentes formes de la sangre, durante el desarrollo de los mamíferos esta función la cumplen diferentes órganos: el saco vitelino primero, luego el hígado, el bazo, y por último desde el nacimiento lo hace la médula ósea de todos los huesos, una vez pasada la pubertad la médula de los huesos largos es invadida por tejido adiposo, y la función queda relegada casi exclusivamente a la médula ósea de los huesos planos en el adulto. Se compone de las células madre que van a dar origen a los diferentes linajes celulares de los cuales se van a formar las distintas células sanguíneas.
- **Linfoide:** Se encarga de formar y capacitar a los linfocitos. Los **linfocitos T** (por ser descubiertas por primera vez en el timo) son los encargados de la inmunidad celular, pueden actuar destruyendo los antígenos o secretando linfocina que activa la respuesta inflamatoria y activa a los macrófagos, en el caso de los linfocitos T *citotóxicos* o "*Natural Killers*", o colaborando con los linfocitos B, en el caso de los linfocitos T "*Helpers*" y los **linfocitos B** (se descubrieron en la bolsa de Fabricio, un órgano inmunológico especial de las aves) son los encargados de la inmunidad humoral, ya que producen los anticuerpos correspondientes para defender al cuerpo de antígenos (partículas extrañas como protozoos, bacterias, proteínas u otras moléculas).

## Tejido muscular

### Características

Se origina en el mesodermo, y también en casos muy particulares, en el ectodermo, como los músculos que contraen la pupila. El movimiento de casi todos los animales se logra por la contracción de células alargadas, cilíndricas o fusiformes: las células musculares, también llamadas **fibras musculares** o **miocitos**. Estas células contienen pequeños filamentos proteicos contráctiles longitudinales llamados **miofibrillas**, cada uno formado por las proteínas **miosina** y **actina**.

Las células musculares realizan trabajo mecánico al contraerse, en cuyo acto se acortan y ensanchan. Cabe hacer una salvedad: normalmente se piensa que en el movimiento del cuerpo, las extremidades, por ejemplo (brazos y piernas) los músculos "tiran" y "empujan" para lograrlo, esto no es así pues, el músculo no puede "empujar". Tomemos un ejemplo más concreto, en el movimiento del antebrazo interviene el bíceps, cuando se contrae, tira y eleva el antebrazo, como el músculo no puede empujar, para que el antebrazo vuelva a su posición interviene otro músculo que se contrae causando el efecto contrario (baja el antebrazo) que es el tríceps. A los músculos que tienen funciones contrarias se los conoce como **antagonistas**.

### Funciones

Tiene por función posibilitar el movimiento, tanto del organismo, como de las vísceras (tubo digestivo) y de la sangre a través de los latidos del corazón, pero también cumplen función termorreguladora, cuando una persona "tiritita", genera trabajo muscular para producir calor.

Algunos animales como los torpedos (animales parecidos a las rayas) tienen paquetes de músculos especializados en generar descargas eléctricas.

### Clasificación

En el cuerpo humano hay tres tipos de músculos: **estriado**, que se divide en **esquelético** y **cardíaco**, y el músculo **liso**.

#### Tejido muscular estriado

Las fibras estriadas esqueléticas y cardíacas presentan bandas transversas microscópicas alternas, claras y oscuras (Fig. 16), denominadas estriaciones. Estas bandas intervienen en la contracción, pues sus

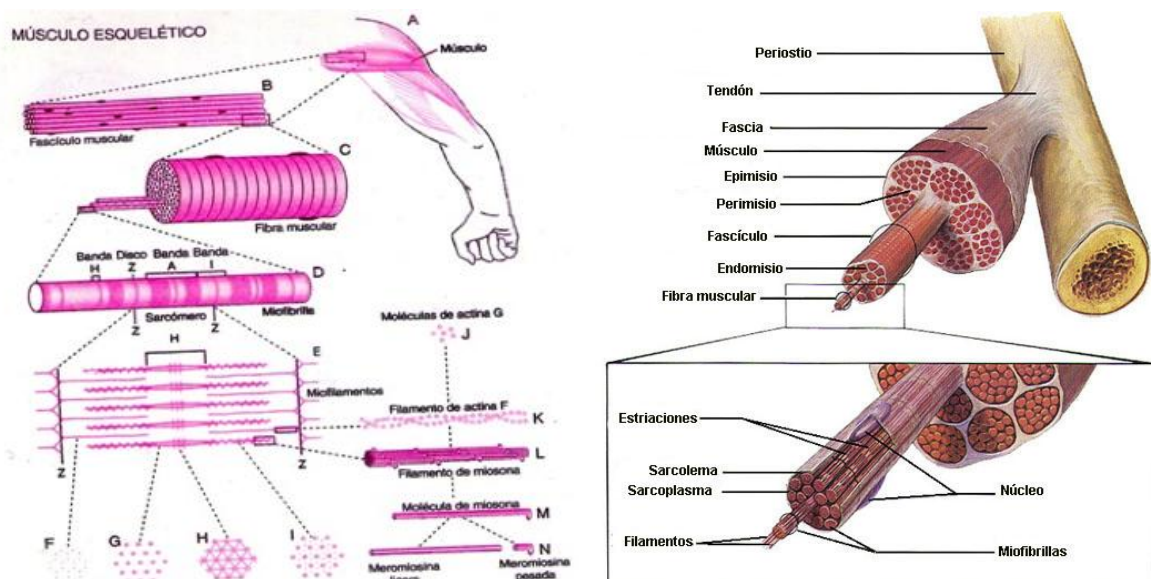
tamaños relativos cambian durante ésta; las bandas oscuras permanecen esencialmente constantes, en tanto las claras disminuyen el tamaño llegando a desaparecer. Estas bandas representan a las unidades fisiológicas y estructurales de la célula, llamadas **sarcómeros**, formados por las proteínas actina y miosina (formando las fibrillas) que se encuentran intercaladas, y al momento de la contracción en un proceso complejo mediado por iones calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ), los filamentos de miosina se deslizan sobre los filamentos de actina con aportes de energía del ATP tirando de estos hacia atrás y acortando esas bandas. (Fig. 17).

Para entender cómo funciona esta compleja maquinaria molecular ponga sus manos a la misma altura, con las palma hacia su cuerpo, abra o separe los dedos de ambas manos y ahora intercale, en la misma posición, apenas las yemas de los dedos de una con los de la otra. Esta es la posición de las fibras en estado de relajación, ahora si empuja sus manos cada una hacia delante en dirección de la otra mano, sus dedos tendrán mayor superficie en contacto entre sí, porque se deslizaron unos sobre otros, esto corresponde a la acción de las proteínas en una contracción. El sarcómero se compone además de otras proteínas que están involucradas en la contracción y en el mantenimiento de la estructura, como la *tropomiosina*, la *troponina* y la *titina*. La contracción de los sarcómeros restringe a la fibra muscular a acortarse sólo en largo como un telescopio. Los músculos estriados pueden contraerse muy rápidamente, pero no siguen contraídos por mucho tiempo; un músculo estriado ha de relajarse y descansar momentáneamente antes de poderse contraer de nuevo.

- **Músculo estriado esquelético:** Las fibras **estriadas** son excepciones a la regla según la cual las células sólo tienen un núcleo, pues cada fibra tiene muchos. Los núcleos de las fibras estriadas también tienen posición poco común; se encuentran en la periferia, inmediatamente debajo de la membrana celular, de este modo el citoplasma es ocupado por las fibrillas (unidad fisiológica de la contracción). Las células musculares esqueléticas son cilíndricas y extraordinariamente largas, algunas llegan de 2 ó 3 hasta 30 centímetros de longitud, en el músculo sartorio por ejemplo; donde las células musculares se extienden por toda la longitud del músculo.

Debido a que el citoplasma de las fibras se modifica profundamente, a fin de cumplir su función, se le hace imposible dividirse, sin embargo los músculos dañados pueden regenerarse, en caso de desgarrar, por ejemplo; esto es posible gracias a la presencia de **células satélite**, que son células madre que quedan sin diferenciarse en el tejido entre los miocitos, ellas son las que se dividen y diferencian en nuevos miocitos para suplir las células perdidas.

El músculo estriado esquelético se llama también músculo voluntario porque se encuentra bajo el dominio de la voluntad. Los músculos cardíaco y liso se llaman involuntarios, pues la voluntad no actúa sobre ellos. Son ejemplos de éste tipo de tejido muscular todos los músculos que se unen a los huesos y permiten el movimiento del cuerpo. En estos órganos los miocitos, cada uno, se encuentran rodeados por una envoltura de tejido conectivo llamada **endomisio**, estas fibras se agrupan en haces, que se rodean de otra envoltura similar a la anterior llamada **perimisio**, por último, los haces se ordenan en paquetes, formando el cuerpo del órgano, que se rodea de una nueva membrana de tejido conectivo llamada **epimisio** y se unen a los huesos generalmente mediante tejido conjuntivo (tendones) (Fig. 14 y 17).



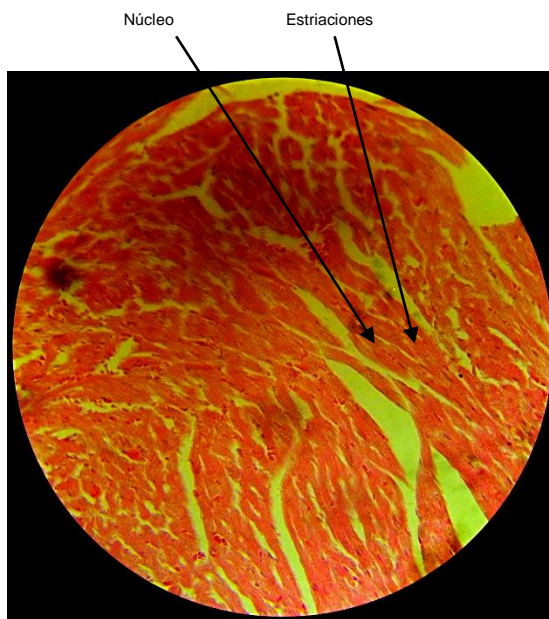
**Fig. 14. Tejido muscular.** Extraído de: <http://bct2alumnos.wordpress.com/2010/09/21/estructura-del-musculo-esqueletico/>. Y de: <http://magisnef.wordpress.com/2007/04/02/fisiologia-muscular-componentes-del-musculo/>



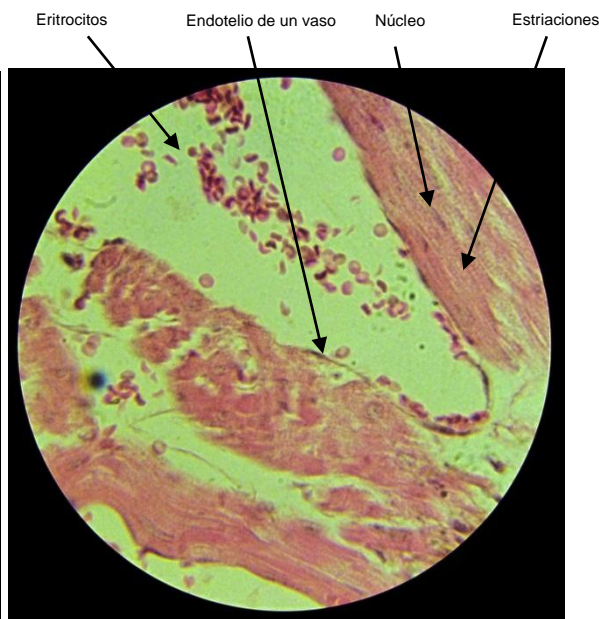
- **Músculo estriado cardíaco.** Éste es un tejido que comparte características con el músculo estriado esquelético y con el liso. Forma las paredes del corazón; sus células se ramifican y anastomosan con las vecinas formando una red tridimensional continua que le permite a éste órgano funcionar como una unidad (Fig. 15), la unión se logra gracias a los discos intercalares que posibilitan la comunicación entre células para que se transmita el estímulo de contracción y puedan acortarse simultáneamente. Tienen un solo núcleo central (como las fibras musculares lisas) y las estrías que se observan transversales al eje de la célula corresponden a los sarcómeros (Fig. 16, 18) iguales a los descriptos para el esquelético. El músculo estriado cardíaco es un músculo involuntario.

### Tejido muscular liso

- **Músculo liso** se encuentra en las paredes del tubo digestivo y otros órganos internos. Sus células son más cortas que las del esquelético y tienen forma de uso o fusiforme, con un solo núcleo central (Fig. 19, 20). No presentan las bandas correspondientes a los sarcómeros, en cambio la actina y la miosina se ordenan de manera diferente en el citoplasma, y le permiten acortarse en todas sus dimensiones (los miocitos del músculo esquelético sólo se acortan longitudinalmente). Están bajo el control del sistema nervioso involuntario o autónomo.



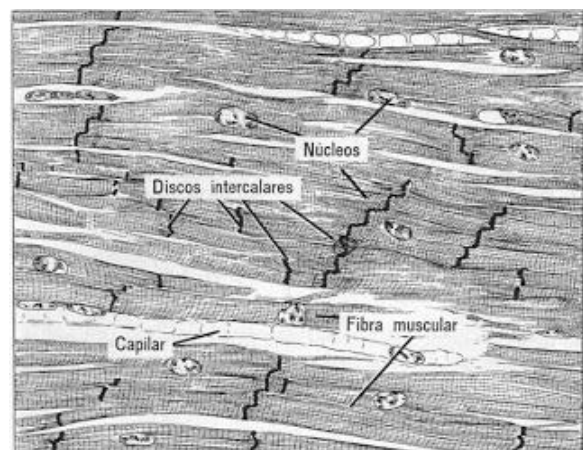
**Fig. 15. Tejido muscular estriado cardíaco.** Coloreado con hematoxilina-eosina x400. Material de la asignatura.



**Fig. 16. Tejido muscular estriado cardíaco de mamífero.** Coloreado con hematoxilina-eosina x1000. Material de la asignatura.

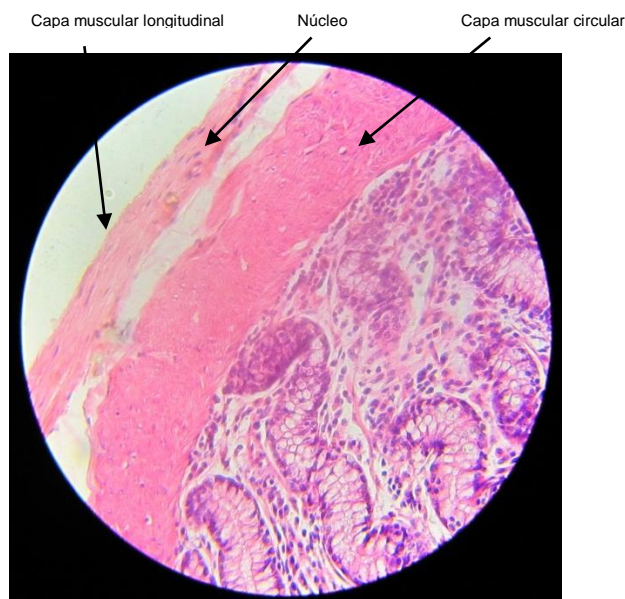


**Fig. 17. Tejido muscular estriado esquelético en un corte de lengua.** Coloreado con hematoxilina-eosina x1000. Obsérvese el conjunto de fibras musculares. Material de la asignatura.

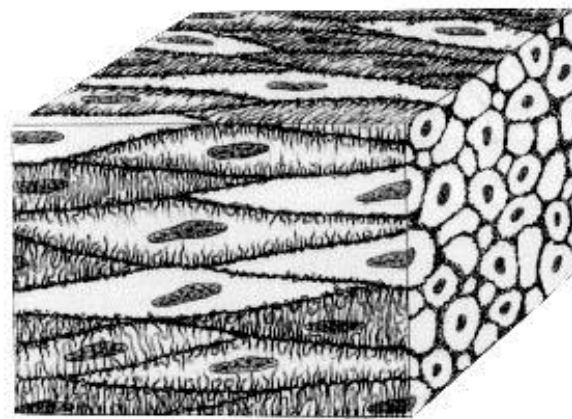


**Fig. 18. Detalle del tejido muscular.** Extraído de: <http://morfologiaunefa.blogspot.com.ar/2007/11/tejido-muscular.html>





**Fig. 19. Tejido muscular liso en corte de pared de estómago.** Coloreado con hematoxilina-eosina x400. Material de la asignatura.



**Fig. 20. Detalle de las fibras musculares.**

Extraído de:  
<http://www.ht.org.ar/histologia/NUEVAS%20UNIDADES/unidades/unidad4/Muscliso.htm>.

## Tejido nervioso

Es un tejido que ha evolucionado a través de los taxones animales, alcanzando estructuras y complejidades extraordinarias. Desde una red de células neuroepiteliales en las esponjas y Cnidarios (medusas) pasando por los ganglios nerviosos de los moluscos y artrópodos, hasta el cerebro de los vertebrados, este tejido fue aumentando su desarrollo, complejidad y centralizándose en órganos en el extremo anterior o cefálico.

### Características

Se origina a partir del ectodermo (dorsal en los vertebrados y ventral en los artrópodos). El tejido se compone de dos tipos celulares: las **neuronas** y las **células gliales**, de la **glía** o **neuroglías**.

### Funciones

Entre las funciones del tejido nervioso se destacan: crear, a partir de un estímulo el impulso nervioso (**irritabilidad**), y conducir este impulso de neurona en neurona (**conductibilidad**).

El *impulso nervioso* es una onda excitatoria que viaja en forma de energía eléctrica por las neuronas, se origina en los órganos sensoriales (piel, ojo, nariz, oído, y lengua) o en los centros nerviosos (ganglios, encéfalo y médula) y viajan de aquí a los órganos que van a realizar una acción o respuesta a partir del impulso, conocidos como órganos efectores.

Gracias a esta capacidad de transportar información en forma de impulsos eléctricos el tejido nervioso tiene el control rápido de las acciones en el organismo (al sistema hormonal o endócrino le corresponde el control lento) e interviene en las funciones vitales de relación, regulación y control.

### Neuronas

La unidad estructural funcional del tejido nervioso es la neurona, célula especializada en conducir impulsos nerviosos electroquímicos. Debido a su profundo compromiso en la especialización (comprende cambios estructurales y funcionales) de transmitir el impulso nervioso, están incapacitadas para dividirse.

Una neurona posee una parte dilatada, el cuerpo celular, dentro del cual encontramos el núcleo (Fig. 21), y dos o más fibras nerviosas delgadas (a veces más), parecidas a pelos que se extienden a partir de dicho cuerpo celular, estas son las dendritas cuando son numerosas y cortas y el axón largo y único. Las fibras nerviosas (que componen los nervios) están formadas por los axones de las neuronas, que no son más que hilos citoplasmáticos rodeados por membrana plasmática, varían de ancho desde unos cuantos micrones hasta

30 ó 40 micrones y de longitud desde un milímetro o dos hasta más de un metro. Las hay, en el hombre, que van desde la médula espinal hasta el extremo del brazo o la pierna, con más de un metro de longitud. Las neuronas están unidas en cadenas, lo que permite el envío de impulsos a distancias considerables en el organismo. Los axones o fibras nerviosas del sistema nervioso periférico están rodeados de una vaina constituida por células, el *neurilema*. En algunas fibras nerviosas estas células secretan un envoltorio, enrollándose en espiral alrededor del axón, de material aislante grasoso, la *mielina*, que se encuentra en las membranas del neurilema. Entre las células de neurilema hay espacios, los nodos de Ranvier donde la fibra no está cubierta de mielina, como la mielina es aislante hace imposible que se transmita el impulso en los lugares donde se encuentra presente, por eso los nódulos posibilitan la transmisión saltacional del impulso de un nodo al siguiente, haciendo más veloz el viaje del mismo (Fig. 23).

## Neuroglia

Actualmente se sabe que estas células son esenciales para el correcto desarrollo y funcionamiento del tejido. Tienen entre sus funciones: nutrir a las neuronas, ya que se ubican entre éstas y los vasos sanguíneos que irrigan el tejido, aislarlas (forman la vaina de mielina), proveer sostén y reparación. Existen básicamente cuatro tipos: los **astrocitos**, los **oligodendrocitos**, los **ependimocitos** y las células **microgliales**.

Los astrocitos tienen forma de estrella, con un cuerpo central del que se proyectan rayos citoplasmáticos, de ahí su nombre. Son las encargadas principalmente de nutrir a las neuronas.

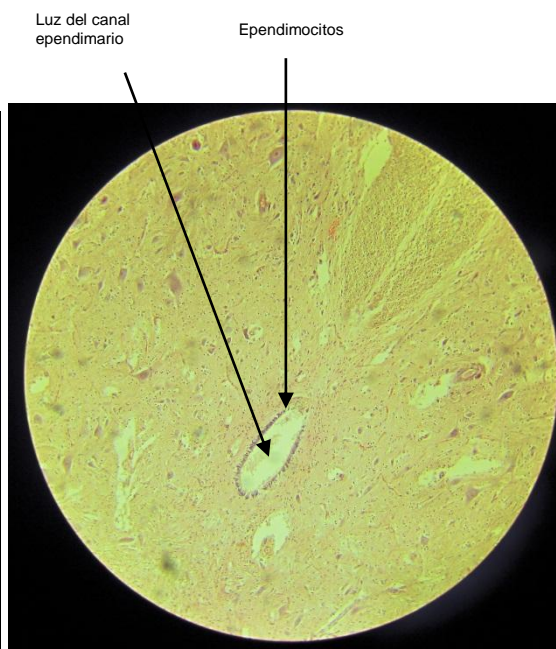
Los oligodendrocitos son células ovales con pocas prolongaciones y se encuentran en estrecha relación y contacto con las neuronas, son las encargadas de formar la vaina de mielina.

Los ependimocitos (Fig. 22) son células madres, relictos de la formación de los órganos centrales del sistema nervioso, poseen capacidad para dividirse pero la complejidad estructural de los órganos no permite que esto ocurra y sólo se encuentran recubriendo los canales ependimarios en cerebro y médula espinal.

Todas las células anteriores comparten un origen común en el ectodermo, las células de la microglia, cuyo aspecto es similar a los oligodendrocitos pero con más ramificaciones, son en realidad macrófagos (monocitos sanguíneos que abandonan la sangre y penetran en un tejido que será su residencia) se originan en la médula ósea y tienen función fagocitaria.



**Fig. 21. Tejido nervioso** en corte de médula. Coloreado con hematoxilina-eosina x 1000. Material de la asignatura.



**Fig. 22. Corte transversal de médula.** Canal ependimario. Coloreado con hematoxilina-eosina x100. Material de la asignatura.

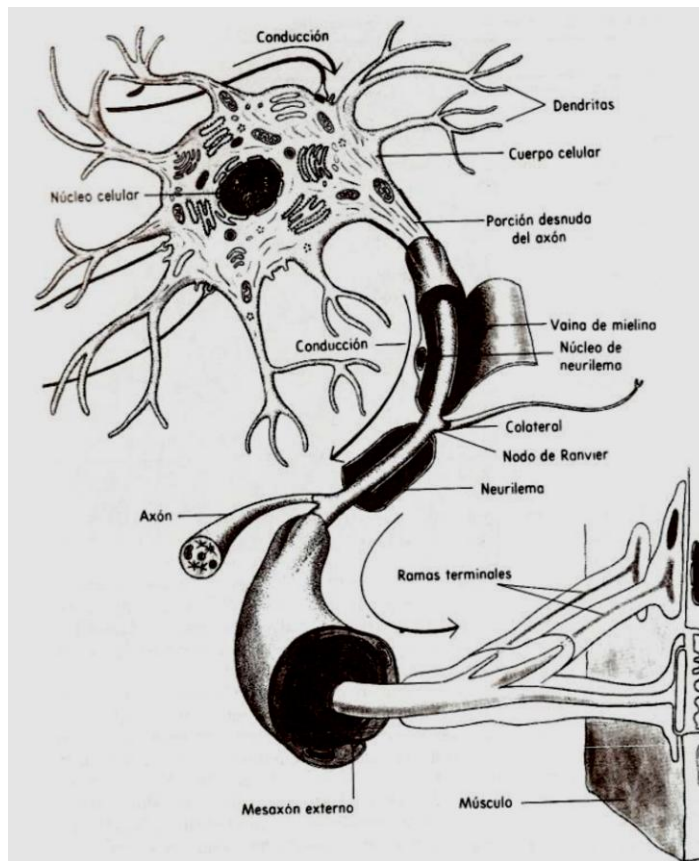


Fig. 23. Esquema de una neurona

## **Bibliografía**

- Di Fiore, M. S. H. y Hib, J. 2001. **Hisología de Di Fiore**: Texto y atlas. Ed. El Ateneo. Buenos Aires. Argentina. 427 p.
- Geneser, F. 2003. **Histología**. 3ª ed. 4ª reimp. Ed. Médica Panamericana. Buenos Aires. Argentina. 813p.
- Ross, M. H. y Pawlina, W. 2008. **Histología**: Texto y atlas color con biología celular y molecular. 5ª ed. 2ª reimp. Ed. Médica Panamericana. Buenos Aires. Argentina. 992 p.
- Welsch, U. 2009. **Histología**. 2ª ed. Ed. Médica Panamericana. Buenos Aires. Argentina. 688 p.