



La cloricia en anuros, análisis histórico de un carácter sistemático

Lucía FEDERICO



RESUMEN

En el presente artículo se relatan los sucesos que llevaron a la búsqueda de un carácter bioquímico-fisiológico, la *cloricia* en anfibios, por parte de dos investigadores argentinos: el doctor Cabello Ruz y el doctor Barrio. El primero de ellos era un médico interesado en los procesos relacionados al metabolismo del grupo hemo de la molécula transportadora de oxígeno hemoglobina, proceso que en aquel momento, 1950, no era del todo conocido. El segundo, un investigador abocado al área de la zoología que estaba relacionada con el estudio de los anfibios y reptiles. Nuestra tesis histórica se propone mostrar cómo un hecho fisiológico de investigación médica fue cooptado para un nuevo uso, parafraseando un término propio de la teoría evolutiva, con fines sistemáticos en el área de la herpetología – rama de la zoología que se ocupa tanto de la clasificación como del análisis de la biología de los anfibios y reptiles –, tratando de presentar un relato histórico coherente de los conceptos, experiencias y teorías que guiaron el proceso de investigación.

PALABRAS-CLAVE • Cloricia. Anfibios. Anuros. Exaptación. Fisiología sistemática.

INTRODUCCIÓN

Por mucho tiempo la gran mayoría de los zoólogos, incluidos los herpetólogos – zoólogos que estudian anfibios y reptiles – fueron incapaces de percibir la presencia de pigmentación verdosa en ciertas estructuras internas de los vertebrados. Hecho probablemente relacionado con la práctica de fijación en formol de los especímenes de estudio, lo que suele provocar con el tiempo la descomposición de varios tipos de pigmentos. No obstante, algunos investigadores dieron cuenta de la notable pigmentación de los huesos y de otras estructuras en anfibios anuros (sapos y ranas). Existen antecedentes en escritos de fines del siglo XIX (cf. Boulanger, 1883), así como otros más recientes mencionados por Lutz (1924) acerca del sistema esquelético, sobre la coloración en la mucosa y músculos, además del sistema óseo. También hay información sobre los huevos pigmentados que presentan ciertas especies de ranas (cf. Fernández & Fernández, 1921). Sin embargo, esto no llevó a los investigadores que detectaron tales hechos a indagar sobre el principio responsable de esa peculiar coloración.

ción. Al respecto sólo existen dos trabajos, ambos de investigadores argentinos, que si bien se propusieron estudiar un cuadro de tinción interna en batracios,¹ lo hicieron con intereses y propósitos distintos entre sí, siendo en la actualidad la única referencia con que cuentan los herpetólogos interesados en ese fenómeno de pigmentación y de aquellos que se dedican a la búsqueda de nuevos caracteres sistemáticos que apoyen y mejoren el conocimiento actual sobre la filogenia de anuros.

El presente artículo pretende describir los sucesos que llevaron a la búsqueda de un carácter bioquímico-fisiológico en anfibios – la *cloricia* o el cuadro de impregnación de los tejidos por *biliverdina* –, por parte de Cabello Ruz y de Barrio, que desarrollaron investigaciones poco conocidas en el ámbito internacional. Se intenta presentar un relato histórico que dé coherencia a los conceptos, experiencias y teorías, tal como proponen algunos autores (cf. Kragh, 1987; Lorenzano, 1996), evitando la mera exposición de fechas y sucesos sin articulación.

Así, nuestra indagación histórica procura mostrar cómo un hecho fisiológico de investigación médica fue *cooptado* para un nuevo uso, parafraseando un término evolutivo, con fines sistemáticos. A continuación presentaremos ambas publicaciones postulando las posibles causas que condujeron a la investigación y *cooptación* posterior de ese fenómeno.

I LOS ARTÍCULOS ARGENTINOS Y SUS AUTORES

El primer trabajo sobre la pigmentación de anuros es “Biliverdinemia del sapo”, estudio efectuado por Cabello Ruz del Instituto de Fisiología de la Facultad de Ciencias Médicas de Buenos Aires, cuyo primer director fue el Doctor Houssay en 1917. Se publicó en la revista de la Sociedad Argentina de Biología en 1943, creada por Houssay en 1919. La segunda investigación, “Cloricia fisiológica en batracios anuros”, es bastante posterior y pertenece a Barrio, del Instituto Nacional de Microbiología Carlos G. Malbrán. Se publicó en *Phycis*, órgano de la Asociación Argentina de Ciencias Naturales, en 1965.

De estos investigadores, no nos resulta extraño que Barrio haya decidido estudiar la pigmentación ósea en anuros por dos razones. En primer lugar es reconocida su actividad intelectual en el área de la herpetología, pues Gallardo (1994) mencionaba su autoría en diversos estudios que van desde la ponzoña de ofidios, efectuados a partir de su labor en el Serpentario del Instituto Malbrán, hasta la biología de saurios (lagartos)

¹ El término *batracio* se aplica a los animales que pertenecen al grupo de los anfibios, especialmente al subgrupo Anura, formado por sapos y ranas.

y anuros, abarcando temas de taxonomía, citogenética y vocalización. Tampoco es desconocida la importante colección de herpetofauna argentina que reunió junto con su equipo de colaboradores, la cual se encuentra actualmente en el museo de Ciencias Naturales. Lo que muestra que no fue casual su interés en el artículo de Ruz (1943), que presentaba novedades sobre un grupo taxonómico por él mismo investigado. En segundo lugar, tampoco es aleatorio su explícito interés en la peculiar pigmentación en anuros como característica sistemática, pues expresó “debemos señalar las implicaciones de orden filogenético y taxonómico que surge de esta comprobación” (Barrio, 1965, p. 141), si bien puede resultar llamativo debido a la incipiente divulgación que contaba la sistemática filogenética o *cladística* en aquel momento y cuyo origen suele atribuírsele al entomólogo alemán Hennig quien, aunque no ha sido el único, jugó un papel preponderante en el asentamiento de los principios teóricos básicos (cf. Hennig, 1950). Sin embargo este hecho deja de resultar inaudito al reconocer la relación que tuvo Barrio con el investigador autodidacta Reig.

En 1950, un período difícil para la ciencia argentina por los distintos factores económicos, sociales y políticos que atravesaba el país, predominaba en la comunidad de zoología, de acuerdo a Contreras & Giacchino (2001), una tónica nominalista, tipológica y descriptiva, carente de inquietudes interpretativas y, menos aún, evolutivas. Sin embargo, Reig, al tomar conocimiento de los artículos de Hennig publicados en el *Acta Zoológica de la Fundación Miguel Lillo de Tucumán*,² fue quien introdujo las nuevas perspectivas en la comunidad científica argentina. En la actualidad, la *cladística* es uno de los métodos más utilizados en sistemática, la ciencia que se ocupa de la organización del conjunto total del conocimiento sobre los organismos. El supuesto principal de esa teoría es que si dos especies cercanas comparten características similares, es más probable que se deba a que las heredaron de un ancestro en común y no que las adquirieran de manera independiente. Así, la sistemática filogenética agrupa organismos en función de sus semejanzas evolutivas buscando agrupaciones o linajes de especies que comparten entre sí un ancestro en común. Para ello basa su análisis en caracteres que se suponen que tienen relevancia evolutiva, aquellas heredables de padres a hijos. Y como es a partir de éstos que se trazará la historia de una especie y su parentesco con otras, los sistemáticos buscaron un mayor número de nuevos y variados caracteres, los que dejaron de ser puramente morfológicos extendiéndose a caracteres embriológicos, citológicos, fisiológicos, bioquímicos y moleculares, entre otros. La imagen de una taxonomía fundada en la historia evolutiva de los seres vivos fue desarrollada entre 1950 y 1960, pero su propuesta metodológica recién empezó a hacerse conocida a partir de los años 1970.

² Revisando sus archivos se encontraron las siguientes publicaciones: Hennig, 1948a, 1948b.

En el marco de ese paradigma que surgió en los países desarrollados, en particular en Alemania y Estados Unidos, comenzaron a trabajar los taxónomos del sur, siendo Reig quien encargó en 1962 la traducción, además de efectuar su revisión y el prólogo de la obra principal de Hennig, que apareció con gran retraso, recién en 1968, no siendo ésta su única tarea de difusión al respecto. Desde la cátedra de vertebrados de la Universidad de Buenos Aires, se ocupó además de la transmisión y enseñanza de múltiples y novedosos enfoques en el estudio taxonómico, actuando en la preparación de una parte de los futuros científicos del país a la par de sus colaboradores Barrio y Gallardo los que, según Contreras y Giacchino (2001), juntos cambiaron radicalmente la estructura del departamento de biología animal de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires. Todo lo apuntado es un indicio de que el fenómeno de pigmentación detectado en batracios ha sido efectivamente para Barrio un hecho de particular interés, siendo parte de su campo general de investigación.

Sin embargo, con respecto al trabajo de Cabello Ruz cabe preguntarse, ¿cuál habrá sido la causa que llevó a un médico a analizar la tinción de órganos internos en anuros? Aquí es donde los sucesos históricos muestran cómo dos áreas, medicina y herpetología, se terminan entrelazando. Presuponemos que fueron dos los factores que condujeron a esa fortuita relación. Por un lado, es bien sabido que en fisiología experimental se utilizan modelos animales para investigación. Ratas y ratones son lo más usual entre los mamíferos de experimentación, pero no los únicos; otros animales hallados con frecuencia en los laboratorios son los anfibios del grupo de los batracios. Así, un anuro sumamente empleado en investigación experimental y fácilmente adquirible en estas latitudes es el sapo común *Buffo arenarum* Hensel. Al respecto son reconocidos los aportes efectuados por Houssay sobre el conocimiento de la fisiología de nuestro sapo (cf. Gallardo, 1994). Parece ser que Houssay, aunque no se pudo constatar pero se incluye aquí por pintoresco, mostrando el mecanismo de la hipófisis en sus clases de fisiología, comparaba las siglas de su nombre con las de dicho espécimen: “ese sapo y yo somos la misma cosa porque llevamos las mismas iniciales”, decía. Por otra parte, si bien Cabello Ruz presenta poca información acerca del marco conceptual en que se articula su trabajo, entre sus citas encontramos como referencia los artículos del bioquímico Lemberg y colaboradores, en aquel entonces perteneciente al *Institute of Medical Research, Royal North Shore Hospital, Sydney, Australia*, en el que actuaba un conjunto de especialistas del metabolismo de la hemoglobina, en particular del grupo *hemo* y de los pigmentos biliares, como bien muestra el tratado de Lemberg y Legge, publicado en 1949 que consta de 784 páginas, metabolismo no del todo elucidado en aquel momento. Planteamos como una hipótesis de este artículo que su pensamiento formó parte de un objetivo más general seguido por los investigadores del *Institute of Medical Research*, quienes entre sus trabajos sobre el catabolismo del

hemo incluyen experimentación en anfibios, mamíferos y aves, a los cuales a su vez comparan. A partir de esos artículos de investigación, Cabello Ruz se planteó entonces, como propósito del suyo propio, estudiar los aspectos metabólicos de los pigmentos biliares en *Buffo arenarum Hensel* en estado normal y sometido a distintos tratamientos, tales como “extirpación del hígado o la obstrucción de las vías biliares [...] se estudiaron, además, los efectos de la intoxicación con fenilhidrazina” (Ruz, 1943, p. 81), creando de esta forma un cuadro que, en el caso de los anuros, tiñe los órganos internos curiosamente de verde. Es así como algunos de sus resultados, evidentemente de investigación en el área de la medicina fisiológica, fue *cooptado*³ como habitualmente se dice en evolución, más tardíamente por Barrio con un fin sistemático.

2 LA ICTERICIA COMO ENFERMEDAD Y EL CATABOLISMO DEL HEMO

En un adulto normal, los glóbulos rojos viven alrededor de 120 días, luego son destruidos por un proceso llamado hemólisis predominantemente en el hígado y en el bazo. La rotura intravascular de los glóbulos rojos libera hemoglobina, uno de sus principales componentes, directamente a la sangre. Los elementos esenciales de la hemoglobina, proteína encargada del transporte de oxígeno, sufren distintos destinos. Por un lado, se degrada la porción proteínica *globina* en sus partes esenciales y, por otro, el grupo prostético, o no proteínico, llamado *hemo* – una estructura en anillo que en su interior contiene el hierro, con lo cual liga al oxígeno –, que es sometido a un proceso distinto. Aquí nos interesa específicamente lo que ocurre con este último. La degradación del grupo *hemo* sucede en las células del hígado, bazo y médula ósea. Lo primero que ocurre es que un complejo de enzimas rompe la estructura en anillo separando el hierro, que se encuentra como ión metálico, para luego ser reutilizado por el organismo. El producto de esta transformación es un pigmento de color verde llamado *bili-verdina*. A su vez, este pigmento es transformado por otra enzima en un pigmento de color amarillo-naranja, la *bilirrubina*, que en altas dosis puede resultar sumamente tóxico. Este pigmento unido a una proteína transportadora, albúmina, pasa a la sangre para su excreción pero, por su gran tamaño, no puede ser eliminada a nivel renal, es decir por orina, así es que una vez que la macromolécula llega al hígado es captada por las células hepáticas y rápidamente “conjugada” (unida) con otra molécula por una enzima específica. Esta transformación del pigmento lo convierte en una sustancia solu-

3 El término *exaptación*, introducido por Gould y Vrba (1982), refiere a un carácter que previamente había sido seleccionado por una función que luego es *cooptado*, seleccionado nuevamente, pero por otra función. El ejemplo más típico son las plumas de las aves. Se cree que su origen en los dinosaurios avianos tenía la función de mantener la temperatura y luego fueron *cooptadas* en su función del vuelo en las aves.

ble en agua y pasa a formar parte de la bilis. La *bilirrubina* conjugada llega al intestino de esta forma, vehiculizada en la bilis secretada por el hígado. Una vez en él, la *bilirrubina* es degradada por las bacterias de la flora intestinal formando una sustancia incolora pero que al contacto con el aire toma un color parduzco dando el típico matiz que adquieren las heces. Parte de la *bilirrubina* modificada por las bacterias en el intestino es reabsorbida y excretada por orina; esta sustancia toma en el riñón el nombre de *urobilina*. Hasta aquí presentamos el metabolismo normal del *hemo*, sin embargo, distintos factores pueden alterarlo. Al cuadro clínico de la alteración se lo llamó *ictericia*, que se conoce desde antaño y que, como es bien sabido por los médicos, provoca en el paciente un tinte amarillo, que es producto del exceso de *bilirrubina* en la sangre, que a su vez trasfunde a los tejidos y a la esclerótica del ojo. En general, pueden encontrarse tres tipos principales de *ictericia* (cf. Blanco, 2006): por hemólisis exagerada, por obstrucción de las vías biliares y por un problema funcional del hígado. En todos los casos, se usa para el diagnóstico tanto de la concentración de *bilirrubina* en la sangre, sus derivados en la orina y el color de la misma, como así también la coloria de la materia fecal.

3 LA CLORICIA O LA HIPERBILIVERDINEMIA EN ANUROS

Es indudable, por lo antes expuesto, que el conocimiento de las bases bioquímicas de un proceso fisiológico permite entender e interpretar sus alteraciones. Como ya se mencionó, el propósito de estudio en ambos artículos analizados aquí siguieron distintos objetivos, lo que los llevó a diferenciarse además en la metodología aplicada en cada uno de ellos, como también en los resultados obtenidos. Expondremos de manera breve y concisa el método seguido por Cabello Ruz en su trabajo junto con sus resultados, teniendo en cuenta el contexto histórico en el que se encontraba la investigación sobre los procesos metabólicos del grupo *hemo* en aquel momento, apoyo de nuestra tesis histórica.

En la parte experimental de su artículo, el autor señala distintos experimentos llevados a cabo en otoño y primavera de 1942, en el que un número de sapos fueron sometidos a distintos tratamientos. En algunos casos, se les realizó una hepatectomía o extracción del hígado, en otros, se llevó a cabo la evisceración, sacándole, además del hígado, el intestino, estómago, páncreas y bazo. A ciertos sapos se les ligó el colédoco, conducto que transporta la bilis al intestino, mientras que a otros el conducto hepático, el cual desemboca en el colédoco, más ambos uréteres. Algunos sapos, que incluso ya habían pasado por uno de estos tratamientos, fueron inyectados con fenilhidrazina, que produce la ruptura de glóbulos rojos. En todos los casos, se midió al cabo de unos

días la hemoglobina y los pigmentos biliares en la sangre y en la bilis. Aunque no haya sido explicitado por el autor, todos los procesos efectuados en los animales de estudio eran probables generadores, como mínimo, de un cuadro de *ictericia*, identificándose a partir de los tratamientos los tres posibles tipos mencionados. Sin embargo, tanto en los animales normales como en los tratados no se encontraron cantidades dosificables de *bilirrubina*, como tampoco abundancia de otros pigmentos biliares en la sangre, lo que demostraba que no había en los anfibios un cuadro de *ictericia*. Sólo en muy pocos especímenes, que presentaban un plasma sanguíneo verdoso, se produjo un aumento de pigmento biliar, acompañado por una orina de coloración verdosa. Sus experimentos arrojaron como resultado que sólo en casos excepcionales la obstrucción del colédoco “consigue forzar la penetración de los componentes de la bilis en la sangre y provoca un cuadro de colemia verde” (Ruz, 1943, p. 85). Sin embargo, en los animales normales y en aquellos con ligadura de colédoco, a los que se sometió a intoxicación con finilhidrazina, encontró que, al disminuir la cantidad de hemoglobina, aumentaba la cantidad de pigmentos biliares en la sangre, tipo “conjugado” y no “conjugado”, animales que también presentaban un color verde neto e intenso en su plasma sanguíneo y tejidos, para el que acuñó el término *cloricia*: “este cuadro de impregnación de todo el organismo por el pigmento verde de la bilis del sapo lo designaremos con el término *cloricia*” (Ruz, 1943, p. 89, grifos en el original). El pigmento que encontró en cantidades mayores que las normales, al provocar la *cloricia*, fue la *biliverdina*.

Desde 1870, se conocía que la ruptura de la hemoglobina en los hematomas iba acompañada por la aparición de *biliverdina*, y más tardíamente se confirmó también la presencia de *bilirrubina*. Por aquel entonces, en la década del 1930, se sabía que una hemorragia extensiva generaba *biliverdina*, a saber, la formación de uteroverdina en la placenta de perro (cf. Lemberg & Barcroft, 1932). La *biliverdina*, en ese momento, ya había sido aislada y se conocía además su estructura química (cf. Lemberg, 1934). Sin embargo, no estaba del todo elucidado el metabolismo del grupo *hemo*. En 1936 Lemberg y Wyndham postularon como producto primario de la ruptura de los pigmentos sanguíneos del cuerpo, la *biliverdina* y la *bilirrubina* como derivada de la reducción química de la *biliverdina*. Exponen además, en sus estudios de esa fecha, apoyando otros anteriores, la hipótesis de que la *bilirrubina* se produciría en mayor medida en el hígado que en cualquier otro órgano y por un sistema enzimático (*dehydrogenase systems*), pero que aún, admitieron, los estudios eran incompletos (Lemberg & Wyndham, 1936, p. 1168). Entre los animales utilizados para experimentación se mencionó una rana (*frog*), pero sin detallar la especie,⁴ sin embargo, sus experimentos mostraron que el

⁴ Es probable que sea rana toro (*bull frog*), por lo que se señala en otros artículos, como el de Nisimaru (cf. 1931, p. 654), pero no se puede asegurar.

hígado de la rana producía muy poca *bilirrubina* en comparación con otras clases taxonómicas. “En nuestros experimentos, el hígado de las ranas mostró un poder de reducción menor que los hígados de los mamíferos o de las aves” (Lemberg & Wyndham, 1936, p. 1168). La generación de *biliverdina* en lugar de *bilirrubina* en algunos animales había sido observada desde hacía mucho tiempo. Lemberg & Legge (1949) mencionan que la aparición de *biliverdina* en suero de rana había sido vista por primera vez en 1850 por Kunde, luego de la extirpación del hígado y, más tardíamente, en 1883, Von Recklinghausen pronunciaba que la *biliverdina* se formaba en el suero de ranas estériles, hecho que no pudo ser nunca confirmado. Sin embargo, la presencia de *biliverdina* en anfibios efectivamente fue un hecho demostrado en sus investigaciones publicadas en 1936, donde advierte que el hígado fresco de rana a menudo contenía un pigmento biliar verde y que ya otro autor (Nisimaru, 1931), como él mismo (Lemberg, 1935), había encontrado que se trataba de *biliverdina*.

Así es como las conclusiones a las que arriba Cabello Ruz son un apoyo a los resultados obtenidos por Lemberg y colaboradores, precisando además que, en otra especie de anfibio, *Buffo arenarum*, el pigmento biliar encontrado era también *biliverdina* y que se reducía a tasas muy bajas generando poca *bilirrubina*. Es interesante recalcar que, si bien en el antedicho trabajo de Lemberg y Legge (1949) se cita, entre los tres trabajos que apoyan la hipótesis de la producción de *biliverdina* en anuros, el artículo aquí analizado de Cabello Ruz (cf. Lemberg & Legge, 1949, p. 506), no se menciona el término *cloricia*. La otra conclusión a la que arriba el autor, y de carácter más novedoso, es la inducción del cuadro de *cloricia* a partir del doble tratamiento de ligadura de colédoco e intoxicación con fenilhidrazina, pues ningún otro investigador lo había conseguido y de la cual se volverá a hacer mención más adelante.

Nuestros experimentos demuestran, además, que aun cuando la ligadura de colédoco, que ocasiona una gran distensión de las vías biliares, no produce habitualmente en este batracio el pasaje de los componentes de la bilis a la sangre, esta resistencia particular del hígado puede ser vencida cuando una acción mecánica se añade a una tóxica (Ruz, 1943, p. 92).

4 LA CLORICIA COMO UN ESTADO NATURAL Y CARÁCTER TAXONÓMICO

En 1965, cuando se publica el artículo “Cloricia fisiológica en batracios anuros”, los conocimientos sobre el catabolismo del *hemo* estaban más avanzados. Se sabía por aquel entonces que la excreción de los pigmentos biliares en anuros era independiente de la “conjugación” de los mismos por la enzima encargada en el hígado (cf. Lester &

Schmid, 1961), como también que en la bilis de *Buffo arenarum* era mayor la cantidad de *biliverdina* sin conjugarse que la conjugada. Sin embargo, ningún otro autor había señalado la existencia normal y constante de *biliverdina* en el plasma y tejidos de anuros. Diferenciándose de los trabajos anteriores Barrio se propuso investigar la presencia interna de la coloración verde en diferentes especies de anuros, junto con la naturaleza del pigmento en todos ellos, objetivo que se relaciona con una investigación tanto sistemática como fisiológica.

Es este un hecho fisiológico normal aunque no estudiado hasta ahora en los vertebrados y, como se verá, bastante extendido, por lo menos entre los batracios (...) destaquemos que ningún autor ha señalado la existencia normal y constante de ese pigmento en otros humores y tejidos de batracio [a parte del hígado] (Barrio, 1965, p. 137).

Partiendo de un interés distinto al de sus predecesores, Barrio seleccionó una serie de especies de distintas familias de anuros como *Bufonidae*, al que pertenece la especie antes mencionada: *Leptodactylidae*, de las llamadas “ranas” de América del Sur; *Hylidae*, ranas arborícolas etc. Y, sin someterlas a ninguna intervención que les causara alguna clase de *ictericia*, asentó la cantidad de pigmentos en la sangre, acompañando el examen además con disecciones y preparados transparentados. El pigmento que encontró en todos ellos fue *biliverdina* no conjugada, pues se mostró no soluble en agua. Sus resultados mostraron que los especímenes de tres familias, *Hylidae*, *Pseudidae* y *Centrolenidae*, presentaban hiperbiliverdinemia fisiológica o *cloricia*. Así describe el cuadro:

el aspecto del batracio clorístico es sensiblemente igual en todas las especies que poseen alta biliverdinemia. Se observa la coloración verdosa del tejido muscular, subcutáneo y especialmente de la linfa que ocupa estos espacios saculares; las paredes del tubo digestivo, principalmente del estómago, se presentan pigmentadas de verde al igual que los huevos de las hembras maduras, pero lo que llama más vivamente la atención es el colorido verde intenso de los huesos (...). El pigmento se ha depositado en capas concéntricas en todo su espesor. Por otra parte, hemos comprobado su ausencia en el tejido nervioso, en los humores oculares y en la orina (Barrio, 1965, p. 139).

Con respecto a la fijación del pigmento en el hueso, en su artículo el autor mencionó el antecedente de niños que, habiendo padecido *ictericia* en su gestación y los primeros días de vida pos parto, presentaban los dientes de color verdoso y de la fijación

de sustancias químicamente similares a la *biliverdina* en estructuras calcificadas como conchillas, huesos, cáscara de huevos etc., lo cual ajustaba con el resultado de sus observaciones. Sin embargo, este fenómeno no explicaba la hiperbiliverdinemia fisiológica, cuadro normal en algunos anuros. A partir de esa notable particularidad, el autor se formuló dos preguntas, primero, por el significado biológico de la pigmentación verdosa y, segundo, por el mecanismo que lo producía. Lamentablemente hasta la fecha no se tiene respuesta certera para ninguna de estas, pero sí algunas hipótesis al respecto. En su artículo, Barrio ya postulaba que la *ictericia* normal en anuros se debía a un proceso similar a la “*shut hyperbilirubinaemia*” más que al síndrome de Crigler-Najjar. Este último, producto de una falla genética, es un trastorno hereditario en el cual no se puede transformar la *bilirrubina* a su forma hidrosoluble, conjugada. Mientras que la “*shut hyperbilirubinaemia*” es una *ictericia* de origen radicalmente distinto a las aquí expuestas. En su artículo, Israels y Zipursky (1962) reportaron cuatro casos de pacientes con hiperbilirubinemia no relacionada ni con la rotura de glóbulos rojos ni con un problema funcional del hígado. En los cuatro casos analizados, se presentaba una alta concentración de *bilirrubina* no conjugada en plasma, hiperactividad de la médula ósea e hiperplasia, incremento de tamaño, de eritrocitos o glóbulos rojos. La hipótesis de estos investigadores, quienes acuñaron el término “*shut hyperbilirubinaemia*”, fue por tanto que su origen se debió a una “exageración” de la vía normal y, por ello, los pigmentos biliares no provenían de los glóbulos rojos y grupos *hemos* circulantes. En el caso de los anuros con *cloricia* fisiológica, Barrio propuso, entonces, una causa por “exacerbación anabólica del *hemo*” (Barrio, 1965, p. 141), pero no lo investiga.

En cuanto al uso de la *cloricia* como carácter sistemático, si bien en el artículo no avanza demasiado en la problemática propia de la taxonomía del grupo Anura, Barrio muestra una primera aplicación abriendo la puerta a futuras investigaciones, transformándose así en un precursor en el tema.

Finalmente, y no por su menor interés, debemos señalar las implicancias de orden filogenético y taxonómico que surgen de esta comprobación. Sobre este punto cabe recordar las estrechas relaciones que algunos autores (...) han señalado entre los *Hylidae* y los *Pseudidae*, basadas principalmente en la existencia de un hueso falángico [del dedo] intercalar, carácter también presente en *Centrolanidae*, y a lo que abría que agregar ahora, la posesión en común de estas tres familias de la hiperbiliverdinemia fisiológica (Barrio, 1965, p. 141).

Recapitulando, en ese artículo de 1965, Barrio deja en claro cómo un hecho concreto en el área de la fisiología y patología humana es utilizado para definir un estado normal en anuros y cómo ese hecho puede ser relevante en el área de la sistemática.

6 ALGUNAS CONSIDERACIONES FINALES

De lo anteriormente expuesto, se observa que es coherente el resultado del estudio de Barrio sobre *Buffo arenarum*, batracio que no presenta un estado natural de *cloricia*, con los estudios previamente hechos. Por tal razón, ese anfibio resultó un interesante modelo para generar un cuadro de *ictericia*.

Aunque se contaba con artículos anteriores a la publicación del trabajo de Cabello Ruz de 1943, éste no menciona, en el suyo, la presencia natural de la hiperbiliverdinemia en anuros. Sin embargo, algunos de los resultados obtenidos por dicho autor, no considerados en la publicación posterior de Barrio, pudieron llegar a constituir un indicio de la hipótesis que luego Barrio propusiera, a saber, “la hepatectomía provoca un aumento escaso y poco significativo de la concentración de pigmentos biliares en plasma” (Ruz, 1943, p. 84); “la obstrucción de las vías biliares no provoca regularmente una elevación considerable de los pigmentos biliares en sangre.” (Ruz, 1943, p. 93) y, en otro pasaje, señala que “numerosos autores han negado la posibilidad de obtener *ictericia* en los batracios, a diferencia de los mamíferos, por la obstrucción de las vías biliares” (Ruz, 1943, p. 89). Sus conclusiones acerca de lo complejo que resultó provocar un cuadro de *cloricia* en ese anuro reflejan el hecho de que los anfibios son organismos altamente tolerables a los tipos de procesos que generan los cuadros de *ictericia* en mamíferos, apoyando de manera indirecta el hecho de que la *cloricia* fisiológica es un proceso distinto a los conocidos en mamíferos y aves.

Si bien se han presentado los aportes efectuados por cada investigador en sus respectivas áreas, con respecto al análisis historiográfico, lo más relevante a destacar es que, pese a las diferencias netas entre los objetivos perseguidos en ambos artículos de investigación (en el caso de Cabello Ruz, estudiar el metabolismo de los pigmentos biliares, en el caso de Barrio, estudiar la existencia y origen fisiológico de la coloración en diferentes especies de batracios), las metodologías de trabajo (en el primero, generar un cuadro de *ictericia* por métodos invasivos, en el segundo, detectar la presencia normal de *cloricia* en distintas especies) y los resultados de ambas investigaciones (en Cabello Ruz, la obtención de un cuadro de *ictericia* producido por *biliverdina*, *cloricia*; en Barrio la detección y explicación de la presencia normal y, por lo tanto, heredable del pigmento en anfibios anuros con distinto grado de parentesco evolutivo), representan el comienzo de implementación que tuvo el concepto de *cloricia* como carácter taxonómico. No obstante, queremos subrayar que es este “nuevo uso” del concepto de *cloricia*, que presenta por primera vez Barrio en el área de la herpetología, el que nos permite hacer la analogía entre el proceso histórico aquí narrado y un proceso de índole evolutivo, el de *exaptación*, caracterizado por la *cooptación* de un fenómeno que al principio era propio del área de la medicina fisiológica, para cumplir una nueva función, ahora en el área de la taxonomía sistemática. ❸

AGRADECIMIENTOS. Al Dr. Julián Faivovich, jefe de la División de Herpetología del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia, por su invaluable guía para la realización de este artículo, por el material bibliográfico cedido como así también por el tiempo dedicado a nuestras charlas. Este trabajo fue realizado con la ayuda del proyecto de investigación PICT Redes 2006 N° 2007 de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, dirigido por el Dr. Pablo Lorenzano.

Lucía FEDERICO

Becaria posdoctoral de la Universidad Nacional de Quilmes,
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas
y Tecnológicas, Argentina.
luciafed@hotmail.com

ABSTRACT

This article analyzes the events, which motivated the research for a biochemical-physiological character, the cloricia in amphibians, by two Argentine researchers: Dr. Cabello Ruz and Dr. A. Barrio. Ruz was interested in the processes related to the metabolism of hemo group of the oxygen-carrying molecule hemoglobin, a process that was not completely known in 1950, when he studied it. Barrio conducted research in the area of zoology focusing on amphibians and reptiles. Our historical thesis intends to show how one physiological fact of medical research was co-opted for a new use, to paraphrase a term of evolutionary theory, in the field of herpetology – the branch of zoology that deals with both the classification and the analysis of the biology of amphibians and reptiles – proposing to present a coherent and historical narrative of concepts, experiences and theories that guided the research process.

KEYWORDS • Cloricia. Amphibians. Frogs. Exaptation. Physiology systematic.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRIO, A. Cloricia fisiológica en batracios anuros. *Phycis*, 25, 69, p. 137-42, 1965.
- BLANCO, A. *Química biológica*. Buenos Aires: El Ateneo, 2006.
- BOULANGER, G. Notes on little known species of frogs. *Annals and Magazine of Natural History*, 11, 5, 61, p. 16-9, 1883.
- CONTRERAS, J. R. & GIACCHINO, A. La influencia de Osvaldo A. Reig en la zoología de vertebrados de la Argentina hacia mediados del siglo xx. *Ágora Filosófica, Revista Marplatense de Filosofía*, 2, 3, p. 57-78, 2001.
- FERNÁNDEZ, K. & FERNÁNDEZ, M. Sobre la biología y reproducción de batracios argentinos. *Anuales de la Sociedad Científica Argentina*, 91, p. 97-140, 1921.
- GALLARDO, J. M. 500 años de herpetología hispanoamericana. *Cuadernos de Herpetología, Asociación Herpetológica Argentina*, 8, 1, p. 1-11, 1994.
- GOULD, S. J. & VRBA, E. Exaptation – a missing term in the science of form. *Paleobiology*, 8, p. 4-15, 1982.
- HENNIG, W. Ueber einige verkannte Dipteren-Gattungen. *Acta Zoológica Lilloana*, 6, p. 169-70, 1948a.

- HENNIG, W. Beiträge zur Kenntnis des Kopulationsapparates und der Systematik der Acalyptraten iv. Lonchacidae und Lauxaniidae. *Acta Zoológica Lilloana*, 6, p. 169-70, 1948b.
- _____. *Grundzüge einer Theorie der phylogenetischen Systematik*. Berlin: Deutscher Zentralverlag, 1950.
- _____. *Elementos de una sistemática filogenética*. Buenos Aires: Eudeba, 1968.
- ISRAELS, L. G. & ZIPURSKY, A. Primary shunt hyperbilirubinæmia. *Nature*, 193, p. 73-4, 1962.
- KRAGH, H. *An introduction to the historiography of science*. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.
- LEMBERG, R. Bile pigments. vi. Biliverdin, utero-verdin oocyan. *Biochemical Journal*, 28, p. 978-80, 1934.
- _____. Transformation of haemins into bile pigments. *Biochemical Journal*, 29, p. 1322-30, 1935.
- LEMBERG, R. & BARCROFT, J. Uteroverdin, the green pigment of the dog's placenta. *Proceedings of the Royal Society*, 110, p. 362-72, 1932.
- LEMBERG, R. & WYNDHAM, R. Reduction of biliverdin to bilirubin in tissues. *Biochemical Journal*, 194, 1, p. 273-82, 1936.
- LEMBERG, R. & J. LEGGE *Hematin compounds and bile pigments*. New York: Interscience Publishers, 1949.
- LESTER, R. & SCHMID, R. Bile pigment excretion in amphibian. *Nature*, 190, p. 452, 1961.
- LORENZANO, C. Cinco tesis para la historia de la ciencia. *Actas de las Jornadas de Epistemología de las Ciencias Económicas*, (24 y 25 de octubre). Buenos Aires: Editorial FCE/UBA, 1996. Disponible en: <<http://www.clorenzано.com.ar/>>. Acceso en: julio/2011.
- LUTZ, A. Sur les rainettes des environs de Rio de Janeiro. *Comptes Rendus des Séances et Mémoires de la Société de Biologie Paris*, 90, 3, p. 241, 1924.
- NISIMARU, Y. Bile pigment formation in the liver from haemoglobin. *American Journal of Physiology*, 97, p. 654-7, 1931.
- RUZ, J. C. Biliverdinemia del sapo. *Revista de la Sociedad Argentina de Biología*, 19, 1, p. 81-93, 1943.

