

**DIFERENCIACION MORFOLOGICA DEL SISTEMA
ARTERIO-VENOSO
EN ANFIBIOS Y MAMIFEROS**

*Por: Alberto Salazar A. **

INTRODUCCION

Es cada vez más una necesidad hoy día, implementar prácticas de laboratorio en los cursos de Biología a nivel de Bachillerato, que les permitan a los estudiantes desarrollar sus propias destrezas naturales, satisfacer y aumentar su curiosidad por los fenómenos biológicos y proporcionarles en último término una ayuda didáctica que les de información y a la vez les permita sustraer o derivar de ella un concepto propio de la realidad de muchos fenómenos biológicos. Así como los estudiantes que se inician en medicina, practican minuciosas disecciones del cuerpo humano, en un afán de comprender complejas interrelaciones estructurales que constituyen el trasfondo de las alteraciones funcionales responsables del estado de enfermedad, igualmente el joven que en la escuela o el Bachillerato se inquieta por la comprensión de fenómenos naturales, debe encontrar *su camino* al perfeccionamiento en una determinada disciplina del conocimiento, a partir de la observación y de la práctica.

Uno de los muchos aspectos de la Biología que resulta interesante desarrollar en prácticas de laboratorio sencillo, es el conocimiento de los diferentes órganos que conforman el sistema circulatorio en *Bufo marinus* (comunmente llamado sapo) y en *Ratus ratus* (comunmente llamado rata).

Con el objeto de realizar exitosamente una práctica sobre el sistema circulatorio utilizando animales como los mencionados, es fundamental, ante todo, que el profesor en la parte final del experimento, promueva una discusión con los estudiantes, lo más amplia posible, acerca de las características particulares del sistema circulatorio en los anfibios y en los mamíferos, haciendo énfasis sobre aspectos fundamentales como:

1. Características del corazón en los anfibios y en los mamíferos.

2. Condición heterotérmica en los anfibios y condición homeotérmica en los mamíferos (animales de sangre "fría", animales de sangre "caliente").
3. Características de las arterias y de las venas en general.
4. Grandes vasos en el sistema arterio-venoso de anfibios y mamíferos.
5. Circulación capilar.
6. Aspectos generales del funcionamiento del corazón: Diástole-Sístole.
7. Aspectos generales del funcionamiento de los grandes vasos—Dinámica circulatoria.
8. Aspectos generales de la fisiología capilar. —Relación capilar tejido y tejido— capilar, fenómenos de la Hematosis.
9. Otros aspectos que a juicio del profesor sean importantes de discutir.

En una discusión amplia sobre el tema como la que se ha pretendido recomendar se debe tener como objetivo fundamental, el que los estudiantes salgan del laboratorio con una avalancha de ideas y principios extraídos de la práctica, los cuales constituyen la fuente de motivación principal que los llevará a "descubrir" por sus propios medios, no sólo aspectos cognocitivos de los diferentes problemas futuros que se les plantean, sino también los aspectos de tipo práctico que le demanden mas ingenio, imaginación y esfuerzo para otras circunstancias de la vida.

* Profesor de Zoología de Vertebrados, Depto. de Biología, Universidad de Antioquia, Medellín.

OBJETIVOS

Los objetivos fundamentales de esta práctica son:

1. Identificar los componentes estructurales del sistema circulatorio en los anfibios y mamíferos.
2. Relacionar los elementos estructurales del sistema circulatorio de los anfibios y mamíferos, con los aspectos funcionales de los mismos, tales como: dinámica circulatoria, actividad del corazón, fenómenos de transporte etc.
3. Observar "in situ" fenómenos de actividad circulatoria, como son: movimientos del corazón, circulación capilar, diferenciación del árbol arterial, diferenciación del árbol venoso etc.
4. Desarrollar destrezas en el manejo de un equipo sencillo de disección, una lupa, un microscopio etc..
5. Aplicar técnicas de laboratorio conocidas para el estudio de fenómenos biológicos tales como la circulación o implementar otras que sin ser de dominio general aporten evidencias en el conocimiento del aspecto morfológico-funcional de la biología.
6. Discutir los resultados obtenidos a partir de la observación y la manipulación directa, comparándolas y relacionándolas con los de otros experimentos similares con el fin de poder llegar a establecer condiciones que se ajusten al rigor científico de la Biología.

MATERIALES

Para el trabajo en el laboratorio, los estudiantes pueden agruparse en equipos de cuatro. Cada equipo trabajará con el siguiente material.

1. **MATERIAL VIVO:**
Un sapo.
Una rata.
2. **EQUIPO DE TRABAJO:**
Dos tablas para disección.
Dos cuchillas nuevas de bisturí.
Dos pinzas para disección.
3. **MATERIALES DE LABORATORIO:**
Dos jeringas plásticas de 5 cc. cada una.
Dos frascos pequeños (como los de penicilina).
Para todo el grupo de estudiantes se necesita:
Un frasco mediano o pequeño de colbón (según el número de practicantes).
Dos potecitos que contengan anilina concentrada, uno de color rojo y otro de color azul.
Un beaker grande o un recipiente de vidrio, con boca amplia.
Eter o cloroformo.

PROCEDIMIENTO

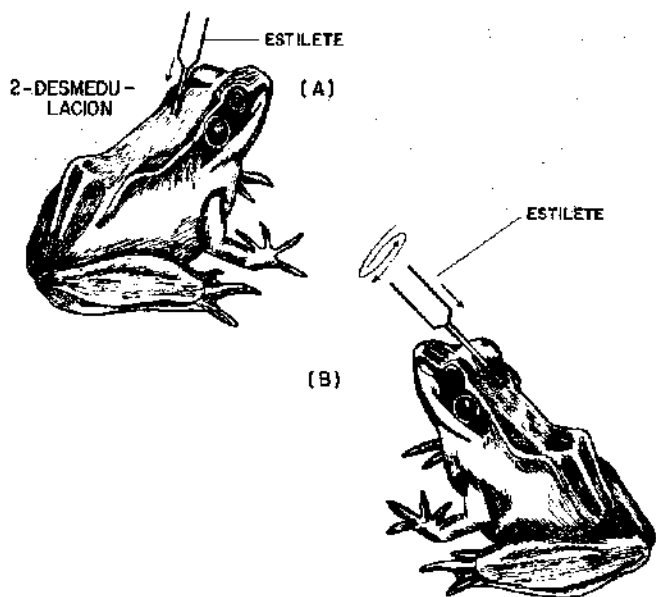
- A. Las actividades que se describen en este aparte pueden realizarse simultáneamente dentro del laboratorio por grupos de estudiantes que deben ser coordinados por el profesor. Las actividades a desarrollar serán las siguientes:
 1. Preparación del material vivo.
 2. Disección de ratas y sapos.
 3. Preparación de la solución colbón-anilina.
 4. Preparación de las punciones arterial y venosa.
- B. Descripción de las actividades.
 1. *Preparación del material vivo. (Fig. 1).*

En esta actividad, los estudiantes, con la ayuda del profesor, deben proceder a anestesiarse y a desmedular los animales. En el procedimiento de anestesia, puede introducirse los animales (de a dos o mas), en un recipiente de cierre hermético que puede ser una campana de vidrio con tapa o u frasco grande de boca ancha. Dentro del recipiente debe introducirse una mota grande de algodón impregnado con éter o cloroformo. Al cabo de 5 minutos, aproximadamente, los animales habrán captado una fuerte dosis del anestésico lo cual los llevará rápidamente a la inconsciencia total o a la muerte. (¿Por qué?). Este procedimiento es recomendable para sacrificar pequeños mamíferos como las ratas o anfibios como el sapo.

I- ANESTESIA



El procedimiento de desmedulación, (Fig.2) recomendable para anfibios, consiste en introducir un estilete por el agujero mayor, (*foramen magno*), situado en la articulación occipito-atloidea (entre la primera vértebra cervical y el cráneo).

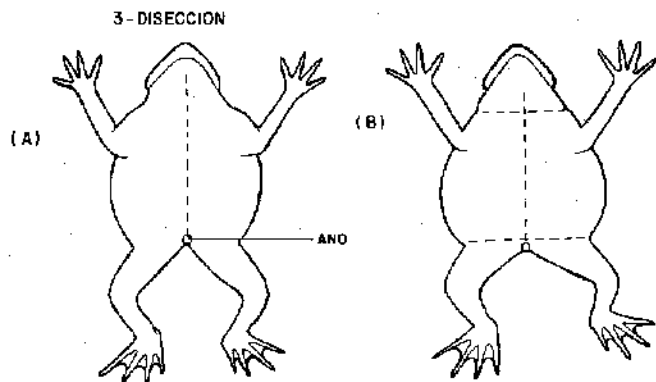


La punta del estilete se coloca verticalmente sobre la superficie tegumentaria de la articulación mencionada, se introduce firmemente hasta llegar a la articulación y luego se gira tangencialmente el estilete aproximadamente 85-90 grados con el fin de introducirlo poco a poco en el canal vertebral formado por la sucesión de vértebras. Una vez realizado lo anterior, se realizan movimientos de rotación con el estilete con el objeto de destruir completamente la medula espinal del sapo. Queda en estas circunstancias inmovilizado el animal (paralizado) e igualmente insensibilizado a cualquier clase de estímulo (sería pertinente preguntarse ¿por qué?). Si por falta de un poco de práctica, falla este procedimiento, puede recurrirse a la anestesia con éter.

2. Disección de Ratas y Sapos.

El fundamento de las técnicas para diferenciar el sistema arteriovenoso de anfibios y pequeños mamíferos, se basa en la coloración del sistema arterial de rojo y el sistema venoso color azul. Lo anterior se logra reemplazando la sangre de ambos sistemas de vasos por una solución de color rojo o azul, según el caso. Para lograr lo anterior, es necesario exponer el corazón y sus sistemas de grandes vasos a vista del experimentador, con el fin de poder manipular y actuar sobre ellos con las soluciones mencionadas. Por esta razón es necesario practicar una serie de cortes (Fig.3) sobre la pared abdominal con el fin de lograr llegar hasta la cavidad torácica y abdominal. Para lo anterior tengase en cuenta las siguientes instrucciones.

- Coloque sobre la mesa o tabla de disección el animal con que va a trabajar, en



posición de *cúbito dorsal* (o sea "boca arriba"). No necesita clavarlo o amarrarlo de las patas.

- Practique con el bisturí (o media cuchilla de afeitar nueva) un corte longitudinal medio-ventral sobre la piel que se extiende desde un punto cercano al ano, hasta un punto cercano al cuello del animal. Este corte le permitirá descubrir la pared abdominal.

Realice una segunda incisión, sobre la anterior para profundizar en la pared abdominal. Esta incisión o corte, le permitirá llegar a la cavidad torácica y abdominal, que es donde se encuentran situadas las vísceras en general y los grandes vasos que mas interesa estudiar. Para exponer con mayor claridad las dos cavidades anotadas con sus respectivos órganos debe realizar cortes transversales a nivel de los miembros anteriores y del ano.

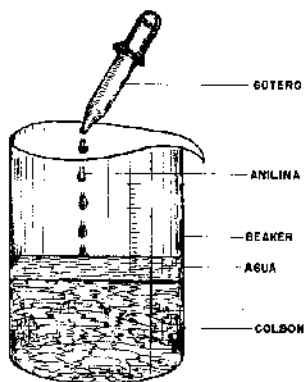
- Levante hacia los lados las dos tapas de la pared abdominal y exponga las cavidades.

3. Preparación de la Solución Colbón-Anilina.

En este momento del experimento deben tenerse ya preparadas las dos soluciones de colbón anilina que se van a utilizar en la diferenciación del sistema arteriovenoso. Para ello disuelva 100 cc. de colbón en 50 cc. de agua corriente, agite con una varilla de vidrio hasta obtener una solución semiespesa. Divida esta solución en dos partes iguales y agréguele a cada una unas pocas gotas de anilina concentrada roja y azul respectivamente, hasta obtener solución con un color definido. Cada equipo de trabajo debe tener en

su mesa sendos frascos de 10 cc. de las soluciones ya descritas (véase Fig. 4).

4 - PREPARACION DE SOLUCION



4. Preparación de las Punciones Arterial y Venosa.

Antes de proceder a desarrollar las punciones antes anotadas que llevarán a distinguir, entre dos vasos localizados en el mismo sitio, (arteria y vena), es fundamental que los estudiantes "descubran" basados en la observación, la localización y características de vasos muy grandes, como: la arteria aorta, la vena cava inferior, la vena porta, el corazón, el saco que envuelve el corazón o saco pericárdico. Deben observar y hacer descripciones de las características del corazón, los movimientos del mismo. Deben analizarse problemas sobre la actividad del corazón, como por ejemplo: ¿por qué sigue funcionando por tanto tiempo el corazón de un sapo, después de muerto el animal?, o mejor aún, estando ese corazón completamente separado y aislado del resto del conjunto de vasos del organismo? .

Este es el momento en que el profesor o el instructor debe promover discusión entre los estudiantes, *sin darles la respuesta*. Ellos la deben descubrir con una buena orientación del profesor.

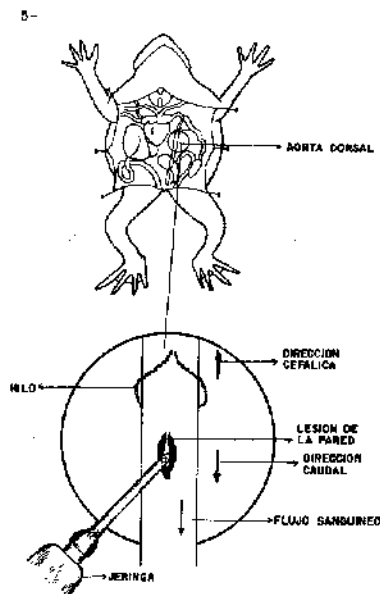
Otra actividad que debe promoverse en este momento es la de observar con una lupa (o en un microscopio con el objetivo de menor aumento) la circulación mesentérica. El procedimiento consiste fundamentalmente en colocar el mesenterio de un sapo o una rata bajo la lupa. Es fundamental que los estudiantes describan el fenómeno de dinámica circulatoria que observan. Aquí se puede formular un interrogante básico: ¿por qué fluye la sangre en este sistema de vasos en dos direcciones? En la discusión final ellos encontrarán la respuesta y se podrán

así formular hipótesis acerca de la irrigación de los tejidos.

Hasta ahora es difícil que un estudiante pueda diferenciar con certeza una pequeña arteria de una pequeña vena.

Las técnicas de diferenciación morfológica del sistema arterio-venoso, ayuda a lograr este objetivo. El procedimiento para ello en la rata es el siguiente:

- a. Diferenciación del árbol arterial (Fig.5). Localice en el fondo de la cavidad abdominal la arteria aorta-dorsal. Diséquela en la mayor parte de su recorrido. Escoja un punto determinado de la aorta dorsal y empiece a "raspar" la superficie con la punta de la aguja de la jeringa. (¿Para qué debemos hacer esto?). Después de haber lesionado la superficie de la arteria introduzca la aguja dentro de la luz del vaso y deje que fluya la sangre, o extraiga toda la que más pueda con la jeringa. Después de lo anterior, cargue la jeringa *sola* con la solución roja sin retirar la aguja del vaso y proceda a inyectar luego poco a poco la solución hasta que se colorean de rojo los vasos que llegan al mesenterio, las gonadas el intestino etc.. Para evitar que se le escape el líquido cuando usted lo haya inyectado, pase previamente un hilo por debajo de la arteria y amarre con un nudo ciego el vaso por delante de la punta de aguja. Realizado lo anterior retire la aguja y vuelva a repetir la operación dirigiendo la punta de la aguja en dirección al cora-



zón, para colorear el resto de la aorta, el lado izquierdo del corazón y las venas pulmonares que llegan al lado izquierdo del corazón. Este procedimiento es igual para sapos y ratas.

- b. Diferenciación del árbol venoso.
El procedimiento es semejante al anteriormente descrito, con la diferencia de que en este caso se trabaja sobre la *vena porta*, en la cual la punción de color azul se debe hacer con la punta de la aguja orientada en sentido caudal (o sea en dirección a la cola). La *vena cava inferior* puede utilizarse para hacer la misma punción, pero ya en sentido cefálico. En esta forma con la primera pueden diferenciarse las venas de la circulación mesentérica, del aparato digestivo, excretor, reproductor etc. Con la segunda pueden visualizarse las venas que llegan al lado derecho del corazón, el lado derecho del mismo y las arterias pulmonares que salen del lado derecho del corazón.

Con los anfibios la punción venosa puede realizarse en la *vena central* abdominal, la cual es fácilmente localizable, puesto que recorre la cara interna de la pared abdominal.

Dadas las características del corazón y del sistema circulatorio de los anfibios con

respecto a los mamíferos, se encontrarán diferencias en cuanto a la distribución de los colorantes especialmente en el corazón de estos animales? . Los estudiantes deben encontrar estas variaciones y así llegar a establecer las características de este corazón por las características particulares de la preparación que han realizado.

DISCUSION

Esta es la parte fundamental de la práctica, en la que el profesor promueve a base de interrogantes y de exposición de problemas concretos todas las inquietudes que haya podido despertar entre sus estudiantes. No hay patrones fijos de cómo realizar una discusión en el laboratorio, cada profesor debe sentirse libre de organizarla según sus propios fundamentos metodológicos. Sin embargo es muy importante que el profesor se documente en este respecto, consultando los aspectos más importantes del tema en textos específicos de amplia divulgación en el país. En la revista "Actualidades Biológicas" se publican muchos artículos de tipo metodológico que indudablemente prestarán una gran ayuda al profesor de Biología.

Igualmente en el "Manual para el Profesor" del BSCS, publicado por la Universidad de Antioquia, encontrará el profesor de Biología, abundante material de tipo metodológico.

BIBLIOGRAFIA

1. Cockrum, M. 1969. *Zoología*. Edit. Interamericana, 1a. Edición, México.
2. Montagna, W. 1967 *Anatomía comparada*, Editorial Omega, 2a. Edición, Barcelona, España.
3. Orr, T. 1972. *Biología de los vertebrados*, Editorial Interamericana, 1a. Edición, México, D.F.
4. Pisanó, B. 1967. *Anatomía comparada de los vertebrados*, Editorial Universitaria de Buenos Aires (Argentina), Ediciones previas,
5. Romer, S. A. 1976. *Anatomía Comparada*, Editorial Interamericana, 3a. Edición, México, D.F.
6. Salazar, A. 1977. *Manual de Zoología de vertebrados*, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
7. Universidad de Antioquia, 1973. *Manual para el Profesor de Biología*. Editorial. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
8. Universidad de Antioquia, 1976, *La Fisiología y su aplicación clínica*. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
9. Villee, A. 1970. *Biología*, Editorial Interamericana, 5a. Edición, México, D.E.
10. Wischnitzer, S. 1967. *Atlas and Dissection Guide for comparative anatomy. A series of books in Biology*. U. S. A.