

Algunos Problemas en Hematología Comparada*

por

Sophie Jakowska**

(Recibido para su publicación el 4 de septiembre de 1959)

Ya a fines de 1800 y comienzos de 1900 era evidente el interés que el estudio de la sangre animal despertaba en los hombres de ciencia, lográndose acumular apreciables datos bibliográficos alrededor de este tema (45, 49, 19, 39, 16, 17). En 1875, GULLIVER (18) presentó ante la Sociedad Zoológica de Londres, un extenso estudio de las dimensiones de los eritrocitos en un sinnúmero de vertebrados. Aún cuando en aquella época la presencia o ausencia de núcleo en los hematíes maduros del hombre y de los mamíferos era un problema discutido e inconcluso, GULLIVER intentó, por vez primera en la historia, clasificar los vertebrados basándose en las características citológicas de las células rojas. De esta manera, GULLIVER denominó "apyrenaemata" a los animales con eritrocitos no nucleados, tales como los mamíferos, mientras que a los animales con eritrocitos típicamente nucleados, como los ciclóstomos, los peces, los anfibios, los reptiles y las aves, los llamó "pyrenaemata".

En realidad, casi todas las autoridades de aquella época en el campo de la hematología humana, tales como METCHNIKOFF (34), MAXIMOW (32) (33), WEIDENREICH (47), WERZBERG (48) y DOWNEY (8, 9, 10), estuvieron asociados de una manera u otra con el estudio de los elementos celulares de la sangre de los invertebrados, peces, anfibios, reptiles y aves. Por otra parte, numerosas y extensas tesis doctorales versaron sobre este asunto (13, 30, 31), y las más famosas clínicas estuvieron vinculadas con estudios de hematología comparada. Más recientemente, YOFFEY (50), REZNIKOFF (41), PONDER (37) y otros hematólogos conocidos, principalmente en el campo de la medicina clínica, utilizaron vertebrados inferiores, o de sangre fría, en sus trabajos experimentales. Estas investigaciones no fueron el resultado de un "snobismo intelectual", sino de la firme convicción de que algunas enfermedades de la sangre

* Conferencia presentada en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) el día 13 de noviembre de 1957.

** College of Mount St. Vincent y New York Aquarium, New York Zoological Society.

humana podrían explicarse mediante el conocimiento de los elementos celulares de la sangre de los animales inferiores.

Fue así como la hematología comparada fue adquiriendo características propias, hasta aparecer como disciplina individualizada en el año 1938, en ocasión de haberse publicado en el *Handbook of Hematology*, editado por Hal Downey, un capítulo escrito por JORDAN con el título "Hematología Comparada" (28). Después de publicada esta obra monumental, en la que JORDAN compiló y evaluó hasta los artículos publicados en revistas no muy conocidas, los problemas de hematología comparada atrajeron la atención de médicos y zoólogos. Desde entonces, se han hecho familiares los trabajos de este tipo en los laboratorios científicos de diferentes países.

La hematología comparada, establecida firmemente como ciencia morfológica alrededor de 1930 (1), volvió a utilizar las técnicas y métodos modernos usados corrientemente por los hematólogos clínicos y citólogos experimentales. Métodos de análisis químico, electroforesis, estudios cromatográficos, eritrosedimentación, recuento globular, determinación de hemoglobina y técnicas de la citología experimental, tales como microscopía electrónica, ultracentrifugación, cultivo de tejidos, citoquímica, etc., se emplean hoy día en estudios de la sangre animal.

Los problemas que resultan al tratar de determinar los valores hematológicos normales en distintas especies animales, sobrepasan las dificultades de la técnica misma. Sin embargo, estos valores son de importancia práctica en los estudios de experimentación y siempre en condiciones determinadas. No se debe olvidar que los animales inferiores, en especial los vertebrados de sangre fría, poseen células sanguíneas que no son del todo comparables a las del hombre. Además, hay que determinar la técnica más apropiada para la obtención y preservación de la sangre, lo que a veces resulta algo difícil. El tiempo de coagulación y la fragilidad celular varían en las distintas especies, y la composición iónica del suero, el pH, etc., son también diferentes. En los invertebrados pueden existir, además de la hemoglobina o substituyendo a ésta, pigmentos sanguíneos tales como hemocianina y clorocruorina, los cuales están localizados en células especiales o, generalmente, en el plasma (40).

Cuando se trabaja con animales de sangre fría, hay que tomar en consideración las variaciones individuales y estacionales a que está sujeta la composición de la sangre. Estímulos externos o internos relativamente débiles producen cambios en la fórmula leucocitaria y en el recuento globular, particularmente en peces y anfibios, ya que estos animales están en íntimo contacto con el ambiente que les rodea por medio de intercambios osmóticos branquiales y cutáneos.

Uno de los problemas más áridos de la hematología comparada es el de la nomenclatura. El hecho de que algunos autores utilicen una nomenclatura incorrecta crea una de las mayores dificultades, sobre todo cuando se aplica arbitrariamente la terminología humana. No discutiremos en esta oportunidad, la nomenclatura hematológica de los invertebrados, ya que la clasificación de Ehrlich no es aplicable a sus células que son todas, generalmente, de tipo leucocitario

y no pueden ser diferenciadas en neutrófilos, basófilos y eosinófilos.

Recientemente tuvimos oportunidad de discutir en un artículo publicado en la *Revue d'Hematologie* (23) el problema de la terminología hematológica en los peces, y propusimos una nomenclatura simplificada que puede ser aplicada, en parte, a la sangre de otros vertebrados, tal como veremos en seguida.

Toda nomenclatura hematológica debe basarse en las condiciones específicas de la hematopoyesis de cada grupo de vertebrados. JORDAN, en sus numerosos y sistemáticos estudios, describió la evolución de los órganos hematopoyéticos de los vertebrados (27) y señaló la relativa importancia del bazo, mesonefros, médula ósea y ganglios linfáticos. Mediante estudios filogenéticos se observa que el bazo es de importancia primaria en la eritropoyesis, desde los ciclóstomos hasta los anfibios.

En los anfibios anuros y en una familia de urodelos (Plethodontidae) (2, 3), se observa que la médula ósea tiene una actividad eritropoyética que más o menos guarda relación con las estaciones del año, siendo más activa en la primavera. Este mismo fenómeno se observa en las tortugas y demás reptiles. Sin embargo, en las aves y mamíferos la médula ósea llega a ser el órgano principal en la producción de eritrocitos, granulocitos, linfocitos y trombocitos.

En la mayoría de los teleósteos y elasmobranquios, la parte anterior de los riñones o mesonefros produce eritrocitos y leucocitos, mientras que en los dipnoos solamente produce células blancas. En los anfibios urodelos típicos, los leucocitos se originan en la cápsula del hígado pudiendo observarse en el tejido perihepático polimorfonucleares y otros leucocitos en diferentes fases de desarrollo.

En los mamíferos el bazo participa en la destrucción y no en la producción de los eritrocitos, siendo la médula ósea el órgano principal del proceso de la hematopoyesis. Como vemos, en algunos vertebrados las células de las series eritrocitaria y leucocitaria se originan en un mismo órgano. En otros, estas células son producidas en órganos diferentes. De ahí que sea incorrecto aplicar los términos empleados en la hematología humana tales como linfoblasto, monoblasto y megablasto, a las células sanguíneas de los peces las cuales se originan en un mismo sitio, el mesonefro. Por otra parte, en vista de que no hay médula ósea en los peces urodelos típicos, el uso de los términos mielocito, mieloblasto o linfomiocito es impropio.

Otra razón por la que algunos términos de la hematología humana no son aplicables a otros vertebrados, es que el proceso de diferenciación de algunas células de la sangre es distinto. Por ejemplo, los trombocitos en los animales de sangre fría se diferencian directamente de las células madres. El proceso de segmentación múltiple típico en la formación de las plaquetas de los mamíferos no existe. En consecuencia, hay que evitar los términos megacarioblasto y megacariocito. Igualmente, el término normoblasto no está justificado cuando hablamos de los vertebrados que poseen normalmente eritrocitos nucleados, porque en ellos no se observa estado de transición comparable, esto es, que la desaparición del núcleo no se produce como en el caso de los mamíferos.

Cuando los vertebrados inferiores poseen células no-nucleadas llamadas eritroplástidos (4, 14), las mismas no deben ser consideradas homólogas a los hematíes humanos, ya que los eritroplástidos se originan por fisión citoplásmica de los eritrocitos. Un fragmento de citoplasma que contiene hemoglobina se separa de la parte nucleada de la célula. Así, la porción no nucleada, el eritroplástido, y la porción con núcleo y poco citoplasma, el microcito, circulan independientemente.

Otro hecho que debe tomarse en cuenta es que en los vertebrados inferiores, especialmente en los peces y anfibios, la sangre puede, a veces, contener muchas células inmaduras (5, 6), como resultado de ciertos estímulos externos o internos. Estas células inmaduras desaparecen gradualmente porque continúan su proceso de diferenciación en los vasos sanguíneos. Este poder de diferenciación no existe en el hombre ni en otros mamíferos. Por esta razón, cuando en la sangre de los peces hay numerosas células inmaduras, se produce un cuadro que sugiere un estado leucémico, aunque verdaderamente no lo es.

Los peces tienen también la facultad de utilizar órganos diferentes para formar células sanguíneas cuando el órgano principal no funciona debido a enfermedad. Esta facultad no existe en el hombre; así, cuando hay daños en los sitios hematopoyéticos, como la médula ósea y el bazo, el resultado es una anemia aplástica.

La brevedad de este trabajo no permite presentar todos los problemas que abarca la hematología comparada, por lo que únicamente se enfocarán aquellos en los cuales estamos interesados en el laboratorio del New York Aquarium.

Existe una anemia de tipo muy diferente de las que ocurren en el hombre, que se encuentra exclusivamente en una especie de tritones, *Diemictylus viridescens* (*Triturus viridescens*) (fig. 1), pero que es de importancia considerable como fenómeno clínico y citológico. Descubierta por NIGRELLI (35) en 1929, las causas de esta anemia no están aún bien claras. Los cambios patológicos característicos de esta condición incluyen una disminución de la porción citoplasmática del eritrocito, mientras el núcleo del mismo se agranda hasta cubrir casi todo el espacio originalmente ocupado por la hemoglobina (figs. 2 y 3). El aumento de tamaño del núcleo está acompañado de cambios en la cromatina la que, en esta circunstancia, no se tiñe con el reactivo de Feulgen o verde de metilo tan típicamente como en condiciones normales; además sus filamentos aparecen más finos. En la fase terminal de este proceso, el eritrocito se presenta como un núcleo aislado, sin citoplasma, y el contenido nuclear homogéneamente teñido (fig. 4). En su aspecto general se semeja a los eritroplástidos, razón por la cual NIGRELLI, al descubrir esta anemia, utilizó el término pseudoeritroplástido para designar estas células anormales.

JORDAN (29) sugirió, en un excelente artículo publicado en 1938, que esta anemia era el resultado de una deficiencia alimenticia y, en efecto, mantuvo tritones en estado de inanición durante 4 meses, al cabo de los cuales pudo comprobar este tipo de anemia en todos. Por otra parte, observó atrofia del bazo en todos los animales sin que la extirpación del mismo tuviera ninguna influencia sobre el curso de la anemia.

En estudios llevados a cabo por nosotros (20) hemos tenido ocasión de observar numerosos tritones en diferentes estados de nutrición y hemos llegado a la conclusión de que la atrofia del bazo no es un signo indispensable en la anemia pseudoeritroplástica, habiéndose observado la misma tanto en animales con bazos de tamaño normal o más grande, como en aquellos con atrofia de éste. En algunos casos, casi todas las células rojas en circulación presentaban estados iniciales o avanzados de la transformación de los eritrocitos en pseudoeritroplástidos. En algunas secciones microscópicas, el bazo contenía solamente pseudoeritroplástidos. Inyecciones de ácido fólico y de vitamina B₁₂ en dosis muy altas, no determinaron cambio en la anemia de los tritones. De la misma manera, no se obtuvieron efectos de importancia sobre los pseudoeritroplástidos con irradiaciones, a excepción de una aparente distensión de la membrana celular. Este cambio permitió indicar que la permeabilidad de estas células anormales es diferente a la de los eritrocitos normales. Hemos comprobado, al igual que JORDAN, que la extirpación del bazo no modifica la anemia, lo que indica que la causa determinante no está posiblemente localizada en este órgano eritropoyético. Otros factores que tampoco afectaron el proceso fueron la extirpación parcial o total del hígado (38) y la eliminación de los pulmones (24), procedimientos que hemos realizado por otros motivos.

Muchas interpretaciones pueden ser propuestas para explicar el origen de la anemia pseudoeritroplástica. NIGRELLI (35) en 1929 sospechó la existencia de un factor de tipo alimenticio en vista de que en los tritones alimentados con hígado no se observó anemia severa. Los resultados de nuestros estudios con el ácido fólico y la vitamina B₁₂ parecen excluir la deficiencia de estos factores como causa primaria de este tipo de anemia. No hemos podido establecer el papel que desempeñan los factores endocrinológicos y hereditarios en la anemia pseudoeritroplástica. Estos no se deben excluir, pero es muy difícil investigar tritones genéticamente puros porque una generación, hasta la madurez, tarda tres años.

Observaciones sobre tritones infectados por hemosporidios semejantes a *Babesia* (21) nos hacen sospechar que la hemoglobina de los eritrocitos que comienzan a transformarse en pseudoeritroplástidos esté modificada. Esos parásitos, llamados *Babesiosoma (Dactylosoma) jabni*, se encuentran en todas las clases de células que contienen hemoglobina, a excepción de los pseudoeritroplástidos juveniles (25). Puede ser que la ausencia de los parásitos en estas células sea debida a una distinta constitución de la hemoglobina de los mismos, semejante a la que se observa en la meniscocitemia, en la cual no hay infección palúdica de los meniscocitos. La infección de *Babesiosoma jabni* en los tritones parece ser rara (diez o doce casos en más de mil animales) y éstos no se pueden emplear como animales experimentales para otros estudios.

En esta oportunidad, discutiremos también el problema de los glóbulos rojos no nucleados en los animales de sangre fría. Estas células, eritroplástidos, se encuentran esporádicamente en los anfibios. En una familia de urodelos (Plethodontidae) éstos son extraordinariamente numerosos (hasta 95 por ciento),

hecho conocido desde hace mucho tiempo y descrito detalladamente por EMMEL (14). En los peces y en las tortugas, el aumento del número de los eritroplástidos se encuentra usualmente asociado con dificultades respiratorias. En los peces tropicales, *Lebistes reticulatus*, sujetos a temperaturas excesivamente altas, hemos observado anisocitosis y poiquilocitosis, con eritroplástidos muy numerosos. Hemos también observado condiciones similares en otros peces con lesiones parasitarias en las branquias. En una tortuga marina con hemorragia severa de los pulmones, el frote de sangre reveló gran número de estos elementos nucleados.

Un hecho interesante es que, trabajando con los tritones sujetos a neutrones térmicos por 12 horas, hemos observado grandes cantidades de eritroplástidos (22). En los pulmones de estos animales se observó edema, y la condición general de estos órganos indicó que los tritones obtenían oxígeno por otras vías, probablemente por vía cutánea, lo que es típico en los anfibios. Teniendo en mente el hecho de que los urodelos de la familia Plethodontidae, en los cuales se encuentran muchos eritroplástidos, no poseen pulmones en la fase adulta, hemos procedido a extirpar pulmones de *Diemictylus viridescens* normales. En esta forma creíamos simular experimentalmente las condiciones presentes en los tritones sujetos a los neutrones térmicos y las condiciones típicas de los Plethodontidae.

A pesar de que los tritones sobrevivieron esta operación (36), el efecto deseado no se produjo (24). En consecuencia, los factores que causan la producción anormal de los eritroplástidos en los animales de sangre fría no están completamente claros y tienen que ser estudiados más detalladamente.

Deseamos mencionar también una técnica, muy divulgada en las investigaciones clínicas, que promete ser importante para la hematología comparada. Estudios con la electroforesis sobre el papel demostraron diferencias específicas en la composición del suero entre los varios grupos de vertebrados (7, 43, 46). Por ejemplo, la diferencia entre el suero humano y el de los peces consiste en una diferente proporción de la albúmina y de las globulinas (11). Estas últimas se modifican durante el desarrollo de los peces (12) y de los anfibios (15). Modificaciones de la hemoglobina fueron también observadas en aves de edad diferente (26), así como en varios vertebrados parasitados (44) y normales (42).

En conclusión, debemos recalcar que los estudios de hematología comparada en los vertebrados inferiores no tienen valor directo en la hematología clínica. Sin embargo, estos estudios son indispensables, ya que el uso de animales de sangre fría se ha generalizado mucho en las investigaciones médicas y farmacológicas. Además, la hematología comparada contribuirá a la comprensión del mecanismo de la hematopoyesis típica y anormal del hombre y de otros animales. Finalmente, los estudios de este tipo constituyen fuente de mucho valor para el conocimiento de los principios fundamentales de la biología.

RESUMEN

La autora hace una revisión histórica y bibliográfica de la hematología comparada, y comenta la nomenclatura de esta disciplina haciendo notar la importancia del proceso hematopoyético en la producción de tipos análogos pero no homólogos de células en los distintos grupos de vertebrados. Comenta especialmente los problemas planteados por la anemia pseudoeritroplástica del tritón *Diemictylus viridescens* y, finalmente, el problema de eritrocitos no nucleados en vertebrados de sangre fría en condiciones normales y anormales, estas últimas siempre relacionadas con dificultades respiratorias o con temperaturas excesivamente elevadas.

SUMMARY

A historic and critical review is made of comparative hematology; its nomenclature is discussed, stressing the importance of the hematopoietic process in the production of analogous but not homologous types of cells in different vertebrate groups. Special discussion is made of the problems of pseudoerythroplastic anemia in *Diemictylus viridescens* and of enucleated red cells in cold-blooded vertebrates in normal and abnormal circumstances: the latter usually related to respiratory difficulties or abnormally high temperatures.

BIBLIOGRAFIA

1. BABUDIERY, B.
1930. Studi de ematologia comparata. Ricerche sui pesci, sugli anfibi e sui rettili. *Haematologica Arch.*, 11: 199-255.
2. BARRETT, W. C.
1936. A comparative survey of hemopoietic loci in urodele amphibia, with special reference to the bone marrow of the Plethodontida. *Folia Haemat.*, 54: 165.
3. BARRETT, W. C.
1947. Haematopoiesis in the European plethodontid, *Hydromantes italicus*, with reference to phylogeny. *Anat. Rec.*, 98: 127-136.
4. CHARIPPER, H. A. & A. B. DAWSON
1928. Direct division of erythrocytes and the occurrence of erythroplastids in the circulating blood of *Necturus*. *Anat. Rec.*, 39: 301-313.
5. DAWSON, A. B.
1930. Differentiation and multiplication by mitosis of cells of the erythrocytic series in the circulating blood of several normal urodeles. *Anat. Rec.*, 45: 177-187.
6. DAWSON, A. B.
1933. The relative numbers of immature erythrocytes in the circulating blood of several species of marine fishes. *Biol. Bull.*, 64: 33.

7. DESSAUER, H. C. & WADE FOX
1956. Characteristic electrophoretic patterns of plasma proteins of orders of Amphibia and Reptilia. *Science*, 124: 225-226.
8. DOWNEY, H.
1909. The lymphatic tissue of the kidney of *Polyodon spatbula*. *Folia Haematol.*, 8: 415.
9. DOWNEY, H.
1911. The origin and structure of the plasma cells of normal vertebrates, especially of the cold blooded vertebrates, and the eosinophils of the lung of *Amblystoma*. *Folia Haematol.*, 11: 275.
10. DOWNEY, H.
1913. The granules of the polymorphonuclear leucocytes of *Amblystoma*, with a few notes on the spindle cells and erythrocytes of this animal. *Anat. Anz.*, 44: 309.
11. DRILHON, ANDRÉE
1954. Etude biologique de quelques protides sériques de sangs de poissons au moyen de l'électrophorese sur papier. *C. R. Soc. Biol.*, 148: 1218-1220.
12. DRILHON, ANDRÉE, J. FINE, J. URIEL & FRANÇOISE LE BOURDELLES
1956. Etude électrophoretique des constituants du sérum de l'anguille. *C. R. Ac. Sci.*, 243: 1802-1805.
13. EBERHARDT, E.
1907. *Über die zellformen des Blutes und Bindegewebes bei den Schildkröten*. Dissert. St. Petersburg.
14. EMMEL, V. E.
1924. Studies on the non-nucleated cytoplasmic elements of the blood. II. The occurrence and genesis of non-nucleated erythrocytes or erythroplastids in vertebrates other than mammals. *Am. J. Anat.*, 33: 347.
15. FRIEDEN, E., A. E. HERNER, L. FISH & E. J. CASSON LEWIS
1957. Changes in serum proteins in amphibian metamorphosis. *Science*, 126: 559-560.
16. GULLIVER, G.
1845. *On the size of the red corpuscles of the blood in the vertebrata, with copious tables of measurements*. Part. XIII: 93-102.
17. GULLIVER, G.
1862. On the red corpuscles of the blood of vertebrata, and on the zoological import of the nucleus, with plans of their structure, form, and size (on a uniform scale) in many different orders. *Proc. Zool. Soc. London*, 91-103.
18. GULLIVER, G.
1875. Observations on the size and shape of the red corpuscles, with drawings of them to a uniform scale, and extended and revised tables of measurements. *Proc. Zool. Soc. London*, 474.
19. HAYEM, G.
1879. Recherches sur l'évolution des hematies dans le sang l'homme et des ver-

tebres. II. Sang des vertébrés à globules rouges nucléés. III. Historique. *Arch. de Physiol. norm. et pathol.* Ser. 2, 6: 201.

20. JAKOWSKA, SOPHIE & R. F. NIGRELLI
1952. Further studies on atypical blood elements in anemic newts, *Triturus viridescens*. *Caryologia*, IV: 281-288.
21. JAKOWSKA, SOPHIE & R. F. NIGRELLI
1955. A taxonomic re-evaluation of *Dactylosoma* Labbé, a babesioid in cold-blooded vertebrates. *J. Protozool.*, 2 (Suppl.): 8.
22. JAKOWSKA, SOPHIE & R. F. NIGRELLI
1955. Erythroplastid formation in *Triturus viridescens* exposed to thermoneutrons. *Radiation Research*, 3: 236-237.
23. JAKOWSKA, SOPHIE
1956. Morphologie et nomenclature des cellules du sang des Teleosteens. *Revue d'Hemat.*, 11: 519-539.
24. JAKOWSKA, SOPHIE, C. PHILIPPI & R. F. NIGRELLI
1956. Blood studies on pneumectomized and splenectomized newts (*Diemyctylus viridescens*). *Anat. Rec.*, 125: 645.
25. JAKOWSKA, SOPHIE & R. F. NIGRELLI
1956. *Babesiosoma* gen. nov. and other Babesioids in erythrocytes of cold-blooded vertebrates. *Ann. New York Acad. Sci.*, 64: 112-127.
26. JOHNSON, V. L. & J. S. DUNLAP
1955. Electrophoretic separation of hemoglobins from the chicken. *Science*, 122: 1186.
27. JORDAN, H. E.
1933. The evolution of blood-forming tissues. *Quart. Rev. Biol.*, 8: 58-76.
28. JORDAN, H. E.
1938. Comparative hematology. (in *Handbook of hematology*. Ed. Hal Downey. New York, Paul B. Hoeber, Inc. Section XII, 2: 703-862).
29. JORDAN, H. E.
1938. Blood-cell change during experimental nutritional deficiency anemia and recovery in the newt, *Triturus viridescens*, with special reference to the erythrocytes. *J. Morphol.*, 63: 143-161.
30. MANASSEIN, W.
1872. *Über die Dimensionen der roten Blutkörperchen unter verschiedenen Einflüssen*. Inaug. Diss., Tübingen.
31. MARQUIS, C.
1892. *Das Knochenmark der Amphibia in den verschiedenen Jahreszeiten*. Dorpat.
32. MAXIMOW, A.
1906. Über entzündliche Bindegewebsneubildung beim Axolotl. *Beitr. z. path. Anat. u. z. allg. Patb.*, 39: 334.

33. MAXIMOW, A.
1910. Über embryonale Entwicklung der Blutzellen bei Selachiern und Amphibien.
Anat. Anz., 37: 64.
34. METCHNIKOFF, E.
1893. *Leçons sur la pathologie comparée de l'inflammation*. Paris.
35. NIGRELLI, R. F.
1929. Atypical erythrocytes and erythroplastids in the blood of *Triturus viridescens*.
Anat. Rec., 43: 257-269.
36. PHILIPPI, C., L. HAUSLER, H. BIAL & SOPHIE JAKOWSKA
1956. Survival of newts (*Diemictylus viridescens*) following lung ligation and extirpation. *Anat. Rec.*, 125: 656.
37. PONDER, E.
1934. Length-breadth correlation in the red cells of the trout. *Quart. J. Exp. Physiol.*, 24: 149-151.
38. PRATT, J. L., SOPHIE JAKOWSKA & R. F. NIGRELLI
1957. Hyperplasia of the perihepatic granulocytopoietic tissue in hepatectomized newts. *Anat. Rec.*, 128: 603.
39. RAWITZ, B.
1899. Über die Blutkörperchen einiger Fische. *Arch. f. mikr. Anat.*, 54: 481.
40. REDFIELD, A. C.
1933. The evolution of the respiratory function of the blood. *Quart. Rev. Biol.*, 8: 31-57.
41. REZNIKOFF, P. & D. G. REZNIKOFF
1934. Hematological studies in dogfish (*Mustelus canis*). 1. The normal blood picture and the effect of removal of blood and of turpentine injections.
Biol. Bull., 66: 115-123.
42. RODNAN, G. P. & F. G. EBAUGH
1957. Paper electrophoresis of animal hemoglobins. *Proc. Soc. Exp. Biol. & Med.*, 95: 397-401.
43. SCHINAZI, L. A.
1957. Observations on a fast-moving protein in avian malarial serum. *Science*, 125: 695-696.
44. STAUBER, L. A.
1954. Application of electrophoretic techniques in the field of parasitic diseases.
Exp. Parasitology, 3: 544.
45. WAGNER, R.
1833. Neue Beobachtungen über und Lymphkörnchen der verschiedenen Tiere.
Isis, 26: 1011.
46. WALL, R. L. & H. G. SCHLUMBERGER
1957. Electrophoresis of plasma proteins in the parakeet. *Science*, 125: 993-994.

47. WEIDENREICH, F.
1905. Studien über das Blut und die blutbildenden und zerstörenden Organe. III. Über den Bau der Amphibien Erythrozyten. *Arch. f. mikr. Anat.*, 66: 270.
48. WERZBERG, A.
1911. Studien zur vergleichenden Haemozytologie einiger poikilothermer Vertebraten. *Folia Haematol.*, 2: 17.
49. WHARTON, J.
1846. The blood-corpuscle considered in its different phases of development in the animal series. *Phil. Trans. Royal Soc. London*, 1846: 63.
50. YOFFEY, J. M.
1929. A contribution to the study of the comparative histology and physiology of the spleen, with reference chiefly to its cellular constituents. I. In fishes. *J. Anat.*, 43: 314.

Fig. 1: *Diemictylus (Triturus) viridescens*, el urodelo de manchas rojas del oriente de Estados Unidos.

Figs. 2-4: Frotis de sangre, tinción de Wright.

Fig. 2: Fragmentación de eritroplástidos después de expuestos a neutrones térmicos, 400 \times .

Fig. 3: *Babesiosoma jabni*, infección en eritrocitos y eritroplástidos circulantes, 1100 \times .

Fig. 4: Anemia pseudoeritroplástica. Nótese los núcleos agrandados que desplazan a la hemoglobina, 850 \times .

