



**Universidad de Valladolid**  
**Grado en Enfermería**  
**Facultad de Enfermería de Valladolid**

**UVa**

Curso 2019-2020

**Trabajo de Fin de Grado**

**ELABORACIÓN DE UN ATLAS DE  
IMÁGENES HISTOLÓGICAS PARA  
LA DOCENCIA DE LA BIOLOGÍA  
EN EL GRADO DE ENFERMERÍA.  
GAMETOGÉNESIS.**

**Ángela M<sup>a</sup> Gutiérrez Pérez**

**Tutor: Dr. Francisco Javier Agudo Bernal**

**Cotutor: Dr. Girish Srivastava**

## RESUMEN

La embriología es la ciencia que estudia la formación de un ser humano desde la fecundación, unión de los gametos, hasta el parto. Utilizando la microscopía virtual se recogen una serie de imágenes para el estudio del proceso de la gametogénesis masculina y femenina con la intención de crear una base de datos de imágenes que sirvan de material docente y de estudio a los alumnos que cursan Biología del grado de Enfermería.

La gametogénesis es el proceso de formación de los gametos, en el caso masculino, los espermatozoides y en el caso femenino, los ovocitos.

El gameto masculino surge de una serie de modificaciones morfológicas, por acción hormonal a partir de las células germinales del túbulo seminífero, dando lugar finalmente a un espermatozoide maduro con fines reproductivos.

El gameto femenino se origina en la corteza del ovario. Las células germinales se forman en la vida fetal del individuo y terminan su maduración a partir de la pubertad. En cada ciclo ovárico, por acción hormonal, solo uno de los folículos consigue la madurez completa y expulsa un ovocito, salvo en aquellas mujeres que genéticamente heredan de sus madres, la posibilidad de expulsar dos ovocitos, uno por cada ovario, produciéndose de ser éstos fecundados los embarazos gemelares dicigóticos o fraternos.

A través de las imágenes recopiladas se estudian los cambios morfológicos de las células a lo largo de estos dos procesos, apoyadas por una base teórica que permita la comprensión de las mismas.

Palabras clave: embriología, microscopía, gametogénesis, célula germinal, ovocito, espermatozoide.

Embryology is the science that studies the formation of a human being, from fertilization, union of gametes, until childbirth. Using virtual microscopy, a series of images are collected to study of the male and female gametogenesis process with the intention of creating a database of images to serve as teaching and study material for students studying Biology at the Nursing degree.

Gametogenesis is the process of formation of gametes, in the male case, sperm cell and in the female case, oocytes.

The male gamete arises from a series of morphological modifications, by hormonal action from the germ cells of the seminiferous tubule, finally giving rise to a mature sperm for reproductive purposes.

The female gamete originates from the cortex of the ovary. Germ cells form in the individual's fetal life and end their maturation after puberty. In each ovarian cycle, by hormonal action, only one of the follicles reaches full maturity and expels an oocyte, except in those women who genetically inherit from their mothers, the possibility of expelling two oocytes, one for each ovary, occurring if these dizygotic or fraternal twin pregnancies fertilized.

Through the images collected, the morphological changes of the cells throughout these two processes are studied, supported by a theoretical basis that allows them to be understood.

Key words: embryology, microscopy, gametogenesis, germ cell, oocyte, sperm cell.

Índice de contenidos:

1. Introducción.....	1
2. Objetivos.....	3
3. Metodología.....	4
4. Desarrollo del tema.....	6
4.1. Espermatogénesis.....	6
4.2. Ovogénesis.....	12
5. Discusión.....	22
6. Conclusiones.....	24
7. Bibliografía.....	25

## Índice de figuras:

1. Túbulos seminíferos.....	6
2. Células de Leydig.....	7
3. Células de Leydig.....	7
4. Agrupaciones células de Leydig.....	8
5. Células mioides.....	8
6. Células mioides.....	9
7. Células de Sertoli.....	9
8. Células de Sertoli.....	10
9. Espermatozoides.....	10
10. Células germinales.....	11
11. Células germinales.....	11
12. Ovario.....	12
13. Epitelio germinal.....	13
14. Células primordiales.....	14
15. Folículo primario temprano.....	15
16. Folículo primario tardío.....	15
17. Células germinales.....	16
18. Folículo secundario.....	17
19. Folículo de Graaf.....	18
20. Folículo atrésico.....	18
21. Cuerpo lúteo.....	19
22. Células luteínicas.....	20
23. Cuerpo albicans.....	20
24. Cuerpo albicans.....	21

## 1. INTRODUCCIÓN

La histología es la ciencia que se encarga del estudio específico de la estructura, organización, función y capacidad de respuesta de los tejidos. Los tejidos son agrupaciones funcionales de células especializadas morfológica y funcionalmente y de las sustancias intercelulares. Los tejidos se pueden clasificar en cuatro tipos básicos: epitelial, conjuntivo, muscular y nervioso. (1).

La ciencia que se encarga del estudio de la creación de los diferentes tejidos, desde la capa germinativa celular hasta la especialización de células en los diferentes tejidos, se denomina histogénesis, y forma parte de la embriología que es a su vez la ciencia que estudia como a partir de la fecundación de un ovocito por un espermatozoide se forma un embrión, posteriormente un feto y por último un recién nacido. (1).

Por todo lo anterior la embriología, debe comenzar por explicar la formación de los gametos, proceso que denominamos gametogénesis.

En la gametogénesis interviene el sistema hormonal del individuo. Los gametos son células con un número de cromosomas haploides. Se forman a partir de una mitosis y una meiosis con el fin de sufrir una reducción cromosómica. Estas células son las encargadas de la fecundación y se forman en las gónadas de los seres en edad fértil tanto masculinos como femeninos. (11).

La espermatogénesis es el proceso de formación de los gametos masculinos (espermatozoides). Se realiza en los testículos y se inicia en la pubertad con el inicio de la edad fértil, aunque tiene un periodo de preparación durante la vida fetal.

La ovogénesis es el proceso de formación de los gametos femeninos (ovocitos). Se realiza en los ovarios y se inicia en la vida fetal donde se detiene hasta continuar el ciclo menstrual en la pubertad.

El estudio de la embriología y de la histología se realiza a través de la microscopía. Los microscopios permiten la identificación y estudio de las estructuras celulares, tejidos y órganos gracias al aumento de la resolución óptica. La comprensión de la estructura anatómica permite descifrar la función

de los órganos. La microscopía puede ser óptica o electrónica, siendo este último método el que permite una mayor resolución. (21).

El microscopio óptico emplea luz visible en el pie del microscopio, que atraviesa la muestra y la hace visible a través del sistema de lentes. Hay diferentes tipos entre los que destaca el microscopio de campo oscuro o el de contraste de fase. (17, 21).

El microscopio electrónico emplea un haz de electrones que se desplaza en forma de ondas. Las imágenes carecen de color, aunque puede ser puesto digitalmente. Se compone de unas lentes electromagnéticas que permiten ver la muestra. Los tipos de microscopio electrónico son de transmisión o de barrido. Estos últimos se utilizan para investigar la superficie de las muestras dando lugar a imágenes tridimensionales. Las muestras empleadas no necesitan modificación, por lo que disminuye el riesgo de daños. (17, 19, 21).

La recolección de imágenes a través de los microscopios nos permite crear atlas histológicos. En ellos se expone la imagen microscópica de la estructura con una breve descripción que permita su comprensión y estudio de una forma asequible a los no expertos. En este trabajo se coleccionará una serie de imágenes de la gametogénesis creando un atlas histológico de la materia seleccionada.

## 2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es el estudio a través de imágenes microscópicas de preparados histológicos de las estructuras y células implicadas en el proceso de la gametogénesis masculina y femenina, así como el ciclo ovárico.

A través de la recolección de imágenes de distintas fuentes virtuales ya existentes de histología, se plantea crear un archivo de imágenes procedentes de la microscopía virtual en el curso de Biología del grado de Enfermería de esta Universidad y en concreto en el campus virtual Uva. Esta plataforma digital permitirá el estudio a los futuros alumnos tanto en las clases teóricas o prácticas, como de forma individual en sus respectivas casas. Las imágenes microscópicas serán de apoyo al temario referente a la gametogénesis e irán acompañadas de una pequeña descripción que permita la comprensión de las mismas.

La plataforma digital no será un sustituto de la visualización y manejo de los microscopios, sino un medio para facilitar el estudio a los respectivos estudiantes una vez que se encuentren fuera del aula y del laboratorio. (14).

En el caso de la espermatogénesis, las imágenes permitirán comprender la estructura y organización de los testículos y el epitelio germinal del túbulo seminífero, y comparar los estadios de las células a lo largo del proceso hasta la formación del espermatozoide.

En la ovogénesis las imágenes a lo largo del ciclo ovárico permitirán comprender el desarrollo de los folículos en la corteza del ovario.

### 3. METODOLOGÍA

Las imágenes seleccionadas de las preparaciones histológicas pertenecen principalmente al listado de preparaciones virtuales de la Universidad de Michigan.

Las imágenes seleccionadas en este trabajo pertenecen a muestras sometidas a la técnica histológica, con el fin de preservar la estructura original. Este proceso se compone de fijación, deshidratación e inclusión, microtomía, tinción y montaje. (1).

La muestra objeto de estudio se puede obtener mediante una biopsia, es decir, de un ser que está vivo, o a través de una autopsia a un ser que ya ha fallecido. (13).

Una vez que se dispone de la muestra, se produce la fijación. Este proceso tiene la finalidad de estabilizar las modificaciones de las células que se producen en las estructuras una vez que se produce la muerte del organismo. Este procedimiento se consigue a través de unas sustancias químicas que por desnaturalización o congelación modifican la estructura proteica. Los fijadores pueden ser oxidantes o reductores, se eligen en función del estudio a realizar. Es un proceso en el que cobra relevancia el tiempo y la temperatura (recomendable bajas temperaturas). (7, 13).

La deshidratación es un proceso necesario para la inclusión. Este último se realiza con parafina, sustancia que no es miscible con sustancias acuosas, por lo que se deshidrata con etanol en diferentes concentraciones. Antes de introducir la muestra en parafina, se expone la muestra a un fluido de transición para reemplazar el etanol. Generalmente suele ser el xilol. La parafina tiene la capacidad de introducirse en la estructura de la célula con el fin de servir de soporte. Este compuesto es líquido a altas temperaturas y se solidifica a temperatura ambiente, por lo que se introduce la muestra cuando este se encuentra en estado líquido y se finaliza el proceso cuando el conjunto forma un bloque según el molde usado. El tiempo que la muestra pasa en la solución depende del tamaño y el tipo de muestra que sea. (7, 13, 18).

Los cortes del bloque formado por la muestra y la parafina se realizan con un micrótomo. Este instrumento permite realizar cortes uniformes con un grosor entre 8 y 10  $\mu\text{m}$ . Una vez obtenidos los cortes de la muestra se adhiere al portaobjetos de microscopía a través de un baño de flotación de albúmina generalmente. (7).

Para permitir realizar la tinción es necesario desparafinar la muestra y una posterior hidratación antes de aplicar los colorantes. La tinción tiene el objetivo de poder diferenciar las estructuras del corte en la visualización al microscopio óptico. Los colorantes se pueden clasificar en naturales, que pueden ser tanto de origen animal como vegetal, o artificiales (sales). Estos últimos se dividen en ácidos (carga eléctrica negativa), básicos (carga eléctrica positiva) y neutros. De todos los tipos de tinciones cobra especial relevancia la coloración de hematoxilina-eosina, estando presente en las imágenes del trabajo. La hematoxilina se encarga de la tinción de ácidos nucleicos y la eosina del resto de las estructuras citoplasmáticas y extracelulares. (7, 13, 18).

El proceso finaliza con el montaje para evitar el deterioro de la muestra. Encima de la muestra se vierten sustancias adherentes como el xilol, y se deja que se evapore. (13).

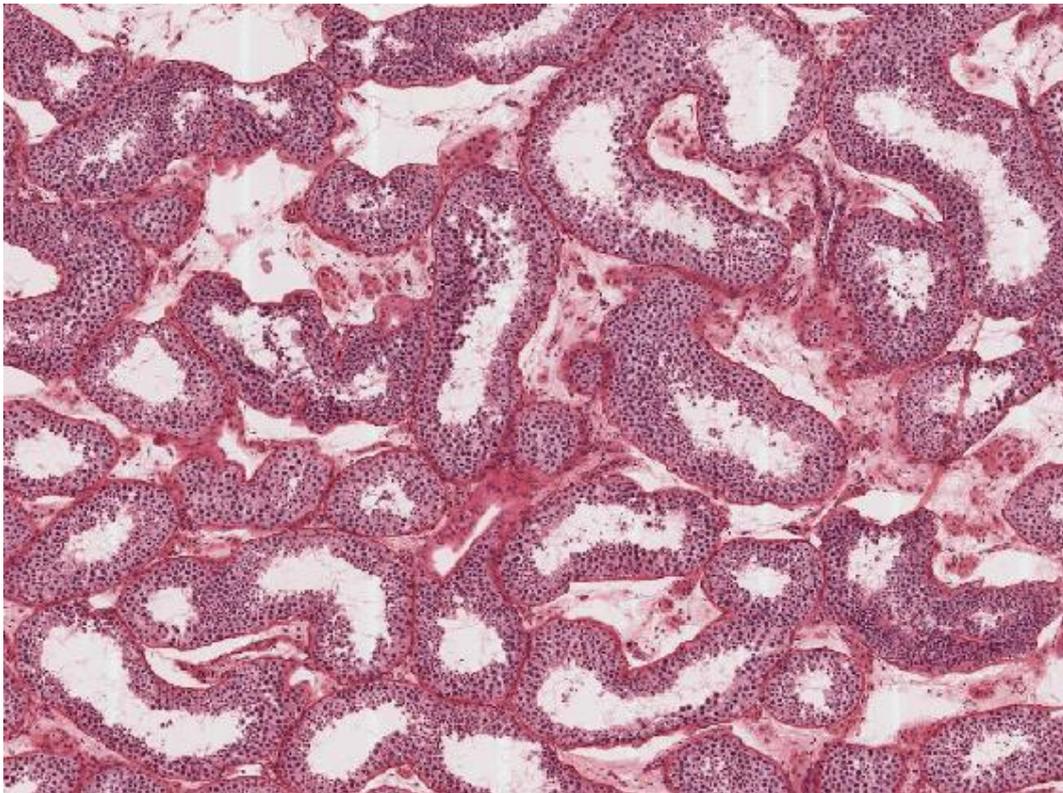
Las imágenes de este trabajo fueron seleccionadas a partir de las muestras de microscopía virtual de la fuente anterior contrastada con las preparaciones virtuales de las Universidades de Yale e Indiana. En cada imagen posteriormente se especifica la magnitud de los aumentos a los que se ha realizado y la tinción de la muestra.

Las imágenes fueron tratadas con PhotoScape.

## 4. DESARROLLO DEL TEMA

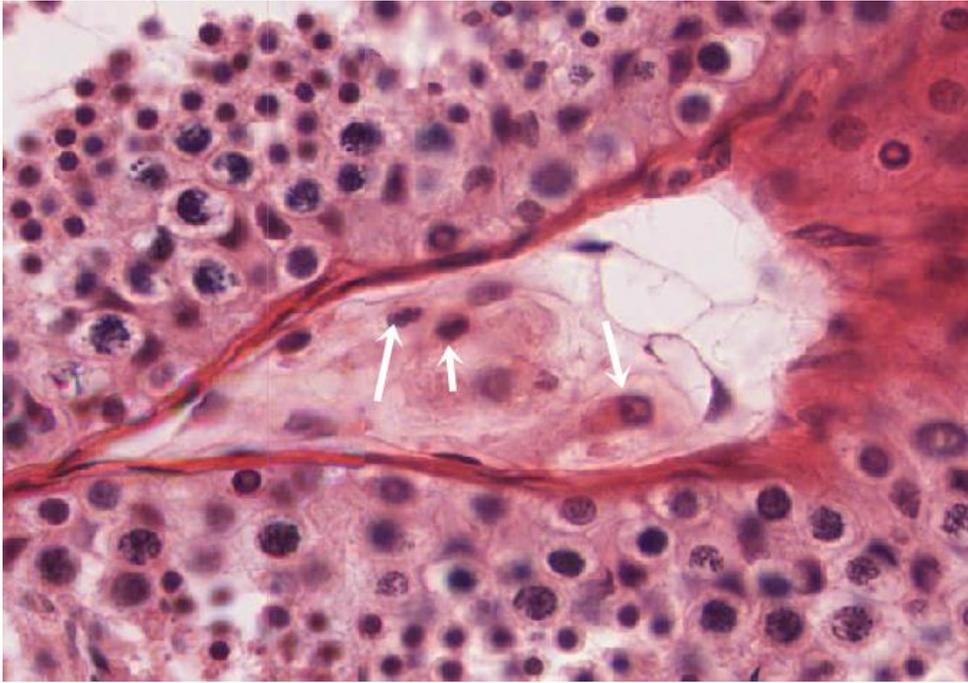
### 4.1 ESPERMATOGÉNESIS

La espermatogénesis se realiza en los testículos. Estos órganos son las gónadas masculinas, encargados de la creación del gameto masculino en los túbulos seminíferos (figura 1) y la secreción de testosterona.

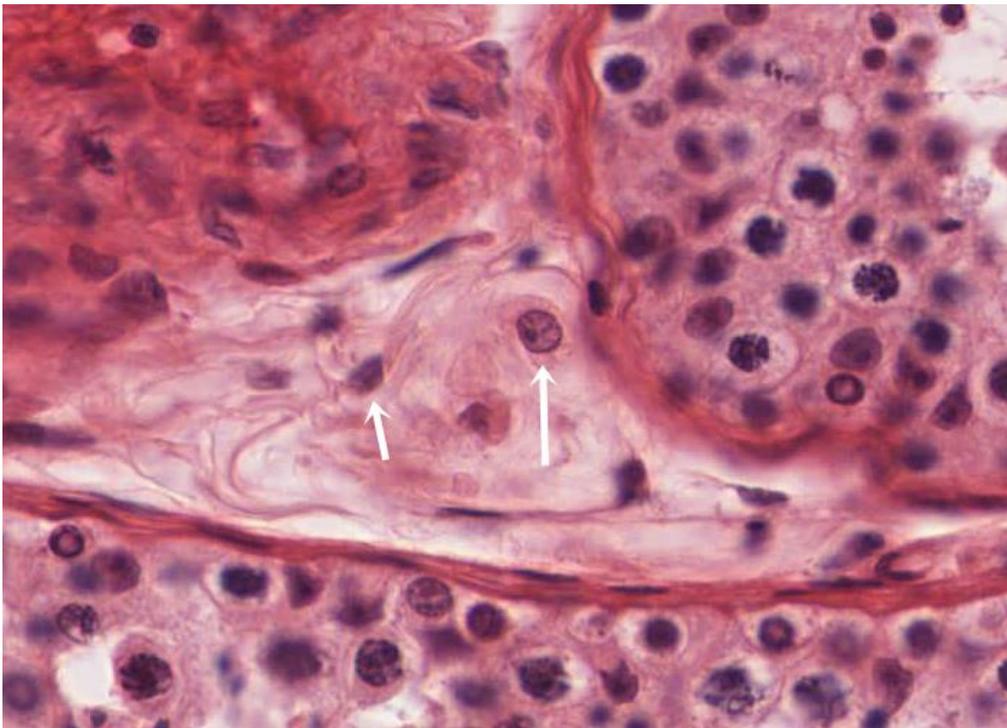


**Figura 1:** Corte túbulos seminíferos, aumento 2'9x, tinción hematoxilina-eosina (3).

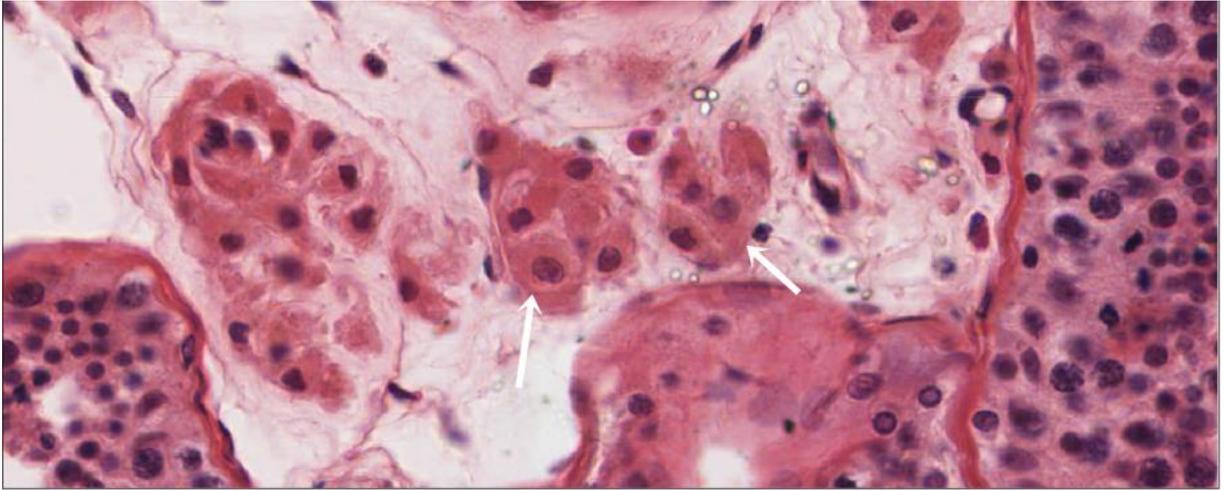
Los túbulos seminíferos se componen del epitelio germinal, que incluye las células de Sertoli y espermatogonias en diferentes etapas de desarrollo. En el espacio intersticial están las células de Leydig (figura 2, 3 y 4), que son unas células de forma poliédrica que producen la hormona sexual masculina, la testosterona. Esta hormona interviene en el crecimiento del epitelio germinal, y también del desarrollo de los caracteres sexuales masculinos. Los túbulos están rodeados por las células mioideas (figura 5 y 6) que se encargan de la contracción de los mismos para la movilización de los espermatozoides hacia el epidídimo. (9, 12).



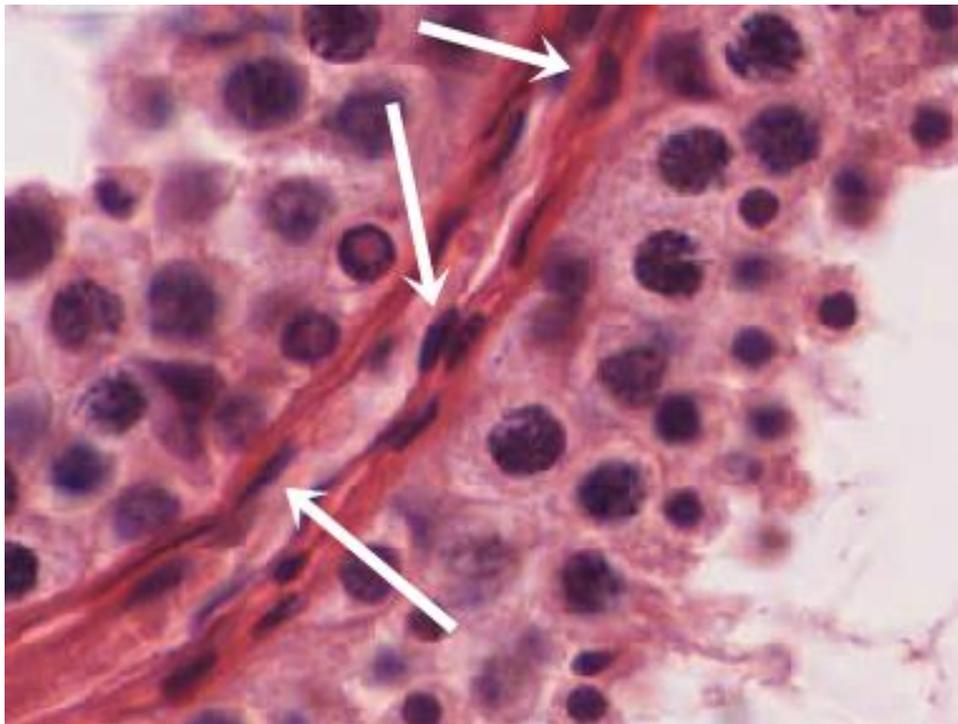
**Figura 2:** Corte células de Leydig, tejido conectivo, aumento 33x, tinción hematoxilina-eosina (3).



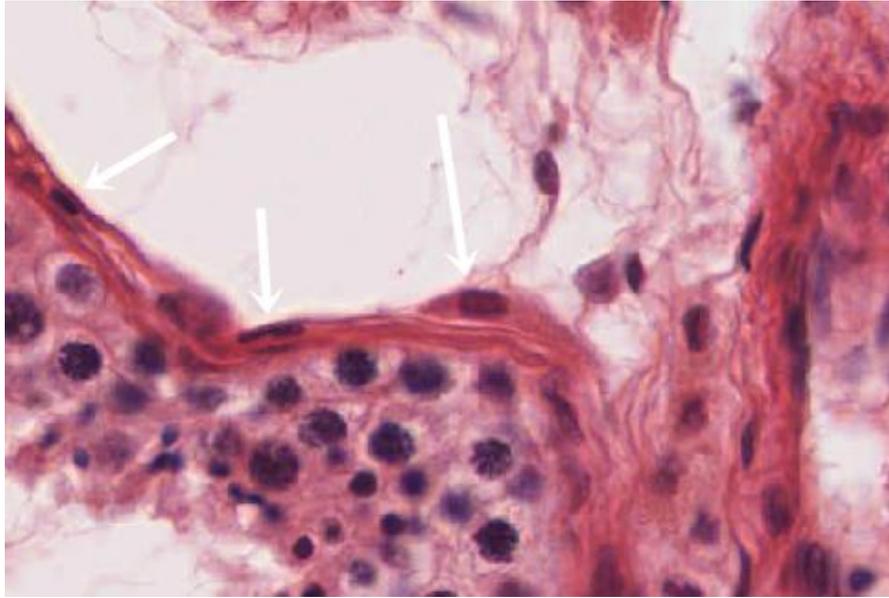
**Figura 3:** Corte células de Leydig, tejido conectivo, aumento 40x, tinción hematoxilina-eosina (3).



**Figura 4:** Corte agrupaciones de células de Leydig, tejido conectivo, aumento 25x, tinción hematoxilina-eosina (3).

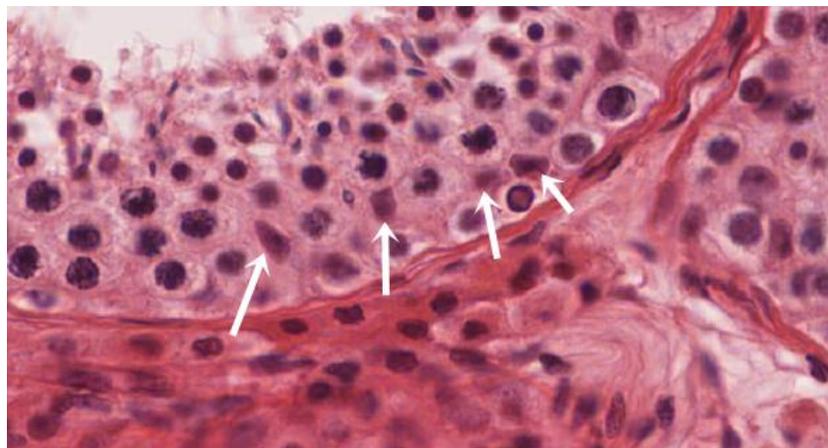


**Figura 5:** Células mioides de la lámina propia, aumento 37x, tinción hematoxilina-eosina (3).

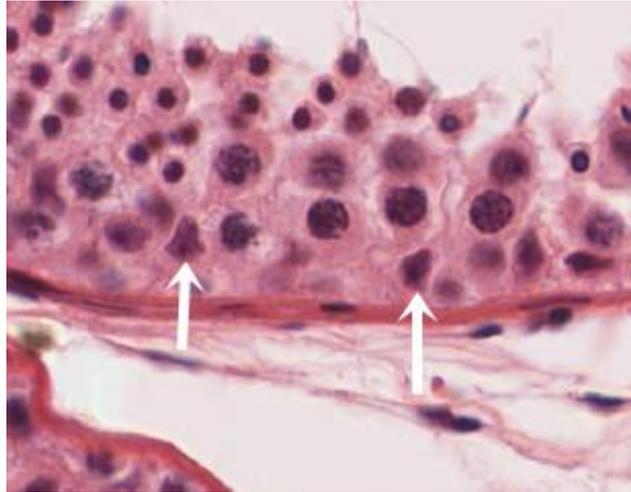


**Figura 6:** Células mioides de la lámina propia, aumento 33x, tinción hematoxilina-eosina (3).

Las células de Sertoli (figura 7 y 8) son las células de sostén que compartimentan las diferentes etapas de maduración de las células germinales, para que al diferenciarse éstas por meiosis y tener una dotación cromosómica diferente del resto de las células del organismo, no sean atacadas por los sistemas de defensa del mismo. Nutren, protegen y además fagocitan el citoplasma sobrante de las espermatidas. Estas células poseen abundante citoplasma y se extienden desde la lámina propia hasta la luz del túbulo. Estas células pueden tener prolongaciones apicales y basales. (1, 9, 16).

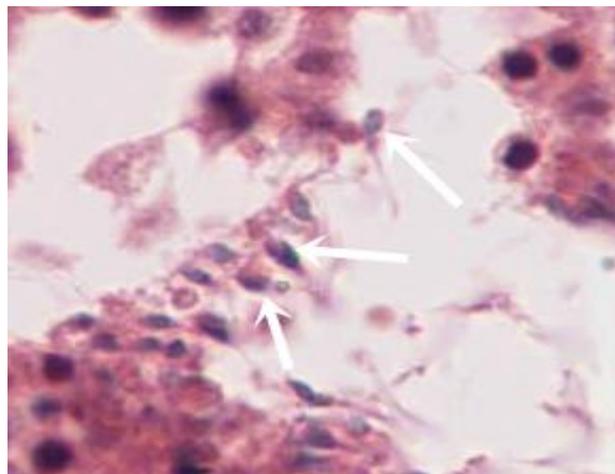


**Figura 7:** Células de Sertoli, aumento 40x, tinción hematoxilina-eosina (3).



**Figura 8:** Células de Sertoli, aumento 40x, tinción hematoxilina-eosina (3).

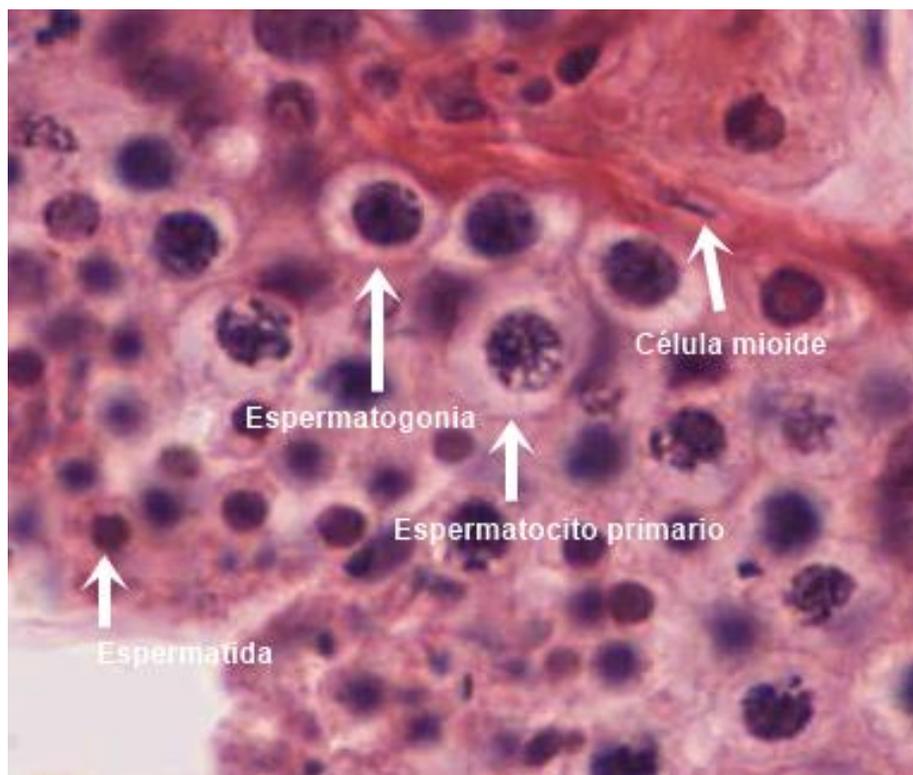
La espermatogénesis se inicia en la parte periférica de los túbulos seminíferos con las espermatogonias (figura 10) que son células diploides. Estas células se dividen por mitosis y dan lugar a los espermatocitos primarios (figura 11). Estos tienen núcleos grandes y con gránulos, pues van a sufrir posteriormente la primera división meiótica dando lugar a los espermatocitos secundarios (figura 10). Estos entrarán en la segunda división meiótica, dando lugar a las espermatidas (figura 10 y 11), células haploides. Estas células se diferenciarán en el proceso de la espermiogénesis hasta convertirse en espermatozoides maduros (figura 9). En este proceso se pierde gran parte del citoplasma, el núcleo adopta una forma puntiaguda y el aparato de Golgi se transforma en el acrosoma. (1, 6, 12, 16).



**Figura 9:** Espermatozoides en la luz del túbulo seminífero, aumento 40x, tinción hematoxilina-eosina (3).



**Figura 10:** diversos tipos de células germinales, aumento 40x, tinción hematoxilina-eosina (3).



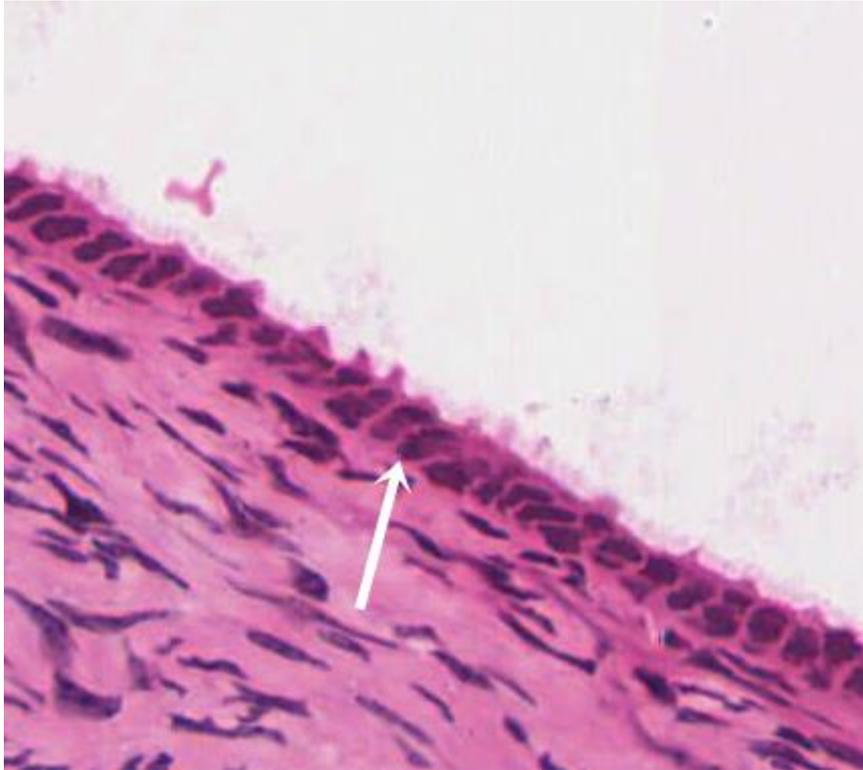
**Figura 11:** Diversos tipos de células germinales y célula mioide, aumento 40x, tinción hematoxilina-eosina (3).

## 4.2. OVOGÉNESIS

La ovogénesis se realiza en el ovario (figura 12), la cual es la gónada femenina. El ovario se forma de un epitelio germinal compuesto por células cúbicas simples (figura 13). Debajo se encuentra una corteza externa, donde se disponen los folículos en diferentes etapas de maduración inmersos en el estroma ovárico. Finalmente se dispone una médula interna, donde residen los vasos sanguíneos, linfáticos y fibras nerviosas dispuestas entre las células intersticiales de tejido conectivo laxo. Esta estructura interna se ve modificada a lo largo de la etapa fisiológica del individuo, diferenciándose antes de la pubertad, en la edad adulta y después de la menopausia. (12, 15)

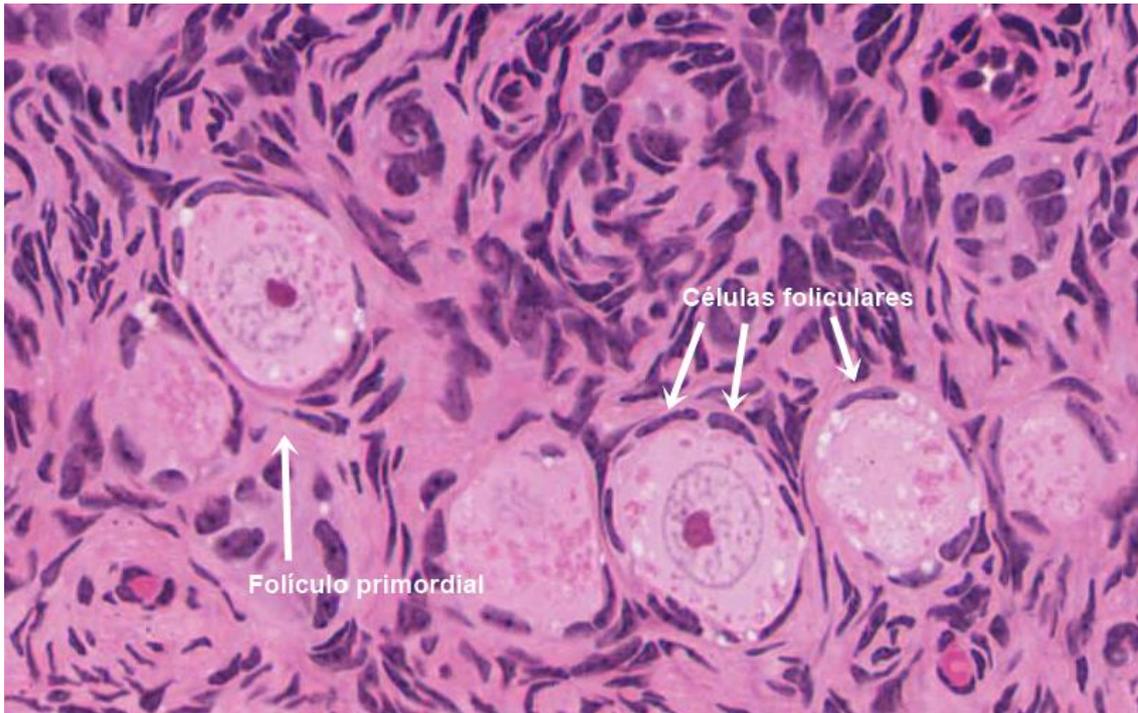


**Figura 12:** Corte de ovario, aumento 1'7x, tinción hematoxilina-eosina (3).



**Figura 13:** Epitelio germinal de células cúbicas simples, aumento 40x, tinción hematoxilina-eosina (3).

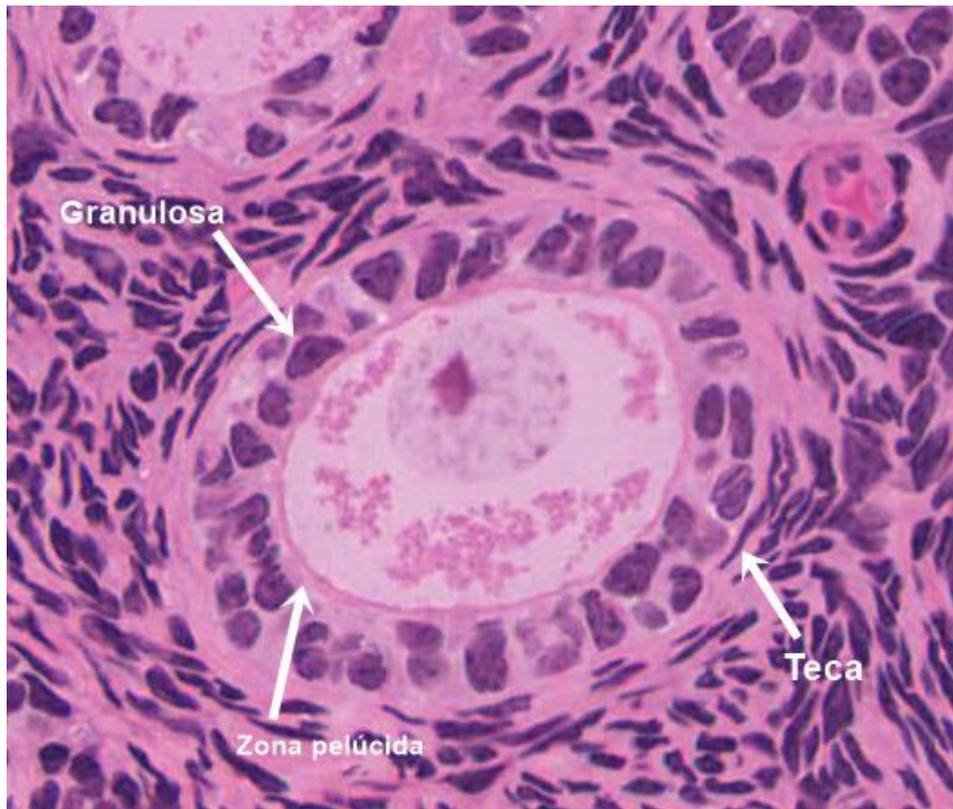
Entre las semanas 8 y 12 de gestación, se inicia la formación de los primeros folículos primordiales. El desarrollo de los mismos continúa hasta el 5<sup>o</sup> mes formando un número limitado de folículos llegando a 7 millones. La mayor parte degeneran hasta encontrar un número aproximado de 400000 en la pubertad. Los folículos primordiales (figura 14 y 17) están formados por ovocitos I (células germinales) rodeadas de células foliculares (epitelio plano simple). Estos folículos se someten a una división mitótica y meiótica que se detiene en el diploteno I y se mantiene suspendida hasta que se produce la maduración sexual. Esta suspensión se debe al inhibidor de la maduración del ovocito. (1, 8, 11, 20).



**Figura 14:** Corte folículos primordiales compuesto de núcleo, citoplasma y un epitelio plano de células foliculares, aumento 40x, tinción hematoxilina-eosina (3).

A partir de la pubertad, las hormonas gonadotróficas, principalmente la hormona folículo-estimulante (FSH) hace que en cada ciclo ovárico se produzca la maduración de 15 – 20 folículos primordiales de los cuales solo uno llegará a la madurez y por lo tanto, a ser expulsado en la ovulación. (5).

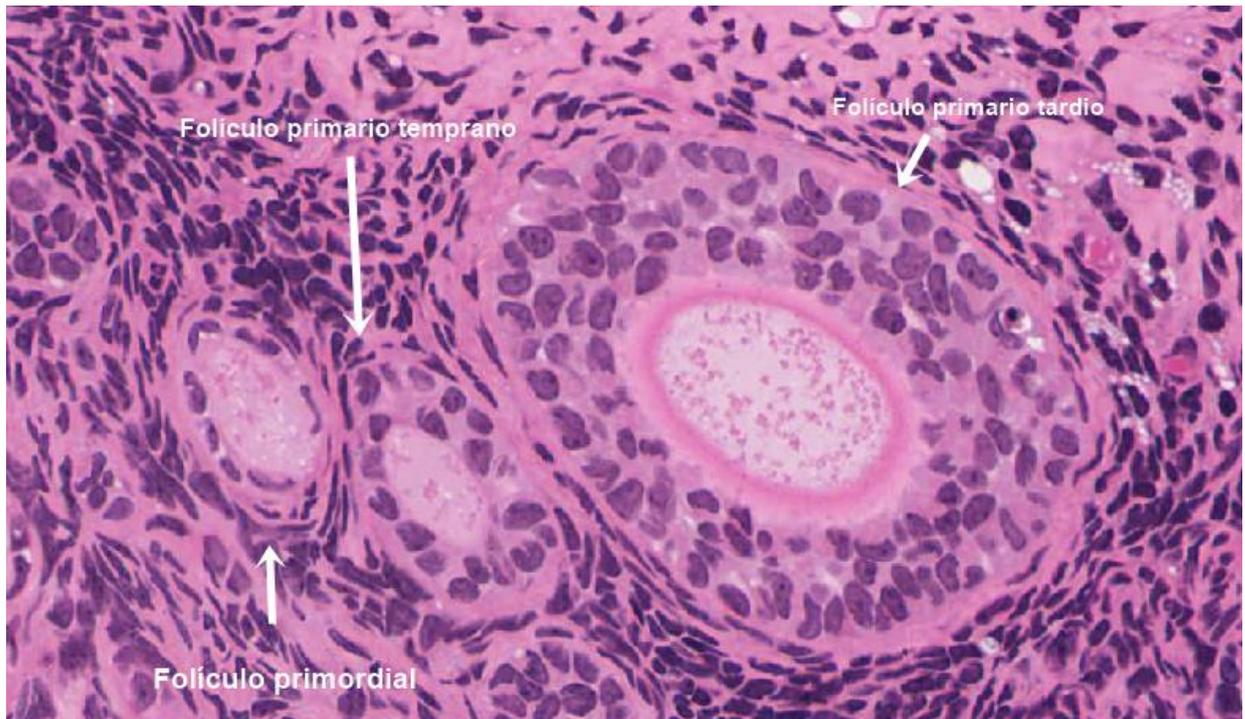
Los folículos primordiales sufren una serie de cambios dando lugar a los folículos primarios tempranos (figura 15 y 17). Las células foliculares forman un epitelio cúbico estratificado que pasan a ser las células de la granulosa. Entre la granulosa y el ovocito central se instaura la zona pelúcida, que se dispone como una banda delgada de glucoproteínas y proteoglicanos. Externamente se rodea de células escamosas que forman la teca. Cuando la granulosa se forma de al menos 3 filas de células puede considerarse un folículo primario tardío (figura 16 y 17). (8, 12,15).



**Figura 15:** Folículo primario temprano, aumento 40x, tinción hematoxilina-eosina (3).

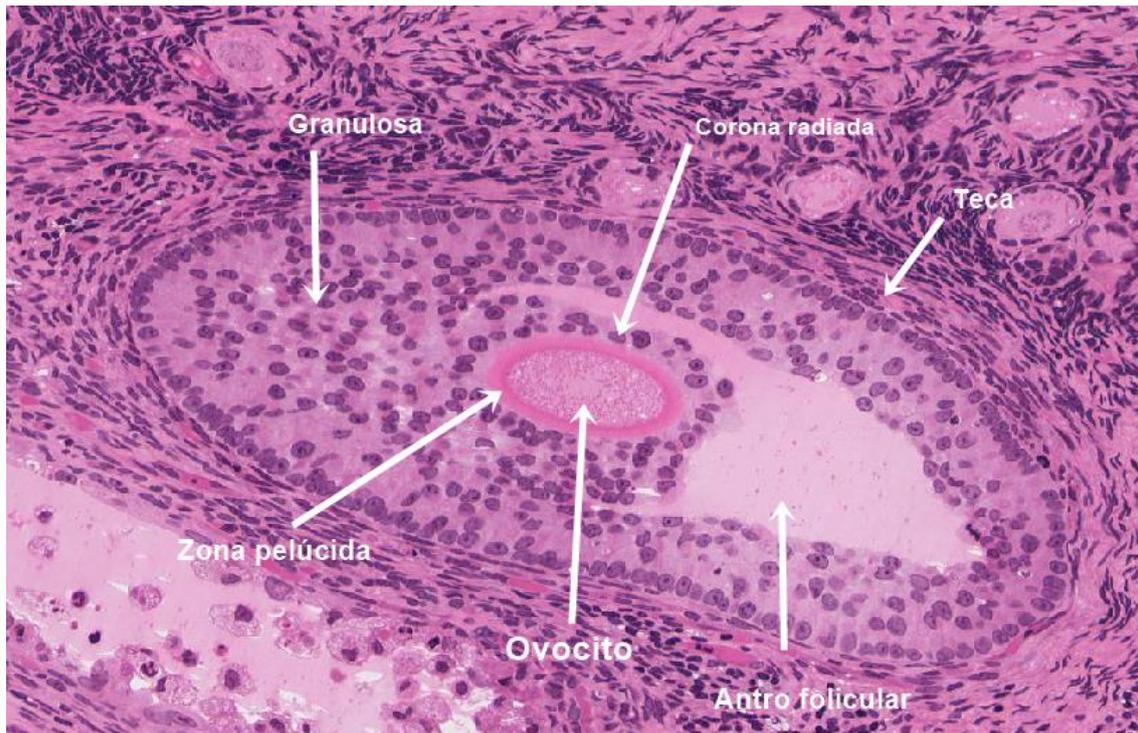


**Figura 16:** Folículo primario tardío, aumento 283x, tinción hematoxilina-eosina (3).



**Figura 17:** Células germinativas (folículo primordial, primario temprano y primario tardío), aumento 30'9x, tinción hematoxilina-eosina (3).

Siguiendo la maduración de las células germinativas aparecen dentro de la capa granulosa espacios que se rellenan de líquido folicular. Las cavidades se acaban fusionando formando el antro folicular y desplazando el ovocito hacia la periferia. El ovocito se rodea de células foliculares que formaran la corona radiada. Rodeando al folículo se empiezan a diferenciar las células de la teca en interna y externa. La teca interna se encarga de la secreción de androstenediona gracias a la estimulación de la LH, que por la enzima aromatasa se transforma en testosterona y finalmente en estradiol. La enzima aromatasa se fabrica en las células de la granulosa por efecto de la FSH. La teca externa es una capa más fibrosa y sirve como límite con el estroma ovárico. Este tipo de estructura a raíz de la aparición de líquido entre las células de la granulosa y su fusión es conocida como folículo secundario o antral (figura18). (1, 8, 12, 15).



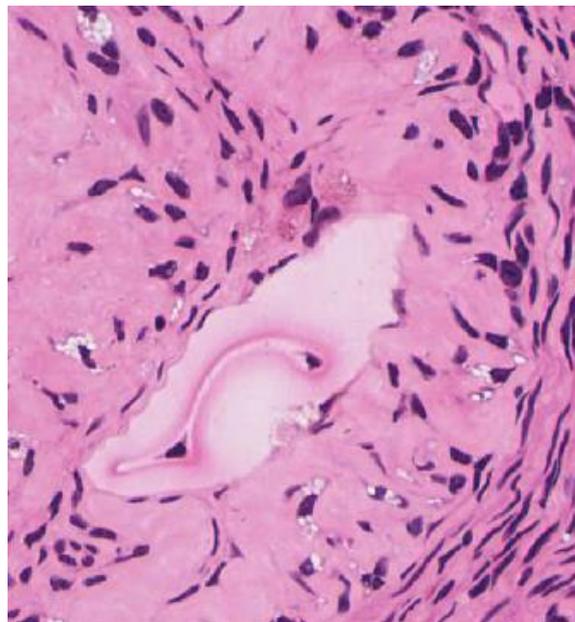
**Figura 18:** Folículo secundario, aumento 16'3x, tinción hematoxilina-eosina (3).

La última etapa de maduración de la célula germinativa es el folículo de Graaf (figura 19). Este folículo se sitúa en la superficie del ovario y se rompe en torno al día 14 de un ciclo ovárico estándar de 28 días, dando lugar al fenómeno de la ovulación debido a un aumento brusco de la LH. El aumento de esta hormona también provoca que el ovocito I suspendido en la fase diploteno I de la meiosis sufra la segunda división meiótica, convirtiéndose en un ovocito II que no termina dicha división, deteniéndose en la metafase II. La meiosis solo finaliza en el caso de que el ovocito II sea fecundado. Cuando el folículo de Graaf se rompe, expulsa el ovocito II, que queda libre en la cavidad peritoneal y es recogido por las fimbrias de las trompas de Falopio. El ovocito II expulsado está rodeado de la zona pelúcida y la corona radiada. (8, 12, 15).

El resto de los folículos en desarrollo degeneran y pasan a denominarse folículos atrésicos (figura 20), aunque algunos de estos pueden recuperarse y continuar con la maduración en el siguiente ciclo ovárico. Estos folículos atrésicos muestran tejido fibroso entre la teca y la granulosa denominado membrana vítrea. El ovocito degenera y las células de la granulosa sufren apoptosis. (5, 15).



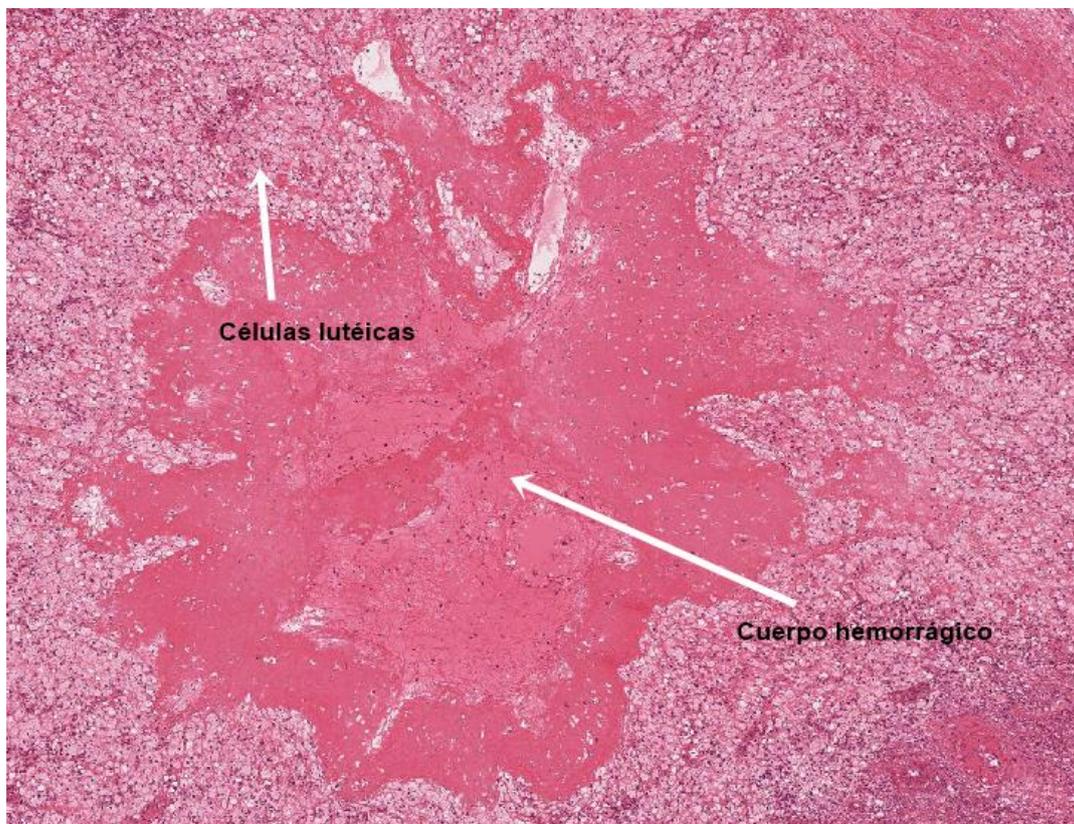
**Figura 19:** Folículo de Graaf, aumento 9'4x, tinción hematoxilina-eosina (3).



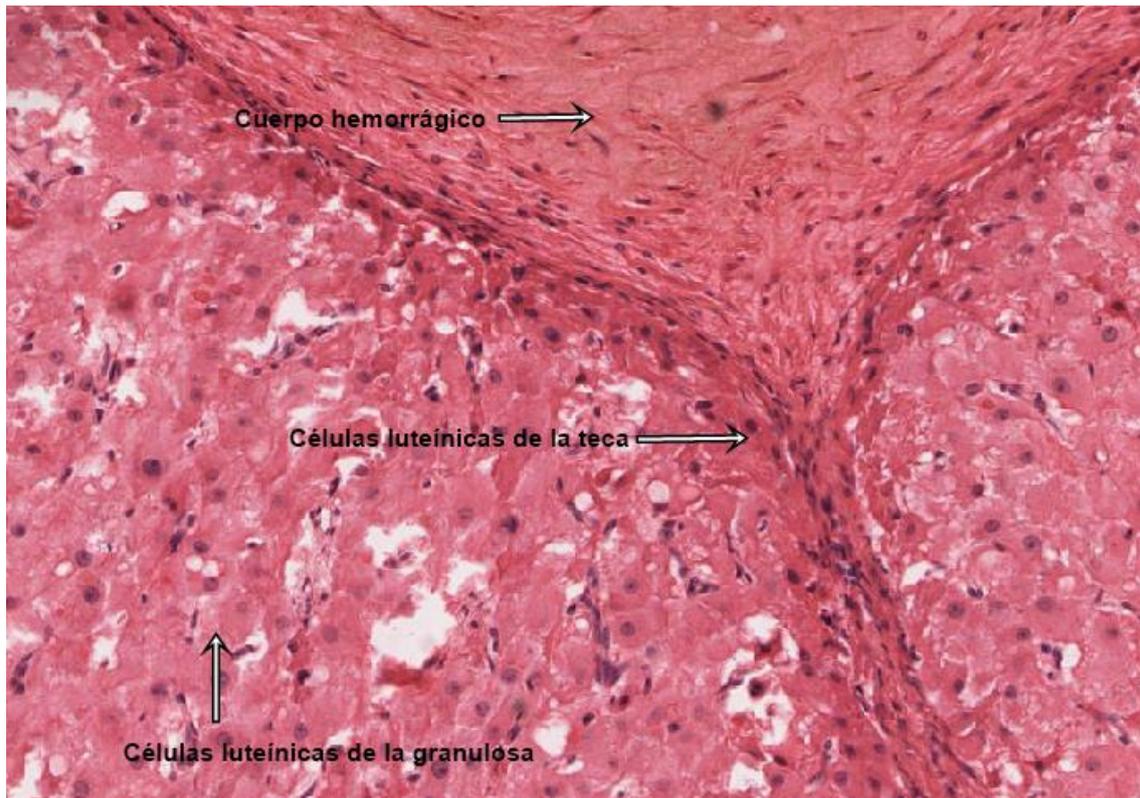
**Figura 20:** Folículo atrésico, aumento 23'2x, tinción hematoxilina-eosina (3).

Una vez expulsado el ovocito, el antro folicular se rellena de sangre formando el cuerpo hemorrágico. La sangre es reemplazada por células de la granulosa y de la teca modificadas formando el cuerpo lúteo de la menstruación (figura 21). Estas células luteínicas (figura 22) segregan progesterona y en menor medida estrógenos, a mayores, las células luteínicas de la teca secretan androstenediona. Si la fecundación del ovocito II no se lleva a cabo, el cuerpo lúteo deja de secretar hormonas y se convierte en cuerpo albicans (figura 23 y 24). Las células luteínicas son fagocitadas por los macrófagos y se sustituye por tejido fibroso característico del cuerpo albicans. Esta privación hormonal provoca la menstruación. (8, 12,15, 20).

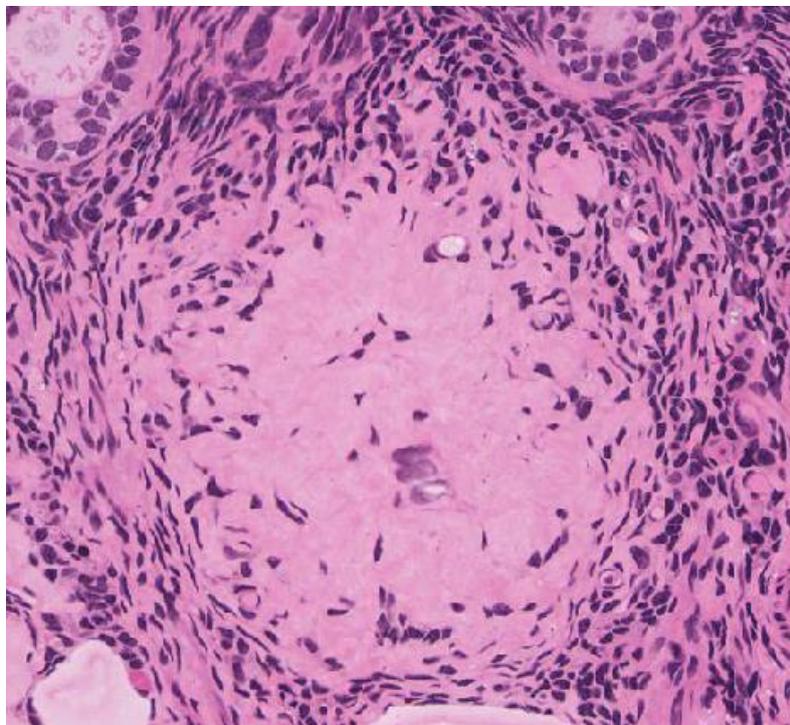
En el caso de que el ovocito II sea fecundado, el cuerpo lúteo de la menstruación se transforma en el cuerpo lúteo de la gestación, que permanecerá hasta el 4º mes del embarazo, en que será sustituido por la placenta y por lo tanto ésta producirá los niveles de progesterona y estrógenos necesarios hasta el final de la gestación. (15).



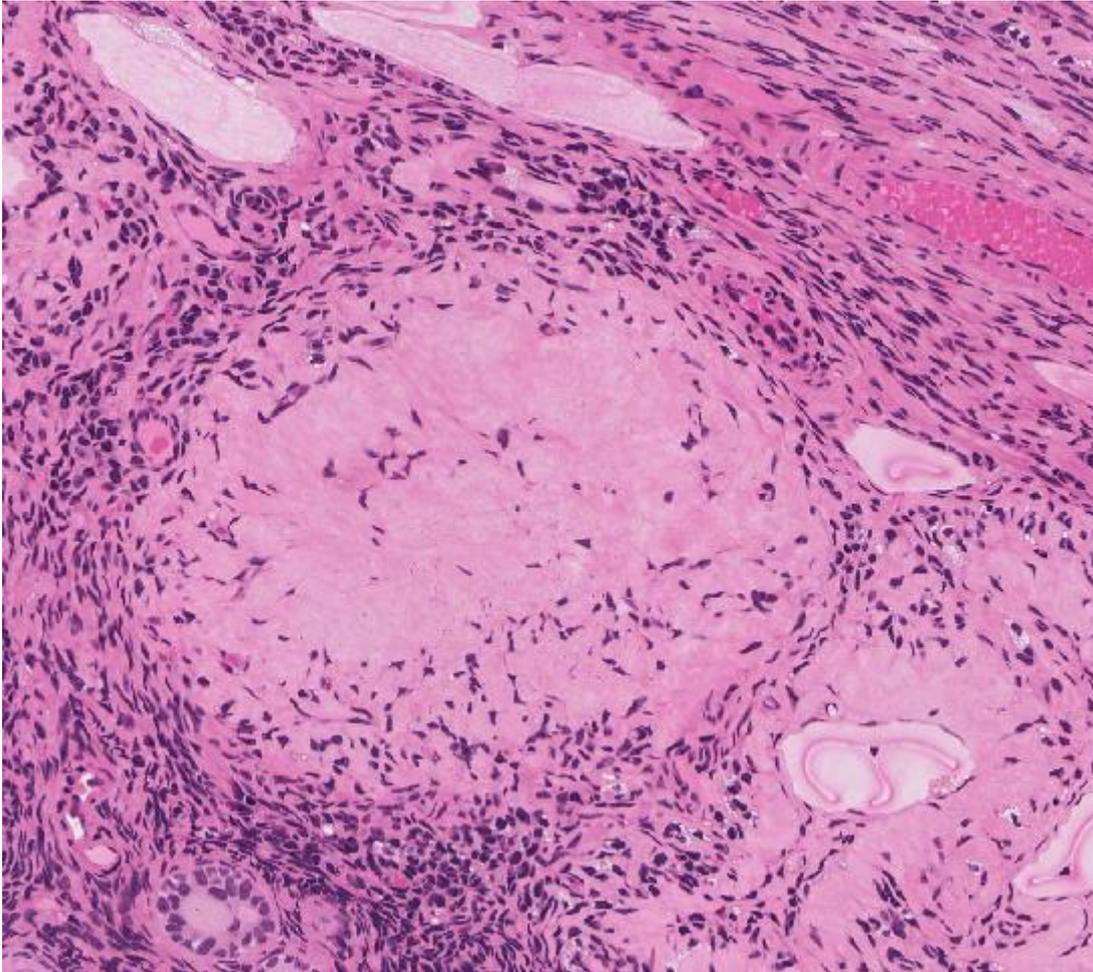
**Figura 21:** Cuerpo lúteo, aumento 3'2x, tinción hematoxilina-eosina (3).



**Figura 22:** *Células luteínicas del cuerpo lúteo y cuerpo hemorrágico interno, aumento 8'3, tinción hematoxilina-eosina (3).*



**Figura 23:** *Cuerpo albicans, aumento 16'7, tinción hematoxilina-eosina (3).*



**Figura 24:** *Cuerpo albicans, aumento 10'9x, tinción hematoxilina-eosina (3).*

## 5. DISCUSIÓN

El presente trabajo emplea la microscopia virtual para ponerla a disposición de los alumnos universitarios del grado. Con el proyecto realizado se pretende afianzar los conocimientos visualizando las diferentes imágenes recolectadas y compaginándolas con la teoría explicativa de las mismas. Así mismo, pretendemos que el depósito de imágenes a lo largo del tiempo vaya incrementándose, consiguiendo una web de consulta tanto para expertos como para no expertos. Esto supondría una ventaja para la comunidad universitaria a la hora del estudio. La mayor limitación por parte del alumnado sería la falta de conexión a internet, pero se plantearía la posibilidad de descarga de archivos para aquellos alumnos que lo deseen.

Por todo lo anterior, no es que hayamos tenido una idea novedosa, puesto que en otras universidades hemos podido conocer que existen proyectos en este sentido.

Sin embargo, en la Universidad de Valladolid somos pioneros en el uso de la microscopia virtual en el aprendizaje del alumno en las materias de Biología, Embriología e Histología Humanas desde hace una década.

El presente trabajo tan solo es el inicio de un proyecto de mayor envergadura. Así pues, por ejemplo, se pretende ampliar la base de imágenes que se abre con este trabajo con las posibles aportaciones de futuros estudiantes, profesores o de otros trabajos de fin de grado que puedan ser orientados del mismo modo que este; y no solo referentes a la embriología e histología humanas, sino también a cualquier otra asignatura para la cual pueda suponer una herramienta de enseñanza. (14).

Además, con la ayuda del director de la biblioteca de las Facultades de Enfermería y Medicina se plantearía el proyecto de desarrollar una aplicación interactiva con las micrografías de este trabajo.

El fin de esta futura aplicación sería facilitar el aprendizaje mediante una “especie de juego” que permita relacionar las diferentes estructuras de un corte histológico con su denominación. (14).

Los usuarios podrían así comprobar el avance de sus conocimientos en cuanto a las estructuras encontradas en los distintos tejidos humanos, incrementando todavía más la eficiencia como herramienta de enseñanza.

## 6. CONCLUSIONES

La recolección de imágenes de los procesos de gametogénesis y ovogénesis permite estudiar el desarrollo de las células germinativas de una manera visual e identificativa de las estructuras, profundizando en las células principales y la evolución de las mismas.

En el presente trabajo se expone la estructura testicular y ovárica a nivel celular y la formación de las células germinales desde el inicio del proceso hasta su completa maduración.

Esta base de imágenes recopilada supone un elemento adicional para la enseñanza de los comienzos de la Embriología Humana. Aun así, debemos ser conscientes de que no sustituye a la labor docente ni al manejo del microscopio.

Esperamos que el presente trabajo conduzca a un aprendizaje facilitado y eficaz para el alumnado interesado en la Embriología e Histología Humana. Su utilidad se verá comprobada si tiene la suficiente difusión y estimulación con el posible usuario.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

1. Agudo, F.J. Biología celular [apuntes]. 1º curso Grado en Enfermería, Universidad de Valladolid, Facultad de Enfermería, Dpto de Biología Celular. 2016 [inédito].
2. Carlson, B.M. Embriología humana y Biología del desarrollo. 5ª Edición. Ed. Elsevier.2014
3. Christensen, K., Velkey, M., Stoolman, L., Hessler, L., Mosley-Brower, D. Lista de diapositivas virtuales [Intenet]. University of Michigan Medical School. 2020. Disponible en: <https://histology.medicine.umich.edu/full-slide-list>
4. Cochard, L. Netter: atlas de embriología humana. 1ª edición. Barcelona: Masson; 2005.
5. Cole, A. Chapter 17 – Human Female Oogenesis. Biology of Life: Biochemistry, Physiology and Philosophy. Elsevier Inc. 2016. P.127-133.
6. Cole, A. Chapter 18 - Human Male Spermatogenesis. Biology of Life: Biochemistry, Physiology and Philosophy. Elsevier Inc. 2016. P.135-141.
7. Eynard, A., Ientich, M., Rovasio, R. Métodos generales para el estudio de las células y los tejidos. Histología y embriología del ser humano: bases celulares y moleculares [Internet]. 4ª edición. Buenos Aires: Panamericana S.A.;2008. P.10-32. Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=p1JSyuGai0oC&oi=fnd&pg=PA1&dq=tecnica+histol%C3%B3gica&ots=27vO0sRhoY&sig=mXnIGsxc0qH-PnS65CNmfaO4Wn8#v=onepage&q=tecnica%20histol%C3%B3gica&f=false>
8. García, I. Ovario [apuntes]. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina, Dpto de Biología Celular y Tisular. 2020. [inédito].

9. García, I. Testículo [apuntes]. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina, Dpto de Biología Celular y Tisular. 2020. [inédito].
10. Langman. Embriología Médica. T.W. Sadler. Ed. Wolters Kluwer. 13ª edición. Madrid. 2016.
11. Martín, P. Enfermería en Salud Sexual y Reproductiva [apuntes]. 2º curso Grado en Enfermería, Universidad de Valladolid, Facultad de Enfermería, Dpto de Obstetricia y Ginecología. 2018 [inédito].
12. Martín, P. Estructura y Función del Cuerpo Humano II [apuntes]. 1º curso Grado en Enfermería, Universidad de Valladolid, Facultad de Enfermería, Dpto de Anatomía. 2017 [inédito].
13. Montalvo, C.E. Técnica histológica [apuntes]. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina, 2010 [inédito]. Disponible en:  
[http://www.facmed.unam.mx/deptos/biocetis/PDF/Portal%20de%20Recursos%20en%20Linea/Apuntes/3\\_tecnica\\_histologica.pdf](http://www.facmed.unam.mx/deptos/biocetis/PDF/Portal%20de%20Recursos%20en%20Linea/Apuntes/3_tecnica_histologica.pdf)
14. Oliveira, L. Elaboración de una base de datos de imágenes para la enseñanza de la Histología Animal. Trabajo Fin de Grado. Facultad de Biología. Universidad de Salamanca. 2015.
15. Takiwaza, P. Laboratorio de sistema reproductor femenino [internet]. Universidad de Yale. Disponible en:  
[http://medcell.med.yale.edu/histology/female\\_reproductive\\_system\\_lab.php](http://medcell.med.yale.edu/histology/female_reproductive_system_lab.php)
16. Takiwaza, P. Laboratorio de sistema reproductor masculino [Internet]. Universidad de Yale. Disponible en:  
[http://medcell.med.yale.edu/histology/male\\_reproductive\\_system\\_lab.php](http://medcell.med.yale.edu/histology/male_reproductive_system_lab.php)
17. Tortola, G., Funke, B., Case. C. Observación de los microorganismos a través del microscopio. Introducción a la microbiología [Internet]. 9ª edición. Buenos Aires, Argentina: Panamericana S.A.; 2007. p.55-76. Disponible en:  
<https://books.google.es/books?id=Nxb3iETuwplC&pg=PA58&dq=micr>

[oscopio+optico&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiejOi\\_p9znAhUqzLUKHd\\_oDBkQQ6AEIQjAD#v=onepage&q=microscopio%20optico&f=false](https://www.google.es/search?q=microscopio+optico&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiejOi_p9znAhUqzLUKHd_oDBkQQ6AEIQjAD#v=onepage&q=microscopio%20optico&f=false)

18. Universidad de Alicante. Preparación de muestras para microscopía óptica [apuntes]. Servicios técnicos de investigación. 2011. [inédito]. Disponible en: <https://ssyf.ua.es/en/formacion/documentos/cursos-programados/2011/especifica/microscopia-optica/tema-4.pdf>
19. Vázquez, G., Echevarría, O. Introducción a la Microscopía Electrónica Aplicada a las Ciencias Biológicas [Internet]. 1ª edición. Universidad Nacional Autónoma de México, México: Fondo de Cultura Económica; 200. Disponible en: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=JNoMEWVRBmkC&oi=fn&pg=PA7&dq=microscop%C3%ADa+electr%C3%B3nica&ots=CnsOhaMZQA&sig=Gn\\_GuXQVtqKrG8N-Bh9zWW5pCWA#v=onepage&q=microscop%C3%ADa%20electr%C3%B3nica&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=JNoMEWVRBmkC&oi=fn&pg=PA7&dq=microscop%C3%ADa+electr%C3%B3nica&ots=CnsOhaMZQA&sig=Gn_GuXQVtqKrG8N-Bh9zWW5pCWA#v=onepage&q=microscop%C3%ADa%20electr%C3%B3nica&f=false)
20. Velázquez, J., Mendieta, E. Desarrollo folicular [apuntes]. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, Dpto de Ciencias de la Salud, Laboratorio de Biología Molecular y Fisiología Gonadal, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, 2002 [inédito]. Disponible en: <http://www.encuentros.uma.es/encuentros98/folicular.htm>
21. Welsch U. Terminología, microscopía y técnica histológica. Sobotta Histología [Internet]. 2ª edición. Múnich, Alemania: Panamericana S.A.; 2006. p.1-14. Disponible en: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=7zFxo6bmxl0C&oi=fn&pg=PR1&dq=HISTOLOGIA&ots=QJttrTGwJC&sig=PMa3\\_xppWN8OHWJHgsglLa7WZCI#v=onepage&q=HISTOLOGIA&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=7zFxo6bmxl0C&oi=fn&pg=PR1&dq=HISTOLOGIA&ots=QJttrTGwJC&sig=PMa3_xppWN8OHWJHgsglLa7WZCI#v=onepage&q=HISTOLOGIA&f=false)