



Trabajo de **F**in de **G**rado

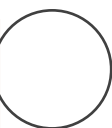
**ELABORACIÓN DE UNA  
BASE DE DATOS DE  
IMÁGENES PARA LA  
ENSEÑANZA DE LA  
HISTOLOGÍA ANIMAL**

Laura de Oliveira Mello



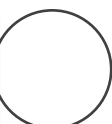
FACULTAD DE BIOLOGÍA  
UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

# Trabajo Fin de Grado

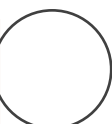


# Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Objetivos</b>	<b>3</b>
<b>3. Materiales y Métodos</b>	<b>5</b>
<b>4. Resultados</b>	<b>11</b>
<b>5. Perspectivas Futuras</b>	<b>17</b>
<b>6. Conclusión</b>	<b>19</b>
<b>7. Bibliografía</b>	<b>21</b>
<b>8. Anexo I</b>	<b>23</b>



# 1. Introducción

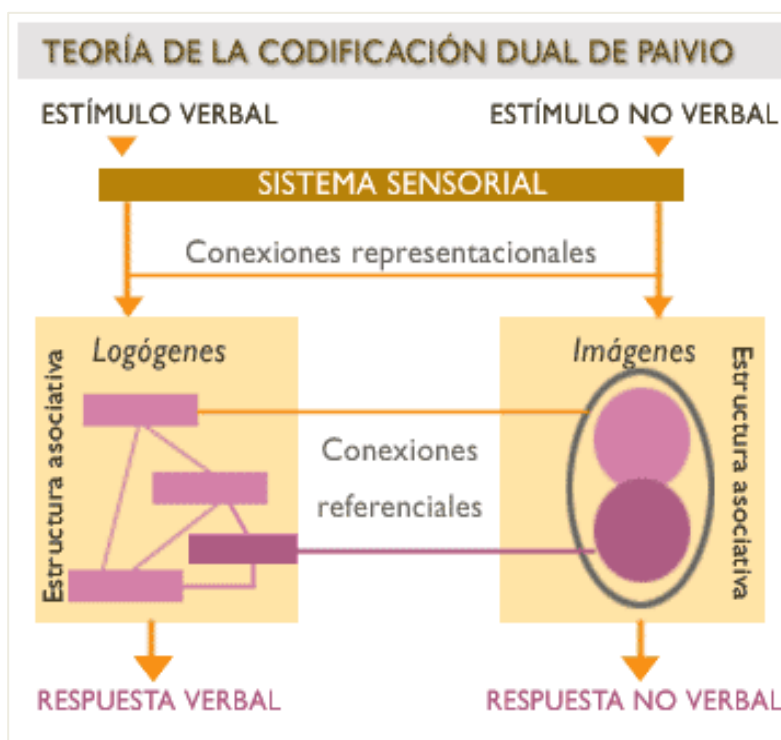


## Introducción:

El dibujo fue, hasta la invención de la fotografía y su posterior aplicación a diferentes entornos, la única manera de manejar las imágenes observadas al microscopio. Con los progresos tecnológicos se ha hecho posible la obtención de microfotografías de alta calidad desde preparados histológicos; y con ello se ha incrementado, de modo casi exponencial, el caudal de conocimientos en el campo de la microscopía aplicada a la biología.

En el ámbito de la biología celular, tisular y del desarrollo, la imagen tiene una importancia fundamental, es imprescindible. La idea de vincular imágenes histológicas con una descripción sencilla y asequible a no expertos, justificó la elaboración de diversos libros de texto y atlas de histología descriptiva. Por ello, desde hace décadas se han publicado multitud de imágenes obtenidas a partir de la observación al microscopio de preparaciones de células, tejidos y órganos tanto animales como vegetales.

Con frecuencia, el estudiante tiene problemas con la sobrecarga de información. Entonces, la imagen puede adquirir una importancia particular, de efecto aditivo, sobre el aprendizaje o recuerdo de la información aprendida, tal y como expone la teoría de la codificación dual de Paivio (1986)<sup>1,2</sup> (Figura 1). Dicha teoría puede ser fácilmente comprobada en las clases prácticas en el laboratorio de biología celular y tisular. Se comprende, entonces, que el material iconográfico sea de extraordinaria utilidad y haya sido (y sea) ampliamente utilizado por los docentes.



**Figura 1: Teoría de la codificación dual.** El subsistema visual codifica y procesa información a través de formas e imágenes, mientras que el verbal codifica y procesa la información mediante ideas lógicas. La información permite establecer conexiones referenciales o de conceptos entre las fuentes verbales y no verbales. (Imagen tomada de ©BDN infoamerica; “<http://www.infoamerica.org/teoria/paivio1.htm>”)

Actualmente, además de los textos y atlas<sup>3-13</sup>, disponemos de recursos informáticos<sup>18-28</sup> que abordan también el estudio de la biología celular, tisular y del desarrollo, haciéndolo más cercano y ameno para los estudiantes. En esencia, ahora disponemos de una herramienta sencilla y que se puede utilizar desde cualquier ordenador con conexión a internet. En términos generales, el procedimiento consiste en diseñar una base de datos accesible al público con las imágenes que se deseen.

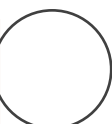
En internet se pueden encontrar muchas bases de datos orientadas al estudio de la histología animal<sup>18-28</sup>, desde páginas personales de investigadores hasta recopilaciones de imágenes de una determinada universidad. La mayoría de ellas están diseñadas por profesores y personal competente de las áreas de la biología, medicina y patología. De entre todas ellas podemos señalar, por ejemplo, la página web de la universidad de la Laguna, “Histología.es”<sup>19</sup>, que contiene una amplia colección de imágenes y ha sido diseñada y direccionada a los estudiantes interesados en la histología.

En el estudio de la histología, la enseñanza práctica se basa en la observación con el microscopio óptico de un número considerable de preparaciones y/o de micrografías tomadas con el microscopio óptico o electrónico. Pero, la comprensión de las imágenes histológicas requiere de una gran dedicación y esfuerzo por parte del profesor y del alumno. Hay que conseguir que el estudiante sea capaz de ver, reconocer, distinguir e interpretar las estructuras y componentes que se presentan en los diferentes tejidos y órganos.

Desarrollar tales capacidades no es una tarea sencilla, ya que es necesario tener en cuenta aspectos previos tales como: el tipo de material, la conservación del mismo, la preparación para su seccionamiento y la obtención de láminas suficientemente finas, el tipo de sección y la tinción de la misma, el montaje para su visualización al microscopio, etc. Las horas de docencia disponibles en los planes de estudios no son suficientes en la mayoría de los casos y, aunque se utilicen atlas, libros y otras herramientas, no siempre los estudiantes son capaces de extrapolar los conocimientos teóricos a lo que observan. Sin mencionar que la mayoría de esos recursos no son gratis.

En España disponemos de bases de datos con colecciones extensas de imágenes que se vienen desarrollando desde hace décadas. Con ello, el estudio de la histología se orienta de manera teórico-práctica, a fin de conducir un aprendizaje que consolide la formación académica. Es una estrategia de enseñanza que implica activamente al estudiante y que contrasta con la enseñanza pasiva de simple memorización. Además, puede estimular la vocación hacia las distintas áreas del conocimiento en las ciencias biológicas.

## 2. Objetivos



## Objetivos:

En este trabajo pretendemos poner a disposición de alumnos y profesores un recurso docente con micrografías digitales, de tejidos y órganos animales. Aunque, como se ha comentado, existen diversos recursos informáticos dedicados a la histología<sup>18-28</sup>, hasta el momento no sabemos de ninguno perteneciente a la Universidad de Salamanca. En consecuencia, el objetivo de este trabajo es hacer accesible a la comunidad universitaria un conjunto de imágenes obtenidas a partir de preparaciones histológicas pertenecientes al Área de Biología Celular de la Universidad de Salamanca.

La disponibilidad de las modernas metodologías digitales nos permite, además de capturar y procesar imágenes, publicarlas en una página web, lo que no supone coste económico. Esto ha puesto de manifiesto que es, posiblemente, la forma más sencilla de diseñar herramientas docentes de consulta.

Los estudiantes tienen la posibilidad de observar las preparaciones en el microscopio durante las clases prácticas de las asignaturas relacionadas, y durante la observación pueden realizar dibujos de sus observaciones. Pero después deben poder volver a estudiarlas, repasarlas, contrastar con los conocimientos adquiridos en las clases teóricas, etc., todo lo cual favorecerá el proceso de aprendizaje.

Con la base de datos online de histología animal que presentamos, se pretende que los estudiantes puedan tener libre acceso al contenido de preparaciones existentes actualmente en laboratorios de la Universidad de Salamanca. Así, además de incrementar sus conocimientos tendrán la posibilidad de comparar la observación realizada en el microscopio con la de una micrografía. Con ello conseguiremos, además, que se fomente su capacidad crítica a la hora de consultar libros y otras bases de datos.

No obstante lo anterior, este trabajo no pretende, ni puede, sustituir la observación al microscopio, sobre todo en un nivel universitario. No sólo por las limitaciones inherentes a una imagen “instantánea y estática”, sino sobre todo y principalmente porque el correcto manejo del microscopio supone una formación y proporciona una cantidad de información adicional que la micrografía no presenta. La capacidad de observación y de relacionar conceptos que proporciona la práctica en el laboratorio, no se consigue plenamente con este tipo de recursos.

Aunque, por razones obvias, este trabajo incluye una colección más o menos reducida de imágenes, lo cual tiene una importancia intrínseca, tiene el valor añadido de ser el punto de partida para una futura base de datos más amplia y completa. En todo caso, pone a disposición del profesor y del alumno un recurso para la enseñanza teórico-práctica y el aprendizaje de diversas áreas de la

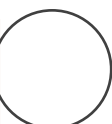


Biología, tales como la histología animal y vegetal, la organografía microscópica o la biología del desarrollo.

Es decir, la base de datos que hemos diseñado para este trabajo no es una simple recolección de imágenes, sino que pretende ser una herramienta de enseñanza. Para ello, además de tratar cada imagen, a fin de facilitar la identificación de las diversas estructuras, y de publicar las microfotografías, también se añade a cada imagen una pequeña descripción con el fin de orientar al observador. Con ello, además, esperamos que se estimule el interés por la histología y así se amplíen los conocimientos acerca de la observación microscópica de células, tejidos y órganos animales.



# 3. Materiales y Métodos



## **3. Materiales y Métodos:**

Las preparaciones histológicas de las que se han tomado las micrográficas, pertenecen al Área de Biología Celular de la Universidad de Salamanca.

### **3.1 Preparaciones histológicas<sup>12-17</sup>:**

Las preparaciones cedidas para la elaboración de este trabajo se han obtenido de diversos organismos animales. Los animales fueron manipulados siguiendo las directrices de la Unión Europea (2010/63/UE) y la legislación española (RD1201/2005, BOE 252/34367-91, 2005) vigentes para el uso y cuidado de animales de experimentación. Hemos dispuesto, por tanto, de preparados procedentes de órganos de peces, ratas, ratones, erizos y humanos.

Las preparaciones histológicas de animales, provienen de órganos completos, lo que conlleva el sacrificio de los animales; o bien proceden de la extracción de partes del órgano, obtenidas mediante cirugía o punciones. En cualquier caso, una vez obtenida, la muestra se fija con compuestos líquidos conocidos como fijadores.

Los fijadores son, por lo general, compuestos químicos que desempeñan la función de estabilizar las estructuras celulares y moleculares para que éstas no se alteren de modo significativo en los procesamientos posteriores; pueden ser simples (un solo tipo de molécula) o mezclas de fijadores. Gracias al proceso de fijación es posible observar las estructuras prácticamente inalteradas en relación a la célula viva.

Los métodos de fijación química más extendidos son la inmersión y la perfusión. El primero consiste en sumergir la muestra de tejido, previamente obtenida, en el fijador; y el segundo consiste en introducir el compuesto químico a través del sistema circulatorio del animal. Este segundo método (“*in situ*”) es de preferencia porque permite acceder, casi instantáneamente, a todas las células y tejidos del animal a través del torrente sanguíneo, pudiendo así fijar todo el organismo sin que se produzca alteración estructural alguna.

Para que la fijación sea eficaz, el fijador debe llegar en la mayor brevedad posible a todas las células de la muestra; así podrá conservar el estado “vivo” sin que se degeneren los componentes. El compuesto elegido depende del tejido y de los procedimientos que se vayan a seguir posteriormente (inclusión, corte y tinción), teniendo en cuenta su poder de penetración y de fijación.

Algunas veces, debido a las características celulares que se quieren preservar (por ej., una actividad enzimática), se procede a congelar la muestra, con lo que se obtiene un resultado similar y con la misma función al de los fijadores químicos. La muestra congelada, posteriormente, se corta con criostato (secciones entre 10 y 40  $\mu\text{m}$ ) y se observa en el microscopio óptico.

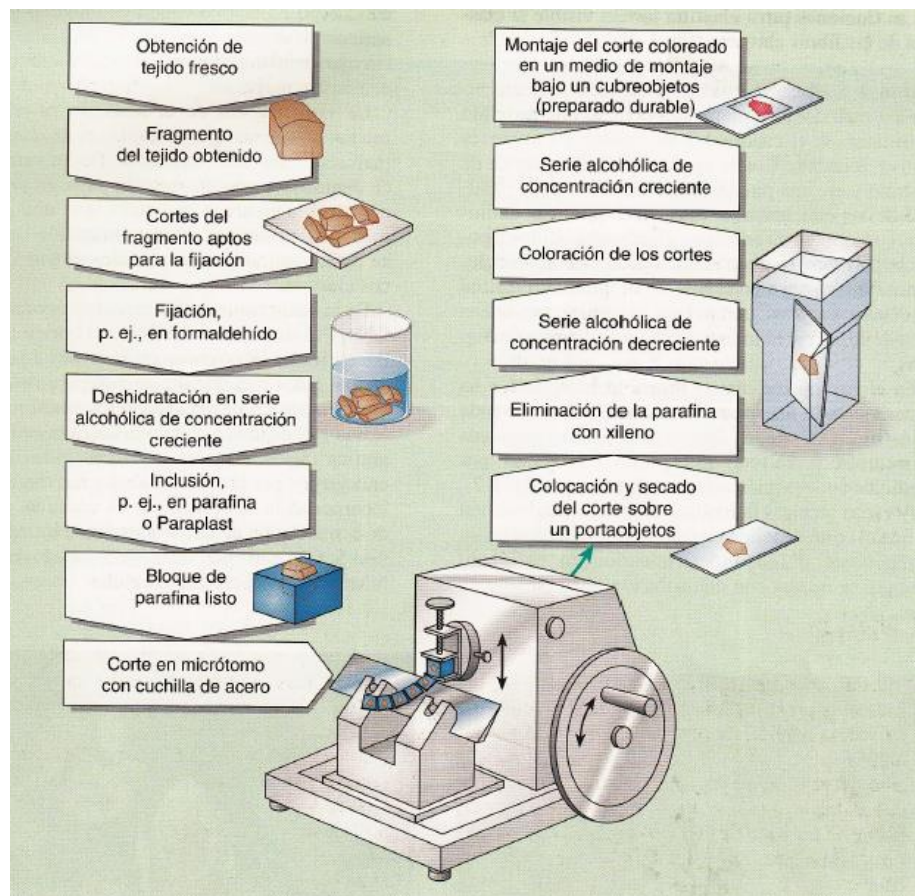
Tras la fijación, salvo que se necesiten láminas relativamente gruesas (entre 30 y 200  $\mu\text{m}$ ), es necesario “endurecer” la muestra fijada. El objetivo es que, al cortar las láminas lo suficientemente finas para la observación en microscopio (entre 5 y 30  $\mu\text{m}$ ), no se destruyan estructuras celulares. Para ello, se procede a la inclusión de la muestra en un material idóneo.

Las muestras deben ser deshidratadas y tratadas con un disolvente adecuado para poder incluirlas en parafina o resina sintética. Para ello se utiliza habitualmente una serie gradual de alcoholes (con concentraciones crecientes) con lo que se consigue una extracción completa del agua y un endurecimiento adicional del tejido o célula; y después se someten las muestras a mezclas disolventes y medio de inclusión en proporciones adecuadas. Es en esta fase de la preparación de las muestras cuando hay más posibilidades de que aparezcan los denominados “artefactos”, que, en general, consisten en retracciones o desgarros del tejido.

Como medio de inclusión, la parafina es ampliamente utilizada para la observación en microscopía óptica (por ejemplo: Paraplast Plus®). Pero si se quieren obtener secciones más finas (entre 1 y 2  $\mu\text{m}$ ), es común la utilización de resinas sintéticas (por ejemplo: metacrilato). Estas últimas presentan las estructuras celulares de manera más nítida que las de parafina, donde las superposiciones son más comunes.

Para que sea posible la observación de células y tejidos se necesitan secciones de la muestra lo suficientemente finas como para que permitan la adecuada penetración de la luz, en el caso de microscopía óptica, o para la penetración de electrones, cuando se utilizan microscopios electrónicos. La técnica de corte más habitual para la utilización en microscopía óptica es el micrótopo (muestras incluidas previamente en parafina o resina); para la observación en microscopios electrónicos, es necesaria la utilización de ultramicrotopos (cortan secciones tan finas como 40-50 nm).

Como la mayoría de los órganos y tejidos animales son incoloros, es necesaria la tinción de las muestras, para su posterior observación en el microscopio óptico. Para ello se utilizan sustancias denominadas colorantes, normalmente hidrosolubles, que se caracterizan por adherirse a moléculas tisulares específicas, atendiendo a afinidades electroquímicas del colorante y tejido. Los colorantes frecuentemente son soluciones acuosas y, por ello, normalmente antes de su aplicación, hay que eliminar el medio de inclusión y rehidratar la muestra para lo cual habitualmente se utilizan concentraciones decrecientes de alcoholes hasta agua (Figura 2).



**Figura 2: Esquema del procedimiento de preparaciones histológicas.** En la imagen se observa de forma esquematizada, paso a paso, lo requerido para obtener una preparación histológica teñida, a partir de una muestra en fresco. (Tomada de “Sobotta Histología”<sup>13</sup>)

Las tinciones encontradas en las micrográficas de la base de datos desarrollada en este trabajo, son hematoxilina-eosina y tricrómico de Masson, siguiendo los protocolos utilizados en el laboratorio.

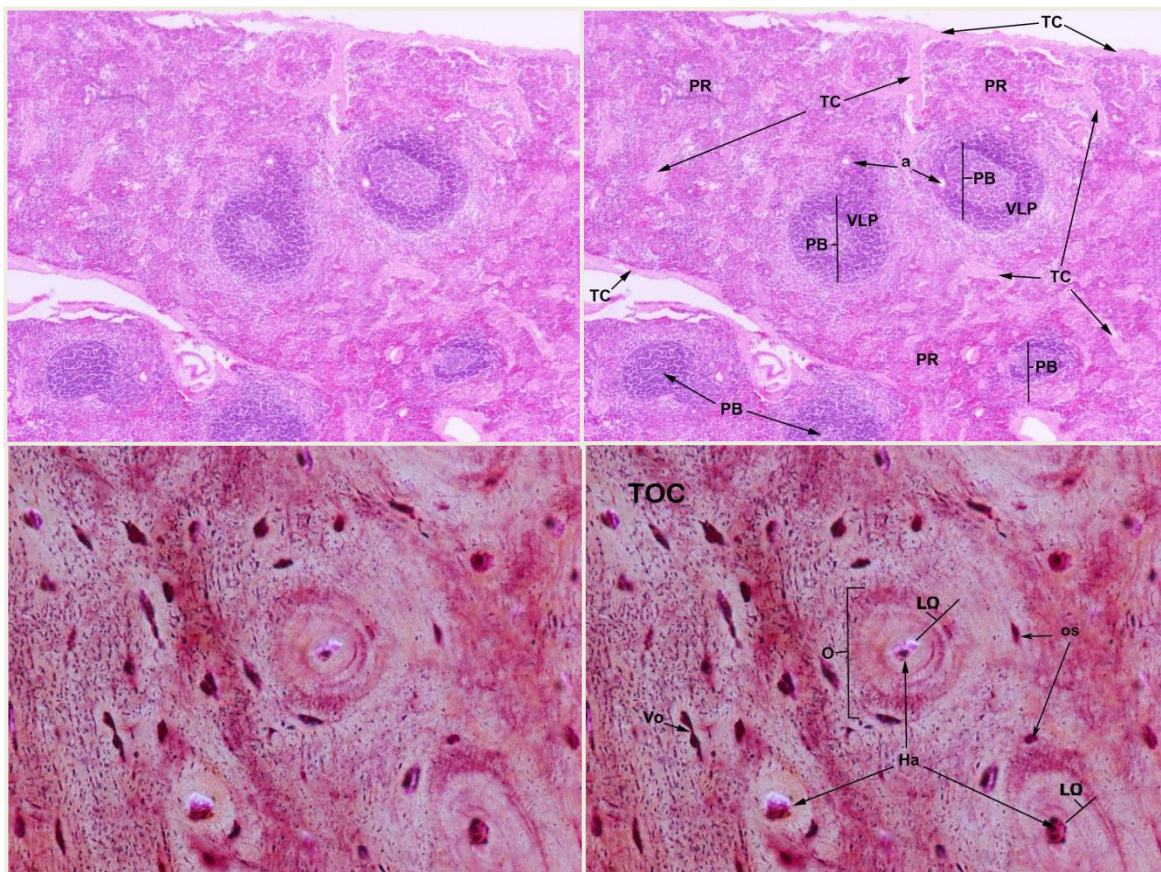
### 3.2 Fotografías de los preparados:

Las fotografías fueron tomadas a distintos aumentos en un microscopio Nikon H550S acoplado a una cámara digital (Nikon DS-Fi1). Las imágenes fueron tratadas con el programa Adobe® Photoshop CS5®, como se describe a continuación.

### 3.3 Tratamiento de las micrografías:

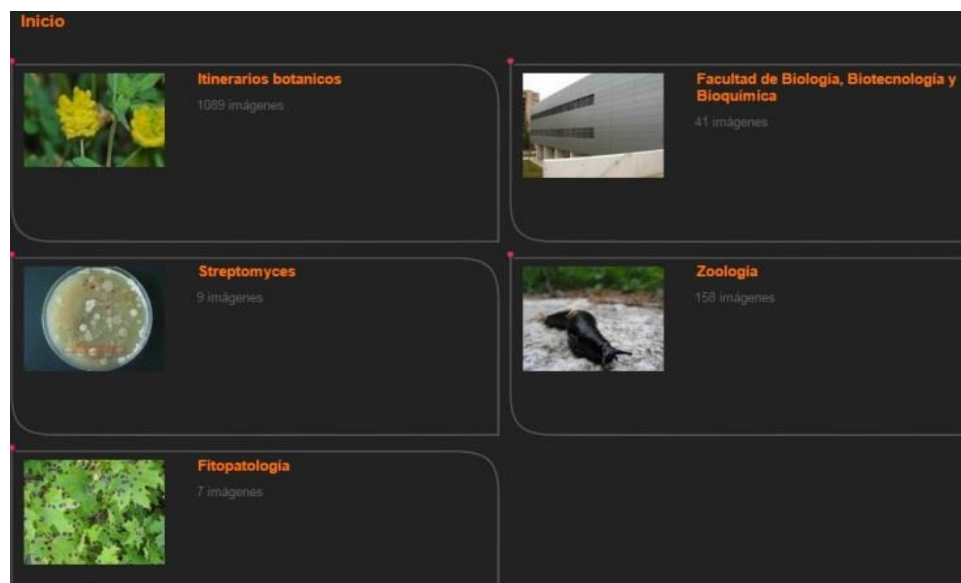
Una vez seleccionadas las imágenes de mejor calidad, se ha procedido a nombrarlas y enumerarlas. En cada una, para su correcto registro, se ha identificado el órgano y animal al que pertenecía el preparado, además de la tinción utilizada y los aumentos a los que se ha tomado la fotografía.

Se han realizado tratamientos con *Adobe® Photoshop®* para incrementar la calidad de la imagen; y se han incluido abreviaturas orientativas para cada estructura observada en la imagen. Todo el procedimiento se hizo de modo sistematizado y así, a medida que se ponían las abreviaturas, desarrollamos una base de datos en *Microsoft® Excel®* de todos los datos de las micrografías, las abreviaturas y a qué imagen correspondían (Ej.: Figura 3).



**Figura 3: Ejemplos de microfotografías.** Arriba dos micrografías de bazo y abajo dos micrografías de hueso; utilizadas para la realización del trabajo. Izquierda: imágenes de las preparaciones cedidas por la USAL; Derecha: imágenes tras el tratamiento realizado con *Adobe® Photoshop®*.

La base de datos de imágenes desarrolladas para este trabajo se publicará en el apartado *Imaginarium*, de la página web de la Biblioteca de la Facultad de Biología (<http://bibliotecabiologia.usal.es/imagenes/index.php>), una vez que el presente trabajo sea entregado y expuesto ante el tribunal evaluador. Esta galería se dedica a divulgar fotos de la Facultad y sus actividades: instalaciones, itinerarios botánicos, zoología, microbiología y fitopatología (Figura 4). Para el presente trabajo se abrirá una nueva categoría denominada “Histología animal”, que permitirá al espectador no sólo tener acceso a las imágenes sino también realizar búsquedas sobre los distintos componentes histológicos recogidos en ellas.



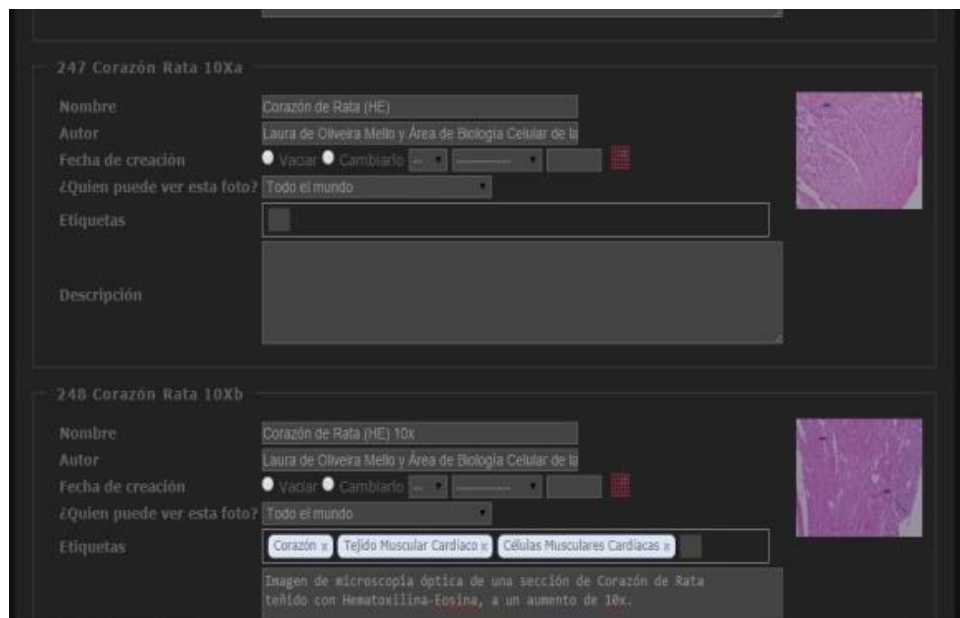
**Figura 4:** “Imaginarium”: galería de imágenes en la cual se publicará la base de datos desarrollada a lo largo del presente trabajo. (Imagen tomada de la Biblioteca de la Facultad de Biología de la Universidad de Salamanca).

Aunque no se hará pública hasta el día de la presentación de este trabajo, la página se ha ido desarrollando a lo largo del curso en modo “protegido” (término informático que hace referencia a un documento al que solo se puede acceder a través de un usuario y/o clave (Figura 5)). Todo esto ha sido posible gracias a la colaboración con la Biblioteca de la Facultad y, más concretamente, con la ayuda del Jefe de biblioteca D. Ángel Poveda.

The image shows a login form on a dark background. It has three input fields: 'Nombre de usuario' with the text 'histologia' entered, 'Contraseña' with dots, and a checkbox for 'Connexión automática'. Below the fields is a red 'Enviar' button.

**Figura 5:** Nombre de usuario y clave utilizadas para acceder al modo protegido de la plataforma *Imaginarium*. Con esos datos ha sido posible acceder, como administrador, al área dedicada a las microfotografías de éste trabajo.

A través de una dirección para acceder a la galería online en modo administrador, con un usuario y clave proporcionados por el personal responsable de la página, hemos podido proceder a incluir las imágenes reunidas para la base de datos. Cada fotografía se ha añadido de manera individual, así como sus descripciones, títulos, autor e etiquetas de búsqueda (Figura 6).

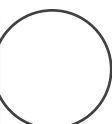


**Figura 6: Construcción de la página web.** Ejemplo de cómo se ha añadido cada una de las imágenes a la galería de la biblioteca de la Facultad de Biología.

Cada imagen ha sido cuidadosamente tratada, basándose en los conocimientos del autor y en consultas de libros, atlas y bases de datos de histología animal<sup>3-28</sup>. Todas las imágenes seleccionadas, así como los textos descriptivos y las etiquetas de búsqueda, han sido revisados y corregidos por los tutores del trabajo.



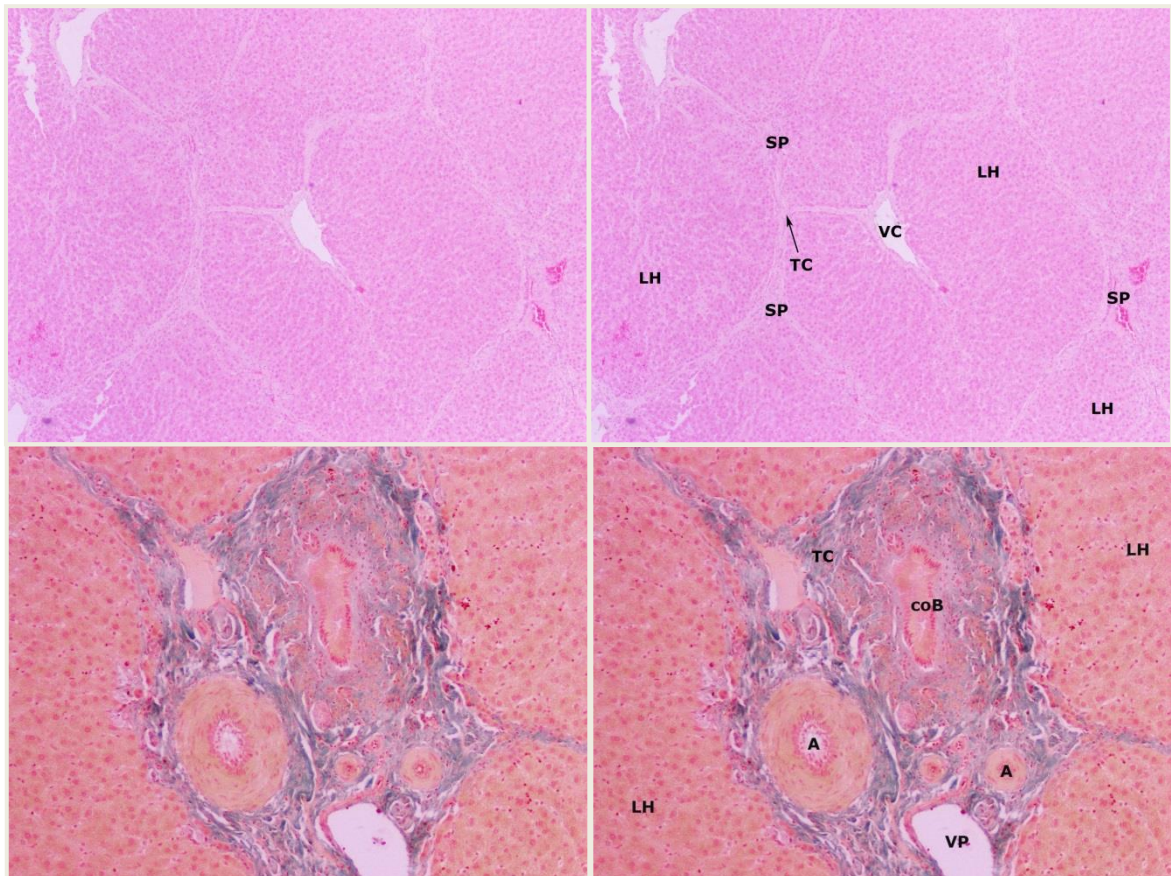
## 4. Resultados



## 4. Resultados:

El resultado de este trabajo culminará en la publicación de las micrografías tomadas de preparados de histología animal del departamento de Biología Celular de la Universidad de Salamanca. Tras meses de obtención de fotografías y tratamiento de las mismas, hemos logrado subir, en modo protegido, más de cien micrografías. Para la exposición del trabajo al tribunal correspondiente, se procederá a la publicación oficial de las fotografías en la web ya especificada.

La primera parte del trabajo consistió en el procesamiento de las imágenes: su tratamiento con *Adobe Photoshop*®, la elaboración del archivo de *Microsoft Excel*® y la redacción de los textos descriptivos en *Microsoft Word*®. Como ejemplo, a continuación se recoge el resultado del trabajo realizado en dos de las micrografías tomadas de preparaciones de hígado de cerdo (Figuras 7, 8 y 9). En el anexo I se presentan los archivos de *Microsoft Excel*® y *Microsoft Word*® desarrollados a lo largo del presente trabajo.



**Figura 7: Resultado del tratamiento de las micrografías de hígado de cerdo.** En la parte superior se muestran dos imágenes de preparados de hígado de cerdo teñido con hematoxilina-eosina a un aumento de 4x. Debajo dos imágenes de preparados de hígado de cerdo teñido con tricrómico de Masson a un aumento de 10x. En la izquierda las fotografías realizadas con la cámara incorporada al microscopio; y en la derecha las mismas imágenes tras el tratamiento y con las abreviaturas correspondientes a los componentes titulares que se quieren resaltar.

## HÍGADO:

Imagen de microscopía óptica de una sección de Hígado de Cerdo teñida con \_\_\_\_\_, con un aumento de \_\_\_\_\_.

La unidad estructural del hígado se conoce como lobulillo hepático (LH). Está formada por sinusoides hepáticos (s) y rodeados por tejido conjuntivo (TC). En el centro de cada lobulillo hepático se encuentra una vena central (VC). En cada vértice, conocido como espacio portal (SP), se aprecia la vena porta (VP), el conducto biliar (coB) y arterias (A).

**Figura 8: Texto descriptivo elaborado para las preparaciones de hígado de cerdo.** Para cada órgano se ha realizado un texto general descriptivo, con un nivel adecuado a los estudiantes de histología animal del Grado en Biología de la Universidad de Salamanca. A la hora de reescribirlo, en la plataforma Imaginarium, se ha adaptado cada texto a la imagen a la cual corresponde. En la imagen se presenta, a modo de ejemplo, el texto original para referirse a las preparaciones de hígado de cerdo.

	A	B
1	A	Arteria
2	coB	Conducto Biliar
3	LH	Lobulillos Hepáticos
4	s	Sinusoides
5	SP	Espacio Portal
6	TC	Tejido Conjuntivo
7	VC	Vena Central
8	VP	Vena Porta

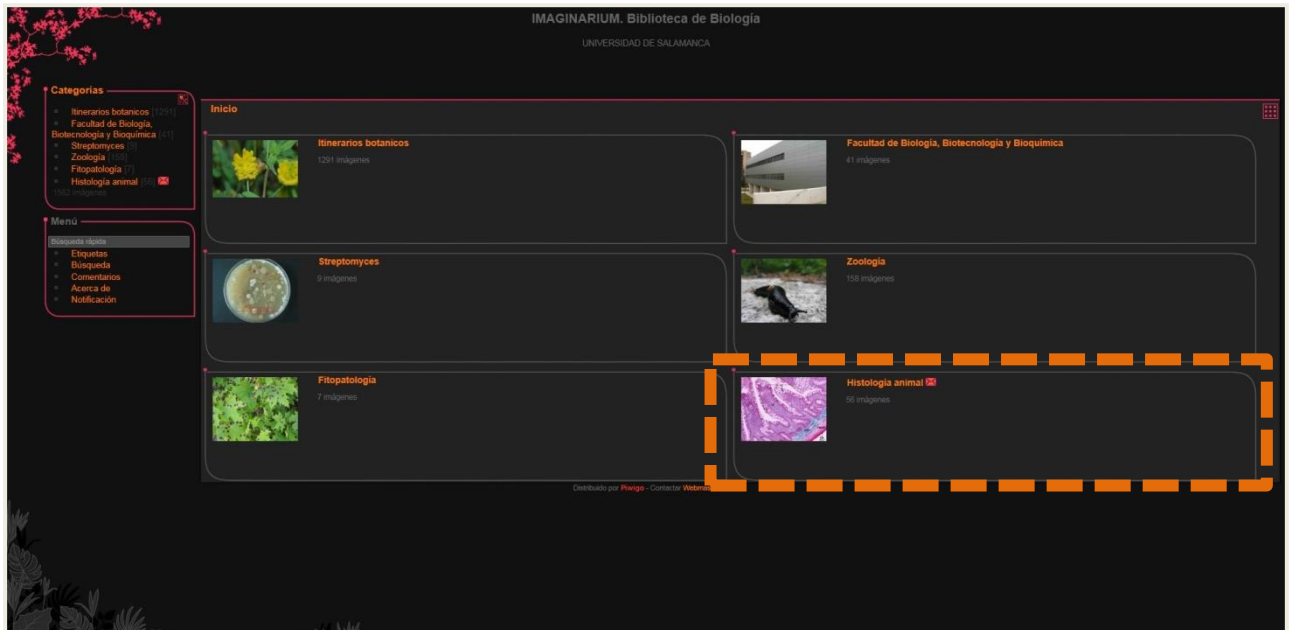
**Figura 9: Abreviaturas que figuran en las preparaciones de hígado de cerdo.** En Microsoft Excel® se ha desarrollado una base de datos con todas las abreviaturas utilizadas en todas las imágenes, por orden alfabético. Las abreviaturas deben ser específicas para cada estructura.

Para acceder a la plataforma, y poder consultar las fotos publicadas tras la exposición del presente trabajo, existe un acceso directo desde la página web de la biblioteca de la Facultad de Biología (Figura 10). (<http://bibliotecabiologia.usal.es/>)

The image shows the website of the Faculty of Biology Library at the University of Salamanca. The main header features the word 'BIBLIOTECA' in large letters, with 'FACULTAD DE BIOLOGÍA' and 'UNIVERSIDAD DE SALAMANCA' below it. A navigation menu includes links for 'Inicio', 'Contacto y Sugerencias', '¿Quiénes somos?', 'Bioempleo', 'Horario y localización', 'Servicio de Bibliotecas', 'Facultad de Biología', and 'Acceso remoto'. A search bar is present with a 'Palabra Clave' dropdown and a 'Buscar' button. On the left, there is a sidebar with various services like 'Búsqueda avanzada', 'Búsqueda por signatura', 'Signaturas de Biología', 'Encuentra artículos', 'Science direct', 'Springer', 'Nature', 'Todas las revistas', 'Índice de impacto de las revistas', 'Préstamo interbibliotecario', 'Solicitud de compra de libros', 'Repositorio GREDOS', and 'Nuevas adquisiciones'. The main content area displays several book covers and a prominent 'IMAGINARIUM' section with a 'Nuevo Facebook' badge. A 'GÚSTANOS' button with a thumbs-up icon is also visible. On the right, there are sections for 'Asociaciones de interés' and 'Tutoriales'.

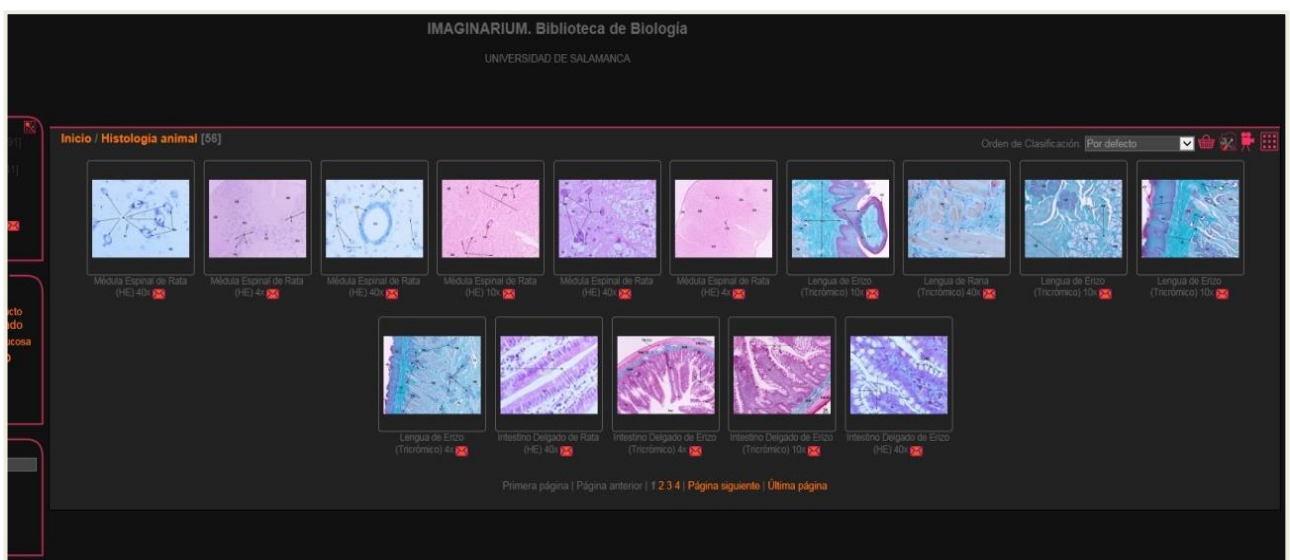
**Figura 10: Modo de acceder a la plataforma Imaginarium.** En la página web de la biblioteca de la Facultad de Biología existe un acceso directo, destacado en la imagen en el recuadro naranja, a la plataforma Imaginarium.

Una vez dentro de la página de *Imaginarium* se aprecian las distintas categorías que presenta la base de imágenes (Figura 4, vista previa a la exposición del TFG; Figura 11, vista una vez que se haya hecho público el apartado dedicado a la Histología animal).

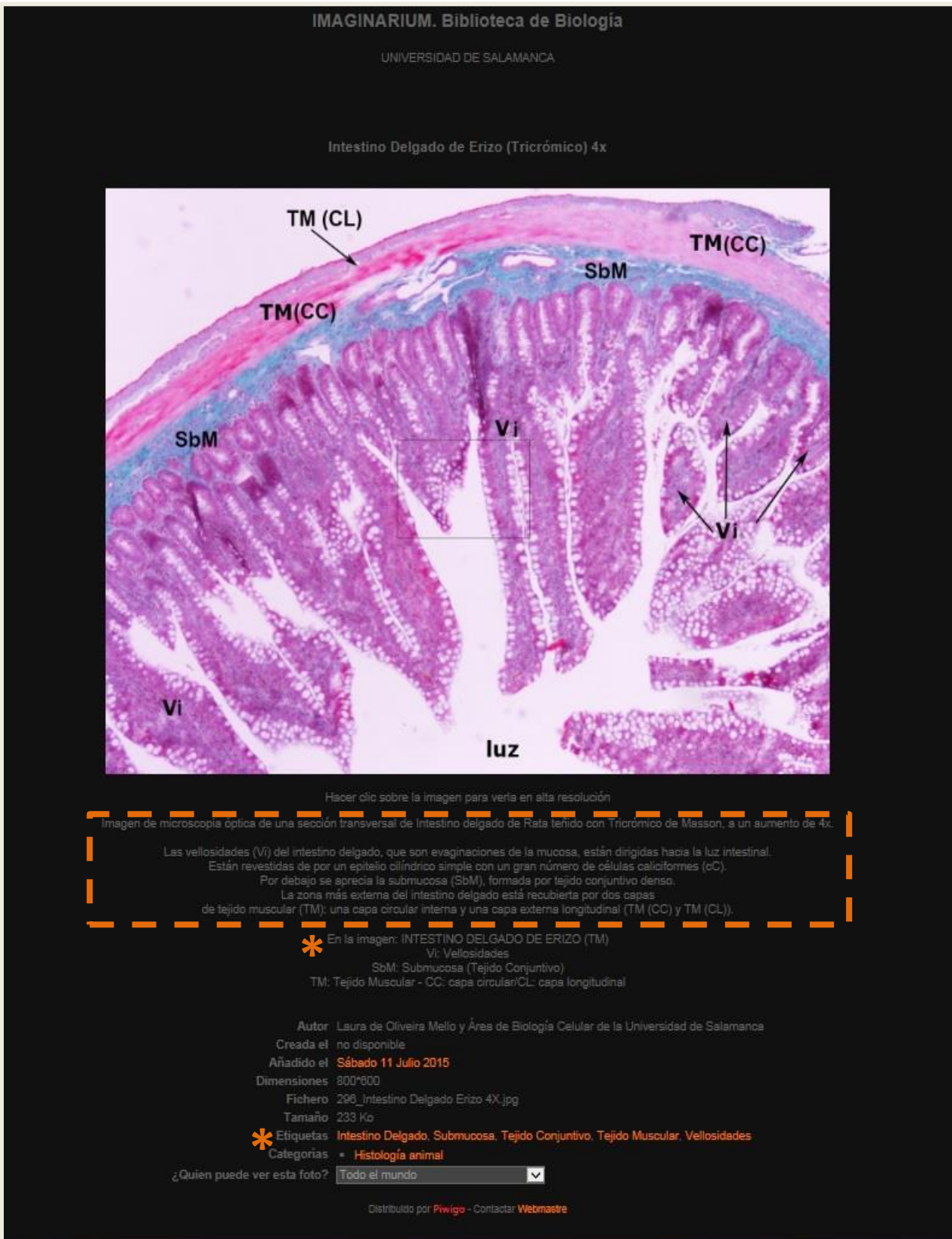


**Figura 11: Aspecto de *Imaginarium* una vez hecho público el apartado dedicado a histología animal.** En la imagen se presenta cómo aparecerá la categoría de Histología animal desarrollada a lo largo del presente trabajo. Se destaca en el recuadro naranja el apartado en cuestión.

Cuando el usuario selecciona el apartado de Histología animal, se le presentan todas las imágenes añadidas en el desarrollo de la base de datos (Figura 12). En total, hemos recogido 101 fotografías, con sus correspondientes textos y asignación de etiquetas (Figura 13).



**Figura 12: Categoría dedicada a histología animal de *Imaginarium*.** En la imagen se aprecia lo que se presenta una vez que se accede al apartado diseñado para el presente trabajo. Obsérvese que existen más páginas de imágenes.

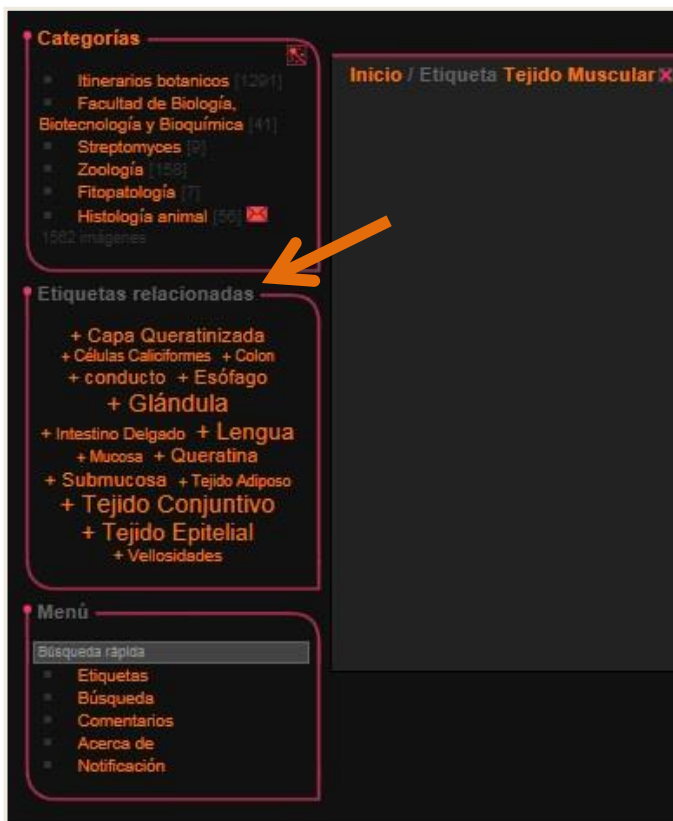


**Figura 13: Ejemplo de cómo se presentará cada micrografía individualmente, una vez publicadas.** Destacamos el texto descriptivo que acompaña la imagen (encuadrado en naranja), así como las leyendas y etiquetas referentes a los distintos elementos de la imagen (asteriscos) mencionados anteriormente en la explicación del desarrollo del trabajo realizado.

Si el usuario busca o selecciona alguna de las “palabras clave” o etiquetas asignadas a las distintas estructuras relacionadas con la histología animal, todas las imágenes se agrupan en relación a dicha búsqueda o etiqueta. Es decir, si el usuario en la búsqueda o en las etiquetas selecciona, por ejemplo, “tejido muscular”, todas las imágenes relacionadas con “tejido muscular” se agruparán y se le presentarán directamente. Esto ocurre gracias a la asignación de etiquetas o “palabras clave” a cada una de las micrografías de este trabajo (Figuras 14 y 15).



**Figura 14: Ejemplo de cómo se presentarán las imágenes agrupadas tras una búsqueda o selección de etiqueta.** En la imagen se aprecia una serie de imágenes que se agrupan tras la búsqueda por “tejido muscular” (flecha); se presentan todas las imágenes a las que se ha asignado la etiqueta de tejido muscular.



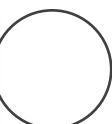
**Figura 15: Detalle del lateral de la página tras una búsqueda o selección de etiqueta.** La plataforma, además de presentar las imágenes que presenten tejido muscular, exhibe una serie de “palabras clave” relacionadas (flecha), etiquetas asignadas a distintas estructuras en la categoría de histología animal.

Por último, quiero destacar que no es la página en sí ni el tratamiento fotográfico el resultado en última instancia de este trabajo. Como ya se dijo anteriormente, el objetivo final de este trabajo es su uso en la docencia y su aplicación práctica para el aprendizaje de la Histología animal.

Así pues, el resultado real será apreciado tras utilización como herramienta docente en niveles universitarios o pre-universitarios. Y esta herramienta mejorará, indudablemente, con la interacción y las sugerencias de los posibles usuarios.



# 5. Perspectivas Futuras





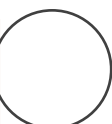
## **Perspectivas Futuras:**

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 histología animal, sino también a cualquier otra asignatura para la cual pueda suponer una herramienta de enseñanza.

Además, con la ayuda del Jefe de biblioteca de la Facultad de Biología se plantea el proyecto de desarrollar una aplicación interactiva con las micrografías de este trabajo. El fin de esta futura aplicación será facilitar el aprendizaje mediante una “especie de juego” que permita relacionar las diferentes estructuras de un corte histológico con su denominación. Los usuarios podrán así comprobar el avance de sus conocimientos en cuanto a las estructuras encontradas en los distintos tejidos animales, incrementando todavía más la eficiencia como herramienta de enseñanza.



## 6. Conclusión

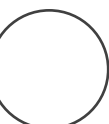


## **Conclusión:**

La herramienta desarrollada supone un elemento adicional para la enseñanza de la Histología Animal. 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 Histología Animal. Su utilidad se verá comprobada si tiene la suficiente difusión y *feedback* con el posible usuario.



## 7. Bibliografía



## **Bibliografía:**

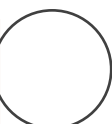
1. Paivio A. (1986) "Mental representations: a dual coding approach". Oxford. England: Oxford University Press
2. Paivio A. (2006) "Dual coding theory and education". En: The University of Michigan School of Education. September 29-October 1.
3. Ross, M.H., Pawlina, W. y Barnash, T.A. (2009) Atlas de Histología Descriptiva. Ed. Panamericana
4. Boya Vegue, J. (2011) Atlas de Histología y Organografía microscópica. Ed. Panamericana
5. Craigmyle, M.B.L. (1975) Atlas a color de Histología. Ed. Year Book Medical Publishers Inc.
6. Gartner, L.P. y Hiatt, J.L. (2007) Texto Atlas de Histología. Ed. McGraw Hill
7. Junqueira, L.C. y Carneiro, J. (2005) Histología básica. Texto y Atlas. Ed. Masson
8. Kierszenbaum, A.L. (2008) Histología y Biología Celular. Introducción a la Anatomía Patológica. Ed. Elsevier
9. Kühnel, W. (2005) Atlas color de Citología e Histología. Ed. Panamericana
10. Eynard, A.R., Valentich, M. A. y Rovasio, R.A. (2008). Histología y Embriología del ser humano. Bases celulares y moleculares. Ed. Panamericana
11. P. R., Nistal, M. et al. (1997) Citología e histología vegetal y animal. Editorial McGraw-Hill-Interamericana de España S.A. Madrid.
12. Fawcet, D.W. (1995) Tratado de histología. Interamericana (12ª Edición). Madrid.
13. Welsch, U. (2008). "Sobotta Histología" Ed. Medica Panamericana; 2ª Ed.
14. Bancroft, J.D. & Stevens, A. (1990) Theory and practice of histological techniques. Ed. Churchill Livingstone.
15. Martoja, R. y Martoja, M. (1970) Técnicas de Histología Animal. Ed. Toray-Masson
16. Montuenga, L., Esteban, F.J. y Calvo, A. (2009) Técnicas en Histología y Biología Celular. Ed. Elsevier
17. Kiernan, J.A. (2002) Histological and histochemical methods: theory and practice Arnold Publisher. (3ª edición). London.
18. Villena, A., López-Fierro, P. et al. "E-Histología: Atlas Interactivo on-Line de Histología y Organografía Microscópica Comparada." ( <http://www.e-histologia.unileon.es/1inicio/home/ehistol800x600.html#A>)
19. Área de Histología del Departamento de Anatomía, Anatomía Patológica e Histología de la Universidad de La Laguna. "Histología.es" (<http://www.histologia.es>)
20. Pedrosa Raya, J.A., del Moral Leal, M.L. et. al (Universidad de Jaén- dpto. de biología experimental- área de biología celular); "Atlas de Histología Interactivo" (<http://www.ujaen.es/investiga/atlas>)
21. Ronald A. B., Adel K., and Paul M. H., Jr. (The University of Iowa – 1999). "Atlas of Microscopic Anatomy - A Functional Approach: Companion to Histology and Neuroanatomy" (<http://www.anatomyatlases.org>)
22. Benjamin D. W., et.al (University of Illinois at Urbana-Champaign – 1999). "Cell and Tissue Biology" (<https://histo.life.illinois.edu/histo>)
23. Hugo Lorenzi, M. (Facultad de Medicina. UBA – Auspiciado por el gobierno autónomo de Buenos Aires) "Atlas de Histología" (<http://www.atlasdehistologia.com.ar>)
24. Morin, A. (desde 1996) "A bank of digital resources for teaching biology" (<http://biodidac.bio.uottawa.ca/thumbnails/histocatquery.htm>)
25. ©Deltagen Incorporated (2000–2006) "DeltaBase™ Histology Atlas" (<http://www.deltagen.com/target/histologyatlas/HistologyAtlas.html>)



26. Riccillo, F. (Universidad Nacional de La Plata – 2014) “*Histología y Embriología Animal*” (<http://histomuseo.wix.com/histologia>)
27. Lee, L.M.J. (Dept. of Biomedical Informatics – Division of Anatomy) “*Virtual Histology Laboratory*”. (<http://histology.osumc.edu/histology/index.html>)
28. Childs, G. (Department of Neurobiology and Developmental Sciences University of Arkansas for Medical Sciences) “*Microanatomy Web Atlas*”. (<http://microanatomy.net>)



## 8. Anexo I



**Microsoft® Excel®:** Las imágenes seleccionadas para el trabajo se han identificado con un N° de registro (siguiendo el orden en que se obtuvieron las fotografías), el órgano y animal a que pertenecía la muestra, la tinción utilizada en la preparación y los aumentos a los que se ha captado la imagen.

Nº Registro	Órgano	Animal	Aumento	Tinción	Nº Registro	Órgano	Animal	Aumento	Tinción
216	Bazo	Rata	4x	HE	310	Médula Espinal	Rata	4x	HE
217	Bazo	Rata	10x	HE	311	Médula Espinal	Rata	10x	HE
218	Bazo	Rata	10x	HE	312	Médula Espinal	Rata	40x	
219	Bazo	Rata	40x	HE	313	Médula Espinal	Rata	4x	
220	Bazo	Rata	40x	HE	314	Médula Espinal	Rata	40x	
226	Cerebelo	Rata	4x	HE	315	Médula Espinal	Rata	40x	
227	Cerebelo	Rata	10x	HE	321	Ojo	Pez	4x	Tricromica
228	Cerebelo	Rata	10x	HE	327	Ojo	Pez	40x	Tricromica
229	Cerebelo	Rata	40x	HE	328	Ojo	Pez	40x	Tricromica
230	Cerebelo	Rata	40x	Golgi	329	Oreja	Rata	4x	Tricromica
231	Cerebro	Rata	4x	HE	330	Oreja	Rata	10x	Tricromica
232	Cerebro	Rata	10x	HE	332	Oreja	Rata	40x	Tricromica
233	Cerebro	Rata	10x	HE	333	Oreja	Rata	40x	Tricromica
234	Cerebro	Rata	40x	HE	334	Páncreas	Rata	4x	HE
236	Colon	Erizo	4x	Tricromica	335	Páncreas	Rata	10x	HE
237	Colon	Erizo	10x	Tricromica	337	Páncreas	Rata	40x	HE
238	Colon	Erizo	10x	HE	339	Piel	Humano	4x	HE
247	Corazón	Rata	10x	HE	340	Piel	Humano	4x	Tricromica
248	Corazón	Rata	10x	HE	341	Piel	Humano	10x	Tricromica
249	Corazón	Rata	40x	HE	342	Piel	Humano	10x	Tricromica
250	Corazón	Rata	40x	HE	343	Piel	Humano	10x	Tricromica
258	Esófago	Rata	4x	HE	344	Piel	Humano	40x	Tricromica
259	Esófago	Rata	10x	HE	346	Piel	Humano	40x	Tricromica
260	Esófago	Rata	10x	HE	356	Pulmón	Rata	4x	HE
261	Esófago	Rata	40x	HE	359	Pulmón	Rata	10x	HE
276	Grasa Parda	Erizo	4x	HE	360	Pulmón	Rata	40x	HE
277	Grasa Parda	Erizo	10x	HE	361	Rabo	Ratón	4x	Tricromica
278	Grasa Parda	Ratón	10x	HE	363	Rabo	Ratón	10x	Tricromica
279	Grasa Parda	Erizo	40x	Tricromica	366	Riñón	Rata	4x	HE
280	Grasa Parda	Ratón	40x	HE	368	Riñón	Conejo	10x	HE
281	Hígado	Cerdo	4x	HE	369	Riñón	Rata	10x	HE
282	Hígado	Cerdo	10x	HE	372	Sangre	Humano	40x	
283	Hígado	Cerdo	10x	Tricromica	373	Sangre	Humano	40x	
286	Hueso	Conejo	4x	HE	374	Sangre	Humano	40x	
287	Hueso	Conejo	10x	HE	375	Sangre	Humano	40x	
288	Hueso	Conejo	40x	HE	376	Sangre	Humano	40x	
289	Articulación	Rata	4x	HE	377	Sangre	Tenca	40x	
290	Articulación	Rata	10x	HE	378	Tráque -Esófago	Erizo	4x	Tricromica
291	Articulación	Rata	10x	HE	379	Tráque -Esófago	Erizo	4x	Tricromica
293	Articulación	Rata	40x	Tricromica	380	Tráque -Esófago	Erizo	10x	Tricromica
294	Articulación	Rata	40x	Tricromica	381	Tráque -Esófago	Erizo	10x	Tricromica
296	Intestino Delgado	Erizo	4x	Tricromica	382	Tráque -Esófago	Erizo	10x	Tricromica
297	Intestino Delgado	Erizo	10x	Tricromica	383	Tráque -Esófago	Erizo	40x	Tricromica
298	Intestino Delgado	Erizo	40x	Tricromica	384	Tráque -Esófago	Erizo	40x	Tricromica
300	Intestino Delgado	Rata	40x	HE	386	Vejiga	Ratón	10x	HE
303	Lengua	Erizo	4x	Tricromica	387	Vejiga	Ratón	10x	Tricromica
304	Lengua	Erizo	10x	Tricromica	388	Vejiga	Ratón	40x	Tricromica
305	Lengua	Erizo	10x	Tricromica	389	Vejiga	Ratón	40x	HE
306	Lengua	Erizo	10x	Tricromica	391	Vesícula Biliar	Erizo	10x	HE
308	Lengua	Rana	40x	Tricromica	392	Vesícula Biliar	Erizo	40x	HE
					393	Vesícula Biliar	Erizo	40x	HE



**Microsoft® Excel®:** Las abreviaturas se han establecido de acuerdo con la estructura a la que se refería y, por supuesto, con el cuidado de que no se repitiesen; para evitar cualquier posible confusión por parte del espectador a la hora de utilizar la plataforma para consultar las imágenes.

	A	B		LH	
			51	LH	Lobulillos Hepáticos
1	A	Arteria	52	Li	Linfocito
2	Ac	Acinos	53	LO	Laminillas óseas
3	AD	Asta Dorsal	54	M	Mucosa
4	AV	Alveólos	55	Mex	Matriz Extracelular
5	AV	Asta Ventral	56	MO	Médula Ósea
6	Ax	Axón	57	N	Neurona
7	Br	Bronquiolo	58	n	Nucleolo
8	C	Cartilago	59	NC	Núcleo Celular
9	cC	Célula Caliciforme	60	Nis	Cuerpos de Nissl
10	CC	Conducto Central	61	O	Osteona
11	CEP	Capa Epitelial Pigmentada	62	os	osteocitos
12	cep	Células endimarias	63	PB	Pulpa Blanca
13	CF	Capa de Fotorreceptores (Conos y Bastones)	64	PD	Papila Dermica
14	CFNO	Capa de fibras del Nervio Optico	65	Perc	Pericondrio
15	CG	Capa Granular	66	pM	Pliegues de la Mucosa
16	CGI	Capa Ganglionar	67	pO	periostio
17	cGli	Célula Glial	68	PR	Pulpa Roja
18	ci	Ciliado	69	pR	Porción Recta
19	cLie	Criptas de Lieberkühn	70	RET	Retina
20	CM	Capa Molecular	71	s	Sinusoides
21	cMC	células musculares cardíacas	72	SB	Sustancia Blanca
22	CNE	Capa Nuclear Externa	73	SbM	SubMucosa
23	CNI	Capa Nuclear Interna	74	sC	Estrato Córneo
24	co	Conducto	75	SG	Sustancia Gris
25	coAV	Conducto Aveolar	76	SN	Soma Neuronal
26	coB	Conducto Biliar	77	SP	Espacio Portal
27	con	Condrocitos	78	SS	Espacio Subaracnoideo
28	CPE	Capa Plexiforme Externa	79	TA	Tejido Adiposo
29	CPI	Capa Plexiforme Interna	80	Tab	Tejido Adiposo Blanco
30	CPu	Capa de Células de Purkinje	81	TAp	Tejido Adiposo Pardo
31	cQ	Capa Queratinizada	82	TAV	Tejido Alveolar
32	De	Dentrita	83	TC	Tejido Conjuntivo
33	DER	Dermis	84	tC	Tubulo Contorneado
34	E	Eritrocito	85	TCA	Tejido Cartilaginoso Articular
35	EB	Espacio de Bowman	86	TCC	Tejido Cartilaginoso de crecimiento
36	eDe	Espinas Dentríticas	87	TE	Tejido Epitelial
37	EPI	Epidermis	88	Te	Tendones
38	FP	Foliculo Piloso	89	TM	Tejido Muscular
39	G	Glándulas	90	TMC	Tejido Muscular Cardíaco
40	Ge	Granulocito Eosinófilo	91	TO	Tejido Óseo
41	GM	Glándulas Mucosas	92	TOC	Tejido Óseo Compacto
42	Gn	Granulocito Neutrófilo	93	V	Vena
43	GR	Glomerulos Renales	94	VC	Vena Central
44	GS	Glándulas Serosas	95	Vi	Vellosidad intestinal
45	Gse	Glándula Sebáceas	96	VK	Vellosidades
46	Gsu	Glándulas Sudoríparas	97	VLP	Vaina Linfoide Periarteriolar
47	Ha	Conducto de Havers	98	Vo	Conducto de Volkman
48	I	Capa Plexiforme o molecular	99	VP	Vena Porta
49	II	Capa Granular externa	100	VR	Vaina Radicular
50	isL	Islote Langerhans	101	VS	Vaso Sanguíneo

**Microsoft® Word®:** Para cada órgano se ha diseñado un texto general descriptivo con un nivel adecuado a los estudiantes de Histología animal, del Grado en Biología o Biotecnología, de la Universidad de Salamanca. A la hora de reescribirlo en la plataforma Imaginarium, se ha adaptado cada texto a la imagen a la cual corresponde.

## **BAZO:**

Esta imagen de microscopía óptica corresponde a Bazo de rata teñido con Hematoxilina-Eosina, a un aumento de \_\_\_\_.

El bazo está recubierto de una capa de Tejido Conjuntivo (TC).

En la imagen se observa que desde la cápsula parten trabéculas de tejido conjuntivo que se distribuyen entre la pulpa. Ésta tiene dos partes: la pulpa roja (PR) y la pulpa blanca (PB).

La pulpa roja (PR) está formada esencialmente por sinusoides venosos, separados por cordones esplénicos, con gran cantidad de eritrocitos. Además, en ella se puede observar la presencia de arteriolas (a).

La pulpa blanca (PB) contiene una alta concentración de linfocitos, que forman una vaina linfocítica periarterioleolar (VLP).

## **CEREBELO:**

Imagen de microscopía óptica de una sección de Cerebelo de rata teñido con \_\_\_\_\_, a un aumento de \_\_\_\_.

En la zona superficial, denominada sustancia gris (SG), se pueden apreciar dos (tres) capas. La capa más clara (externa) corresponde a la capa molecular (CM), y la más oscura (interna) a la capa granular (CG). Entre ellas se localiza la capa de células de Purkinje (CPu), que envían las dendritas hacia la capa molecular.

En la capa molecular destaca la presencia de un reducido número de somas neuronales. En la capa granulosa se observa mayor densidad de somas neuronales.

La zona más interna de la microfotografía corresponde a la sustancia blanca (SB) del cerebelo.

## **CEREBRO:**

Imagen de microscopía óptica de una sección de Encéfalo de rata teñida con Hematoxilina-Eosina, con un aumento de \_\_\_\_.

En la imagen se pueden observar las dos zonas que lo componen; sustancia gris (SG) y la sustancia blanca (SB). También hay diversos núcleos celulares (N), tanto somas neuronales (SN) como células gliales (cGli).

(Imagen 232) Aquí se puede observar dos de las seis capas que constituyen el cerebro. La capa más superficial, de color rosa más claro, corresponde a la capa I o capa plexiforme (I). Por debajo se sitúa la capa II o capa granular externa (II). La capa I está formada principalmente por fibras nerviosas, y la capa II contiene principalmente neuronas piramidales pequeñas.

## **COLON:**

Imagen de microscopía óptica de una sección transversal del Colon de erizo teñido con \_\_\_\_\_, a un aumento de \_\_\_\_.

La mucosa (M) del colon presenta un epitelio simple cilíndrico con glándulas tubulares sencillas (criptas de Lieberkühn (cLie)) y células caliciformes (cC), difíciles de diferenciar a pequeño aumento. A diferencia de otras partes del intestino, apenas presenta vellosidades intestinales, la superficie es de morfología más lisa.

Debajo de la mucosa está la submucosa (SbM), formada por tejido conjuntivo denso irregular, con vasos sanguíneos, linfáticos y nervios. La zona más alejada de la luz, recubriendo el colon, corresponde a tejido muscular (TM).

## **CORAZÓN:**

Imagen de microscopía óptica de una sección de Corazón de rata teñido con \_\_\_\_\_, a un aumento de 40x.

La pared del corazón está formada por tejido muscular estriado cardíaco (TMC), compuesto por células musculares cardíacas (cMC).

## **ESÓFAGO:**

Imagen de microscopía óptica de una sección transversal de Esófago de rata teñido con Hematoxilina-Eosina, con un aumento de \_\_\_\_.

En contacto con la luz del tracto digestivo se observa una capa de tejido epitelial (TE): epitelio estratificado plano. A continuación se observa una capa de tejido conjuntivo (TC) laxo, que está rodeado por tejido muscular (TM). En el tejido conjuntivo se observan glándulas (G).

## **GRASA PARDA:**

Imagen de microscopía óptica de una sección de Tejido Adiposo pardo, o grasa parda, de \_\_\_\_ teñida con \_\_\_\_\_, con un aumento de \_\_\_\_.

La grasa parda presenta células muy próximas entre sí, con un espacio intercelular mínimo. Los adipocitos se caracterizan por presentar muchas gotas lipídicas. Se observan tabiques de tejido conjuntivo (TC). Obsérvese vasos sanguíneos (VS) y venas (V).

### **INTESTINO DELGADO:**

Imagen de microscopía óptica de una sección transversal de Intestino delgado de \_\_\_\_\_ teñido con \_\_\_\_\_, a un aumento de \_\_\_\_\_.

Las vellosidades (Vi) del intestino delgado, que son evaginaciones de la mucosa, están dirigidas hacia la luz intestinal. Están revestidas de por un epitelio cilíndrico simple con un gran número de células caliciformes (cC). Por debajo se aprecia la submucosa (SbM), formada por tejido conjuntivo denso.

La zona más externa del intestino delgado está recubierta por dos capas de tejido muscular (TM): una capa circular interna y una capa externa longitudinal (TM (CC) y TM (CL)).

### **HÍGADO:**

Imagen de microscopía óptica de una sección de Hígado de Cerdo teñida con \_\_\_\_\_, con un aumento de \_\_\_\_\_.

La unidad estructural del hígado se conoce como lobulillo hepático (LH). Está formada por sinusoides hepáticos (s) y rodeados por tejido conjuntivo (TC). En el centro de cada lobulillo hepático se encuentra una vena central (VC). En cada vértice, conocido como espacio portal (SP), se aprecia la vena porta (VP), el conducto biliar (coB) y arterias (A).

### **HUESO:**

Imagen de microscopía óptica de una sección de Hueso de Conejo teñida con \_\_\_\_\_, con un aumento de \_\_\_\_\_.

El tejido óseo compacto (TOC) se observa como una masa sólida. El tejido óseo esponjoso posee muchas trabéculas óseas finas y ramificadas; entre éstas trabéculas se encuentra el tejido hematopoyético o médula ósea (MO).

La estructura característica del hueso es la Osteona (O). Cada osteona está compuesta por laminillas óseas (LO) rodeando un conducto. En las laminillas se observan las células óseas u osteocitos (o).

En el centro de cada osteona, rodeado de las laminillas óseas, se localiza el conducto de Havers (Ha). Los conductos de Havers contienen vasos sanguíneos, pequeños capilares linfáticos y nervios.

Se observan en orientación perpendicular los conductos de Volkman (Vo).

El tejido óseo está rodeado por un tejido conjuntivo especial con capacidad osteógena: el periostio (pO).

### **ARTICULACIONES:**

Imagen de microscopía óptica de una sección de una articulación de Rata teñida con Hematoxilina-Eosina, con un aumento de \_\_\_\_\_.

En las articulaciones se pueden observar diferentes tipos de tejidos: tejido óseo (TO), médula ósea (MO) y tejido cartilaginoso.

En la sección se puede observar cartílago articular (TCA) y de crecimiento (TCC). Los dos tipos de cartílago están formados por células llamadas condrocitos (con) y matriz extracelular (Mex).

### **LENGUA:**

Imagen de microscopía óptica de una sección de una lengua de \_\_\_\_\_ teñida con Tricrómico de Masson, con un aumento de \_\_\_\_\_.

La lengua es un órgano que presenta distintos tejidos: Tejido Epitelial (TE), Tejido Conjuntivo (TC), Tejido Muscular (TM) y Tejido Adiposo (TA). Dependiendo de la especie animal la lengua puede o no presentar una capa queratinizada (cQ) recubriendo su epitelio.

Entre los diversos tejidos se pueden observar glándulas de tipo seroso (GS) y glándulas de tipo mucoso (GM), además de una serie de conductos (co).

### **MÉDULA ESPINAL:**

Imagen de microscopía óptica de una sección transversal de médula espinal de Rata teñida con \_\_\_\_\_, con un aumento de \_\_\_\_\_.

En la periferia de la médula espinal se encuentra la sustancia blanca (SB).

En su interior está la sustancia gris (SG) y el conducto central (CC) o epéndimo. La sustancia gris presenta astas dorsales (AD) y ventrales (AV). En la parte dorsal se observa el espacio subaracnoideo (SS).

La sustancia gris contiene numerosas neuronas (N), en las que se puede observar el nucléolo (n) y cuerpos de Nissl (Nis) en las imágenes de mayor aumento.

Imagen 314: se pueden distinguir las células ependimarias (cep).

### **OJO:**

Imagen de microscopía óptica de una sección de un ojo de Pez teñida con \_\_\_\_\_, con un aumento de \_\_\_\_\_.

En el ojo se observa la retina (RET) y sus distintas capas que desde el interior hacia el exterior del ojo son:

Capa de fibras del Nervio Óptico (CFNO), Capa Ganglionar (CGI), Capa Plexiforme Interna (CPI), Capa Nuclear Interna (CNI), Capa Plexiforme Externa (CPE), Capa Nuclear Externa (CNE), Capa de Fotorreceptores: conos y bastones (CF) y Capa Epitelial Pigmentaria (CEP).

### **OREJA:**

Imagen de microscopía óptica de una sección de oreja de Rata teñida con Tricrómico de Masson, con un aumento de \_\_\_\_\_.

La oreja presenta en posición central una pieza de cartílago elástico, estructura cartilaginosa (C), en cuya periferia se observa el pericondrio (Perc) en las imágenes de mayor aumento.

Contiene tejido conjuntivo (TC) y tejido muscular (TM). Todo ello rodeado de una capa de epitelio queratinizado (cQ). En el tejido conjuntivo se encuentran diversos folículos pilosos (FP) y algunas glándulas sebáceas (GSe).



### **PÁNCREAS:**

Imagen de microscopía óptica de una sección de Páncreas de Rata teñida con Hematoxilina-Eosina, con un aumento de \_\_\_\_.

El páncreas es una glándula anficrina. La porción exocrina está compuesta de Acinos serosos (Ac) y la porción endocrina por los islotes de Langerhans (isL).

### **PIEL:**

Imagen de microscopía óptica de una sección de piel humana teñida con \_\_\_\_, con un aumento de \_\_\_\_.

Se observan las dos primeras capas de la piel; Epidermis (EPI) y Dermis (DER). Se diferencia el Estrato Córneo (sC). Por debajo de la dermis se observa tejido adiposo (TA).

En la dermis se observan folículos pilosos (FP), glándulas sebáceas (GSe), glándulas sudoríparas (GSu) y las papilas dérmicas (PD). Los folículos pilosos poseen en su interior una capa queratinizada (cQ), y rodeándola está la vaina reticular (VR) compuesta de tejido epitelial (TE).

### **PULMÓN:**

Imagen de microscopía óptica de una sección de pulmón de Rata teñida con Hematoxilina-Eosina, con un aumento de \_\_\_\_.

El pulmón está compuesto principalmente por una estructura tisular que se denomina comúnmente como Tejido Alveolar (TAV).

Desde la tráquea salen los bronquios que se ramifican en conductos conocidos como bronquiolos (Br), revestidos de tejido epitelial (TE). Los bronquiolos, a su vez, se segmentan en conductos alveolares (coAV) y finalmente en alveolos (AV).

### **COLA:**

Imagen de microscopía óptica de una sección de cola de Ratón teñida con Tricrómico de Masson, con un aumento de \_\_\_\_.

En la imagen se observa la estructura central, cartilaginosa (C), que rodea a la médula ósea (MO)

En la periferia del cartílago se observa tejido muscular (TM) y los tendones (Te). También se observan folículos pilosos (FP) en el tejido conjuntivo (TC) de la dermis; que a su vez está rodeado de una capa de epitelio queratinizado (cQ).

### **RIÑÓN:**

Imagen de microscopía óptica de una sección de riñón de \_\_\_\_ teñida con Hematoxilina-Eosina, con un aumento de \_\_\_\_.

Los glomérulos renales (GR) están rodeados de una capsula de tejido conjuntivo laxo, dejando a la vista lo que se conoce como el Espacio de Bowman (EB).

Se observan los túbulos contorneados (tC) y la porción recta (pR).

### **SANGRE:**

Imagen de microscopía óptica de un frotis de sangre de \_\_\_\_\_, con un aumento de \_\_\_\_.

Los eritrocitos, hematíes o glóbulos rojos (E), son las células más abundantes de la sangre. Las plaquetas (plq) son los elementos formes más pequeños que encontramos en la sangre.

Se observan glóbulos blancos de distintos tipos: Linfocitos (Li), Granulocitos Neutrófilos (Gn), Granulocitos Eosinófilos (Ge) y Monocitos (Mo).

Imagen 377: Los eritrocitos de vertebrados NO mamíferos son células nucleadas.

### **TRÁQUEA-ESÓFAGO:**

Imagen de microscopía óptica de una sección de tráquea y esófago de Erizo teñida con Tricrómico de Masson, con un aumento de \_\_\_\_.

Esófago: En contacto con la luz del tracto digestivo se observa una capa de tejido epitelial (TE): epitelio estratificado plano. A continuación se observa una capa de tejido conjuntivo (TC) laxo, que está rodeado por tejido muscular (TM). También se ven glándulas (G).

Tráquea: Obsérvese la estructura de cartílago hialino (C) rodeada de pericondrio (Perc). Subyacente al cartílago se encuentra una capa fina de tejido conjuntivo (TC). Recubriendo la luz hay un tejido epitelial (TE) pseudoestratificado, cilíndrico y ciliado (ci).

### **VEJIGA:**

Imagen de microscopía óptica de una sección de vejiga de un Ratón teñida con \_\_\_\_, con un aumento de \_\_\_\_.

Recubriendo la luz de la vejiga se encuentra un tejido epitelial "especial". El epitelio de la vejiga (TE) es un epitelio de transición; que parece mono-estratificado o estratificado dependiendo del estado del órgano (lleno o vacío).

Subyacente al epitelio se encuentra tejido conjuntivo (TC), con sus fibras de colágeno. Finalmente, rodeando el tejido conjuntivo, se localiza un tejido muscular (TM) de un tamaño/grosor significativo.

### **VESÍCULA BILIAR:**

Imagen de microscopía óptica de una sección de vesícula biliar de Erizo teñida con Hematoxilina-Eosina, con un aumento de \_\_\_\_.

La vesícula biliar está compuesta por tres capas principales, que desde el exterior hacia la luz vesicular son: Tejido muscular (TM), seguido de tejido conjuntivo (TC) y tejido epitelial (TE). Las dos capas más interiores de la vesícula, el tejido conjuntivo y el tejido epitelial, forman los pliegues de la mucosa (pM).



